

Inhibiční účinky mono-, di- a triacylglycerolů na mikroflóru kuřecí kůže

Petra Maňásková

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství a chemie
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra MAŇÁSKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Inhibiční účinky mono, diacylglycerolů
a triacylglycerolů na mikroflóru kuřecí kůže**

Zásady pro vypracování:

**Bakalářská práce je literární rešerše na téma mikroflóra kuřecí kůže.
V práci jsou popsány inhibiční účinky mono a diacylglycerolů na mikroflóru kuřecí kůže.
Práce zároveň poskytuje přehled o mikroflóře, která se může vyskytovat na kůži jatečné
drůbeže a rovněž je popsáno složení drůbežího masa.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Eva Lukášková, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání bakalářské práce:

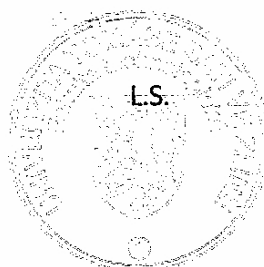
10. října 2005


Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2006

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006


prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce je literární rešerše na téma mikroflóra kuřecí kůže. V práci jsou popsány inhibiční účinky mono-, di- a triacylglycerolů na mikroflóru kuřecí kůže. Práce zároveň poskytuje přehled o mikroflóře, která se může vyskytovat na kůži jatečné drůbeže a rovněž je popsáno složení drůbežního masa.

Klíčová slova: kuřecí kůže, kyselina kaprylová, kyselina kaprinová, mastná kyselina

ABSTRACT

Bachelor work is literary search themed on microflora chicken skin. There are described inhibitory effects mono-, di- and triacylglycerol on microflora chicken skin. There are also described structure of chicken skin.

Keywords: chicken skin, caprylic acid, capric acid, fatty acid

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Evě Lukáškové Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za odborné vedení, cenné rady, připomínky a odkazy na zdroje informací.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 LIPIDY	8
1.1 MASTNÉ KYSELINY	8
1.2 CHARAKTERISTIKA POTRAVINÁŘSKY VÝZNAMNÝCH LIPIDŮ	11
2 DRŮBEŽÍ MASO.....	16
2.1 SLOŽENÍ DRŮBEŽÍHO MASA	16
2.1.1 Drůbeží svalovina.....	16
2.1.2 Voda	17
2.1.3 Bílkoviny	17
2.1.4 Lipidy	19
2.1.5 Extraktivní látky	19
2.1.6 Vitamíny.....	19
2.1.7 Minerální látky	20
2.2 KONTAMINACE DRŮBEŽE MIKROORGANISMY BĚHEM ZPRACOVÁNÍ	20
3 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MIKROORGANISMŮ VYSKYTUJÍCÍCH SE NA KŮŽI DRŮBEŽE.....	22
3.1 <i>CAMPYLOBACTERACEAE</i>	22
3.2 <i>ENTEROBACTERIACEA</i>	22
3.3 <i>CLOSTRIDIUM</i>	25
4 INHIBIČNÍ ÚČINKY MASTNÝCH KYSELIN A MAG, DAG, TAG.....	27
4.1 INHIBIČNÍ ÚČINEK MASTNÝCH KYSELIN C ₂ – C ₁₈ A KYSELINY OCTOVÉ NA <i>ESCHERICHIA COLI</i>	27
4.2 ÚČINEK KYSELINY KAPRYLOVÉ NA RŮZNÉ DRUHY MIKROORGANISMŮ NA KUŘECÍ KŮŽI.....	28
4.3 ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚČINKY MONOACYLGLYCEROLŮ.....	29
4.4 MOŽNOSTI INHIBICE A DETEKCE <i>CAMPYLOBACTER</i> NA KUŘECÍ KŮŽI.....	31
ZÁVĚR	33
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	34
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	39

ÚVOD

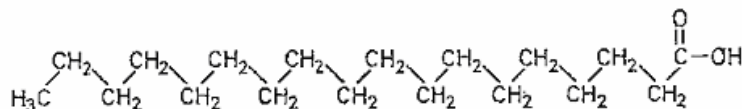
V současné době je velice diskutovaným tématem problematika zdravotní nezávadnosti potravin. Cílem Evropské unie je vytvořit systém bezpečnosti potravin, jehož hlavním úkolem je zajistit zdravotně nezávadné zpracování potravin a jejich výrobu.

Na jakost výrobků potravinářského průmyslu jsou kladeny stále vyšší požadavky. V souvislosti se změněným způsobem distribuce potravin je věnována velká pozornost prodloužení jejich údržnosti.

V potravinářském průmyslu se pro zlepšení kvality a zajištění údržnosti výrobků používá řada přísad. Současný spotřebitel si žádá výrobek s dostatečně dlouhou dobou trvanlivosti a zároveň požaduje, aby při jeho výrobě bylo použito co nejméně chemických přísad [1]. Snahou potravinářského průmyslu je omezit používání antibiotik, uměle vytvořených látek a nahradit je látkami přirozenými, mezi které patří mastné kyseliny, monoacylglyceroly, diacylglyceroly a nebo triacylglyceroly.

Cílem práce je popsat inhibiční schopnost mono-, di- a triacylglycerolů, případně konkrétních mastných kyselin na bakterie (zejména se zaměřením na mikroflóru kuřecí kůže). Dále práce popisuje složení drůbežího masa a možnosti jeho kontaminace.

- Kyselina stearová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$)



- Kyselina arachová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$)
- Kyselina behenová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$)
- Kyselina lignocerová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$)
- Kyselina cerotová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$) [3].

Nejrozšířenější z nasycených kyselin je palmitová kyselina, která je přítomná téměř ve všech lipidech. Je hojně zastoupena v tucích domácích zvířat a ve fosfolipidech. Dostí běžná je také stearová kyselina. Nižší homology (s 10 až 14 atomy uhlíku) jsou hlavní složkou tuku palmových semen, kyseliny se 4 až 12 atomy uhlíku jsou značně zastoupeny v mléčném tuku.

Nasycené mastné kyseliny (od 10 atomů uhlíku výše) jsou za teploty místnosti tuhé, snadno tající krystalické bezbarvé látky, které nemají významnou absorpci ani v ultrafialové oblasti v intervalu vlnových délek 220 až 380 nm.

Kromě nejnižších členů (se 4 až 6 atomy uhlíku) jsou volné nasycené kyseliny ve vodě jen nepatrně rozpustné, dobře se však rozpouštějí např. v chloroformu nebo petroletheru.

Nasycené mastné kyseliny jsou chemicky velmi stálé a mění se teprve při dlouhodobém záhřevu nebo za vysokých teplot.

Nenasycené mastné kyseliny jsou vázané v jedlých tucích a jiných lipidech potravin. Mohou obsahovat jednu dvojnou vazbu (kyseliny monoenové) nebo několik dvojných vazeb (kyseliny polyenové) [2].

Mononenasycené mastné kyseliny (Mono Unsaturated Fatty Acids) obsahují ve svém řetězci jednu dvojnou vazbu. Většina nenasycených mastných kyselin se vyskytuje v konfiguraci cis [3].

Nejběžnější jsou kyseliny s 18 atomy uhlíku [2].

Příklady mononenasycených mastných kyselin:

- Kyselina palmitolejová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$)
- Kyselina olejová – cis izomer ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$)
- Kyselina elaidová – trans izomer ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$)
- Kyselina eruková ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$)
- Kyselina nervonová ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$) [3].

Z monoenových mastných kyselin je v přírodních lipidech nejrozšířenější olejová kyselina, která je ve většině lipidů nejhojnější mastnou kyselinou a v dalších se vyskytuje v menším množství.

Monoenové kyseliny s trans-konfigurací dvojně vazby jsou v přírodě poměrně vzácné. Setkáváme se s nimi např. v depotním i mléčném tuku přežvýkavců. Z trans-kyselin je nejznámější elaidová kyselina.

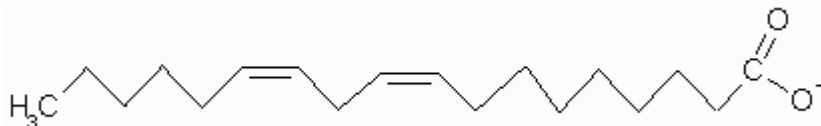
Monoenové kyseliny se nerozpouštějí ve vodě, v organických rozpouštědlech je rozpustnost lepší než u kyselin nasycených. Monoenové kyseliny jsou podstatně reaktivnější než kyseliny nasycené, např. na vzduchu se samovolně oxidují, vodíkem se hydrogenují, za přítomnosti katalyzátoru adují halogeny. Adice chlorjodu nebo bromjodu se používá ke stanovení obsahu dvojných vazeb pomocí tzv. jodového čísla. Ozonem se mastné kyseliny štěpí v místě dvojně vazby, a proto tato reakce slouží k určení polohy dvojně vazby v molekule [2].

Polynenasycené mastné kyseliny (PolyUnsaturated Fatty Acids) vázané v lipidech potravin mají dvě nebo více dvojných vazeb, které leží navzájem v izolované poloze (oddělené jednou nebo dvěma methylenovými skupinami). Konjugované polyenové kyseliny se vyskytují jen v jedlých tucích.

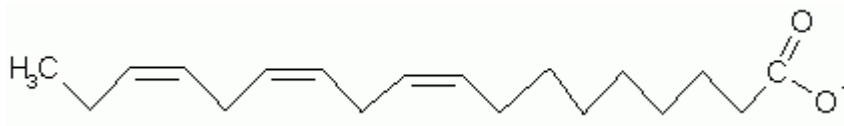
Mezi polyenovými mastnými kyselinami zaujímá zvláštní postavení skupina tzv. esenciálních mastných kyselin, které je nutno přijímat potravou, protože lidský organismus si je nedokáže syntetizovat [2].

Příklady polynenasycených esenciálních mastných kyselin:

- Kyselina linolová



- Kyselina γ -linolenová



- Kyselina α -linolenová
- Kyselina arachidonová [3].

Nejvýznamnější polyenovou a také esenciální mastnou kyselinou v potravě člověka je linolová kyselina, která se v organismu přeměňuje na kyselinu arachidonovou. Vyskytuje se hojně v rostlinných olejích, v menším množství v živočišných tucích. Linolenová kyselina s třemi dvojnými vazbami často doprovází linolovou kyselinu v rostlinných lipidech. Je nežádoucí, protože se rychle kazí a zhoršuje organoleptické vlastnosti výrobku [2]. Je důležitou součástí tzv. funkčních potravin [4].

Arachidonová kyselina je pro metabolismus člověka nejdůležitější esenciální mastnou kyselinou. V potravě se vyskytuje jen v malém množství (např. ve fosfolipidech živočišných tkání, hlavně v játrech), ale organismus si ji dovede syntetizovat z linolové kyseliny za přítomnosti biotinu.

Nenasycené polyenové mastné kyseliny tvoří viskózní, slabě nažloutlé kapaliny, dobře rozpustné v nepolárních organických rozpouštědlech i v alkoholech [2].

1.2 Charakteristika potravinářsky významných lipidů

Lipidy jsou estery vyšších karboxylových kyselin, které mohou být nasycené a nenasycené ale i rozvětvené, ve vodě nerozpustné. Nejvýznamnějšími lipidy jsou tuky, vosky, fosfolipidy, lecitin, glykolipidy (obsahují cukr) a některé isoprenoidy (cholesterol a vitamin A). Základem lipidů jsou vyšší alifatické kyseliny, případně alkoholy. V přírodních lipidech se vyskytuje více než 300 alifatických kyselin [5].

Lipidy se třídí výhradně podle chemické struktury. V potravinářské chemii mají význam tyto skupiny:

- Homolipidy – jsou estery mastných kyselin a alkoholů neobsahující žádné další složky, patří k nim:
 - Vosky – estery vyšší mastných kyselin a jednosytných alkoholů, např. vyšších alifatických alkoholů, sterolů, triterpenických alkoholů, tokoferolů.
 - Tuky a oleje – estery vyšších mastných kyselin a glycerolu.
 - Estery vyšších mastných kyselin a glykolů.
 - Glykolipidy – estery vyšších mastných kyselin obsahujících glykosidovou vazbou vázané cukry.
- Heterolipidy - jsou sloučeniny vyšších mastných kyselin obsahujících vedle alkoholů i další složky, např. vázanou kyselinu fosforečnou, sírovou, různé dusíkaté deriváty atd.:
 - Fosfolipidy – obsahují vázané mastné kyseliny, glycerol nebo jiné alkoholy, kyselinu fosforečnou a často i další látky, např. dusíkaté deriváty.
 - V sulfamidech – je přítomna esterově vázaná kyselina sírová.
 - Sulfolipidy – obsahují vázanou kyselinu fosforečnou.
 - V lipamidech – se nalézají amidově vázané mastné kyseliny.
- Komplexní lipidy – obsahují vedle kovalentně vázaných mastných kyselin i další složky vázané vedlejšími nebo fyzikálními vazbami:
 - V lipoproteinech a proteolipidech je kromě lipidového podílu také bílkovinný nebo polypeptidový podíl.
 - Komplexní glykolipidy obsahují polysacharidy vázané na lipidovou část.
 - V mukolipidech se nachází vázaná sialová kyselina [2].

Na glycerol může být v esterech glycerolu vázaná jedna, dvě nebo tři mastné kyseliny, podle počtu vázaných zbytků mastných kyselin rozeznáváme tři typy acylglycerolů:

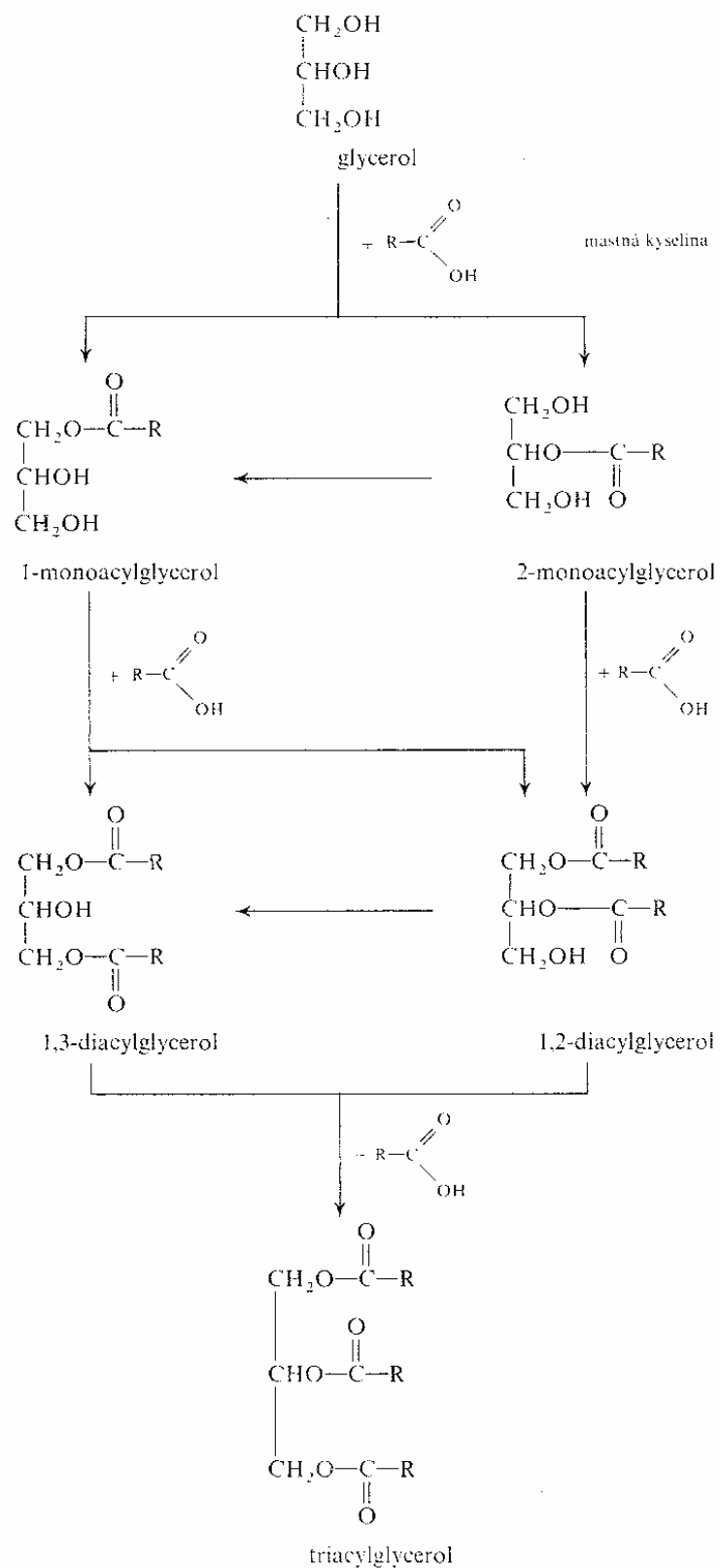
- Monoacylglyceroly, tj. 1- a 2-izomer (MAG)
- Diacylglyceroly, tj. 1, 3- a 1, 2-izomery (DAG)
- Triacylglyceroly (TAG)

Monoacylglyceroly a diacylglyceroly je možno připravit z triacylglycerolů glycerolýzou. Synteticky se připravují např. působením chloridů mastných kyselin na glycerol.

Estery glycerolu s nasycenými mastnými kyselinami jsou většinou tuhé, krystalické látky. Estery glycerolu s nenasycenými mastnými kyselinami bývají viskózní olejovité nebo sirupovité kapaliny.

Monoacylglyceroly jsou rozpustné v alkoholu a nerozpustné v petroletheru, zatímco triacylglyceroly jsou naopak v alkoholu jen nepatrně rozpustné a v petroletheru se rozpouštějí dobře. Všechny estery glycerolu se dobře rozpouštějí v chloroformu a diethyletheru, ve vodě jsou nerozpustné. Monoacylglyceroly mohou do jisté míry působit jako emulgátory.

Pokud jsou krajní polohy triacylglycerolu obsazeny různými mastnými kyselinami, je prostřední uhlíkový atom asymetrický. Přesto takové sloučeniny nevykazují optickou otáčivost, protože rozdíly mezi vlastnostmi jednotlivých mastných kyselin jsou příliš malé [2].



Obr. 1. Schéma vzniku triacylglycerolu

Triacylglyceroly jsou bezbarvé, bez chuti a zápachu, podléhají žluknutí za přítomnosti bakterií, tepla a vlhka. Podstatou žluknutí je oxidace na dvojných vazbách nenasycených kyselin za vzniku aldehydů, ketonů a nebo nižších karboxylových kyselin, které zapáchají [5]. Struktura TAG ovlivňuje biochemické vlastnosti tuků a olejů [6]. Do jedlých olejů obsahujících TAG a DAG jsou pro zvýšení stability mastných kyselin přidávány vitamin C a tokoferoly [7]. Oleje na smažení, které obsahují středně dlouhé a dlouhé řetězce náhodně interesterifikované TAG, redukují hromadění lidského tělesného tuku [8, 9].

S rostoucím počtem uvažovaných mastných kyselin roste i počet možných triacylglycerolů. Uvažujeme-li 50 možných mastných kyselin, počet tuků narůstá k několika desítkám tisíců. Ve skutečnosti jsou přírodní tuky tvořeny hlavně třemi mastnými kyselinami, a to kyselinou olejovou, linolovou a palmitovou. Dalšími častými kyselinami jsou kyselina stearová, arachová, lignocerová a myristová [5].

Podle skupenství rozlišujeme pevné tuky, u nichž převažují zejména nasycené mastné kyseliny, a oleje, jejichž skupenství je kapalné a které obsahují větší množství nenasycených mastných kyselin [10].

Vlivem vlhkosti a katalýzou přítomnými lipasami dochází k částečnému zmýdelňování tuků, čímž se zvyšuje jejich kyselost. Nenasycené mastné kyseliny, přítomné v olejích, snadno podléhají oxidaci. Oxidaci vícenásobně nenasycených mastných kyselin a jejich následnou polymerací dochází ke vzniku tvrdého filmu. Tento jev se nazývá vysychání olejů. Dvojně vazby nenasycených mastných kyselin mohou být též hydrogenovány, čímž dochází ke vzniku polotuhých a tuhých tuků. Tento proces se nazývá ztužování. Ztužené tuky jsou stále proti žluknutí a nemají nepříjemný zápach.

Tuky mohou být původu rostlinného i živočišného, lze je vyextrahovat pomocí organických rozpouštědel s nízkou teplotou varu (trichlorethylen, benzín aj.).

Tuky jsou především potravinami. Ve farmacii se využívají jako krycí a dráždivé prostředky pro kůži, tvoří základ mastí, svým hydrofobním charakterem podporují vstřebávání některých látek. Často také tuky samy o sobě obsahují některé příměsi, jako jsou steroly, lecitiny a vitamíny. Mezi nejvýznamnější tuky patří např. vepřové sádlo (*Adept suillus*), pevný tuk (*Adept solidu*) a lůj (*Sebum*) [5].

2 DRŮBEŽÍ MASO

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 327/1997 Sb., pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich v platném znění, se drůbežím masem rozumí maso z drůbeže, zejména kuřat, slepic, kachen, hus, krůt nebo perliček, kuřecím masem pak maso kura domácího ve stáří nejvýše 3 měsíců. Droby jsou požitelné vnitřnosti a části těl jatečně opracovaných zvířat [11]. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 287/1999 Sb., o veterinárních požadavcích na živočišné produkty, řadí drůbež do tzv. malých jatečných zvířat [12].

Všeobecným jevem současnosti je stále se zvyšující obliba drůbežního masa hlavně na úkor masa hovězího. Často uváděné důvody pro zvyšující se oblibu drůbežního masa:

- Výborné dietetické vlastnosti kuřecího a krůtího „bílého masa“.
- Snadná kuchyňská úprava na mnoho způsobů a stále širší sortiment porcované drůbeže, polotovarů, uzenin, možnost uplatnění ve „Fast food“ restauracích.
- Obava z konzumace hovězího a ovčího masa v souvislosti s onemocněním BSE.
- Obecná rezervovanost ke konzumaci „červených mas“ z důvodů dietetických.
- Pružnost nabídky a poptávky, rychlý výkrm, nízká cena.
- Krátká doba výkrmu, tj. krátká doba možné akumulace cizorodých látek.

Pro intenzivní produkci drůbežního masa jsou vyšlechtěny masné typy drůbeže. Z hrabavé drůbeže sem patří např. masní hybridi kura a krůty. K vodní drůbeži řadíme kachny a husy. Hospodářsky využívané jsou však i další ptačí druhy jako perličky, holubi, bažanti, křepelky a pštrosi [13].

2.1 Složení drůbežního masa

2.1.1 Drůbeží svalovina

Základem lidského konzumu je především svalovina kosterní – příčně pruhovaná, včetně kůže, dále droby (srdce, játra, svalnatý žaludek a u drůbeže se k drobům přidává i krk), u vodní drůbeže se zpracovává i část krve a tuku. Hlavními masitými částmi drůbeže jsou svaly hrudi a svaly stehna a lýtka. Bílá svalová vlákna jsou tlustší než červená,

obsahují více bílkovin, více glykogenu, vyznačují se rychlou kontrakcí a anaerobním metabolismem. Svalovina pánevní končetiny je složena převážně z červených a intermediálních svalových vláken, i když šlechtěním se zvyšuje podíl svalových vláken i ve stehenní svalovině kura a krůty. Červená svalovina obsahuje více lipidů, hlavně mezi terciálními a sekundárními svalovými snopci a to ve formě tukových buněk. Větší rozdíly ve zbarvení svalů jsou u krůt, uvádí se až 7 typů svalových vláken. Pro technologické využití i pro lidskou výživu je na hrudi nejvýznamnější prsní sval, odstupující od kostní hrudi a upínající se na vnější straně kosti pažní.

Základními složkami drůbežního masa jsou voda, bílkoviny a lipidy, dále maso obsahuje nebílkovinné dusíkaté látky, vitamíny, sacharidy, organické kyseliny aj. Mezi masem velkých jatečných zvířat a masem drůbeže existují obecně některé rozdíly. Obsah tuku v mase kura, skotu a prasat je uváděn poměr 1 : 4 : 6, obsah bílkovin ve stejných druzích masa v poměru 1,0 : 0,9 : 0,7. V drůbežím masu je vyšší podíl plnohodnotných bílkovin (především u hrabavé drůbeže v prsní svalovině bez kůže), nižší podíl vaziva (4 až 8% kolagenu oproti hovězímu a vepřovému masu, kde je uváděno 7 až 25% z celkových bílkovin), nižší obsah tuku (opět především v prsní svalovině hrabavé drůbeže). Drůbeží tuk má rozdílné složení a vlastnosti, než tuk velkých hospodářských zvířat, je tekutější, vyznačuje se vyšším zastoupením esenciálních mastných kyselin (více než 20%, zatímco u velkých jatečných zvířat 2 až 7%) což má z hlediska výživy člověka příznivý dopad, z hlediska technologického však může docházet ve větší míře k oxidaci. Maso hrabavé drůbeže se řadí k nízkoenergetickým druhům masa, energetickou hodnotu celé drůbeže můžeme ještě snížit odstraněním kůže.

2.1.2 Voda

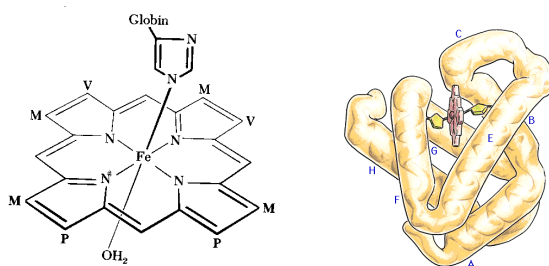
Voda je nejvíce zastoupená složka - má významný technologický a sensorický vliv. Její podíl závisí na obsahu tuků a bílkovin v mase. Způsob vázání vody na polární skupiny bílkovin v mase ovlivňuje jeho důležitou technologickou vlastnost – vaznost vody (vlastní i přidávané).

2.1.3 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa z hlediska nutričního a technologického. Rozdělují se podle rozpustnosti ve vodě a solných roztocích na skupiny:

- sarkoplazmatické, rozpustné ve vodě a slabých roztocích (myogen, myoglobin, myoalbumin aj.)
- myofibrilární, rozpustné v roztocích solí, nerozpustné ve vodě (myosin, aktin, titin, troponin aj.)
- stromatické (bílkoviny pojivových tkání) nerozpustné za běžných teplot ve vodě ani solných roztocích (kolagen, elastin).

Největší význam z hlediska technologického i nutričního mají bílkoviny sarkoplazmatické a myofibrilární. Nejvýznamnějšími a nejvíce zastoupenými svalovými bílkovinami jsou myosin (36 až 40%), globulin X (20%), aktin a myogen. Myoglobin má význam především technologický jako přirozené barvivo masných výrobků.



Obr. 2. Myoglobin

Drůbeží maso je však svým nízkým obsahem hemových barviv (myoglobinu a hemoglobinu) v nevýhodě obzvláště proti masu hovězímu.



Obr. 3. Hemoglobin

Obsah bílkovin v drůbežím maso (včetně kůže) se pohybuje v průměru od 17 do 23%. Vyšší obsah bílkovin je v prsní svalovině drůbeže. Bílkoviny drůbežního masa jsou lehce stravitelné a obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Limitující aminokyselinou u kuřecí bílkoviny je valin a sírné aminokyseliny, pro kachní bílkoviny jsou to sírné aminokyseliny.

2.1.4 Lipidy

Tuky se u drůbeže ukládají ve formě tukových buněk mezi svalovými snopci, ale největší podíl tuku drůbeže se hromadí převážně pod kůží, v břišní dutině, v oblasti žaludku a střev. Obsah tuku ve svalovině je ovlivněn hlavně podkožním tukem, mimo husu a kachnu platí, že vyšší obsah tuku je ve svalovině stehenní, než prsní. V čisté svalovině prsní bez kůže je obsah tuku velmi nízký a pohybuje se u všech druhů průměrně mezi 0,2 až 3,3%. U drůbeže však chybí specifické „mramorování“ masa velkých jatečných zvířat.

Hlavní složkou tukové tkáně jsou lipidy (80 až 90%), zastoupené převážně tuky (hlavně triacylglyceroly), dále polární lipidy (především fosfolipidy). V menší míře jsou zastoupeny steroly, barviva, lipofilní vitamíny aj. Drůbeží tuk je z hlediska výživné hodnoty hodnocen příznivěji, než tuk velkých jatečných zvířat, vzhledem k vyššímu zastoupení esenciálních mastných kyselin (hlavně kyseliny linolové).

Konzistence drůbežího tuku je vzhledem k vysokému zastoupení nenasycených mastných kyselin řídká, nevýhodou tuku je jeho náchylnost k oxidaci.

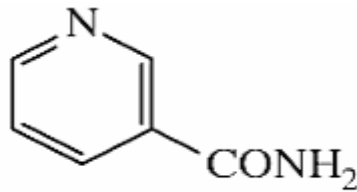
2.1.5 Extraktivní látky

V malém množství jsou v drůbežím masu přítomny nebílkovinné extraktivní dusíkaté látky např. nukleotidy, ATP, ADF, inosin, karnitin, které hrají významnou roli v procesu zrání masa, dále sem patří kreatin, sarkosin, karnosin, adenin, guanin, kyseliny močové aj.

Mezi extraktivní bezdusíkaté látky patří především polysacharid glykogen, který má význam v procesu zrání drůbežího masa. Jeho množství v prsním svalu se udává 430 až 650 mg ve 100 g, ve větším množství se vyskytuje v játrech. Dále jsou v malém množství přítomny cukry glukosa, ribosa, manosa a jejich estery.

2.1.6 Vitamíny

V masu převládají hydrofilní vitamíny, lipofilní jsou zastoupeny ve větší míře ve vnitřnostech, hlavně v játrech. Drůbeží maso je dobrým zdrojem vitamínů skupiny B. Vysoký je zejména obsah vitamínu B₆ a niacinu. Obsah vitamínu C je nízký, stejně jako u jiných druhů masa, pohybuje se od 0,2 do 2,5 mg ve 100 g svaloviny.



Obr. 4. Niacin

2.1.7 Minerální látky

Minerální látky se podílí na udržování osmotického tlaku a elektrolytické rovnováže buněk a tkání. Spolupůsobení iontů Mg^{2+} a Ca^{2+} s aktinem a myosinem s ATP regulují procesy kontrakce svalů. Obsah minerálních látek se pohybuje v kosterní svalovině v rozmezí 1 až 1,5 %. Nutričně se z minerálních látek v masě obsažených nejvíce hodnotí obsah železa, vápníku a fosforu [13].

2.2 Kontaminace drůbeže mikroorganismy během zpracování

Drůbeží maso má skladbu živin pro optimální mikrobiální růst. Vodní aktivita tkání je 0,98 až 0,99, podle stáří kusu a podle skladovacích podmínek. pH svaloviny je 5,7 až 6,7, s prodlužujícím se skladováním pH stoupá až na 7,2. Svalovina u živých zvířat má aerobní prostředí, dostatek kyslíku zajišťuje krevní oběh. Po porážce pokračuje tkáň v dýchání, záhy se nahromadí CO_2 a prostředí se stává anaerobním, s výjimkou tenké povrchové vrstvy, silné několik milimetrů. Aerobní prostředí ve svalovině zůstává i při chlazení nebo mrazení. Kůže, na které jsou zachyceny kvanta mikroorganismů, tvoří i po porážce bariéru bránící svalovinu před přímou kontaminací.

Drůbež se chová většinou ve velkochovech, poráží a zpracovává ve speciálních závodech. Dospělá drůbež může být kontaminována sezobáváním exkrementů, vzájemným stykem, prachem nebo aerosolem neseným větracím vzduchem, vodou nebo krmivem. (Krmivo může mít zdroj salmonel nebo mykotoxinů.) Zdrojem kontaminace mohou být paraziti a hlodavci.

V první fázi jatečního zpracování je zdrojem kontaminace peří. Při paření se dostávají kvanta mikroorganismů do pařící vody, která musí být vyměňována, přesto, že při teplotě vody 60 až 63°C řada mikroorganismů, např. *Enterobacteriaceae*, hyne. Během škrubání dochází na strojích k významnému přenosu mikroorganismů, hlavně salmonel, na další

kusy. Kritickým bodem výroby je i kuchání. Při odstraňování vnitřností vzniká možnost kontaminace drůbeže, ale i náradí a pracovníků. Náradí a stroje (hlavně nože) přenášejí pak kontaminaci na další opracovávané kusy. Omývání drůbeže snižuje počty mikrobů včetně počtu bakterií skupiny *Enterobacteriaceae*. Po opracování se drůbež mrazí. Během opracování drůbeže se zvyšuje počet mikrobů (i koliformních) asi na dvojnásobek.

Kažení drůbeže se projevuje pachem. pH stoupá společně s obsahem čpavku. Příčinou bývá zejména pomnožení pseudomonád (hlavně *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putina*), zástupcům *Acinetobacter* a *Moraxella*. Jsou to silně proteolytické mikroorganismy, schopné i lipolytické aktivity. Senzorické změny jsou patrné, když počet těchto psychrotrofů dosahuje počtu 10^7 až 10^8 g⁻¹.

Mikrobiologické analýzy celé drůbeže, jejího povrchu nebo částí se provádějí většinou se zaměřením na salmonely. Salmonely bývají přítomny ve střevech drůbeže a na kůži.

U drůbeže je běžný i výskyt *Campylobacter fetus subsp. jejuni*, který ve střevním obsahu drůbeže dosahuje denzit 10^3 až 10^7 g⁻¹ a snadno se může přenést na kůži nebo do vnitřních částí vykuchané drůbeže. Byla popsána řada případů, ve kterých drůbeží maso kontaminované *Campylobacter fetus subsp. jejuni* bylo příčinou vzniku onemocnění postihujících i větší počty osob, vždy to byly nedostatečně tepelně zpracované pokrmů. V kuřatech byla zjištěna přítomnost *Listeria monocytogenes*, a to asi u 10 % vyšetřovaných vzorků. Na kůži drůbeže se vyskytuje i *Clostridium perfringens*, ale v relativně malých intenzitách. Povrch kůže svým aerobním charakterem není vhodným prostředím pro rozvoj klostridií. Ani *Staphylococcus aureus*, který se relativně často nalézá v drůbeži po porážce, nemá vhodné podmínky pro rozvoj [14].

Bakterie způsobující převážně kažení jsou *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Brochothrix* a *Shewanella*. Přestože počet psychrotropních bakterií sledovaných během zpracování je relativně nízký, má jejich šíření na ostatní jatečná těla během chlazení významný dopad na skladovatelnost chlazených produktů [15].

3 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MIKROORGANISMŮ VYSKYTUJÍCÍCH SE NA KŮŽI DRŮBEŽE

Na kuřecí kůži se během jatečného zpracování mohou vyskytnout čeledi *Campylobacteraceae*, *Enterobacteriaceae* a rod *Clostridium*.

3.1 *Campylobacteraceae*

Organismy patřící do čeledi *Campylobacteraceae* jsou zakřivené nebo občas rovné tyčinky 0,2 až 0,9 μm široké a 0,5 až 5 μm dlouhé. Tvar buněk je nejčastěji spirálovitý podobný písmeni S nebo V a buňky mohou tvořit krátké nebo delší řetězce. Buňky netvoří spóry, jsou gramnegativní. Optimální růstová teplota se pohybuje v rozmezí 30 až 37°C. Rostou za mikroaerobních podmínek.

Bakterie rodu *Campylobacter* jsou typickými zástupci čeledi. V rámci rodu *Campylobacter* existuje skupina termofilních druhů, které jsou schopny růst při teplotě 42°C. Do skupiny jsou řazeny *C. jejuni*, *C. coli*, *C. upsaliensis*. *C. jejuni* je patogenní pro člověka. Způsobuje střevní onemocnění, neboť může být přenášen také potravinami, tedy cyklem výkaly – ústa. *C. jejuni* jsou aerobní nebo mikroaerofilní pohyblivé bakterie spirálového nebo vibriového tvaru [16].

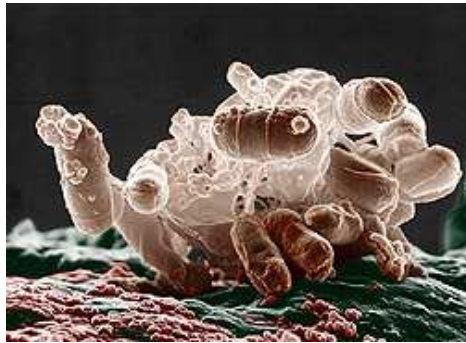
3.2 *Enterobacteriaceae*

Čeď *Enterobacteriaceae* zahrnující gramnegativní střevní tyčinky, má velký význam z hygienického hlediska, a proto je jí v potravinářství věnována mimořádná pozornost. Jde o nesporotvorné tyčinky, peritrichní nebo bez bičků, které mají respirační i kvasný metabolismus. Většinou jsou prototrofní. Vedle nepatogenních a podmíněně patogenních rodů sem patří i obávané střevní patogeny (*Salmonella*, *Shigella*), patogeny dýchacích cest i fytopatogeny.

Z hygienického hlediska je nejdůležitější rod *Escherichia*, jehož jednotlivé druhy jsou obyvateli střevního traktu různých živočichů. Nejdůležitější je *Escherichia coli*, který se nachází ve spodní části trávicího traktu člověka a teplokrevných zvířat, a vyskytuje se tedy i ve výkalech. Jeho přítomnost ve vodách nebo v potravinách je proto ukazatelem, že zde došlo k znečištění fekáliemi. Pravidelně se vyskytuje v potravinářských surovinách, které byly nutně v kontaktu s hnojenou půdou. Některé jeho kmeny (tzv. enteropatogenní

Escherichia coli čili EEC) způsobují průjemová střevní onemocnění a onemocnění močových cest.

Přítomnost *Escherichia coli* ve vodě nebo v potravíně ukazuje, že stejným způsobem se do tohoto prostředí mohou dostat i patogenní střevní bakterie – *Salmonella* nebo *Shigella*.



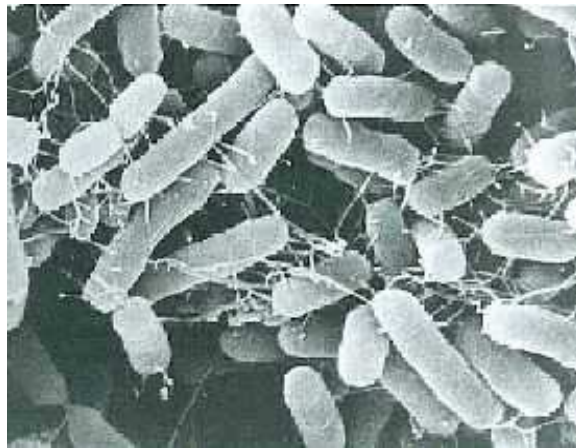
Obr. 5. Shluk bakterií *Escherichia coli*

Escherichia coli je nejprozkoumanějším a mikrobiálním druhem, neboť slouží jako modelový organismus pro biochemické, genetické i fyziologické studie. Je prvním bakteriálním druhem, u něhož byla pozorována a prostudována konjugace (spájení) buněk a výměna genetického materiálu.

Escherichia coli zkvašuje cukry (např. glukosu, laktosu, některé pentosy a alkoholické cukry) za intenzivní tvorby kyselin a plynu. Tvoří z těchto cukrů hlavně kyseliny mléčnou, pyrohroznovou, octovou a mravenčí, přičemž část kyseliny mravenčí rozkládá na oxid uhličitý a vodík. Gramnegativní povahy *Escherichia coli* a její schopnosti zkvašovat laktosu za vzniku kyselin se využívá pro zjištění této bakterie v potravinách nebo ve vodě, příslušné diagnostické půdy totiž obsahují laktosu jako zdroj uhlíku, barvivo, které změnou barvy prokáže zkvašování laktosy, a sloučeninu, která zabrání rozmnožování grampozitivních bakterií, jež jsou většinou ve vyšetřovaném materiálu mnohem četnější než gramnegativní bakterie a živnou půdu by přerostly.

Vedle *Escherichia coli* a dalších příslušníků tohoto rodu zde tvoří typické kvasné kolonie ještě příslušníci rodu *Enterobacter* a některé další rody střevních tyčinek. Všechny je proto označujeme jako koliformní, i když mají různou hygienickou hodnotu. Patogenní rod *Salmonella* zde také roste, ale většinou netvoří kyseliny, neboť většinou nezkašuje laktosu.

Rod *Salmonella* obsahuje podle nejnovějších taxonomických studií pouze 4 druhy, z nichž některé byly dříve označovány jako podrody. Všechny tyto druhy jsou patogenní.

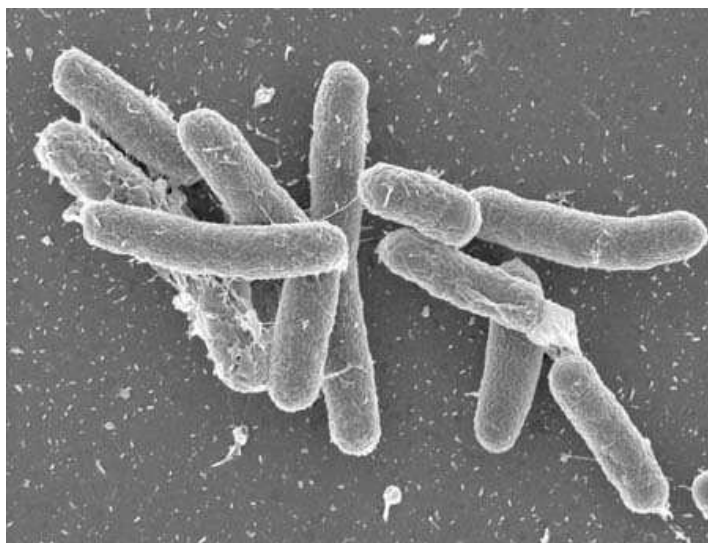


Obr. 6. *Salmonella typhi*

Salmonella typhi způsobuje velmi závažné a často i smrtelné střevní onemocnění lidí - břišní tyf, který se projevuje silnými bolestmi břicha, malátností a vysokými teplotami spojenými s blouzněním. Během nemoci jsou bakterie vylučovány výkaly nemocného. *Salmonella typhi* je patogenní pouze pro člověka.

Salmonella typhimurium, která je v přírodě velmi rozšířená a dostává se do organismu také potravinami, je patogenní pro člověka a pro hlodavce.

Salmonella enteritidis se vyskytuje často v trusu ptáků (hlavně holubů a kachen), odkud se může dostat do potravin. U člověka vede požitím potravin, jež ji obsahují, k lehčím onemocněním, která jsou charakterizována průjmy a často i zvracením. Tento typ onemocnění se označuje jako Salmonelóza.



Obr. 7. *Salmonella enteritidis*

Salmonelózu vyvolává také poslední druh rodu *Salmonella*, tj. *Salmonella choleraesuis*.

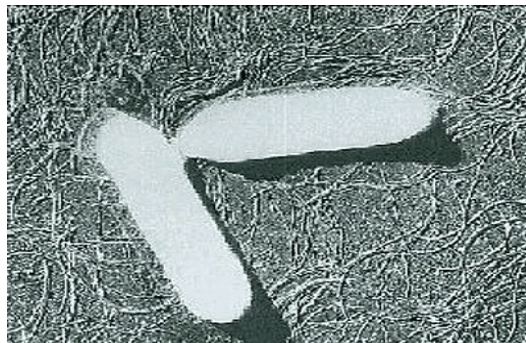
Druhy rodu *Salmonella* jsou hostiteli specifických bakteriofágů. Od *Escherichia coli* se po biochemické stránce liší schopností využívat citrát jako zdroj uhlíku a slabší schopností nebo až neschopností zkvašovat laktosu. Přítomnost salmonel musí být potvrzena řadou biochemických testů. Salmonely jsou schopny množit se v potravinách živočišného původu [16].

3.3 *Clostridium*

Rod *Clostridium* je velmi rozsáhlý a z potravinářského hlediska důležitý. Jeho druhy tvoří peritrichní tyčinky, které jsou grampozitivní. Spora je širší než vegetativní buňka. Rod *Clostridium* je obligátně anaerobní. Kyslík inhibuje růst a po 5 až 10 minutách působení usmrcuje vegetativní buňky většiny druhů. Některé druhy mají silné proteolytické schopnosti a uplatňují se při anaerobním rozkladu bílkovin, jiné mají silné sacharolytické schopnosti a vedle jednoduchých cukrů využívají i oligosacharidy a škrob, některé druhy dokonce štěpí i celulosu.

Při anaerobní oxidaci sacharidů tvoří příslušníci rodu *Clostridium* velké množství plynu (CO_2 a H_2).

Některé druhy rodu *Clostridium* produkují velmi nebezpečné toxiny. Z potravinářského hlediska je nejdůležitější *Clostridium botulinum*, produkující tzv. botulotoxiny, které patří k nejúčinnějším jedům. *Clostridium botulinum* se v těle živočicha nerozmnožuje, takže působí pouze toxinem, vytvořeným při rozmnožení této bakterie v potravíně. Příznaky otravy se projevují až po 72 hodinách po požití potraviny a spočívají v bolesti hlavy, nevolnosti, zvracení, suchu v ústech, dvojitém vidění a ochrnutí svalstva včetně dýchacího, které končí ve 30 až 65 % smrtí.



Obr. 8. *Clostridium botulinum*

Dalším druhem produkujícím toxin je *Clostridium perfringens*. Otrava nastává pouze při silné kontaminaci potravin touto bakterií. Toxin se tvoří při sporulaci, která probíhá většinou až ve střevním traktu člověka. *Clostridium perfringens* se vyskytuje hojně v půdě a prachu [16].

4 INHIBIČNÍ ÚČINKY MASTNÝCH KYSELIN A MAG, DAG, TAG

V následujících kapitolách jsou popsány inhibiční účinky mastných kyselin, které jsou běžně součástí MAG, DAG a TAG. Při zpracování kapitoly byly využity a zpracovány dostupné literární prameny z domácích i zahraničních databází.

4.1 Inhibiční účinek mastných kyselin $C_2 - C_{18}$ a kyseliny octové na *Escherichia coli*

Cílem studie bylo určit vnímavost dvou druhů *Escherichia coli* na mastné kyseliny C_2 až C_{18} .

Králičí mláďata jsou náchylná k rozvoji zažívacích poruch způsobených *Escherichia coli*, salmonel a dalších krmných patogenů. Antibiotika jsou užívána pro kontrolu enteritidních infekcí, ale jejich použití není příliš vhodné. Proto se výzkum zabývá jen použitím směsi neantibiotických látek ničících bakteriální aktivitu. Mastné kyseliny a jejich deriváty jsou možnou náhradou antibiotik. Některé z nich jsou dlouhodobě užívány jako aditivní látky v potravinách (kyselina octová, propionová, mléčná a kyselina sorbová). Antimikrobiální aktivita mastných kyselin je známá dlouho. Mastné kyseliny usnadní dopravu protonů bakteriovou membránou a tak se zničí protonový gradient. To má za následek vyčerpání celulární energie následované denaturací citlivých proteinů na kyseliny. Nejvíce aktivní byly mastné kyseliny s délkou řetězce kolem dvanácti uhlíků. Inhibiční schopnost nenasycených mastných kyselin byla více zřetelná než u nasycených mastných kyselin. Grampozitivní bakterie byly více náchylné k činnosti mastných kyselin než gramnegativní bakterie. Byla zkoumána antimikrobiální aktivita nasycených mastných kyselin C_4 až C_{18} a kyseliny olejové v aerobních kulturách *Escherichia coli*. Kyselina kaprinová (C_{10}) a laurová (C_{12}) potlačily růst bakterií. Kyselina kaprylová (C_8) jen mírně potlačila růst *Escherichia coli*. Kyselina olejová a další nasycené mastné kyseliny nebránily růstu testovaného druhu bakterií. Kyseliny kaprylová a laurová byly efektivnější v ničení bakteriálních složek hovězího mléčného tuku, aktivnější proti *Escherichia coli* a dalším enteropatogenům.

Byly prozkoumány dva typy *Escherichia coli* CCM 3954 a 4225 na citlivost kyseliny kaprylové a kaprinové. Kyselina kaprinová a laurová potlačily růst bakterií. Jen mírný účinek na růst *Escherichia coli* měla kyselina kaprylová, kyselina olejová a další nasycené

mastné kyseliny nebyly účinné. Kyselina kapronová (C₆) snížila, způsobem závislým na dávce, absorpenci *Escherichia coli* kultur. Zatímco účinek kyseliny valerové (C₅) byl méně výrazný. Další mastné kyseliny s krátkým řetězcem neměly žádný vliv na růst obou typů *Escherichia coli* CCM 3954 a 4225.

Inkubace bakterií s mastnými kyselinami C₈ a C₁₀ při pH 5,2 vedla ke značnému snížení počtu životaschopných buněk.

Bakterie ničící lipidovou aktivitu se považují za biologicky významné. Výsledky ukázaly, že kyseliny kaprylová a kaprinová jsou aktivní také proti *Escherichia coli* a může se tak zvětšit jejich rezistence k jistým druhům gastrointestinálních infekcí [17].

Organické kyseliny jsou známé jako vhodná dekontaminační činidla pro drůbež a maso. Jejich účinnost na redukující počet bakterií je ovlivněna několika faktory, jako je čas vystavení dekontaminačním činidlům, jejich koncentrace, teplota a metoda aplikace. Vzorky kuřecí kůže byly naočkované kulturou *Escherichia coli* a ošetřeny kyselinou octovou. Redukční model *Escherichia coli* byl významně ovlivňován koncentrací kyseliny octové a časy namáčení, zatímco teplota neměla významný efekt. Výsledky ukazují, že kyselina octová, která byla použita k omytí povrchu nemá schopnost zcela odstranit *Escherichia coli* z jejich povrchu, ale může výrazně snížit počáteční úroveň kontaminace [18].

4.2 Účinek kyseliny kaprylové na různé druhy mikroorganismů na kuřecí kůži

V této studii byl zkoumán efekt kyseliny kaprylové na bakteriální flóru kuřecí kůže. Kuřata byla skladována jeden den při 4°C. Při přípravě vzorků byla z kuřete odejmuta kůže a nakrájena na 50 g kousky, umístěna do sterilních láhví a doplněna 100 ml kyseliny kaprylové o koncentracích 2, 4, 6, 8 a 10 %. Kontrolní vzorek byl připraven stejným způsobem, ale místo kyseliny kaprylové byl přidán 0,1 % roztok peptonu. Kuřecí kůže byla omyta v emulzi kyseliny kaprylové a poté zalita 100 ml protonové vody o koncentraci 0,1%. Po omytí byla peptonová voda slita. Úměrný podíl připraveného vzorku byl využit pro mikrobiologickou analýzu. Byl stanoven celkový počet mikroorganismů *Enterobacteriacea* (*Escherichia coli*) a *Salmonela*. Inkubace probíhala aerobně při 37°C po dobu 24 hodin. Každý pokus byl proveden pětkrát.

Vzrůstající koncentrace kaprylové kyseliny výrazně redukovala celkový počet bakterií. Staphylococci, mikroococy, pseudomonas nacházející se na povrchu kuřecí kůže byly vnímavé vůči koncentraci kyseliny kaprylové od 4 %. Koliformní bakterie byly vnímavé vůči kyselině kaprylové již od nejnižší koncentrace, koncentrace 4% je prakticky eliminovala zcela. Přítomnost salmonel nebyla v této práci prokázána [19, 20, 21].

V průběhu zpracování dochází ke kontaminaci drůbeže a to bakteriemi z čeledi *Enterobacteriaceae*, rody *Campylobacter* a *Staphylococcus*, *Pseudomonas* a dalšími aerobními bakteriemi. Využití kyseliny olejové ke snížení mikrobiální kontaminace drůbeží kůže bylo provedeno v USA. Kůže z běžně prodejných kuřat byla omývána jednou nebo dvakrát v roztocích kyseliny olejové o koncentraci 0, 2, 4, 6, 8 a 10% a poté proplachována peptonovou vodou. Omývání jednotlivých vzorků kůže v 10% roztocích kyseliny olejové mělo za následek významné snížení počtu aerobních bakterií *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* a enterokoků na napadené kůži. Výsledky výzkumu ukazují, že kyselina olejová snižuje počet bakterií na kůži drůbeže a má baktericidní účinek na různé patogenní bakterie [22].

Dále byl zkoumán antiparazitický účinek kyseliny kaprylové proti různým druhům rybích parazitů (*Cryptocaryon irritans*, *Benedinia seriolae*, *Pseudocaligus fugu*, *Kudoa shiomitsui*) in vitro. Kyselina kaprylová v koncentraci 1mM měla antiparazitický účinek proti *C. irritans*, *B. seriolae*, *K. shiomitsui*, ale žádný účinek proti *P. fugu*. Tyto výsledky nasvědčují tomu, že kyselina kaprylová má antiparazitický účinek proti rybím parazitům a to především proti monogenním, řasinkovitým a myxosporogenním [23].

4.3 Antimikrobiální účinky monoacylglycerolů

Monoacylglyceroly jsou substance využívané v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. Antimikrobiální aktivita monoacylglycerolů je poněkud proměnlivá v závislosti na počtu atomů uhlíku v řetězci a na přítomných dvojných vazbách. Tyto substance byly znatelně účinnější proti grampozitivním než proti gramnegativním druhům. V přítomnosti mléčné kyseliny je monolaurin schopen potlačit růst *Staphylococcus aureus* na výrobcích z masa. Monokaprin má vynikající účinky proti grampozitivním kokům, což spočívá v rozpadu cytoplazmatické membrány.

Uvedená studie byla zaměřena na využití dvou typů monoacylglycerolů (monokaprinu a monolaurinu, připravených reakcí glycidolu s odpovídajícími mastnými kyselinami) proti bakteriím, houbám a kvasinkám. Monokaprin o koncentraci 100 až 250 mg/l může úplně zastavit růst všech grampozitivních bakterií a testovaných kvasinek, koncentrace 100 až 400 mg/l může zastavit růst vláknitých hub. Na druhou stranu se ukázaly být odolné proti monokaprinu některé gramnegativní bakterie a také houba *Mucor racemosus*. Antimikrobiální spektrum monolaurinu je zřetelně užší a téměř výlučně zaměřené na grampozitivní bakterie s hodnotou MIC 20 až 200 mg/l.

Testování účinků monoacylglycerolů proti houbám byly provedeny se známými druhy kvasinek (*Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*) a vláknitými houbami (druhy *Aspergillus* a *Penicillium*). Některé druhy monoacylglycerolů o koncentracích 100 až 500 mg/l potlačily růst zmíněných kvasinkových druhů.

Účinnější byl monoacylglycerol C₁₀ (monokaprin), který potlačil růst všech testovaných grampozitivních bakterií, všechny kvasinky a také všechny vláknité houby kromě druhu *Mucor racemosus*. Růst dvou kultur gramnegativních bakterií, *Klebsiella pneumoniae* a *Acinetobacter lwoffii*, byl potlačen již relativně nízkou koncentrací (100 mg/l) monokaprinu. Antimikrobiální účinek monoacylglycerolu C₁₂ (monolaurin) byl jenom proti některým kulturám grampozitivních bakterií (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) a proti *Acinetobacter lwoffii*, zatímco nebyly zaznamenány žádné inhibiční účinky proti dalším gramnegativním bakteriím a kvasinkám. Monoacylglycerol C₁₂ byl testován proti některým druhům vláknitých hub. Monolaurin redukoval růst *Penicillium ochrochloron* a *Alternaria alternata* v koncentraci 400 až 750 mg/l a inhiboval sporulaci *Aspergillus niger* a *Mucor racemosus* v koncentraci 300 až 750 mg/l. Výsledky ukázaly, že tento monoacylglycerol ovlivňuje látkovou výměnu jen některých druhů vláknitých hub a to jen do jisté míry. Jen ve dvou případech byla vzrůstající koncentrace monoacylglycerolů smrtelná pro buňky [24].

Mykotická onemocnění jsou způsobená plísněmi a kvasinkami. V současnosti je zde velký počet antimykotických přípravků, lišících se v jejich biologické aktivitě. Při léčbě antimykotických onemocnění nachází uplatnění monoacylglyceroly, z důvodu jejich vysokého antimikrobiálního účinku vůči kožním a pohlavním nemocem. Většina monoacylglycerolů je využita v potravinářském průmyslu díky jejich emulgačním schopnostem. Tento výzkum byl zaměřen na využití monoacylglycerolů jako mikrocidní

látce při léčbě onemocnění v obuvnickém průmyslu. Byl testován mikrobicidní účinek monoacylglycerolů připravených z glycerolu a mastných kyselin se sudým počtem atomů uhlíků v řetězci – kyseliny kaprylová (monoacylglycerol C₈), kapronové (monoacylglycerol C₁₀), 2-ethylkaproin (monoacylglycerol 2Eth-C₆) a kyseliny laurové (monoacylglycerol C₁₂). Tyto látky byly aplikovány jako ethanolický roztok k jednotlivým vzorkům materiálu. Výzkum byl prováděn s kvasinkami *Candida albicans* a *Candida parapsilosis*, byla prokázána citlivost k monoacylglycerolům C₈ a C₁₀, tyto monoacylglyceroly potlačily růst těchto mikroorganismů v koncentraci 100 až 150 mg/l. monoacylglycerol C₈ (100 mg/l) inhiboval růst fibrilárních plísní. Když byla tato koncentrace monoacylglycerolu aplikována na testovaný materiál s plísněmi *Aspergillus niger*, *Mucor racemosus* a *Penicillium achrochloron*, tyto mikroorganismy byly vůči této koncentraci monoacylglycerolu C₈ rezistentní [25].

4.4 Možnosti inhibice a detekce *Campylobacter* na kuřecí kůži

V průběhu automatického škrubání peří při jatečném opracování drůbeže uniká kontaminovaný (*Campylobacter*) střevní obsah z kloaky kuřat. Ocet je znám svým antimikrobiálním vlivem. Cílem studie bylo určit účinek octa umístěného před škrubáním peří do kloaky na počet *Campylobacter*. Kuřata byla poté opečena a počet *Campylobacter* byl stanoven na prsní kůži před a po průchodu péřovým odštěpovacím strojem. Počet *Campylobacter* regenerovaný z prsní kůže kuřat ošetřených octem, se zvětšil během porážení jen minimálně, což dokladuje antimikrobiální účinek octa [26].

Další studie se zabývá účinkem fosforečnanu sodného, kyseliny mléčné a komerčních bakteriostatik na patogenní bakterie vyskytující se na kuřecí kůži. Analyzované látky prokázaly schopnost zabránit růstu pseudomonás a psychrotrofních organismů na povrchu kůže při aerobním skladování (při 7°C). Díky zjištěnému účinku byla prodloužena doba skladovatelnosti o 3 dny [27].

Cílem této práce bylo stanovit počet *Campylobacter* v jatečně opracované drůbeži a určit účinek chlazení na tento počet. Byly analyzovány vzorky z kloaky a kůže na krku. Bylo k dispozici 614 kuřat. Rozbory indikovaly kuřata pozitivní na *Campylobacter jejuni* a další *Campylobacter spp.* Výskyt *Campylobacter* byl významně vyšší v jatečné skupině s vysokým stupněm střevní kolonizace (více než polovina kloakálních vzorků byla pozitivní) oproti skupině s nízkým stupněm kolonizace. U chlazené drůbeže byl výskyt

pozitivních *Campylobacter* na stejné úrovni jako u drůbeže s pozitivními nálezy na kůži. Pouze v jednom případě byl výskyt *Campylobacter* nižší po zchlazení drůbeže [28].

Uvedená studie se zabývala antimikrobiálním účinkem elektrolyzované vody a jejím využitím při zpracování kuřat. Výskyt infekce *Campylobacter enteritis* se dává do souvislosti s konzumací kontaminovaného masa, zejména drůbežího. *Campylobacter jejuni* byl zjištěn na kůži kuřat. Aby nedošlo k infikování masa, je nezbytné eliminovat *Campylobacter jejuni* z jejich povrchu. Pro snížení patogenů při zpracování kuřat se používá k oplachování chlorová voda. Jako alternativa se ověřovala řada dalších postupů, ale většina jich nebyla přijatelná, neboť při nich docházelo k chemickým změnám, ke změnám barvy a tyto postupy byly ekonomicky nákladné. Elektrolyzovaná (EO) voda se vyrábí elektrolýzou zředěného roztoku soli v elektrické komoře. Na straně anody vzniká kyselá EO-voda, která má silný baktericidní účinek na většinu známých patogenních bakterií, neboť má nízké pH, vysoký oxidačně-redukční potenciál a je přítomná kyselina chlorná. Zjistilo se, že EO-voda je velmi účinná pro inaktivaci *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella enteritidis* a *Listeria monocytogenes*. Účinnost EO-vody se ověřovala na usmrcování *Campylobacter jejuni* a porovnávala se s účinností chlorované vody. Ukázalo se, že EO-vodu by šlo využít při oplachování kuřat [29].

Byly provedeny pokusy snížit počet *Escherichia coli* vyskytující se na kuřecí kůži pomocí ponoření vzorků do vody o teplotě 50 až 100°C s výdrží 1 až 120 s. Pozitivní účinek na počet mikroorganismů byl až při teplotách vyšších než 90°C, metoda je však nevhodná z důvodu změny organoleptických vlastností masa [30].

Tato studie se zabývala detekcí *Campylobacter jejuni* v přirozeně kontaminované kuřecí kůži pomocí PCR metody. Znečištění drůbeže *Campylobacter spp.* je významným zdrojem lidských průjmových onemocnění. Tradiční metody aktuálně užívané pro zjištění *Campylobacter* v jídlech jsou časově náročné a hlavně náročné na lidskou práci. PCR metoda je alternativou pro rychlé odhalení *Campylobacter jejuni* v drůbeži. Bylo prozkoumáno 12 kuřat zakoupených v obchodních síti a 39 dalších získaných na jatkách. Po 24 hodinách byl *Campylobacter jejuni* izolován ze 13 vzorků. Bylo zjištěno, že PCR metoda je citlivá a specifická, to významně redukovalo čas požadovaný pro odhalení *Campylobacter jejuni* ve vzorcích drůbeže [31, 32].

ZÁVĚR

V souladu s cíly práce byla charakterizována mikroflóra vyskytující se na kůži jatečné drůbeže a zároveň bylo popsáno složení drůbežího masa. Na základě informací dostupných z databázových zdrojů byly specifikovány antimikrobiální účinky mastných kyselin, které jsou součástí MAG, DAG a TAG na bakteriální flóru vyskytující se na jatečné drůbeži.

Na kuřecí kůži se během jatečného zpracování mohou vyskytnout čeledi *Campylobacteriacea*, *Enterobacteriaceae* (patří sem střevní patogeny *Salmonella*, *Shigella* a rod *Escherichia*) a rod *Clostridium*. Zdrojem kontaminace při jatečném opracování může být peří, vnitřnosti a dále znečištění výrobních linek.

V potravinářském průmyslu se pro zajištění kvality a mikrobiální čistoty výrobků používá řada přísad. Snahou potravinářského průmyslu je omezit používání uměle vytvořených látek a antibiotik. Lze je nahradit látkami přirozenými, které byly v práci popsány.

Z nasycených mastných kyselin mají největší účinky na bakteriální flóru kuřecí kůže kyselina kaprylová a kaprinová. Z monoacylglycerolů lze využít monolaurin a monokaprin. V práci je specifikováno i možné využití organických kyselin a výzkumy zabývající se antimikrobiální schopností EO vody při eliminování počtu *Campylobacter jejuni*.

V dostupné literatuře nebyly charakterizovány inhibiční účinky DAG a TAG, je tedy možné zabývat se touto problematikou v další práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELICHOVÁ, H. *Kvantitativní aspekty výroby potravin s neprodlouženou údržností*. 1. vydání. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2002, 34 s.
- [2] DAVÍDEK, J.; JANÍČEK, G.; POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1983, 632 s. ISBN 04-815-83.
- [3] Wikipedia [online]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mast%C3%A9_kyseliny>.
- [4] HIROSE, T.; YAMAUCHI SATO, Y.; ARAI, Y.; NEGISHI, S. Synthesis of triacylglycerol containing conjugated linoleic acid by esterification using two blended lipases. *Journal* [online]. 2005, [citace 2005-06]. Dostupný z FSTA.
- [5] Dostupné z: <<http://www.biotox.cz/naturstoff/chemie/ch-lipidy.html>>.
- [6] LINDERBORG, M.; KALLIO, T. Triacylglycerol fatty acid positional and postprandial lipid metabolism. *Journal* [online]. 2006, [citace 2006-03]. Dostupný z FSTA.
- [7] OHMO, Y. Stability of edible oils containing triacylglycerol and diacylglycerol in the presence of tocopherol and/or vitamin C. *Journal* [online]. 2006, [citace 2006-02]. Dostupný z FSTA.
- [8] HUILING MU; PORSGAARD, T. The metabolism of structured triacylglycerols. *Journal* [online]. 2006, [citace 2005-03]. Dostupný z FSTA.
- [9] SHINOHARA, H.; OGAWA; KASAI, M.; AOYAMA, T. Effect of randomly interesterified triacylglycerols containing medium- and long-chain fatty acids on energy expenditure and hepatic fatty acid metabolism in rats. *Journal* [online]. 2006, [citace 2006-03]. Dostupný z FSTA.
- [10] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1. vydání. Tábor: OSSIS, 1999, 328 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [11] Vyhláška 327/ 1997 Sb. Ministerstva zemědělství.
- [12] Vyhláška 287/1999 Sb. Ministerstva zemědělství ze dne 16. listopadu 1999.

- [13] BŘEZINA, P.; KOMÁR, A.; HRABĚ, J. *Technologie, zbožížnalství a hygiena potravin živočišného původu II. část*. 1. vydání. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2001, 91 s. ISBN 80-7231-079-8.
- [14] GROSSMANN, M. *Mikrobiologie v hygieně*, 1. vydání, Vyškov: VVVŠ PV Vyškov, 1998, 90 s. ISBN 80-7231-037-2.
- [15] SCHNEIDEROVÁ, P. Kontaminace jatečných těl drůbeže při zpracování. *Bezpečnost potravin* [online]. 2004, [citace 2004-07-15]. Dostupný z: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/default.asp?ids=119&ch=typ=1&val=27707>>.
- [16] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*, 3. vydání, Praha 2: Academia, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6.
- [17] MAROUNEK, M.; SKŘIVÁNKOVÁ, E.; RADA, V. Susceptibility of *Escherichia coli* to C₂ - C₁₈ Fatty Acids. *Folia Microbial* [online]. 2003, [citace 2004-10-20]. Dostupný z URL: <<http://www.bionet.cas.cz/mbu/fovia/>>.
- [18] JIMENEZ, M.; DESTEFANIS, P.; SALSI, S.; TIBURZI, C.; PIROVANI, E. Prediktive model for reduction of *Escherichia coli* during acetic acid decontamination od chicken skin. *Journal* [online]. 2005, [citace 2005-01]. Dostupný z FSTA.
- [19] KRAMÁŘOVÁ, D.; LUKÁŠKOVÁ, E.; VELICHOVÁ, H.; BŘEZINA, P. *Application of Caprylic Acid on Skin Poultry*. Proceedings of „International Conference“ „Bezpečnost a kontrola potravin“, 6. – 7. duben 2005, Nitra SR, p. 81- 83 ISBN 80-8069-503-2.
- [20] LUKÁŠKOVÁ, E.; KRAMÁŘOVÁ, D.; ČECHOVÁ L. *Inhibice bakteriální flóry drůbeže mastnými kyselinami*, sborník XIV. Konference mladých mikrobiologů, Tomáškovy dny 8. – 10. 6. 2005, Brno, s. 27 – 28.
- [21] KRAMÁŘOVÁ, D.; LUKÁŠKOVÁ, E.; BŘEZINA, P.; MAROUNEK, M. *The Use of C₈ Fatty Acid to bacterial Flora of Chicken Skin*. International Conference, „3rd Meeting on Chemistry & Life“, september 20-22. Chemistry Paper, 99, No.9, (2005) p. 303-304 ISBN 009-2770.

- [22] HILTON, A.; INGRAM, K. D. Use of Oleic Acid To Reduce the Population of the Bacterial Flora of Poultry Skin. *Journal of Food Protection*, 2000, vol. 63, no. 9, p. 1282 – 1286.
- [23] HIRAZAWA, N.; OSHIMA, S.; HATA, K. In vitro assessment of the antiparasitic effect of caprylic acid against several fish parasites. *Science direct* [online]. 2001, srpen [citace 2005-11-02]. Dostupný z URL: <<http://www.sciencedirect.com/>>.
- [24] RŮŽIČKA, J.; VELCLOVÁ, K.; JANIŠ, R.; KREJČÍ, J. Antimicrobial effects of 1-monoacylglycerols prepared by catalytic reaction of glycidol with fatty acids. *Eur Food Res Technol*, 2003, DOI 10, 1007/S00217-003-0764-6.
- [25] JANIŠ, R.; BOBALOVÁ, J.; KREJČÍ, J.; HOMOLKOVÁ, J.; VELICHOVÁ, H. The Monoacylglycerols as microbicidal Treatment in Shoemaking Industry. *Leather Science and Engineering*, 2004, vol. 14, No. 6, p. 3-6.
- [26] BERRANG, E.; SMITH, P.; HILTON, A. Application of distilled white vinegar in the cloaca to counter the increase in Campylobacter numbers on broiler skin during feather removal. *Journal* [online]. 2006, [citace 2006-06]. Dostupné z FSTA.
- [27] GHADEER, M.; PŘEDKOVAT, G.; HAN, H.; HYDAMAKA; HOLLEY, R. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials against pathogenic bacteria on chicken skin. *Journal* [online]. 200, [citace 2005-08]. Dostupné z FSTA.
- [28] LINDBLAD, M.; HANSSON, I.; VAGSHOLM, I.; LINDQVIST, R. Postchill Campylobacter prevalence on broiler carcasses in relation to slaughter group colonization level and chilling systém. *Journal* [online]. 2006, [citace 2006-06]. Dostupné z FSTA.
- [29] KVASNIČKOVÁ, A. Antimikrobiální účinek elektrolyzované vody a její využití při zpracování kuřat. *Bezpečnost potravin* [online]. 2002, [citace 2002-02-08]. Dostupné z:<<http://www.bezpecnostpotravin.cz/default.asp?ids=154&ch=13&typ=1&val=4153>>.

- [30] GOKSOY, O.; JAMES, C.; CORRY, L.; JAMES, J. The effect of hot-water immersions on the appearance and microbiological quality of skin-on chicken-breast pieces. *Journal* [online]. 2001, [citace 2001-05]. Dostupné z FSTA.
- [31] OLIVEIRA, M.; BARBUT, S.; GRIFFITHSOVE, M. W. Detection of *Campylobacter jejuni* in naturally contaminated chicken skin by melting peak analysis of amplicons in real-time PCR. *Journal* [online]. 2005, [citace 2005-11]. Dostupné z FSTA.
- [32] LUND, M.; MADSEN, M. Strategies for the inclusion of an internal amplification control in conventional and real time PCR detection of *Campylobacter* spp. in chicken fecal samples. *Journal* [online]. 2001, [citace 2001-05]. Dostupné z FSTA.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP	Adenosintrifosfát
CFU	Kolonie tvořící jednotky
DAG	Diacylglycerol
DNA	Deoxyribonukleotidová kyselina
EO	Elektrolyzovaná voda
MAG	Monoacylglycerol
MIC	Minimální inhibiční koncentrace
PCR	Polymerase chain reaction (Polymerázová řetězová reakce)
TAG	Triacylglycerol

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Schéma vzniku triacylglycerolu
- Obr. 2. Myoglobin
- Obr. 3. Hemoglobin
- Obr. 4. Niacin
- Obr. 5. Shluk bakterií *Escherichia coli*
- Obr. 6. *Salmonella typhi*
- Obr. 7. *Salmonella enteritidis*
- Obr. 8. *Clostridium botulinum*

