

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav Technologie potravin



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Vady drůbežího masa

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.

Vypracovala:

Monika Rumanová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Monika Rumanová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Obor: Technologie potravin
Název tématu: **Vady drůbežního masa**
Rozsah práce: 30 – 40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudování odborné tuzemské i zahraniční literatury týkající se kvality drůbežního masa různých druhů se zaměřením na vady drůbežního masa
2. Vypracování literární rešerše se zaměřením na vady masa různých druhů drůbeže (např. PSE atd.)
3. Vypracování literární rešerše se zaměřením na faktory ovlivňující výskyt vad drůbežního masa
4. Absolvování pravidelných konzultací, vyhotovení bakalářské práce v požadovaném rozsahu a její odevzdání v termínu dle pokynů vedoucího



Seznam odborné literatury:

1. SIMEONOVÁ, J. – MÍKOVÁ, K. – INGR, I. – KUBIŠOVÁ, S. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. MZLU v Brně: MZLU v Brně, 1999. 247 s. ISBN 80-7157-405-8.
2. BELL, D. D. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5. vyd. Massachusetts: Kluwer Academic Press, 2001. 48 s. ISBN 0-7923-7200-X.
3. STEINHAUSER, L. a kol. *Produkce masa*. Tišnov: Last, 2000. 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
4. MEAD, G. C. *Poultry meat processing and quality : edited by G.C. Mead*. 1. vyd. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. 388 s. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 1-85573-727-2.
5. SKŘIVAN, M. a kol. *Drůbežnictví 2000*. Praha: Agrospoj, 2000. 203 s. Živočišná výroba.
6. *Journal Animal Science*. ISSN 1525-3163.
7. *British Poultry Science*. ISSN 0007-1668.
8. *World's Poultry Science Journal*. ISSN 0043-9339.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2015

Rumanová

Monika Rumanová
Autorka práce



Nedomová
doc. Ing. Šárka Nedomová, Ph.D.
Vedoucí práce

Jarošová
prof. Ing. Alžběta Jarošová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

Zeman
prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

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

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

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

V Brně dne: 27.4.2015

.....
Pummanova
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji paní doc. Ing. Šárce Nedomové, Ph.D., za odborné vedení při vypracování bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, ochotu a pomoc při zpracování údajů.

Děkuji také své rodině za podporu v průběhu celého studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o kvalitě masa drůbeže se zaměřením na vady drůbežího masa. Mezi významné charakteristiky kvality drůbežího masa patří zejména vzhled drůbežího masa a jeho vady, barva drůbežího masa a kůže, textura masa a také jeho chuť a vůně. Nejčastějšími vadami drůbežího masa jsou jakostní odchylky PSE a DFD. Zlepšení funkční kvality PSE masa lze dosáhnout jeho mícháním s masem normálním, použitím do výrobků, jejichž kvalitu toto maso neovlivní a dále úpravou jeho pH pomocí solí a fosfátů. Maso s DFD vadou je třeba vzhledem k vysoké mikrobiologické nestabilitě urychleně zpracovat do tepelně opracovaných produktů. Snížení výskytu vadného masa lze dosáhnout omezením stresových faktorů během zpracovatelského procesu a také dodržováním technologických zásad během jednotlivých operací, které následují po poražení drůbeže.

Klíčová slova: drůbeží maso, vady masa, faktory působící na výskyt vad, drůbež, postmortální procesy

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with poultry meat quality focusing on the poultry meat defects. Among the important characteristics of the poultry meat quality includes especially the appearance of the poultry meat and its defects, the poultry meat colour and skin colour, meat texture and its flavour. The most common defects of the poultry meat are quality deviations PSE and DFD. Improvement functional quality PSE meat can be achieved by mixing it with normal meat, application to products, whose are not effected by this meat and also adjustment its pH by salts and phosphates. Meat with DFD defects is necessary due to the high microbiological volatility process swiftly into the heat – treated products. With reducing the incidence of defective meat can be achieved by reducing stress factors during the manufacturing process as well as adherence to the principles of technology during the various operations that follow after the slaughter.

Key words: poultry meat, meat defects, factors affecting the occurrence of defects, poultry, postmortal processes

Obsah

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1	Produkce a spotřeba drůbežího masa ve světě	10
3.2	Postmortální procesy drůbeží svaloviny	10
3.3	Kvalita drůbežího masa.....	11
3.3.1	Vzhled drůbežího masa.....	12
3.3.1.1	Vizuální vady drůbežího masa a kůže.....	13
3.3.2	Barva drůbeží kůže a faktory, které ji ovlivňují.....	14
3.3.2.1	Hodnocení barvy drůbeží kůže.....	15
3.3.3	Barva drůbežího masa	17
3.3.3.1	Vliv omračování na barvu drůbežího masa	17
3.3.3.2	Vliv obsahu myoglobinu na barvu drůbežího masa.....	18
3.3.3.3	Změna barvy v průběhu skladování drůbežího masa.....	18
3.3.3.4	Stanovení barvy drůbežího masa	19
3.3.4	Textura drůbežího masa.....	19
3.3.4.1	Přístrojové hodnocení textury	20
3.3.4.2	Analýza texturního profilu – TPA	20
3.3.4.3	Warner – Bratzlerův test.....	20
3.3.4.4	Další metody k měření textury drůbežího masa.....	21
3.3.5	Chut' a vůně drůbežího masa	22
3.3.5.1	Vliv degradace lipidů na chut' a vůni drůbežího masa	22
3.3.5.2	Vliv plemene drůbeže na chut' a vůni masa	23
3.3.5.3	Vliv skladby mastných kyselin a aminokyselin na chut' a vůni drůbežího masa	23
3.3.5.4	Vliv výživy, pH a zrání masa na jeho chut' a vůni	24
3.3.5.5	Vliv úpravy drůbežího masa na jeho chut' a vůni	24
3.4	Vady drůbežího masa.....	25
3.4.1	DFD vada drůbežího masa.....	25
3.4.2	PSE vada drůbežího masa.....	26
3.4.2.1	Způsoby detekce PSE vady masa	27
3.4.2.2	Průběh poklesu hodnot pH v krutím mase v souvislosti se vznikem vady PSE	28
3.4.2.3	Dělení jatečně upravených těl krůt do různých kategorií dle hodnot pH	28
3.4.2.4	Klasifikační systém pro identifikaci PSE a DFD masa	29
3.4.2.5	Četnost výskytu PSE a DFD vady v drůbežích prsních svalech.....	29
3.4.2.6	Mikrobiologie PSE a DFD masa.....	30
3.4.2.7	Strategie vedoucí ke zlepšení funkční kvality PSE a DFD masa	30
3.4.2.8	Metody vedoucí ke snížení výskytu PSE a DFD masa	32

3.5	Faktory ovlivňující kvalitu drůbežního masa a rozvoj vad.....	33
3.5.1	Faktory vnitřního původu	33
3.5.1.1	Vliv genotypu na kvalitu masa drůbeže	33
3.5.1.2	Genetické faktory ovlivňující výskyt PSE u drůbežního masa	35
3.5.1.3	Vliv typu svalu a svalových vláken na kvalitu masa drůbeže	36
3.5.1.4	Vliv pohlaví na kvalitu masa drůbeže.....	37
3.5.1.5	Vliv věku při porážce na kvalitu masa drůbeže.....	38
3.5.1.6	Vliv živé hmotnosti na kvalitu masa drůbeže.....	38
3.5.2	Faktory vnějšího původu	39
3.5.2.1	Vliv produkčního systému na kvalitu masa drůbeže	39
3.5.2.2	Vliv složení krmiva na kvalitu masa drůbeže.....	40
3.5.2.3	Vliv předporážkové teploty a doby ustájení na kvalitu masa drůbeže	42
3.5.2.4	Vliv tepelného stresu na vznik PSE a DFD vady u krůt	42
3.5.2.5	Vliv odebrání krmiva, vody a předporážkového stresu na kvalitu masa drůbeže.....	43
3.5.2.6	Vliv zrání na kvalitu masa drůbeže.....	44
3.5.2.7	Vliv přepravy na kvalitu drůbežního masa a vznik PSE vady	44
3.5.2.8	Vliv zpracovatelských faktorů na vznik PSE vady.....	45
4	ZÁVĚR.....	46
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	49

1 ÚVOD

Vzhledem k tomu, že moderní drůbežářský průmysl začal vznikat již před více než 60 lety, globální produkce se od té doby stále rozšiřuje, což přispělo i k výrazným změnám na trhu. Je patrný vyšší zájem nejen o možnost vyšší produkce, ale také o zlepšení podmínek během chovu a zpracování drůbeže, jelikož se tyto faktory významně odrážejí na kvalitě výsledného produktu. Také spotřebitelé jsou stále lépe informováni o celé řadě otázek zahrnujících bezpečnost a kvalitu potravin, dobré životní podmínky v chovech zvířat a ochranu životního prostředí.

Důvodem vyššího zájmu o drůbeží maso jsou výborné dietetické vlastnosti kuřecího a krůtího „bílého masa“, snadná kuchyňská úprava a stále širší sortiment porcované drůbeže, polotovarů, uzenin a s tím související možnost uplatnění ve „Fast food“ restauracích. Významnou roli hraje rezervovanost spotřebitelů ke konzumaci „červených mas“ z dietetických důvodů a v minulých letech byla poptávka po hovězím a ovčím masu snížena také v souvislosti s onemocněním BSE. Konzumace drůbežího masa je bez náboženských či filosofických omezení. Dalším pozitivem je pružnost nabídky a poptávky, rychlý výkrm, nízká cena a krátká doba výkrmu.

Působení stresu během odchytu, přepravy a při předporážkovém ustájení, může být v kombinaci s dalšími faktory vnějšího i vnitřního původu příčinou vzniku jakostních odchylek masa, mezi něž patří nejčastěji popisované PSE a DFD odchylky. Ačkoliv jsou tyto změny lépe prozkoumány u velkých hospodářských zvířat, je jejich výskyt v posledních letech také stále pečlivěji sledován i v chovech drůbeže, kdy například v průmyslu krůt může způsobit velké ekonomické ztráty.

Důležité jsou také vady vzhledu jatečně zpracovávané drůbeže, mezi něž patří krváceniny a modřiny, jejichž výskyt může ovlivnit spotřebitele při nákupu produktu.

Faktory určující výslednou kvalitu masa a vznik vad je možno ovlivnit. Z toho důvodu by mělo být v zájmu zpracovatelů se na ně zaměřit a dodržováním správného technologického postupu se snažit možným problémům předcházet nebo je alespoň eliminovat.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši s pomocí tuzemské i zahraniční literatury se zaměřením na kvalitu drůbežího masa a s tím související vznik vad, včetně faktorů, které tento rozvoj vad v drůbežím mase ovlivňují.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Produkce a spotřeba drůbežního masa ve světě

V průběhu devadesátých let vzrostla světová produkce drůbežního masa z 29 milionů tun k 50 milionům tun se vzrůstem okolo 2 tun ročně. V prvních deseti letech 21. století růst produkce i nadále pokračoval, ne však již v takovém tempu. Obchod s drůbežím masem je poměrně malý, ale rychle se rozvíjí (Bell, 2001). Drůbeží maso bude podle FAO i USDA i nadále nejdynamičtějším sektorem světové produkce masa. Největší růst je patrný v Číně, kde od roku 1990 do roku 1999 narostla produkce drůbeže ze 3 tun na více než 8 tun ročně. Mezi světové producenty drůbežního masa patří zejména USA, Čína, EU, Thajsko a ze zemí střední Evropy Maďarsko (Steinhauser, 2000). Čína a USA přitom pokrývají více než 50 % světové produkce, EU je na třetím místě (Simeonovová *et al.*, 1999).

Drůbeží maso se posunulo před maso hovězí jako druhé nejkonsumovanější maso na světě (Steinhauser, 2000). Především se zvyšuje spotřeba masa kuřat a krůt, v Evropě je projeven vyšší zájem i o kachny a perličky, v Rakousku a Německu také o husy (Simeonovová *et al.*, 1999). Spotřeba drůbežního masa roste po celém světě a to jak v rozvinutých, tak i v rozvojových zemích. Do roku 2020 se předpokládá, že se drůbeží maso stane nejžádanějším druhem masa (Bilgili *et al.*, 1998).

Nicméně, technická a marketingová propracovanost průmyslu v rozvinutých zemích je v ostrém kontrastu se situací v jiných částech světa. V chudších oblastech je drůbež často prodávána živá nebo je porážena až na místě. Takto je prodáváno asi 30 % celosvětové produkce drůbeže. Naproti tomu například v USA se celých, jatečně opracovaných těl brojlerů prodá pouze méně než 10 % z celkové produkce. Většina z ostatních se dále upravuje porcováním a dalším zpracováním masa vykoštěním, dělením, kořeněním, marinováním nebo tepelnou úpravou (Mead, 2004).

3.2 Postmortální procesy drůbeží svaloviny

Konverze kuřecího svalu v maso je výsledkem mnoha biochemických a mechanických vlivů, které na sval po porážce působí. Tento vývoj svalu po porážení, který se rozvíjí postupně, sestává ze dvou fází: ztráta energetických zásob svalu během nástupu *rigoru mortis* a změna uspořádání ve struktuře svalových proteinů během zrání masa (Santé *et al.*, 2001; Maltin *et al.*, 2003).

Přeměna svalů na maso je zásadní pro určení kvality masa. Svalový metabolismus se pravděpodobně pozměňuje již během omráčení a vykrvení drůbeže (El Rammouz *et al.*, 2003). Přerušení krevního oběhu zastavuje zásobování těla kyslíkem a exogenními energetickými substráty (glukóza, aminokyseliny a mastné kyseliny). Nicméně mechanismus homeostázy po krátký čas ještě v buňkách pokračuje. Nedostatek kyslíku velmi rychle snižuje oxidační sílu buněk a dále pokračují pouze anaerobní procesy, zejména glykolýza (Lawrie, 1966; Bendall, 1973). K udržení svalové homeostázy je zapotřebí syntéza sloučenin s vysokým obsahem energie, jakou je například ATP (Santé *et al.*, 2001). Reakce syntézy ATP je zajištěna zejména využitím kreatinového fosfátu a zásadně glykogenolýzou a anaerobní glykolýzou. Anaerobní glykolýzou se vytváří laktát, který se hromadí a snižuje intracelulární pH, takže po 24 h od usmrcení klesne pH ke své ultimativní hodnotě (pH_{ult}), která se pohybuje od 5,4 do 5,7. Sval je vysoce citlivý k ATP i Ca^{2+} , přičemž obě složky se účastní kontrakčně-relaxačního procesu. V důsledku toho, jak se během postmortálního období snižuje hladina ATP a naopak narůstá množství Ca^{2+} , se nevratně spojuje aktin s myosinem a v tkáních nastává *rigor mortis* (Maltin *et al.*, 2003).

Pokles postmortálního pH je charakteristický určitou rychlostí a amplitudou. Rychlost poklesu je ovlivněna především aktivitou ATPázy, zatímco amplituda poklesu postmortálního pH závisí zejména na zásobách glykogenu ve svalu v době porážky (Santé *et al.*, 2001). Podle Stewart *et al.* (1984) a Schreurs (1999) se biochemické reakce v prsní svalovině (*pectoralis major*) brojlerů porážených ve stáří 7 až 8 týdnů, která je podrobena chladicímu procesu, zastaví po 6 až 8 h od porážení. Rychlost a intenzita těchto reakcí silně ovlivňuje technologickou, senzoricou a hygienickou kvalitu masa (Valin, 1988).

3.3 Kvalita drůbežního masa

Pojem kvalita masa je používán k přiřazení celkových vlastností masa, včetně fyzikálních, chemických, morfologických, biochemických, mikrobiálních, smyslových, technologických, hygienických, nutričních a kulinárních vlastností (Jassim *et al.*, 2011; Morgan, 1995).

Obecně platí, že spotřebitelé posuzují kvalitu masa podle jeho vzhledu, textury, šťavnatosti, pevnosti, jemnosti, vůně a chuti. Podle Cross *et al.* (1986) patří tyto znaky

mezi nejdůležitější a znatelně ovlivňují počáteční i výsledné posouzení kvality spotřebitelem.

Kromě toho zahrnuje kvalita masa také měřitelné faktory jako je vaznost vody, střížná síla, ztráta odkapem, ztráty při vaření, pH, trvanlivost, obsah kolagenu, rozpustnost bílkovin, soudržnost a schopnost vázat tuk, které jsou nepostradatelné pro výrobu masných produktů (Allen *et al.*, 1998).

Podle Touraille (1994) může být kvalita drůbežího masa definována pomocí několika vlastností: nutriční kvalita, hygienická kvalita, technologická kvalita a senzorická jakost.

Nutriční kvalita masa je vázána na jeho schopnost být pro spotřebitele zdrojem bílkovin, tuků, uhlohydrátů a dalších důležitých složek (vitamínů, minerálů, stopových prvků apod.).

Kromě výživového přínosu musí maso také chránit zdraví spotřebitele. Nesmí obsahovat rezidua toxických látek a také je vyloučena jeho vyšší citlivost k rozvoji bakterií, které produkují zdraví škodlivé látky – to je hygienická kvalita masa. Tyto požadavky jsou stanoveny legislativou.

Technologická kvalita kuřecího masa odpovídá jeho schopnosti prodělat řadu změn během průmyslového zpracování (Boutten *et al.*, 2003). Technologická kvalita kuřecího masa je zjištělná podle barvy, vaznosti vody a textury jak v syrovém stavu, tak v průběhu dalšího zpracování (Gigaud *et al.*, 2008). Senzorická kvalita je rozpoznána smysly spotřebitelů, kteří se zaměřují na barvu, chuť, vůni, jakož i na konzistenci a texturu potraviny. Tyto faktory mají zásadní význam při určování preferencí spotřebitelů (Touraille, 1994; Gigaud *et al.*, 2008).

3.3.1 Vzhled drůbežího masa

Ze všech znaků kvality je pro výběr mnoha potravinářských komodit, zahrnujících i drůbeží výrobky, vzhled tím nejdůležitějším. Spotřebitelé si často vyberou či naopak zamítnou výrobek pouze na základě jeho vzhledu. Vzhled je také rozhodující pro závěrečné hodnocení výrobku, protože často ovlivňuje další senzorické vlastnosti.

Jednou z hlavních složek přispívajících ke vzhledu masa je barva. Již dlouho je známo, že barva je hlavním kritériem při výběru čerstvé drůbeže a masných produktů, jakož i pro spokojenost s finálním výrobkem. U výrobků z drůbežího masa je důležitá

barva kůže, masa i kostí. Barva kůže je zároveň rozhodující při uvádění na trh celých kusů drůbeže nebo jejich částí. Barva masa je velmi důležitá při výběru vykoštěného a syrového masa bez kůže, stejně jako pro konečné hodnocení mnoha vařených produktů (Fletcher, 2002).

3.3.1.1 Vizuální vady drůbežního masa a kůže

Vizuální vady výrazně ovlivňují vzhled jatečně opracovaných těl nebo masa. Růžový nebo červený vzhled vařeného drůbežního masa je obecně spojen s nedovařením a je vysoce nežádoucí. Tmavé nebo červené kosti jsou považovány také za vadu uvařených produktů. Ztmavnutí kostí je primárně spojeno s mražením výrobků před jejich vařením. Další vady vzhledu souvisejí s modřinami, krváceninami, hromaděním krve nebo s libovolným počtem dalších možných barevných změn (Fletcher, 2002). Modřina na kuřecích prsou je zobrazena na obr. 1.

Modřiny a krváceniny patří mezi vůbec nejdůležitější vizuální vady. Modřiny vznikají v důsledku fyzického traumatu (bez rozrušení), což vede k prasknutí kapilár a vzniku krvácenin (únik krve z oběhové soustavy) v okolních tkáních. Zpočátku způsobuje modřina červené zbarvení poškozené tkáně, ale časem začne modrat, zelenat a žloutnout, což je způsobeno rozkladem sloučenin hemu. Krváceniny se přímo vztahují k ruptuře kapiláry nebo krevní cévy, což vede k vylévání krve do masa nebo pod kůži. Protože jsou modřiny hlavním zdrojem nezájmu spotřebitelů při koupi drůbežního masa, jsou zjišťovány snahy o jejich kontrolu nebo omezování. Mezi faktory mající vliv na vznik modřin patří druh, plemeno, pohlaví, hustota zvířat, opeření, velikost a věk, roční období, intenzita světla, čistota prostředí, mykotoxiny a vitamíny ve výživě drůbeže, stres, vykládání, zavěšování, omračování a usmrcování ptáků (Bilgili *et al.*, 1998). Tung *et al.* (1971) zjistili, že krmivo kontaminované aflatoxiny může mít za následek křehkost kapilár a zvýšený výskyt krvácenin. Wu *et al.* (1994) zjistili, že kukuřice obsahující *Fusarium moniliforme* má za následek výrazně tmavší a červenější krůtí prsní maso. Omračování elektrickým proudem přispívá nepřímo ke zvýšenému krvácení a ke krevním skvrnám v mase (Fletcher, 2002).



Obrázek 1: Modřina na kuřecích prsou (Zaycon Foods Review, 2015)

3.3.2 Barva drůbeží kůže a faktory, které ji ovlivňují

Barva kůže je ovlivněna především genetikou, zdrojem a koncentrací barviv v potravinách, zdravotním stavem drůbeže a podmínkami při paření a šhubání, přesto mohou hrát důležitou roli také další faktory (Sirri *et al.*, 2010).

Preference spotřebitelů pro určitou barvu kůže brojlerových kuřat se v různých částech světa liší a obvykle jsou založeny na historické a regionální nabídce (Fletcher, 1999). Například v severní Itálii, kde se pěstuje kukuřice, která je bohatým zdrojem pigmentů, jsou upřednostňováni brojleři s poměrně silně žlutě zbarvenou kůží, zatímco v jižní Itálii, kde je pěstována ve větší míře pšenice, která je chudým zdrojem barviv, jsou spotřebiteli preferováni brojleři se světlou až bílou barvou pokožky (Bilgili *et al.*, 1998; Fletcher, 1989, 2002; Petracci a Fletcher, 2002).

V minulosti byly provedeny pokusy, které měly za úkol zjistit biologickou dostupnost několika přírodních a syntetických barviv a jejich vliv na zbarvení kůže drůbeže (Pérez-Venderll *et al.*, 2001; Castaneda *et al.*, 2005). Krmivářský průmysl přidává běžně barviva do přísad používaných k výživě brojlerů se žlutou kůží, za účelem uspokojit poptávku spotřebitelů. Díky různým faktorům, jež ovlivňují barvu, jsou jatečně upravená těla brojlerů charakteristická širokou škálou variací zbarvení kůže, ale na druhou stranu mají spotřebitelé tendenci kladně hodnotit produkty

vyhlížející jednotně, zatímco ty nejednotné považují za vadné a negativní. Z tohoto důvodu požadují prodejci dodávky drůbeže s jednotným zbarvením kůže.

Samozřejmě, že i když stoupá množství brojlerů prodávaných bez kůže nebo dále zpracovávaných, velké množství drůbeže je stále prodáváno v podobě celých jatečně upravených těl nebo jako jednotlivé díly s kůží. Bianchi *et al.* (2007) také doložili, že žlutější barva kůže se objevuje u syrové prsní svaloviny.

3.3.2.1 *Hodnocení barvy drůbeží kůže*

Barva je definována jako bod v trojrozměrném prostoru ve vztahu k souřadnicím L^* , a^* a b^* . L^* signalizuje světlost barvy. Nachází se na svislé ose v prostoru a její hodnota se pohybuje od 0 (černá) do 100 (bílá). Souřadnice a^* a b^* představují hodnoty z nichž lze vypočítat sytost a odstín barvy. Existují v horizontální rovině. Hodnota a^* je součástí spektra vlnových délek, které odpovídají barvám od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$), hodnota b^* zase od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$) (Warriss *et al.* 1987).

V pokusu, který provedli Sirri *et al.* (2010) byli brojleři před porážkou ponecháni 8 až 12 h bez krmiva, včetně času stráveného na jatkách, který trval v průměru 2 až 3 h. Následně došlo k omráčení brojlerů pomocí elektrického proudu (120 V, 200 Hz). Poté bylo provedeno vykrcení, paření vodou o teplotě 51,8 °C po dobu 220 s a škrubání pomocí otáčejících se pryžových prstů. Po vykuchání byla drůbež chlazená v tunelu proudem studeného vzduchu (- 6 °C) po dobu 150 min, aby jatečná těla dosáhla teploty 4 – 5 °C v jádru. Hodnoty světlosti (L^*), červenosti (a^*) a žlutosti (b^*) byly měřeny kolorimetrem Minolta CR – 300.

U vychlazených těl byl vypočítán průměr ze tří měření na prsních a stehenních pernicích a na kůži běháků. Vybrané části těl byly prosté viditelných vad (podlitiny, nežádoucí barevné změny, krváceniny, překrvené cévy, případně další potíže, které by mohly ovlivnit stanovení barev). Samci i samice byli před pokusem krmeni směsí obsahující kukuřici, sóju a fazole s obsahem xantofylového barviva v rozmezí od 12 do 15 mg/kg krmiva (Sirri *et al.*, 2010).

Průměr z měření světlosti (L^*) v jednotlivých částech těla se zvyšoval od hodnoty 75,40 pro prsa, přes 77,21 pro stehna, po hodnotu 79,96 pro běháky. Rozsah hodnot u světlosti v různých částech těla byl 15 – 17 jednotek.

Hodnoty červenosti klesaly od prsou ke stehnům a běhákům, průkazně se lišily zejména mezi prsy a stehny.

Celkové rozpětí při měření žlutosti (b^*) byl u jednotlivých částí poměrně velký. U prsou byla naměřena průměrná hodnota 22,77 a to v rozmezí od 7,45 do 39,12. U stehen byl průměr 20,23 a u běháků 53,99 (Sirri *et al.*, 2010).

Celkové výsledky dokazují vysokou variabilitu barvy kůže, zejména pro žlutost (b^*), i když celkový obsah xantofylů v krmivu byl stálý. Tyto výsledky značí, že kromě koncentrace barviv v krmivu, mohou hrát důležitou roli při určování finální barvy kůže drůbeže i další faktory. Průměrné hodnoty zjištěné v této studii jsou podobné těm, které byly dříve nahlášeny od Bilgili *et al.* (1998) nebo od Petracci a Fletcher (2002) u jatečných těl brojlerů se žlutou kůží. Hodnoty žlutosti byly výrazně nižší než zjištění od Pérez-Vendrell *et al.* (2001), kteří používali krmnou směs s vyšším obsahem xantofylů.

Co se týče pohlaví, tak samice vykazovaly významně ($p \leq 0,01$) vyšší hodnoty světlosti prsou a nižší L^* hodnoty stehen a běháků než samci. V případě červenosti, byly u samic zjištěny nižší hodnoty ve všech částech těla. Ačkoliv tyto rozdíly byly poměrně nízké a proto pro zpracovatelský průmysl prakticky málo významné. Parametrem, který lépe vystihuje vzhledové odlišnosti pozorované u barvy kůže je žlutost, která byla statisticky ($p \leq 0,01$) vyšší u samic než u samců a to jak na kůži prsou (24,9 oproti 20,4), stehen (22,2 oproti 18,1), tak i na běhácích (56, 5 oproti 51, 3) (Sirri *et al.*, 2010). Vyšší stupeň žlutosti pozorovaný u samic brojlerů může být způsoben jejich vyšším množstvím podkožního tuku (Fletcher, 1992).

V této studii byl také sledován rozdíl v hodnotách u dvou komerčních typů hybridů, kteří jsou charakterizováni genetickými rozdíly, jež jsou pravděpodobně zodpovědné za odlišnou schopnost absorpce a uložení karotenoidních pigmentů v kůži a za pozorované barevné odlišnosti. O něco vyšší světlost byla pozorována u hybrida Ross 508, a to jak na kůži prsou, tak i na stehnech a běhácích. Ross 508 měl také vyšší hodnoty červenosti prsou a stehen a nižší hodnoty na běhácích, zatímco hybrid Ross 308 měl vyšší hodnoty žlutosti ve všech měřených částech těla. Hodnoty žlutosti byly výrazně korelační ($r = 0,85$; $p < 0,01$). Vedle toho červenost prsou a stehen vykazovala pozitivní korelaci ($r = 0,52$; $p < 0,01$) (Sirri *et al.*, 2010).

Tato studie prokázala, že v komerčních chovech drůbeže je vysoká variabilita ve zbarvení kůže drůbeže, což má potencionální negativní vliv na vzhled výrobků s kůží.

Pohlaví a genotyp ptáků jsou důležitými faktory, jež mají na tuto variabilitu vliv (Sirri *et al.*, 2010).

3.3.3 Barva drůbežího masa

Barva syrového drůbežího masa je rozhodující pro výběr spotřebitele a barva tepelně upraveného masa zase pro jeho závěrečné hodnocení. Barvy, které se u syrového masa pohybují od předpokládané světle hnědé až po růžovou nebo u vařeného od hnědé po šedou, mohou mít za následek odmítnutí výrobku spotřebitelem. To platí zejména s výskytem růžového zbarvení u uvařeného masa – hlavní vady drůbežích masných výrobků (Fletcher, 2002).

Fletcher (1999) ve svém pokusu uvádí, že u přibližně 7 % vykoštěných prsních filet bez kůže balených po 4 kusech, měla vždy jedna nebo více jiné zbarvení, než bylo pozorováno u zbytku balíčku. Při studii u prsního masa zjistil široké spektrum hodnot světlosti (hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 43,1 do 48,8 za použití systému CIELAB). Tyto výsledky ukazují, že existují rozdíly v barvě prsou dostupných na maloobchodní úrovni. V jiné studii Fletcher *et al.* (2000) uvádějí, že odchylky v barvě u syrové prsní svaloviny způsobily změny ve vzhledu vařených výrobků.

Mugler a Cunningham (1972) sledovali mnoho faktorů, ovlivňujících barvu drůbežího masa. Mezi tyto faktory patřilo pohlaví, věk, stres, postup při zpracování, teplota vaření, ozáření a podmínky zmrazování – u všech byl prokázán vliv na barvu masa. V posledních letech byly identifikovány také další faktory, které ovlivňují barvu drůbežího masa. Bylo prokázáno, že stres před a i během porážky má vliv na barvu masa drůbeže. Také bylo zjištěno, že teplotní stres a rozrušení těsně před porážkou mají vliv na barvu krůtího masa (Froning *et al.*, 1988; Babji *et al.*, 1982, Ngoka a Froning, 1982). Walker a Fletcher (1993) uvádějí, že injekce adrenalinu těsně před porážkou simuluje těžký předsmrtný stres, což způsobuje ztmavnutí prsní svaloviny krůt v důsledku vyššího svalového pH a zvýšeného obsahu hemoglobinu v mase. Northcutt *et al.* (1994) zjistili, že působení tepla a teplotní šok u kuřat způsobili bledost, měkkost a vodnatost kuřecích prsou podobně jako tomu bylo zjištěno u masa vepřového.

3.3.3.1 Vliv omračování na barvu drůbežího masa

Veerkamp (1987) prokázal, že elektrické omračování při vysokém proudu (větší než 100 mA) zvyšuje množství krevních skvrn u prsního masa brojlerů. Nicméně při

porovnání nízkých a vysokých dávek omračujícího elektrického proudu, nebyly zjištěny na vzhled masa jiné než krvácivé účinky a dá se tak soudit, že proud má nízký přímý vliv na barvu kuřecích prsou (Papinaho a Fletcher, 1995; Craig a Fletcher, 1997).

V případě usmrcování plynem byl prokázán vliv na barvu prsní svaloviny. Mohan Raj *et al.* (1990) uvádějí, že prsní svalovina brojlerů usmrčených argonem byla méně tmavá než u těch, kteří byli usmrčeni konvenčně nebo za použití oxidu uhličitého. Fleming *et al.* (1991a) zjistili, že omráčení oxidem uhličitým má za následek světlejší tón červené barvy prsní a stehenní svaloviny ve srovnání s elektrickým omráčením krůt.

3.3.3.2 Vliv obsahu myoglobinu na barvu drůbežního masa

Hlavní faktory přispívající k barvě drůbežního masa jsou obsah myoglobinu, chemický stav struktury hemu a pH masa. Bylo prokázáno, že obsah myoglobinu souvisí v první řadě s druhem zvířete, svalů a s věkem zvířete (Fletcher, 2002).

U pH svaloviny bylo prokázáno, že se vztahuje zejména k biochemickému stavu svalů v době porážky a k rozvoji *rigoru mortis*. Oba tyto faktory ovlivňují barvu masa a výskytu barevných vad (Fletcher, 2002).

Vliv druhu zvířete, typem svalů a věkem na obsah myoglobinu v masě a jeho vizuální barvu byl prezentován Millerem (1994). Bílé maso od 8 týdenní drůbeže mělo obsah myoglobinu nejnižší (0,01 mg / g), drůbeží maso 26 týdenních samců (0,10 mg / g), bílé maso mladé krůty (0,12 mg / g), tmavé maso 8 týdenní drůbeže (0,40 mg / g), tmavé maso 26 týdenních drůbežích samců (1,50 mg / g), tmavé maso 24 týdenního samce krůty (1,50 mg / g). Ve srovnání k těmto hodnotám mělo vepřové maso v 5 měsících věku (30 mg / g), mladé jehněčí maso (2,50 mg / g), ryby s tmavým masem (5,3 až 24,4 mg / g), ryby s bílým masem (0,30 až 1,0 mg / g) hovězí ve 3 letech (4,60 mg / g) a starší hovězí maso (16 až 20 mg / g).

3.3.3.3 Změna barvy v průběhu skladování drůbežního masa

Zjištěná barva kůže a masa brojlerů se v průběhu času mění. Tento jev je spojen především s obdobím skladování masa. Nicméně se zvýšeným zájmem o vztah mezi barvou prsního masa a funkčními vlastnostmi masa se zvýšil i zájem o využití vhodných přístrojů třídících zařízení, jejichž užívání má v posledních letech značný význam (Fletcher, 2002).

Řada autorů (Alvarado a Sams, 2000; Bihan-Duval *et al.*, 1999; Mallia *et al.*, 2000; Owens *et al.*, 2000; Owens a Sams, 2000; Qiao *et al.*, 2001) uvedla,

že se barva prsní svaloviny při provádění měření v den zpracování a za 24 h liší. Výsledky studií ukázaly, že hodnoty barev kůže i masa se dramaticky mění v průběhu prvních několika hodin zpracování a dále pokračují pomalejším tempem dalších 7 dnů skladování (Petracci a Fletcher, 2002).

Další výzkum prokázal, že tloušťka vzorku prsní svaloviny a barva pozadí mohou přístroje pro stanovení barevných změn také výrazně ovlivnit (Bianchi *et al.*, 2006).

Výsledky těchto studií jasně ukazují, že při používání přístrojových systémů pro třídění jatečně upravených těl nebo masa na základě jejich barvy ve zpracovatelských závodech, je třeba brát v úvahu postmortální čas, tloušťku vzorku a vliv pozadí na kalibraci takového systému (Fletcher, 2002).

3.3.3.4 Stanovení barvy drůbežního masa

Barva masa může být hodnocena pomocí barevných standardů, měřením odrazivosti spektrometrie nebo analýzou videozáznamu (VIA). Náhradní metoda je NIR (Near Infrared Reflectance) spektroskopie, která je charakterizována rychlostí, snadností použití a minimálním rušením vlhkostí nebo barvou vzorku (Liu *et al.*, 2003).

Organizace CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) založená v roce 1931 a odpovídající za vytváření a prosazování mezinárodních norem, byla reakcí na výzvu k vytvoření barevných standardů. CIE vytvořil mimo jiné definice barevných ploch, normy vztahující se k metodikám měření, vlastnosti pozorovatele a parametry osvětlení (Třešňák, 1999).

Jedním z nejčastěji používaných způsobů k měření barevnosti objektu je systém CIELAB. Tento systém byl vytvořen v roce 1976 ve snaze vypořádat se s jedním z velkých problémů původního XYZ prostoru, kde stejné vzdálenosti na ose x a y v chromatickém diagramu neodpovídaly chromatickým souřadnicím. CIELAB je protějškem předchozího barevného systému z roku 1942, který byl vytvořen Richardem Hunterem a nesl název „Lab“ (Saláková, 2012).

3.3.4 Textura drůbežního masa

Textura je důležitým aspektem kvality masa, někdy dokonce důležitější než barva a chuť. Z texturní charakteristiky jsou nejčastěji zmiňovány tvrdost (tuhost), soudržnost a šťavnatost.

Použité metody pro vyhodnocení textury mohou být rozděleny do tří skupin: senzorické metody, přístrojové metody (také známé jako objektivní, fyzikální nebo mechanické) a nepřímé metody (například stanovení obsahu kolagenu v mase, množství sušiny, atd) (Kamden a Hardy 1995, Combes *et al.*, 2003).

3.3.4.1 Přístrojové hodnocení textury

Většina přístrojových metod hodnocení textury je založena na mechanických zkouškách zahrnujících měření odporu potravin při působení vyšší síly, než je gravitační. Mechanické měření textury je obvykle destruktivní, protože použitá síla je větší než pevnost zkoušeného vzorku (Krkošková, 1986). Textura je objektivně měřena silou nebo energií vynaloženou na rozříznutí nebo stlačení vzorku masa a masných výrobků (Listrat *et al.*, 1999). Nejčastějšími způsoby hodnocení tvrdosti (tuhosti) masa jsou přístrojové metody jako Allo – Kramer test, Warner – Bratzler test a analýza texturního profilu (Cavitt *et al.*, 2004).

3.3.4.2 Analýza texturního profilu – TPA

Analýza texturního profilu (TPA) je jednou z metod, které simulují podmínky, jakým je potravina vystavena v ústech (Xiong *et al.*, 2006). Je to objektivní metoda přístrojové analýzy. Zkouška se skládá ze stlačení vzorku potravin mezi dvěma deskami. Výsledná zátěžová křivka znázorňuje závislost síly na deformaci vzorku. Tlaková deska by měla být větší než je testovaný vzorek a vzorek by měl mít hladký a rovný povrch. Kompresní rychlost od 50 do 100 mm·min⁻¹ je zvolena jako kompromis mezi odhadovanou rychlostí kousání (asi 300 až 500 mm · min⁻¹) a schopností zařízení zaznamenat sílu s dostatečnou přesností a to i u malých vzorků (Houška *et al.*, 1994). Celková relativní deformace vzorku je mezi 50 a 80 % (Caine *et al.*, 2003).

3.3.4.3 Warner – Bratzlerův test

Warner – Bratzlerovo hodnocení střižné síly je velmi časté, i když metodiky nejsou jednotné (Leaflet, 1997). Tento střižný test umožňuje měřit síly nutné k rozřezání vzorku tkáně.

Vzorek musí být umístěn tak, aby byl řez kolmý na svalová vlákna. Rychlost nože se může měnit podle potřeby a to i v průběhu měření, z minima 0,5 mm.min⁻¹ až na maximum 1000 mm.min⁻¹. Tato metoda umožňuje měřit maximální sílu (N)

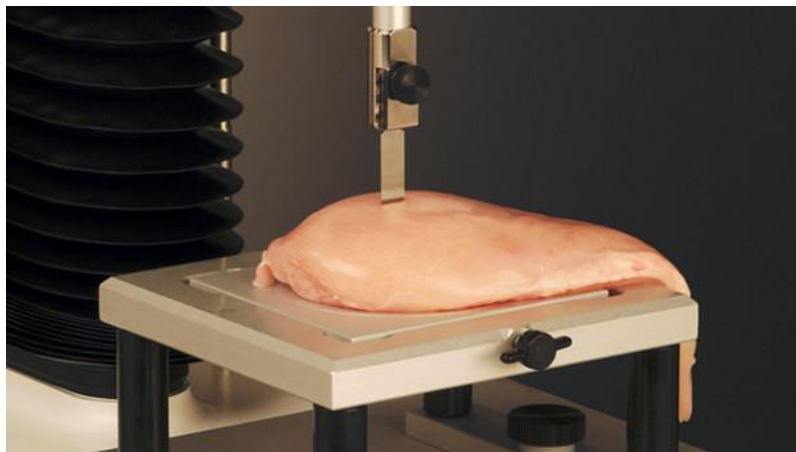
v závislosti na posunutí nože (mm) a tlaku potřebného ke stříhu (odříznutí) daného vzorku masa (MPa) (Listrat *et al.*, 1999).

3.3.4.4 Další metody k měření textury drůbežního masa

Stable Micro Systém uvedl na trh nový nástroj pro analýzu textury drůbežního masa, který poskytuje rychlost a přesnost. Toto zařízení i testovací metoda byly vyvinuty na univerzitě v Arkansasu Dr. Jean – Francoisem Meullenetem a profesorem Casey Owensem (Addy, 2013).

Systém používá velmi ostrou čepel definovaných rozměrů. Firma uvádí, že čepel MORS (Meullenet-Owens Razor Shear) se vyhýbá nákladnému a časově náročnému sensorickému hodnocení. Dále uvádí, že jelikož je čepel úzká a pronikne jen do 20 mm, zanechá ve vzorku pouze malý zářez, což způsobí mnohem menší škody než tradiční přístrojové zkoušky. Čepel může být také sejmuta a pravidelně vyměňována – dokonce i po každém testování – což zajistí zvýšenou ostrost hran. Stable Micro Systems tvrdí, že by čepel mohla provést 60 měření za hodinu, což je dvojnásobek oproti střížnému testu Allo-Kramer, jedné z nejznámějších přístrojových metod k testování textury drůbežního masa (Addy, 2013).

Kompresní systém Allo-Kramer a metoda Warner-Bratzler jsou široce používány pro hodnocení měkkosti drůbežního masa a staly se běžně používanými zkušebními metodami v průmyslu. Nicméně bylo zjištěno, že jejich výsledky jsou značně ovlivněny velikostí vzorku, tyto problémy mohou být však odstraněny použitím MORS čepele (obr. 2), jak uvádí Stable Micro Systems. Firma dále tvrdí, že testování pomocí čepele MORS se provádí na celém neporušeném filetu, čímž se minimalizují experimentální chyby vztahující se k přípravě vzorku, dochází ke zkrácení času pro přípravu vzorku, což vede k jednoduššímu testování (Addy, 2013).



Obrázek 2: Čepel MORS firmy Stable Micro Systém (Addy, 2013)

3.3.5 Chut' a vůně drůbežího masa

Obecně platí, že spotřebitelé upřednostňují vysoce kvalitní a bezpečné masné výrobky, které mají přírodní chuť a aroma (Aymerich *et al.*, 2008). U chuti a vůně masa bylo zjištěno, že jsou jedněmi z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují návyky a preference spotřebitele pro nákup výrobků před jeho samotnou konzumací (Shahidi, 2002; Sitz *et al.*, 2005).

Chuť a vůně vařeného masa závisí na několika faktorech, vztahujících se k původu zvířete včetně jeho stáří, plemene, pohlaví, výživového stavu, zranění a metodám tepelné úpravy (Spanier *et al.*, 1997; Liu *et al.*, 2012).

3.3.5.1 Vliv degradace lipidů na chuť a vůni drůbežího masa

Podobně jako u jiných druhů masa, hrají lipidy velmi důležitou roli v rozvoji chuti a vůně i v drůbežím mase (Perez-Alvarez *et al.*, 2010). Degradace lipidů, zejména jejich mastných kyselin, vede k tvorbě několika stovek těkavých sloučenin, včetně alifatických uhlovodíků, aldehydů, ketonů, alkoholů, karboxylových kyselin, esterů, některých aromatických uhlovodíků a kyslíkatých heterocyklických sloučenin jako jsou laktony a alkylfuranů (Mottram, 1998). Z těkavých látek získaných Maillardovou reakcí a oxidací lipidů je 2-methyl-3-furanthiol považován za nejdůležitější sloučeninu ovlivňující typickou chuť a aroma kuřecího vývaru (Shi a Ho, 1994). Mimo to se velký počet heterocyklických sloučenin včetně pyrazinů, alkylpyrazinů, pyridinů, pyrrolů a thiazolů vytvoří v mase v průběhu jeho pečení, grilování, smažení nebo tlakovým vařením kuřecího masa kvůli vyšším teplotám a nižším vlhkostním podmínkám, které

jsou při těchto úpravách používány. Tyto sloučeniny u vařeného masa chybí (Shi a Ho, 1994; Melton, 1999).

3.3.5.2 Vliv plemene drůbeže na chuť a vůni masa

Na chuť a vůni masa může mít vliv i plemeno drůbeže. Kiyohara *et al.* (2011) zjistili, že japonská kuřata Hinai-jidori měla chutnější maso, než brojleři se kterými byla srovnávána. Jung *et al.* 2011 zjistili při sensorické analýze výrazně vyšší chuťové skóre u korejských kuřat z domácího/farmového chovu ve srovnání s komerčně chovanými brojlery. Kromě toho byla u domácích korejských kuřat a u japonských kuřat Hinai-jidori zjištěna i vyšší koncentrace inosin-5 'mono-fosfátu (IMP), oproti masu brojlerových kuřat. IMP je obecně považován za hlavní nukleotid masa, který tepelně upravenému masu propůjčuje typickou chuť a aroma (Yamaguchi, 1991). Pomalu rostoucí genotypy kuřat v Číně vykazovaly taktéž vyšší koncentraci IMP než komerční linie brojlerů (Tang *et al.*, 2009). Lee *et al.* (2012) zkoumali složky související s vůní a chutí masa komerčních brojlerů a domácích korejských kuřat. Výsledky odhalily, že stehenní maso z domácích korejských kuřat mělo ve srovnání s komerčními brojlery vyšší obsah kyseliny arachidonové a dokosahexaenové (DHA). Navíc byl v prsním mase domácích korejských kuřat zjištěn významně vyšší obsah k chuti přispívajících aminokyselin, včetně kyseliny asparagové, theroninu, serinu, glycinu, alaninu, tyrosinu, lysinu a argininu.

3.3.5.3 Vliv skladby mastných kyselin a aminokyselin na chuť a vůni drůbežího masa

Drůbeží a vepřové maso má vyšší hladinu polynenasycených mastných kyselin v triglyceridech než maso skopové a hovězí (Calkins a Hodgen, 2007). Proto je v kuřecím a vepřovém mase více nenasycených těkavých aldehydů. Tyto sloučeniny pak přispívají ke specifickému aroma kuřecího a vepřového masa (Noleau a Toulemonde 1987). Mezi nenasycené mastné kyseliny přítomné v triglyceridech červeného a drůbežího masa patří zejména kyseliny olejová a linolová. Nicméně fosfolipidy obsahují relativně vyšší podíl kyseliny linolenové a arachidonové (Shahidi, 2002). Tyto kyseliny dále podléhají autooxidaci a vedou ke vzniku sloučenin, které přispívají k chuti a vůni masa (Perez-Alvarez *et al.*, 2010).

Takahashi *et al.* (2012) našli vztah v přítomnosti volných aminokyselin, zahrnujících kyselinu glutamovou a nukleotidy, jako je například IMP a chuti kuřecího

masa. Rikimaru a Takahashi (2010) provedli studii, která naznačila, že volné aminokyseliny jsou zodpovědné za zlepšení chuti masa během jeho skladování. Kyselina glutamová je jednou z nejvýznamnějších kyselin, které ovlivňují chuť a vůni kuřecího masa (Perez-Alvarez *et al.*, 2010).

3.3.5.4 Vliv výživy, pH a zrání masa na jeho chuť a vůni

Kromě přirozených látek v mase, přispívá k jeho chuti také strava zvířat (Perez-Alvarez *et al.*, 2010). Změna krmné dávky může vést k pozitivnímu i negativnímu ovlivnění chuti a vůně masa (Fanatico *et al.*, 2007). Lyon *et al.* (2004) uvedli, že maso drůbeže, která byla krmena kukuřicí, mělo výraznější chuť vývaru než maso kusů krmených pšenicí. V jiné studii bylo krmivo doplněno rybí moučkou ve 3 různých koncentracích (4, 8 a 12 %), přičemž bylo zjištěno, že i malé množství ovlivnilo chuť a vůni tepelně upraveného masa (Poste, 1990). Kiyohara *et al.* (2011) zjistili, že maso získané z Hiani-jidori kuřat krmených potravou s vysokým obsahem kyseliny arachidonové vykazovalo lepší sensorické vlastnosti včetně celkové intenzity chuti, chuti umami, kokumi, pachuti a slanosti. Takahashi *et al.* (2012) toto tvrzení potvrdil v podobné studii s použitím brojlerových kuřat.

Hodnota pH potravin je důležitá při rozvoji chuti a vůně v Maillardově reakci (Calkins a Hodgen, 2007).

Podle Liu *et al.* (2012) je nejdůležitějším faktorem, který určuje konečnou chuť a vůni masa zrání po porážce, vzhledem ke vzniku mnoha chuťových a aromatických sloučenin. Množství aminokyselin a peptidů se mění v průběhu postmortálního zrání svalů (Yano *et al.*, 1995).

3.3.5.5 Vliv úpravy drůbežního masa na jeho chuť a vůni

Přijatelnost a nestálost chuťových a aromatických složek masa je ovlivněna tepelnou úpravou. Christensen *et al.* (2012) hodnotili sensorické vlastnosti tepelně ošetřeného kuřecího masa při nižších teplotách po delší dobu. Výsledky ukazují, že intenzita chuťových a aromatických složek je při nízkých teplotách slabá, protože k jejich produkci dochází zejména při vyšších teplotách. Zvláště pro vznik pyrazinů jsou nutné vysoké teploty a nízké vlhkostní podmínky. Z toho důvodu bylo mnoho pyrazinů, pyridinů, pyrrolů a thiazolů identifikováno pouze v pečeném a smaženém kuřecím mase, nikoliv v kuřecím vývaru (Shi a Ho, 1994).

Ozařování ovlivňuje kvalitu masa, včetně chuti a vůně, zejména prostřednictvím produkce volných radikálů (Perez-Alvarez *et al.*, 2010). Těkavé látky vytvořené v průběhu ozařování jsou především aldehydy a sirné těkavé látky, které jsou zodpovědné za nepříjemný pach (Patterson a Stevenson, 1995; Ahn *et al.*, 2000; Ahn a Lee, 2002). Patterson a Stevenson (1995) uvedli, že kuřata obsahují zhruba dvojnásobek sirných aminokyselin (cystein + methionin; 1,58 g / 100 g) ve srovnání s masem hovězím (0,87 g / 100 g), jehněčím (0,75 g / 100 g), okouním (0,97 g / 100 g) a lososím (0,89 g / 100 g). Hashim *et al.* (1995) uvedli, že ozářené syrové kuřecí maso vyvolávalo intenzivnější kuřecí aroma než neozářené vzorky. Rababah *et al.* (2006) prokázali, že extrakty z rostlin, zeleného čaje a hroznových jadérek, vpravené do kuřecího masa, mohou snížit oxidaci lipidů v ozářeném i neozářeném kuřecím mase.

Ošetření vysokým tlakem nemělo žádné negativní účinky na senzoryckou kvalitu různých masných výrobků (Hayman *et al.*, 2004). Nicméně Kruk *et al.* (2011) uvedli, že vystavení tlaku 300 MPa, mělo za následek lepší chuť i vůni než ošetření při 450 MPa.

3.4 Vady drůbežního masa

Může se stát, že se průběh postmortálních procesů z různých příčin, v různém rozsahu a v rozličné intenzitě odchýlí od normálu. V takovém případě se pak zpracovatelé drůbeže potýkají s problémem vadného masa, tj PSE (bledé, měkké, vodnaté) a DFD (tmavé, tuhé, suché), jež jsou u drůbeže nejčastěji popsány odchylkami (Lesiów *et al.*, 2003)

Hledají se obdoby PSE a DFD vepřového a hovězího masa u masa krůtího a kuřecího i jejich příčiny. U krůtího masa se nabízí obdoba až shoda s vadou DFD ve změně barvy. U krůt a kuřat obdoba s vadou PSE v hodnotě a změnách pH a ve zhoršení vaznosti masa (Morgan, 1995).

3.4.1 DFD vada drůbežního masa

DFD (tmavé, tuhé, suché) maso s konečným pH > 6,3 má omezené použití, protože je náchylné k mikrobiální kontaminaci, i když ta bývá zpočátku poměrně nízká. Tato vada vzniká v důsledku vyčerpání zvířat před porážkou, kdy dojde vlivem námahy u zvířat ke spotřebě veškerých glykolytických zásob, není zde poté zdroj kyseliny mléčné pro zrání masa a z toho důvodu téměř nedojde k poklesu pH (Allen *et al.*, 1997).

U svaloviny kuřat se lze v praxi setkat s barevnými změnami různé intenzity, která se označují jako „modráni“ kuřat nebo „myopatie kuřat“ (Boulianne a King, 1998; Jurajda, 2001). Myopatie mírného stupně se normálně vyskytují u rychle rostoucích vykrmovaných kuřat i krůtat a jsou charakterizovány degenerativními změnami kosterní svaloviny (hyalinizace svalových vláken, mineralizace a nekróza). Patologické myopatie mohou být původu nutričního, toxického a mechanického. Nejzávažnější jsou zátěžové myopatie hlubokých prsních svalů charakterizované nekrotickým zánětem hlubokých prsních svalů krůt a kura domácího masného typu. Zátěžová myopatie je vyvolána zvýšením vnitřního tlaku ve svalech při nadměrné námaze (mávání křídly). Dochází k endematóznímu prosáknutí podkoží a fascií svalů. Ve svalovině vznikají hematomy různého rozsahu. Mikroskopicky je potvrzena ložiskovitá nekróza svaloviny s okolní zánětlivou reakcí (Jurajda, 2001). Z uvedeného vyplývá analogie „modrých“ kuřat s vadou DFD u krůtího a kuřecího masa (Ingr *et al.*, 2003).

Kanadské výzkumy kvalifikovaly také kuřecí a krůtí šedomodře zbarvené prsní svaly z jatečně upravených těl označených za nepoživatelné kvůli cyanóze za DFD maso (Mallia *et al.*, 2000).

3.4.2 PSE vada drůbežího masa

PSE odchylka odkazuje na takové maso, které je bledé barvy, vytváří měkké gely a má špatnou schopnost zadržování vody (obr. 3). Tato vada se vyskytuje v případě, že po porážce dochází ve svalech k abnormálně rychlé glykogenolýze a k hromadění kyseliny mléčné, což má za následek výrazný pokles hodnot pH a zvýšení teploty uvnitř svalu. Tento výraz je nejčastěji spojován s vepřovým masem, zvýšený výskyt PSE masa se však objevuje i v chovech krůt a ve zpracovatelských závodech brojlerů (Owens *et al.*, 2009).

Zpracovatelská hodnota takového masa je omezená a maso se tak stává nevhodné pro maloobchodní distribuci pro jeho špatné kulinářské využití (Alvarado *et al.*, 2002).

V souvislosti s výrobou rozšířenějšího sortimentu masných výrobků je problém s PSE vadou stále patrnější v krutím masném průmyslu. Odhaduje se, že v důsledku vysokého výskytu tohoto problému by ztráty pro jeden zpracovatelský závod krůt v Severní Americe mohly činit 2 až 4 miliony dolarů ročně, což vede ke ztrátě více než 200 milionů dolarů v celém průmyslu zpracování krůt (Owens *et al.*, 2000).



Obrázek 3: Srovnání normálního a PSE drůbežího masa (Petracci *et al.*, 2012)

3.4.2.1 Způsoby detekce PSE vady masa

Z ekonomických důvodů má největší význam spolehlivé a bezpečné určení ukazatelů vad masa na jatečných trupech a to co nejdříve po porážce. K prokázání vad masa se postupem času vyvíjí optimální postup. Jedná se o laboratorní metody, třeba stanovení aktivity určitých enzymů, množství metabolitů, senzorké metody jako je určování křehkosti a barvy masa a metody použitelné přímo na lince, např. měření hodnoty pH po usmrcení drůbeže, měření elektrických vlastností a měření barvy masa (Skřivan *et al.*, 2000).

Ve Velké Británii byl vypracován celý systém telemetrického měření fyziologických údajů během výkrmu, nakládání, přepravy a doby před porážkou. Sleduje se krevní tlak, puls, srdeční činnost, teplota uvnitř a na povrchu těla a jiné ukazatele. Bylo prokázáno, že drůbež je během popsanych činností vystavená mentálnímu stresu. Nezbytné je co nejšetrnější zacházení při nízké intenzitě světla nebo modrém světle v hale, přeprava v noci a náležité provětrávání klecí s drůbeží před porážkou (Skřivan *et al.*, 2000).

3.4.2.2 Průběh poklesu hodnot pH v krutím mase v souvislosti se vznikem vady PSE

Posmrtné změny vedoucí k PSE vadě v krutí svalovině jsou podobné těm, jež byly zjištěny ve svalovině prasat, kde nižší pH v důsledku rychlého metabolismu v kombinaci s vysokými teplotami jatečných těl způsobuje rozsáhlou denaturaci bílkovin (Briskey, 1964). Tato výsledná ztráta funkce bílkovin je považována za primární faktor související s rozvojem PSE v mase (Warriss a Brown, 1987; Fernandez *et al.*, 1994). Při vývoji metod schopných detekovat PSE brzy po porážce by mohla být jatečná těla s touto vadou vytríděna a zpracována do produktů, u nichž není zapotřebí vysoká vaznost (Wynveen, 1999).

Měření hodnoty pH v komerčním zpracovatelském závodě krut bylo prováděno 0, 9, 10, 14, 154 a 231 nebo 246 min po porážení. Ze vztahu mezi PSE a pH vyplývá, že nízké hodnoty svalového pH spolu s vysokou teplotou jatečně upravených těl brzy po porážce způsobují, že bílkoviny ve svalu podléhají denaturaci. Proto je důležité klasifikovat těla zvířat na základě svalového pH ihned po porážce, jak jen je to možné (Wynveen, 1999).

Obecně platí, že změny hodnot pH stejně jako standardních odchylek postupem času od porážky podle očekávání klesaly, protože krutí prsa dosáhla svých konečných hodnot pH. Tyto hodnoty klesaly nejrychleji v prvních devíti minutách po porážení. Mezi časy 0 až 9 min po porážení klesla průměrná hodnota pH ze 6,45 na 5,97. Od 9 do 246 min se pH snížilo pouze z 5,97 na 5,84 (Wynveen, 1999). Tento rychlý pokles je v souladu s předchozími studiemi prokazujícími, že prsní sval domácích krut často ukazuje zrychlený *rigor mortis* (Santé *et al.*, 2001; Sosnicki a Wilson, 1991). V čase 0, tedy bezprostředně po omráčení došlo k poklesu pH na hodnotu 6,45 zatímco fyziologické pH živého svalu je přibližně 6,9 až 7,3 (Wynveen, 1999). Tato snížená hodnota 6,45 naznačuje, že by pH mohlo klesat ještě před omráčením z důvodu stresování ptáků. Na základě výzkumu bylo zjištěno, že stres z přepravek, dopravy a tepla má za následek rychlejší poporážkový pokles pH v krutích svalech (Froning *et al.*, 1988; McKee a Sams, 1997).

3.4.2.3 Dělení jatečně upravených těl krut do různých kategorií dle hodnot pH

V jednom z experimentů byla jatečná těla 14 minut od porážení rozdělena do tří tříd pH (Wynveen, 1999):

- nízká (<5,70),

- střední (od 5,70 do 6,18),
- vysoká (>6,18).

Bylo zjištěno, že JUT s nízkým pH (< 5, 70) vykazovala vyšší ($p < 005$) ztráty odkapem, než při středních (5, 70 až 6, 18) a vyšších hodnotách pH (> 6 – 18). Nebyly pozorovány žádné významné rozdíly mezi hodnotami ztrát odkapem při středních hodnotách (5, 70 až 6, 18) a vysokých hodnotách pH (> 6 – 18). Vyšší odkapové ztráty při nízkém pH je možné přičíst právě denuraci bílkovin způsobené nízkým pH při vysokých teplotách (Wynveen, 1999).

Dále měla těla s vyšším pH (> 6, 18) nižší hodnoty L^* (měla tmavší barvu) než těla s nízkým a středním pH (Wynveen, 1999).

3.4.2.4 Klasifikační systém pro identifikaci PSE a DFD masa

Určení mezního bodu, ve kterém je pozorována nižší nebo vyšší L^* hodnota, pH nebo vaznost vody, může být při srovnání s normálním masem použito k rozřídění drůbežích prsních řízků z hlediska kvality na PSE, normální a DFD. Světlost (L^* hodnota) a pH v prsním svalu sloužily k odhadu rozsahu PSE a DFD. Krůtí a kuřecí prsní svaly označené za nepoživatelné kvůli cyanóznímu pH 6, 1 – 6, 2 a L^* hodnotě 45 (30 min po poražení) navzájem s pH 6, 3 a L^* hodnotou 39 – 40 lze použít jako mezní body pro pH nebo L^* hodnotu v souvislosti s testováním na DFD (Mallia *et al.*, 2000).

Zvolení nižší L^* hodnoty může vést při zpracování k přijímání většího množství PSE masa. Pokud se použije vyšší hodnota světlosti pro mladé krůty (např. $L^* > 51$), tak bude minimálně 6 – 17 % podílu masa klasifikováno jako PSE (Barbut, 1997).

3.4.2.5 Četnost výskytu PSE a DFD vady v drůbežích prsních svalech

V kanadském drůbežářském průmyslu se výskyt PSE v prsních svalech mladých krůt pohybuje mezi 18 – 34 %, u dospělých krůt je to 5 – 41 % a kuřecí brojleři jsou postiženi v 0 – 28 % (Barbut, 1997), zatímco asi 10 % populace kuřat vykazuje cyanózu a DFD vadu (Mallia *et al.*, 2000). V USA je výskyt vadných (PSE) krůtích prsních svalů od 30 do 41 % (Owens 2000) a 37 až 47 % u brojlerových kuřat (Woelfel *et al.*, 2002). V Anglii bylo PSE zjištěno asi u 20 % vyšetřených kuřecích brojlerů (Wilkins *et al.*, 2000). V Polsku se průměr PSE a DFD masa odhaduje na 6 až 20 % (Niewiarowicz *et al.*, 1978).

3.4.2.6 Mikrobiologie PSE a DFD masa

Mikrobiální odolnost kuřecích PSE a DFD svalů se liší v závislosti na hodnotě pH, nižší je u DFD svalů. Nízké pH je nežádoucí pro mikroflóru, zejména proteolytickou, čímž je prodloužena trvanlivost výrobku. Zvýšené pH nezvyšuje růst organismů, které způsobují kažení, ale snižuje lag fázi nebo čas, kdy se organismy připravují na fázi růstu (Allen *et al.*, 1997). Podobný průběh se ukázal u psychrotrofní populace (konkrétně u *P. fluorescens*) ve skupině kuřecích prsních svalů s PSE a DFD, která byla uložena na pozorování po dobu 1 a 7 dnů a u níž došlo rychlejším tempem k produkci nepříjemného pachu v DFD kuřecích filetech ve srovnání s PSE masem. Ve vztahu ke krutímu masu je v tomto ohledu nedostatek podobných informací. Bylo pouze prokázáno, že mikrobiologický profil (*Salmonella*, koliformní bakterie, *E. coli* a aerobní MO) a histopatologické profily masa krůt nepoživatelných kvůli cyanóze se nelišily od jatečně upravených těl, která prošla kontrolou. Proto by JUT s cyanózou měla být vhodná pro lidskou spotřebu i pro další zpracování (Mallia *et al.*, 2000).

3.4.2.7 Strategie vedoucí ke zlepšení funkční kvality PSE a DFD masa

Bez ohledu na to, co PSE způsobuje, snaží se zpracovatelé, kteří se setkávají s takto vadným masem zjistit, co mohou udělat pro to, aby jej mohli ve svých výrobcích používat bez omezení následného výnosu nebo kvality. Pokud lze PSE maso před dalším zpracováním vytřídit, může být dále použito se speciálními přípravky, které obsahují přísady pro obnovení kvality (barvy) masa a funkce proteinů, což zajistí snížení ztráty výnosu a zlepšení textury (Owens *et al.*, 2000, 2000a; Sams, 1999). Míchání PSE masa (asi 10 %) s masem normálním může umožnit správné využití bílkovin a dalších živin obsažených v masu s vadou (Barbut, 1998).

Problémem bývá i to, že špatná funkce proteinů v PSE masu způsobuje sníženou vaznost ve vytvořených produktech. Tyto výrobky je pak nutné opětovně zabalit, což dále zvyšuje náklady (Lesiów *et al.*, 2003).

Využití masa s vadami je omezené. Snížená schopnost vaznosti vody v masu je výsledkem poškození bílkovin z důvodu nízkého pH svalu brzy po poražení. Předpokládá se, že toto poškození je alespoň částečně vratné úpravou pH nebo iontových sil v masu pomocí solí, fosfátů nebo jiných přísad (Woelfel, 2002).

Jediná strategie, která je v dnešní době k dispozici, je použití bledého masa do výrobků, jejichž kvalitu přísad PSE masa neovlivní (mělněné, obalované karbanátky)

nebo do výrobků obsahujících přísady nebo předpoklady k obnovení funkce bílkovin a vaznosti vody. Zkušenosti ukázaly, že použití PSE masa je nejproblematictější u celých kusů masa, kde nebylo použito ani malé množství soli nebo fosfátů. To jsou látky, které pomáhají zadržovat vodu v mase a tím snížit ztráty při čištění a následném vaření. Pokud bylo PSE maso zpracováno do zmíněných výrobků s použitím uvedených přísad, bude dopad použití masa s touto vadou podstatně snížen.

Kuřecí svaly s DFD jsou vzhledem k vysoké hodnotě pH mikrobiologicky nestabilní a měly by být proto rychle zapracovány do tepelně opracovaných produktů (Lesiów, 2003).

Použití marinád za účelem zlepšení funkční kvality PSE masa

V posledních letech jsou studovány marinády, které by mohly poskytnout širší využití PSE masa v konkrétních produktech. V ideálním případě by tyto marinády mohly být použity na všechna masa a napravit PSE maso, aniž by měly nepříznivý vliv na maso normální (Alvarado, 2007).

Nejčastěji používané drůbeží marinády obsahují sůl a tripolyfosfát sodný, u něž bylo prokázáno zvýšení výtěžnosti a zlepšení vaznosti, dále také zlepšení barvy a textury. Kromě množství soli je také důležitá její čistota, protože znečištěné soli mohou narušit kvalitu výsledného produktu (Alvarado, 2007).

Několik zpracovatelských zařízení drůbežího masa začalo používat kyselější (pH~4) typy marinád, jako je laktát sodný, citrát sodný a diacetát sodný (samostatně nebo v kombinaci) v boji proti růstu *Listeria monocytogenes*. Kyselé marinády mohou však ve srovnání s použitím solí a tripolyfosfátu způsobit problémy s kvalitou masa vzhledem k jejich nízkému pH (Alvarado, 2007).

Marinády mohou být do produktu vpraveny nástřikem nebo ponořováním. Ponořování, nejstarší způsob se sestává z ponoření masa do marinády a umožňuje pronikání přísad do masa pomocí difúze. Tato metoda je pro masný průmysl nespolehlivá, protože neposkytuje rovnoměrně rozdělení složek, což není praktické, protože je pak vyžadována delší doba zpracování a omezeno množství přidané marinády (Xargayo, 2001). Vstřikování marinády je možná nepoužívanější metodou, protože umožňuje dávkování přesného množství marinády, zajišťující srovnatelné produkty bez

časové ztráty potřebné pro ponoření (Xargayo, 2001). Při vstřikování marinády jsou do výrobku vpichovány jehly nebo sondy (Smith, 2001).

Alvarado a Sams (2003) zkoumali využití soli a fosfátů jako nápravu pro PSE prsní maso brojlerů. Bez ohledu na nakládání do fosfátové marinády, nebyla vaznost PSE masa obnovena na úroveň kontrolní skupiny.

Nicméně Gorsuch a Alvarado (2010) uvedli, že marinování s fosfáty o vysokém pH (pH~11) může snížit výskyt vlastností typických pro méně kvalitní maso (jako je maso PSE), aniž by došlo ke změně chuti, zvýšenému rozvoji oxidace nebo snížení trvanlivosti.

Mnoho fosfátů není snadno rozpustných ve většině slaných roztoků marinád, proto se fosfáty běžně rozpouští ve vodě o pokojové teplotě před přidáním soli a poté se před použitím ochladí. Některé z nových komerčních směsí fosfátů však není třeba vkládat do roztoku před solí, vzhledem k modifikacím, které u nich zvyšují rozpustnost. Nadbytek přísady fosfátů může způsobit „mýdlovou“ příchut', gumovou strukturu a špatnou barvu (Keeton, 2001).

Přestože mají fosfáty velké funkční vlastnosti v drůbežím mase, tak spotřebitelé v poslední době vnímají jejich užití jako negativní. Dalšími přísadami, které mají využití jako náhrada fosfátů, jsou citrát sodný a karagenany, které zvyšují vaznost vody (Alvarado, 2007).

3.4.2.8 Metody vedoucí ke snížení výskytu PSE a DFD masa

Budoucnost má jak dlouhodobé, tak krátkodobé strategie na problém citlivosti ke stresu a PSE drůbežního masa. Snížení genetických příčin, které způsobují vznik PSE masa, vyžaduje dlouhotrvající výzkum. Omezením okolních stresorů je možné snížit výskyt vadného masa, i když tento způsob problém zcela neeliminuje. Z tohoto důvodu mohou být omezení stresových faktorů v průběhu chovu i před porážkou a rychlost metody chlazení poražených těl hlavním cílem chovatelů i zpracovatelů potravin (Sams, 1999).

Snížení stresu, rychlé zchlazení a zvláštní metody zpracování obnovující funkce bílkovin, zejména vaznost vody vytříděného PSE masa, mohou být nástroji snižujícími ekonomické ztráty a zlepšujícími efektivitu drůbežního průmyslu (Lesiów, 2003).

Taktéž byly jako prostředek ke snížení výskytu PSE masa u prasat a drůbeže zkoumány screeningové metody. Použití halotanu bylo účinné při určování prasat

nesoucích genetickou vadu v RYR, která jsou proto náchylnější ke stresu a tedy i citlivější k rozvoji PSE masa. Odhaduje se, že pouze 20 – 40 % problémů s PSE u prasat lze vysvětlit spojením s genetickou vadou. Zbytek případů je pravděpodobně způsoben okolním prostředím (Wheeler *et al.*, 1999; Owens *et al.*, 2000, Cavitt *et al.*, 2004).

3.5 Faktory ovlivňující kvalitu drůbežního masa a rozvoj vad

Kvalitu drůbežního masa mohou ovlivnit jak jednotlivé faktory, tak i jejich soubor (Jaturasitha *et al.*, 2008). Tyto faktory mohou být buď vnitřního původu (druh, plemeno, typ svalů, pohlaví, genetický původ a věk v době porážky (Mourot, 2008) nebo vnějšího původu (podmínky během chovu a při porážce, krmení, technologické ošetření a postmortální biochemické změny) (Tougan *et al.*, 2013).

Výskyt PSE drůbežního masa závisí na genetice, ale také na předsmrtných a posmrtných stresových faktorech, které zahrnují teplotu prostředí, přepravu, předporážkové zpracování, chladicí režim a rychlost nástupu *rigoru mortis* (Fletcher, 1992; McKee a Sams, 1998; Solomon *et al.*, 1998).

3.5.1 Faktory vnitřního původu

3.5.1.1 Vliv genotypu na kvalitu masa drůbeže

Genetický typ může silně ovlivnit několik kvalitativních vlastností drůbežního masa. Na genetickém typu závisí rychlost a amplituda poklesu pH. Berri *et al.* (2001) a Le Bihan-Duval *et al.* (2008) pozorovali určité rozdíly v postmortálním biochemickém vývoji mezi různými genotypy stejně starých kuřat. Tito autoři zjistili, že selekce vedoucí k rychlejšímu růstu nebo svalovému vývoji, měla u těchto kuřat za následek pomalejší pokles pH po porážce a zároveň vedla k vyšší hodnotě konečného pH svalu.

Kromě toho Debut *et al.* (2003) zjistili při porovnání kvality prsního a stehenního masa (pokles pH, barva, ztráta odkapem a výtěžnost po kuchařské úpravě) výrazné rozdíly ve většině kvalitativních ukazatelů masa mezi pomalu rostoucí francouzskou linií a rychle rostoucí standardní linií kuřat vystavených různým stresovým podmínkám před porážkou.

Na základě biochemických a funkčních vlastností rozdělili Brook a Kaiser (1970) svalová vlákna do tří skupin: pomalu smrštitelná oxidativní (STO), rychle

smržitelná oxidativně-glykolytická (FTO) a rychle smržitelná glykolytická (FTG). Jaturasitha *et al.* (2008) zjistili, že všechny uvedené typy vláken se mezi genotypy lišily svým průměrem.

Bylo zjištěno, že selekcí pro rychlejší růst a vyšší výnos je ovlivněna sensorická a funkční kvalita masa (Dransfield a Sosnicki, 1999; Le Bihan-Duval *et al.*, 2008) nicméně rozdíly v kvalitě se mohou vyskytovat i ve skupinách rychle a pomalu rostoucích brojlerů. Významné rozdíly v postmortálním metabolismu mezi různými genetickými typy mají dopad na vaznost vody masa v syrovém stavu (Jehl *et al.*, 2001). Výrazná exsudace syrového masa vede k rychlejšímu poklesu pH po porážení (Debut *et al.*, 2003). Maso získané z pomalu rostoucích kuřat mívá tendenci k déle trvajícimu *rigoru mortis*, který je zároveň provázen nižším konečným pH. Fanatico *et al.* (2005) provedli hodnocení kvality masa u genotypu pomalu rostoucích brojlerů, která naznačila, že ztráty odkapem a při vaření byly výrazně ovlivněny genotypem, přičemž nejvyšší ztráty byly pozorovány u pomalu rostoucího genotypu a nejnižší naopak u středně a rychle rostoucích genotypů. Tyto výsledky se shodují s těmi, které zjistili Debut *et al.* (2003). Lonergan *et al.* (2003) také zjistili vyšší kuchařskou ztrátu u pomalu rostoucích brojlerů ve srovnání s rychle rostoucími.

Co se týká technologické kvality, tak genotyp výrazně ovlivňuje fyzikálně - chemické a sensorické vlastnosti kuřecího masa. Castellini *et al.* (2006) při srovnávání dvou kuřecích genotypů (Ross 205 a Kabir) chovaných v podmínkách ekologického zemědělství zjistili, že maso z kuřat Ross vykazovalo vyšší hodnoty reaktivní thiobarbiturové kyseliny a tyto hodnoty byly v negativní korelaci ke světlosti a žlutosti. Kromě toho Quentin *et al.* (2003) zjistili u kuřat, že světlost (L^*), červenost (a^*) a žlutost (b^*) prsního a stehenního masa se mezi genotypy výrazně lišily. Roy *et al.* (2007) uvádí, že genotypy pomaleji rostoucích kuřat vykazovaly nižší poměr bílého masa k tmavému oproti konvenčním brojlerům a jsou proto vybírání k produkci tmavšího masa spíše než bílého

Fanatico *et al.* (2005) poukázali na to, že sušina prsní svaloviny, tuk a obsah popela jsou z velké části ovlivněny genotypem.

3.5.1.2 Genetické faktory ovlivňující výskyt PSE u drůbežního masa

Výskyt PSE v drůbežích prsních svalech může být výsledkem vyšší rychlosti svalového metabolismu v důsledku zvýšeného stresu před porážkou, který je v přímé souvislosti s genetickými faktory (Lesiów *et al.*, 2003).

V bledých krůtích svalech je rychlost glykolýzy téměř dvakrát vyšší než u zdravých svalů (Sosnicki *et al.*, 1998). Zdá se, že předsmrtná citlivost na stres v kombinaci s glykolytickým metabolismem vede v krůtích a kuřecích prsních svalech k urychlenému procesu *rigoru mortis*. Nástup *rigoru mortis* v krůtích prsních svalech (ATP <1,0 $\mu\text{mol} / \text{g}$) se může objevit při hodnotě pH přibližně 5,7 již po 20 až 30 min od porážení (Pietrzak *et al.*, 1997). Zrychlený vývoj *rigoru mortis* v kombinaci se špatnou vazností masa a bledou barvou svědčí o mase PSE (Lesiów *et al.*, 2003).

Bledé, měkké a vodnaté prsní maso brojlerů se liší od PSE u krůt, kde se denaturace bílkovin nezdá být hlavní příčinou bledosti a nízké vaznosti vody (Van Laack *et al.*, 2000).

Drůbež byla stejně jako prasata podrobena intenzivnímu genetickému výběru pro rychlejší svalový růst. Tento genetický výběr má u drůbeže za následek častěji pozorovaný stresový syndrom (PSS – prasečí syndrom stresu) nebo myopatické příznaky. Stresový syndrom v drůbežích prsních svalech je způsoben mutací v kalciovém kanálu vratných proteinů (a- a b- ryanodinové receptory, RYR), které řídí uvolnění Ca^{2+} ze sarkoplazmatického retikula (Sams, 1999; Solomon *et al.*, 1998). Kolísání množství vápenatých iontů zrychluje metabolismus a zvyšuje tělesnou teplotu. Vysoká teplota těla je příčinou dalšího názvu pro stresový syndrom – maligní hypertermii (MH). Genetická mutace v RYR vratných proteinů způsobuje citlivost ptáků k anestetikům, jako je halotan nebo k depolarizujícím látkám, jako je sukcinylcholin, které jsou homozygotní k recesivnímu PSS/MH genu (známému také jako halotan gen). Ztuhlost svalů, zvýšení tělesné teploty a větší produkce kyseliny mléčné, mohou charakterizovat reakci na halotan. V krůtích svalech citlivých na halotan testy častěji ukazují výskyt PSE vady ve srovnání s ptáky, kteří jsou k tomuto anestetiku tolerantní (Owens *et al.*, 2000; Sams, 1999).

Rychlý růst svalů, zejména u krůt, je spojen s atrofií vláken a ztrátou pojivové integrity (Sosnicki a Wilson, 1991). Pojivová tkáň (endomysium) propojená s jednotlivými svalovými vlákny nemůže držet krok s rychlým růstem svalových vláken a ve výsledku je méně rozvinutá a nezralá (Swatland, 1990). Nekróza vláken a výskyt

ohniskové (fokální) myopatie (FM) u drůbeže dokazuje, že sval přerostl vlastní nosný systém. Navzdory podobnosti histopatologické změny není však jisté, že je FM příčinou PSE u krůt. FM je abnormalita vznikající až po smrti zvířete, zatímco PSE se vyvíjí v důsledku podmínek a procesů působících jak před porážkou, tak po ní. Proto se drůbeží maso může projevovat tak, že jej lze hodnotit jako PSE nebo ohniskovou myopatii (Solomon *et al.*, 1998).

K dalším prvkům, které souvisejí s moderním drůbežnictvím patří lepší účinnost krmiva a také lepší organizace chovu. V průběhu posledních 20 až 30 let se hmotnost brojlerů, krocanů a krůt téměř zdvojnásobila. Rychleji rostoucí nebo těžší ptáci se ukázali být více citliví na tepelný stres, vyznačující se velkou metabolickou produkcí tepla, zvýšením tělesné teploty a úmrtností (Mills *et al.*, 1999).

Kromě toho došel Mahon (1999) k závěru, že komerční linie krůt vybrané pro lepší růst vykazují větší výskyt svalových abnormalit než neselektované linie krůt.

3.5.1.3 Vliv typu svalu a svalových vláken na kvalitu masa drůbeže

Prsní a stehenní svalovina kuřat představuje nejvyšší podíl jatečně upraveného těla a liší se svým chemickým složením a technologickou a senzoricou kvalitou (Oluyemi a Roberts, 2000).

Oluwatosin *et al.* (2007) zjistili, že stehenní svaly jsou poměrně lépe zásobovány živinami, než prsní svaly všech zkoumaných kohoutků. Tento vliv typu svalu na kvalitu masa byl zjištěn také několika dalšími autory jako Oluyemi a Roberts (2000), Berri *et al.* (2007) a Jaturasitha *et al.* (2008), kteří sledovali změny u kuřat a Baéza (2006), Woloszyn *et al.* (2006) a Huda *et al.* (2011), jež se zaměřili na kachní maso. Během poporážkového uskladnění při teplotě mezi 4 až 12 °C se světlost (L*) a žlutost (b*) kuřecích prsou zvyšovala, zatímco červenost (a*) se snižovala (Petracci a Fletcher, 2002). Tato změna barvy v období po usmrcení může být v důsledku změny koncentrace barviv, jejich chemického stavu a způsobu, jakým se světlo odráží od masa (Abdullah a Matarneh, 2010).

Tmavé svaly obsahují převážně vlákna STO, zatímco světlé svaly obsahují naopak především FTG vlákna (Tougan, 2013). Lengerken Von *et al.* (2002) zjistili obsah FTG v prsní svalovině brojlerů a kuřat 99,5 a 99,8 %.

3.5.1.4 Vliv pohlaví na kvalitu masa drůbeže

Pohlaví má vliv na několik parametrů kvality kuřecího masa (Le Bihan-Duval *et al.*, 1999; Mehaffey *et al.*, 2006; Jaturasitha *et al.*, 2008).

López *et al.* (2011) zjišťovali hodnoty pH prsní svaloviny u obou pohlaví 24 h od poražení. U samic brojlerů bylo naměřeno nižší pH₂₄ (5,87). Tento rozdíl v pH může být způsobem rozdílným obsahem glykogenu ve svalech. Gigaud *et al.* (2007) pozorovali vliv pohlaví na míru glykogenu; ta byla důležitější u samicího pohlaví s nižším pH. Stejný autor také zjistil, že samice brojlerů projevovaly vyšší žlutost (b*) než samci. Stejný vliv pohlaví na barvu kuřecího masa zjistil také Fanatico *et al.* (2005).

Kromě toho bylo maso samic méně exsudativní a jemnější než maso samců (Debut *et al.*, 2003; Berri, 2000).

Studie Abdullah a Matarneh (2010) zaměřená na vliv hmotnosti jatečného těla, pohlaví a věku na kvalitativní znaky prsní svaloviny brojlerů prokázala, že ztráta při vaření byla pohlavím více ovlivněna v případě samic (27,8 %) než u samců (26,7 %), zatímco jatečná těla samců vykazovala vyšší ztráty způsobené rozmrazáním, než v případě samic. Tyto vyšší ztráty při rozmrazování v případě samců mohly mít podle autorů příčinu ve vyšším obsahu přijaté vlhkosti samčího masa kvůli rozdílné tloušťce prsou nebo prostoru mezi svalovými vlákny. Naproti tomu tito autoři nezjistili žádný vliv pohlaví na vaznost vody, barvu a chemické složení masa. Podobně i Lopez *et al.* (2011) nezjistili u brojlerů rozdíly v pohlaví ve vztahu k hodnotám střížné síly. Sunday *et al.* (2010) zjistili, že obsah lipidů byl vyšší u samic než u samců, zatímco obsah hrubého proteinu byl významně vyšší u samců oproti samicím. Kromě toho tito autoři zjistili i interakci mezi genotypem a pohlavím, které významně ovlivňovaly obsah hrubého proteinu a lipidů. Podobně i Bogosavljevic - Boskovic *et al.* (2010) uvedli, že u stejně starých brojlerů měli samci vyšší obsah proteinu ve svalech končetin než samice, přičemž obsah tuku a sušiny byl významně vyšší u samic než u samců. Výsledky získané od Holcman *et al.* (2003) také potvrdily významný vliv pohlaví brojlerů na kvalitu masa (samice měly vyšší obsah tuku než stejně staří samci). Kromě toho má pohlaví kuřete vliv na profil mastných kyselin v kuřecích svalech (Brunel *et al.*, 2006).

Nicméně Konrád a Gaál (2009) zjistili, že pohlaví má významný vliv pouze na obsah popelovin, když testovali stehenní maso žlutého maďarského kohoutka a slepice

z volného výběhu ve stáří 84 dnů. U kohoutka byl zjištěn vyšší obsah popela (0,98 %) oproti slepici (0,89 %).

3.5.1.5 Vliv věku při porážce na kvalitu masa drůbeže

Složení kuřecího svalu a technologická kvalita jeho masa se s přibývajícím věkem mění. Maso mladších kusů má méně výraznou chuť oproti starším kusům, zatímco jeho jemnost a šťavnatost jsou výraznější (Gigaud *et al.*, 2008; Fletcher, 2002).

Berri *et al.* (2005) uvedli, že obsah glykogenu v kuřecím prsním svalu se s přibývajícím věkem zvířat snižoval. Kromě toho bylo u starších zvířat zjištěno vyšší množství kolagenu a jeho horší rozpustnost. Snížení jemnosti kuřecího masa během růstu svalů tak může být způsobeno strukturální změnou kolagenu (Nakamura *et al.*, 2004). Podobný vliv věku na chuť, jemnost a šťavnatost pozorovali i Owens *et al.* (2000) u krůtího masa.

Drůbeží prsní maso mělo typicky tendenci tmavnout a červenat s přibývajícím věkem kvůli narůstajícímu obsahu myoglobinu ve svalech (Fletcher, 2002).

Janisch *et al.* (2011) uvedli, že elektrická vodivost, světlost, ztráta grilováním a hodnota střížné síly se s rostoucím věkem zvyšovaly, ale ztráta odkapem a a^* hodnota klesaly.

Kromě toho stáří kuřat silně ovlivňuje nutriční kvalitu masa skrz profil mastných kyselin obsažených v mase (Brunel *et al.*, 2006). Podobně může být věkem zvířete ovlivněn i obsah sušiny v mase. V thajských studiích od Wattanachant (2008) byly sledovány změny ve skladbě, struktuře, vlastnostech svalových bílkovin a kvalitě masa thajských kuřat během jejich růstu mezi 6 a 24 týdny věku a bylo zjištěno, že se vlhkost ve svalech snižovala z hodnoty 77,8 na 71,6 %, zatímco obsah tuků rostl z hodnoty 1,35 na 3,90 % a obsah bílkovin z 21,5 na 24,0 %. Stejně pozorování provedli Suchý *et al.* (2002) při zaměření na chemické složení svalů u hybridních brojlerů kuřat během prodlouženého výkrmu. Podobně také De Marchi *et al.* (2005) zjistili významné rozdíly v obsahu proteinů padovanských kuřat porážených ve stáří 150 a 180 dnů, kdy byl větší obsah proteinů zaznamenán při porážení starších kuřat.

3.5.1.6 Vliv živé hmotnosti na kvalitu masa drůbeže

U stejně staré drůbeže může živá hmotnost ovlivnit skladbu jatečného těla a kvalitativní vlastnosti masa. Variabilita v hmotnosti kuřat může hrát také velkou roli v průběhu zpracování (Gigaud *et al.*, 2007).

Bylo zjištěno, že těžší kuřata vykazovala nižší pH_{ult} , červenější prsní svalovinu, vyšší ztrátu odkapem, nižší výnos a významnější množství intramuskulárního tuku (Tougan, 2013).

Bianchi *et al.* (2006) zjistili, že těžší ptáci (> 3,3 kg) poskytovali tmavší prsní maso ($L^* = 51,67$) než lehčí ptáci (<3,0 a 3,0 kg), kteří vykazovali hodnotu $L^* = 52,63$, při hmotnosti 3,3 kg byla zjištěna hodnota $L^* = 52,84$ ($p < 0,001$).

Abdullah a Matarneh (2010) zjišťovali vliv hmotnosti jatečných těl, pohlaví a věku na kvalitativní znaky prsního masa brojlerů a z jejich studie vychází, že lehčí jatečná těla měla vyšší procentuální ztrátu při rozmrazování prsních svalů, zatímco vyšší hodnoty střižné síly byly zaznamenány v prsních svalech těžších jatečných těl. Tato skutečnost může být způsobena výraznější denaturací svalových bílkovin u lehčích jatečných těl ve srovnání s těžšími kusy. Jatečná hmotnost kuřat je rozhodující pro kvalitativní znaky masa (Tougan, 2013).

3.5.2 Faktory vnějšího původu

3.5.2.1 Vliv produkčního systému na kvalitu masa drůbeže

Způsob chovu kuřat ovlivňuje kvalitativní vlastnosti jejich masa. Studie provedena Fanatico *et al.* (2005) byla zaměřena na hodnocení kvality pomalu rostoucího genotypu kuřat, která měla či neměla přístup do venkovního výběhu. Výsledky naznačily, že rozdíly mezi jednotlivými produkčními systémy se projevily zejména rozdílnou sensorickou kvalitou masa. Ve skutečnosti z jejich studie vychází, že hlavní vliv venkovního přístupu se projevoval vyššími hodnotami ve žlutosti masa u pomalu rostoucího genotypu ($p < 0,05$), ne však u komerčního rychle rostoucího genotypu (F) ($p > 0,05$).

Mikulski *et al.* (2011) zjistili, že barva prsní a stehenní svaloviny kuřat chovaných s venkovním přístupem byla výrazně tmavší ve srovnání s ptáky chovanými bez možnosti volného venkovního pohybu. Změny v barvě masa v této studii byly doprovázeny také lepší vazností vody prsní svaloviny a nižší šťavnatostí prsou pocházejících od kuřat s možností volného výběhu.

Fanatico *et al.* (2005) zjistili, že když měly pomalu rostoucí genotypy kuřat přístup do venkovního prostředí, tak odkapová ztráta jejich masa výrazně vzrostla, u těch, která přístup do venkovního prostředí neměla, se projevilo pouze nepatrný vliv produkčního systému na vaznost masa.

Střížná síla masa se také měnila v závislosti na podmínkách produkčního systému. Studie Castellini *et al.* (2006) zaměřená na vliv ekologického produkčního systému na jatečná těla brojlerů a kvalitu jejich masa ukázal, že produkční systém měl vliv na hodnoty střížné síly, jež dosahovaly vyšších hodnot buď v prsním, nebo stehenním mase zvířat z ekologických podmínek chovu. Rozdíl byl pravděpodobně způsoben v důsledku jejich větší pohybové aktivity.

Z hlediska nutriční hodnoty může být na systém produkce vázán obsah tuku, protože ekologický systém chovu jeho obsah v kuřecím prsním mase snižuje trojnásobně (Brunel *et al.*, 2006). Konvenční způsob chovu porovnával Castellini *et al.* (2006) s ekologickým na kuřatech ve stáří 56 a 81 dnů a z jeho studie vychází, že u starších kuřat z konvenčního chovu byl pozorován obsah tuku 2,37 % ve srovnání s kuřaty z ekologických podmínek, jež vykazovala obsah tuku průměrně 0,74 %. To znamená, že ekologické systémy chovu jsou z nutričního hlediska velice zajímavé a to nejen proto, že umožňují získat maso s menším obsahem tuku (Konrád a Gaál, 2009), ale také maso více bohaté na železo a bílkoviny (Bogosavljevic-Boskovic *et al.*, 2010). Kromě toho může být chovným systémem ovlivněn i obsah sušiny kuřecího masa (Brunel *et al.*, 2006).

Mikulski *et al.* (2011), kteří se zabývali rychlostí růstu, vlastností jatečných těl a kvalitou masa rychle a pomalu rostoucích kuřat chovaných v otevřených i uzavřených podmínkách chovu zjistili, že prsní maso kuřat z volného chovu obsahovalo významně větší obsah sušiny a bílkovin, než prsní maso kuřat z uzavřeného systému chovu. Podle Fletcher (2002) mohou být změny v obsahu sušiny a ve šťavnatosti masa způsobeny tím, že ptáci z volného ustájení mají mnohem více pohybové aktivity, než kuřata chovaná konvenčně bez přístupu do venkovního prostředí. Fanatico *et al.* (2005) uvádí, že procenta obsahu sušiny prsní svaloviny, tuku a popela byla z velké části ovlivněna ($p > 0,05$) přístupem do venkovního prostředí.

Stručně řečeno může být maso kuřat z volného výběhu tmavší, mít vyšší obsah bílkovin a lepší vaznost vody, ale může být také méně šťavnaté než maso ptáků chovaných v uzavřených podmínkách chovu (Tougan, 2013).

3.5.2.2 Vliv složení krmiva na kvalitu masa drůbeže

Způsob krmení je velmi důležitý faktor ovlivňující kvalitu masa, protože složení krmiva může silně ovlivnit nebo změnit vlastnosti kuřecího masa

(Jaturasitha *et al.*, 2008), včetně profilu mastných kyselin (Brunel *et al.*, 2006). Senzorické vlastnosti kuřecího masa závisí na konkrétních surovinách použitých v krmivu, jako jsou vitamíny, olej, rybí moučka a další (Sauveur, 1997). Sauveur, (1997) také zjistil, že maso brojlerů krmných potravou silně bohatou na cukry bylo jemnější než maso pocházející od kontrolní skupiny brojlerů.

Studie, kterou provedli Garcia *et al.* (2005) byla zaměřena na nahrazení kukuřice v krmivu drůbeže čirokem. Tato změna se neprojevila pouze negativní korelací mezi poklesem pH masa a nahrazením kukuřice čirokem, ale začlenění čiroku do krmné dávky ovlivnilo také barvu masa jeho větší bledostí.

Baracho *et al.* (2006) uvádí, že krmné doplňky s různým množstvím vitamínu E (α -tokoferol acetát) vedly k výraznému rozdílu v chemickém složení a sensorických vlastnostech masa. Provedenou analýzou tito autoři zjistili, že hladina svalového α -tokoferolu kuřat krmných doplňky stravy byla 6-7 krát vyšší ve srovnání s kuřaty krmnými kontrolní stravou. Kromě toho se ukázalo, že dodatečný přísun vitamínu E měl příznivý vliv na sensorické údaje a na oxidační stabilitu masa, která byla měřena kyselinou thiobarbiturovou. GC-MS analýza z jejich studie také ukázala, že koncentrace aldehydů, kterým je přisuzována zodpovědnost za vznik žluklé pachutě, byla mnohem výraznější u kontrolních vzorků, než u těch s přidavkem doplňků ve stravě.

Shen *et al.* (2005) ve své studii zjistili, že přidavek kyseliny α -lipoové do stravy může snížit obecně zhoršenou kvalitu bledého, měkkého a vodnatého (PSE) masa.

Práce provedena Guillevic *et al.* (2009) byla zaměřena na přidavek lněného semínka do krmiva rychle rostoucích kuřat a krůt a jeho vliv na nutriční kvalitu masa. Výsledky ukázaly, že podíl mono nasycených mastných kyselin ve stehenním mase kuřat krmných stravou s přidavkem lněného semínka se výrazně snížil ($p < 0,05$) v porovnání s kuřaty, která byla krmena kontrolní stravou (bez přidavku lněného semínka). Obsah polynenasycených mastných kyselin byl také výrazně ovlivněn typem stravy a projevil se vyšším obsahem polynenasycených mastných kyselin v mase kuřat krmných stravou s přidavkem lněného semínka. Kromě toho se obsah n-3 PUFA zvýšil 2,3 krát ve stehenním mase a 2,1 krát v prsní svalovině kuřat, jež byla krmena stravou s přidavkem lněného semínka, oproti stehenní a prsní svalovině ptáků krmných kontrolním krmivem ($p < 0,001$).

Groom (1990) zjistil, že vyšší obsah lyzinu ve stravě kuřat může vést k vyššímu výnosu prsní svaloviny a vyššímu obsahu břišního a viscerálního tuku.

3.5.2.3 Vliv předporážkové teploty a doby ustájení na kvalitu masa drůbeže

Podle Gordon a Charles (2002) mohou výkyvy teplot ovlivnit změny kvality jatečných těl. Teplo může vést k nárustu břišního (abdominálního) tuku a naopak při nízkých teplotách se v mase ukládá méně tuku.

Bianchi *et al.* (2006) provedli studii k určení vlivu genotypu, obchodní živé hmotnosti, času přepravy, doby ustájení a teploty na barvu prsních řízků brojlerů v italském zpracovatelském závodě. Jejich výsledky ukázaly významné ovlivnění barvy masa teplotou. Prsní řízky z ptáků držených při teplotách nižších než 12 °C byly tmavší ($L^* = 51,32$) než řízky získané z ptáků držených při teplotách od 12 do 18 °C ($L^* = 52,85$) nebo vyšších než 18 °C ($L^* = 53,11$) ($p < 0,001$). Kromě toho při zvyšujících se teplotách ustájení a^* , b^* , C^* a H^* hodnoty prsního masa klesaly. Nejkratší doba ustájení (<6 h) vyvolala nejvyšší ($p < 0,05$) L^* hodnotu (52,84) ve srovnání s dobou od 6 do 9 h a delší než 9 h ($L^* = 52,12$ respektive 52,04). Petracci *et al.* (2001) také uvedli významně nižší hodnotu a^* prsního masa (2,48 oproti 3,04) u brojlerů držených při vyšších teplotách (34 °C oproti 25 °C).

3.5.2.4 Vliv tepelného stresu na vznik PSE a DFD vady u krůt

Teploty prostředí mohou hrát u předsmrtného stresu a následně i v jakosti masa významnou roli. Chronický nebo akutní teplotní stres je jedním z hlavních předporážkových stresů, protože bývá spojen s dalšími fyzikálními stresory ptáků, jako je shlukování během odchyty a přepravy či držení před porážkou. Tepelný stres u drůbeže byl značně studován a výzkum obecně ukázal, že těžší ptáci jsou citlivější na teplo a vysokou vlhkost (Bohren *et al.*, 1982; Mills *et al.*, 1999; Lu *et al.*, 2007). Při vysokých teplotách je chlazení evaporací primárním mechanismem tepelné ztráty u ptáků, nicméně při vysokých teplotách a vysoké relativní vlhkosti je evaporační chlazení narušeno, tím je ztíženo rozptýlení tepla u ptáků, což vede k jejich zneklidnění (Yahav *et al.*, 1995).

Stejný vliv na kvalitu masa u krůt zaznamenali McKee a Sams (1998), kteří zjistili, že prsní maso z krůt stresovaných působením tepla vykazovalo nižší počáteční a konečné postmortální hodnoty pH a vyšší rychlost postmortálního poklesu pH ve srovnání s nestresovanými zvířaty.

Průmysl krůt vykazuje značné ztráty výtěžku v důsledku snížené schopnosti zadržovat vodu v čase časného letního období, kdy jsou teploty prostředí vyšší. Delší sezónní tepelný stres u krůt (38 °C den / 32 °C noc) měl přímou souvislost s vyšší kyselostí svalů, jejich světlejší barvou a vyšší ztrátou odkapem a vařením, ve srovnání se svaly nestresovaných kusů ptáků (McKee a Sams, 1997). Prsní svaly krůt vystavených před porážkou teplotě 40 °C po dobu jedné hodiny měly světlejší barvu a vyšší odkapovou ztrátu než svaly kontrolních ptáků (Northcutt *et al.*, 1994). McCurdy *et al.* (1996) ohlásili, že nejvyšší L* hodnoty byly pozorovány v letním období, zatímco nejnižší v zimě. Zdá se tedy, že největší výskyt PSE vad je v létě, především na počátku letních měsíců. Ptáci rostoucí na jaře mohou být méně tolerantní k teplu než ptáci rostoucí v létě.

Teplota svalu po usmrcení ovlivňuje dynamiku *rigoru mortis* a kvalitu masa. Zvýšená teplota (37 až 41 °C) během zpracování (15 až 20 min od porážení) urychluje vyčerpání ATP a degradaci glykogenu na kyselinu mléčnou (zrychlený metabolismus), čímž vzniká bledé a vodnaté krůtí a kuřecí prsní maso (McKee a Sams, 1998). Nicméně rozvoj *rigoru* při 41 °C zvyšuje tuhost krůtího masa.

3.5.2.5 Vliv odebrání krmiva, vody a předporážkového stresu na kvalitu masa drůbeže

Odebrání krmiva před porážkou umožňuje vyprázdnění trávicího systému a snižuje pravděpodobnost fekálního znečištění v průběhu zpracování (Shawkat *et al.*, 2008). Účinky půstu na kvalitu drůbežího masa jsou obzvláště důležité, protože odejmutí potravy 8 až 12 h před porážením je v praxi běžně prováděno. Ukázalo se, že tato praxe vedla k urychlení *rigoru mortis* a zlepšení kvality finálního produktu snížením množství glykogenu dostupného k tvorbě energie před nástupem *rigoru mortis*. Odebrání krmiva brojlerům před porážkou vede k významné redukci zásob energie ve svalech, které by mohly být použity během postmortálního metabolismu (Sams a Mills, 1993).

Savenije *et al.* (2002) mimo to uvádějí, že pětihodinový půst neměl vliv na barvu (L *, a * a b *) kuřecího masa, která byla měřena 96 h od porážení.

Podle Berri a Jehl (2001) stresování kuřat před porážkou půstem, manipulací, přepravou v bednách a extrémními teplotami vede k prudkému poklesu pH, zatímco se zvyšuje aktivita ATPázy ve svalech.

Podle Savenije *et al.* (2002) nemělo lačnění zvířat 10 h před porážkou vliv na obsah glykogenu ani na konečné pH v kuřecích prsních svalech, zatímco podle Ngoka *et al.* (1982) měl 15 h půst u krůt ve srovnání se skupinou nakrmených zvířat za následek zvýšení svalového pH a kapacity vaznosti vody (WHC) a snížení střížné síly.

3.5.2.6 Vliv zrání na kvalitu masa drůbeže

Hodnota pH a ztráta při vaření rostou úměrně se zráním masa, zatímco barva (L^* , a^* , b^* , C^* , a H^*) a Warner-Bratzlerova střížná síla klesají (Northcutt *et al.*, 2001; Bianchi *et al.*, 2006). Qiao *et al.* (2001) a Petracci a Fletcher (2002) uvedli, že doba zrání prsního masa brojlerů měla významný vliv na jeho kvalitu.

Nicméně vliv stárnutí na znaky kvality prsního masa u brojlerů zjišťovali Abdullah a Matarneh (2010) a zdá se, že vaznost, barva a chemické složení nebyly tímto faktorem ovlivněny, zatímco procentuální ztráta rozmrazováním se významně snižovala s delším časem zrání masa. Kromě toho byly hodnoty střížné síly významně vyšší u prsních řízků ve stáří 0 a 2 h. Je nepopíratelné, že délka zrání zchlazených jatečných těl je kritickým faktorem pro kvalitu kuřecího masa.

3.5.2.7 Vliv přepravy na kvalitu drůbežního masa a vznik PSE vady

Během přepravy působí na zvířata řada nepříznivých podmínek, jako je například vysoká nebo nízká teplota, vysoká vlhkost, proudění vzduchu, shlukování zvířat, vibrace, hluk, odebrání krmiva a vody a podobně. Tyto faktory významně ovlivňují konečnou kvalitu masa. Podle některých tvrzení může přeprava ovlivňovat kvalitu masa kvůli hormonálním a metabolickým reakcím kuřat na působící stresory, což vede ke ztrátě tělní rovnováhy. Naštěstí se ptáci zotavují ze stresu poměrně rychle, ale i krátké působení stresu může změnit kvalitu masa. Předporážkový stres může ovlivnit kyselost, barvu a vaznost vody v mase (Northcutt, 2001).

Krůty a brojleři jsou často přepravováni do zpracovatelských závodů 30 min až hodiny před jejich dalším zpracováním. Doprava může být pro ptáky stresující a to může následně ovlivnit kvalitu masa. Nicméně výzkum spojený s přepravním stresem a kvalitou masa u drůbeže není průkazný. Výsledky totiž ukázaly zlepšení, žádné změny, ale i snížení kvality masa (Owens a Sams, 2000; Debut *et al.*, 2003). Tyto studie se však v mnoha podmínkách lišily a to včetně času, metody zpracování, teploty prostředí a hustoty zvířat. Nicméně na základě výzkumu u prasat a drůbeže, lze dojít k závěru, že existuje potenciál ke zvýšení posmrtného metabolismu, což může

v konečném důsledku ovlivnit kvalitu masa. Proto je důležité si uvědomit příčiny vedoucí ke stresovým situacím ptáků, jako je jejich shromažďování, zvýšené teploty a doba trvání přepravy (Tougan, 2013).

Během přepravy (zvláště při teplém a vlhkém počasí) probíhá v krútích svalech okyselení, což může být v souvislosti s dalšími patologickými změnami, jako například myopatií, jejíž výskyt narůstá při stresující předporážkové manipulaci (Sosnicki *et al.*, 1998). Některé výzkumy uvádějí, že tříhodinová doprava těsně před porážkou ani čtyřhodinový odpočinek po transportu nemají na kvalitu krútích nebo kuřecích prsních svalů ve vztahu k PSE žádný vliv (Owens a Sams, 2000; Warriss *et al.*, 1987). Maso z prsních svalů krút, které byly přepravovány po dobu tří hodin, vykazovalo vyšší pH a nižší L* hodnotu (tmavší barvu) po 0,2 a 24 h od porážení ve srovnání s filety netransportovaných krút. Předpokládá se, že doprava trvající 3 h, může u zvířete vyvolat stres a s tím související zrychlení metabolismu až k bodu, kdy je ze svalů vyčerpán glykogen, což vede k vyššímu pH svalů (Owens a Sams, 2000).

Bianchi *et al.* (2006) zaznamenali významný vliv přepravy na barvu masa. Prsní řízky ptáků přepravovaných na nejkratší vzdálenost (<40 km) vykazovaly silnější zarudnutí (červenost) ($a^* = 3,59$) ve srovnání s přepravní vzdálenosti od 40 do 210 nebo >210 km ($a^* = 3,28$ respektive 3,04). Debut *et al.* (2003) však nezjistili žádné rozdíly v barvě masa mezi přepravovanými a nepřepravovanými brojlerovými kuřaty.

3.5.2.8 Vliv zpracovatelských faktorů na vznik PSE vady

PSE vada se může vyvinout při nesprávném zpracování i u nestresovaných zvířat. Na jejím rozvoji v krútím mase mají velký vliv především mrazicí podmínky. Pomalé mrazení nebo nedostatečné teploty (30 °C až 40 °C) mohou u drůbežích prsních svalů s normálním nebo zrychleným průběhem glykolýzy přispět k rozvoji PSE. Větší problém nastává u krút vzhledem k jejich větší velikosti a pomalejšímu ochlazení. Proto může rychlý proces chlazení jatečně upravených těl drůbeže, ve kterých nastává rychlý pokles posmrtného pH, do určité míry snížit vznik PSE vady (Alvarado a Sams, 2002; McKee a Sams, 1998).

4 ZÁVĚR

Drůbeží maso se ve světě těší značné oblibě a celkově se řadí na druhou příčku nejkonzumovanějšího druhu masa, ihned za maso vepřové. Spotřebitelé drůbeží maso upřednostňují z důvodu jeho výhodných dietetických vlastností, možnosti snadné a rychlé kuchyňské úpravy a v neposlední řadě také vzhledem k jeho cenové dostupnosti.

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši se zaměřením na kvalitu drůbežího masa a s tím související vznik vad, včetně faktorů, které tento rozvoj vad v drůbežím mase ovlivňují.

Při nákupu mohou být spotřebitelé odrazeni viditelnými vadami vzhledu drůbežího masa. Mezi ně se řadí zejména krváceniny a modřiny, které mohou vznikat vlivem nesprávné manipulace s drůbeží při jejím nakládání a vykládání, dále pak během zavěšování, omračování a usmrcování. Vyšší náchylnost k výskytu těchto vad může být ovlivněna také například druhem, pohlavím, hustotou zvířat, opeřením, velikostí a věkem drůbeže.

Důležitými znaky pro posouzení kvality drůbežího masa jsou jeho barva a textura. Výsledná barva je ovlivněna mnoha faktory. U barvy kůže jsou významné také odlišné preference spotřebitelů v různých částech světa, které jsou ovlivněny zejména obsahem barviv v podávaném krmivu. Hodnoty světlosti, žlutosti a červenosti drůbežího masa se mohou lišit také mezi pohlavím nebo genotypy. Na barvu drůbežího masa má vliv například i zvolený způsob omračování, obsah myoglobinu a doba skladování masa. K hodnocení textury masa se nejčastěji využívají přístrojové metody, z nichž je většina založena na mechanických zkouškách zahrnujících měření odporu potravin během působení vyšší síly, než je gravitační.

Průběh postmortálních procesů se může z různých příčin, v různém rozsahu a v rozličné intenzitě odchýlit od normálu. Pokud takový případ nastane, potýkají se pak zpracovatelé drůbeže s problémem vadného masa, tedy PSE a DFD, které patří u drůbeže mezi nejčastěji popisované odchylky.

Maso s PSE vadou se vyznačuje bledou barvou, měkkou strukturou a nízkou vazností. V souvislosti s výrobou rozšířenějšího sortimentu masných výrobků je problém s PSE vadou stále patrnější v krutím masném průmyslu. Odhaduje se, že v důsledku vysokého výskytu tohoto problému by ztráty pro jeden zpracovatelský závod

krůt v Severní Americe mohly činit 2 až 4 miliony dolarů ročně, což vede ke ztrátě více než 200 milionů dolarů v celém průmyslu zpracování krůt. Významný je však také jeho výskyt ve zpracovatelských závodech brojlerů. Posmrtné změny vedoucí k PSE vadě v krůtí svalovině jsou podobné těm, jež byly zjištěny ve svalovině prasat, kde nižší pH v důsledku rychlého metabolismu v kombinaci s vysokými teplotami jatečných těl způsobuje rozsáhlou denaturaci bílkovin. Tato výsledná ztráta funkce bílkovin je považována za primární faktor související s rozvojem PSE v maso. Využití masa s touto vadou je omezené. Jatečná těla mohou být vytríděna a zpracována do produktů, u nichž není zapotřebí vysoké vazné schopnosti. Je možné použít bledé maso do výrobků, jejichž kvalitu tento přírůstek PSE masa neovlivní, jako jsou například mělněné a obalované karbanátky. Předpokládá se, že snížená schopnost vaznosti vody v maso, která vzniká v důsledku nízkého pH svalu brzy po smrti, je alespoň částečně vratná úpravou pH nebo iontových sil v maso pomocí solí, fosfátů nebo jiných přísad, které mohou být do masa vpravovány různými typy marinád.

Maso s vadou DFD je tmavé, tuhé a suché a vyznačuje se konečným pH vyšším než 6,3. Tato vada vzniká v důsledku vyčerpání zvířat před porážkou, kdy dojde vlivem námahy u zvířat ke spotřebě veškerých glykolytických zásob, není zde poté zdroj kyseliny mléčné pro zrání masa a z toho důvodu téměř nedojde k poklesu pH. U svaloviny kuřat se lze v praxi setkat s barevnými změnami různé intenzity, která se označují jako „modráni“ kuřat nebo „myopatie kuřat“. Nejzávažnější jsou zátěžové myopatie hlubokých prsních svalů charakterizované nekrotickým zánětem hlubokých prsních svalů krůt a kura domácího masného typu. Zátěžová myopatie je vyvolána zvýšením vnitřního tlaku ve svalech při nadměrné námaze (mávání křídly). Dochází k endematóznímu prosáknutí podkoží a fascií svalů. Ve svalovině vznikají hematomy různého rozsahu. Mikroskopicky je potvrzena ložiskovitá nekróza svaloviny s okolní zánětlivou reakcí. Z uvedeného vyplývá analogie „modrých“ kuřat s vadou DFD u krůtího a kuřecího masa. Maso s DFD vadou je vysoce náchylné k mikrobiální kontaminaci, a proto má omezené použití a mělo by tedy být rychle zpracováno do tepelně opracovaných produktů.

Celková kvalita drůbežího masa je ovlivněna množstvím vnějších a vnitřních faktorů. V rozvoji jednotlivých jakostních odchylek má velkou roli působení stresu, kterému je drůbež vystavena hned v několika fázích zpracovatelského procesu, počínaje

odchytem, přepravou a následným omráčením a usmrcením. Drůbež může být ke stresu náchylnější vlivem genetického původu, hmotnosti, věku a podobně. V postmortální fázi zpracování drůbežích těl je také nezbytně důležité dodržovat technologické zásady jednotlivých operací a tím zabránit možnému negativnímu vlivu na výslednou kvalitu masa.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDULLAH, A. Y, MATARNEH, S. K. (2010): Broiler performance and the effects of carcass weight, broiler sex, and postchill carcass aging duration on breast fillet quality characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 19, 1, s. 46 – 58. ISSN 1537-0437.

ADDY, R. Poultry texture analyser delivers speed and accuracy. [Http://www.foodproductiondaily.com](http://www.foodproductiondaily.com) [online]. 25.3.2013 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.foodproductiondaily.com/Safety-Regulation/Poultry-texture-analyser-delivers-speed-and-accuracy>.

AHN, D. U., JO, C., OLSON, D. G. (2000): Analysis of volatile components and the sensory characteristics of irradiated raw pork. *Meat Science*, 54, 3, s. 209 – 215. ISSN 0309-1740.

AHN, D. U., LEE, E. J. (2002): Production of off-odor volatiles from liposome-containing amino acid homopolymers by irradiation. *Journal of Food Science*, 67, 7, s. 2659 – 2665. ISSN 0022-1147.

ALLEN C.D., RUSSEL, S. M., FLETCHER, D. L. (1997): The relationship of broiler breast meat colour and pH to shelf – life and odour development. *Poultry Science*, 76, 7, s. 1042 – 1046. ISSN 0032-5791.

ALLEN, C. D., FLETCHER, D. L., NORTH CUTT, J. K., RUSSELL, S. M. (1998): The relationship of broiler breast color to meat quality. *Poultry Science*, 77, 2, s. 361 – 366. ISSN 0032-5791.

ALVARADO, C. Z., SAMS, A. R. (2000): Rigor mortis development in turkey breast muscle and the effect of electrical stunning. *Poultry Science*, 79, 11, s. 1694 – 1698.

ALVARADO, C. Z., SAMS A. R. (2002): The role of carcass shilling rate in the development of pale, exudative turkey pectoralis. *Poultry Science*, 81, 9, s. 1365 – 1370. ISSN 0032-5791.

ALVARADO, A. R. SAMS, C. Z. (2003): Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 82, 8, s. 1332 – 1336. ISSN 0032-5791.

ALVARADO, C., MCKEE, S. (2007): Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16, 1, s. 113 – 120. ISSN 1056-6171.

AYMERICH, T., PICOUET, P. A., MONFORT, J. M. (2008): Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, 78, 2, s. 114 – 129. ISSN 0309-1740.

- BABJI, A. S., FRONING, G. W., NGOKA, D. A. (1982): The effect of pre – slaughter environmental temperature in the presence of electrolyte treatment on turkey meat quality. *Poultry Science*, 61, 12, s. 2385 – 2389. ISSN 0032-5791.
- BAÉZA, E., JEHL, N., JÉGO, Y., DUCLOS, M. J, LE BIHAN – DUVAL, E. (2006): Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at dech. *British Poultry Science*, 46, 5, s. 572 – 579. ISSN 0007-1668.
- BARACHO, M. S., CAMARGO, G. A., LIMA, A. M. C. (2006): Variables impacting poultry meat quality from production to pre – slaughter: A Review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 8, 4, s. 201 – 212. ISSN 1516-635X.
- BARBUT, S. (1997): Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science*, 38, 4, s. 355 – 358. ISSN 0007-1668.
- BARBUT, S. (1998): Estimating the magnitude of the pale soft exudative problem in poultry. *Journal of Muscle Foods*, 9, 1, s. 35 – 49. ISSN 1046-0756.
- BELL, D. D. (2001): *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5.vyd., Massachussets: Kluwer Academic Press, 1365 s. ISBN 0-7923-7200-X.
- BENDALL, J. R. (1973): *Post-mortem changes in muscle*. 2. Vyd., Academic Press New York, s. 243 – 309.
- BERRI, C. (2000): Variability of sensory and processing qualities of poultry meat. *World's Poultry Science Journal*, 56, 3, s. 209 – 224. ISSN 0043-9339.
- BERRI, C., JEHL, N. (2001): Facteurs de variation de la qualité technologique et organoleptique des viandes de poulet. *C^{ème} Journées de la Recherche Avicole*, s. 245 – 252.
- BERRI, C., DEBUT, M., SANTÉ – LHOUTELLIER, V., ARNOULD, C., BOUTTEN, B., SELIER, N., BAÉZA, E., JEHL, N., JÉGO, Y. (2005): Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at dech. *British Poultry Science*, 46, 5, s. 572 – 579. ISSN 0007-1668.
- BERRI, C., LE BIHAN – DUVAL, E., DEBUT, M., SANTÉ – LHOUTELLIER, V., BAÉZA, E., GIGAUD, V. (2007): Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of Pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. *Journal of Animal Science*, 85, 8, s. 2005 – 2011. ISSN 1525-3163.
- BIANCHI, M., PETRACCI, M., CAVANI, C. (2006): The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. *Poultry Science*, 85, 1, s. 123 – 128. ISSN 0032-5791.
- BIANCHI, M., PETRACCI, M., SIRRI, F., FOLEGATTI, E., FRANCHINI, A., MELUZZI, A. (2007): The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poultry Science*, 86, 5, s. 959 – 963. ISSN 0032-5791.

- BIHAN-DUVAL, E., MILLET, N., REMIGNON, H. (1999): Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poultry Science*, 78, 6, s. 822 – 826. ISSN 0032-5791.
- BILGILI, S. F., CONNER, D. E., PINION, J. L., TAMBLYN, K. C. (1998): Broiler skin color as affected by organic acids: Influence of concentration and method of application. *Poultry Science*, 77, 5, s. 751 – 757. ISSN 0032-5791.
- BOGOSAVLJEVIC – BOSKOVIC, S., MITROVIC, S., DJOKOVIC, R., DOSKOVIC, V., DJERMANOVIC, V. (2010): Chemical composition of chicken meat produced in extensive indoor and free range rearing systems. *African Journal of Biotechnology*, 27, 12, s. 9069 – 9075. ISSN 1684-5315.
- BOHREN, B. B., ROGLER, J. C., CARSON, J. R. (1982): Survival under heat stress of lines selected for fast and slow growth at two temperatures. *Poultry Science*, 61, 9, s. 1804 – 1808. ISSN 0032 – 5791.
- BOULIANNE, M., KING, A. J. (1998): Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark – colored broiler chicken carcasses. *Journal of Food Science*, 63, 5, s. 759 – 762. ISSN 0022-1147.
- BOUTTEN, B., PICARD, M., BOUVAREL, I., MEKHTICHE, L., LARROUDÉ, P., BARRIE – GULLOT, B., ROFFIDAL, L. (2003): Relation entre le pH, la couleur et le comportement en transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées. *Cinquièmes Journées de la Recherche avicole*, 13, 5, s. 5 – 12.
- BRISKEY, E. J. (1964): Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. *Nutrients*, 4, 12, s. 89 – 105. ISSN 2072-6643.
- BROOK, M. H., KAISER, K. K. (1970): Three „myosin adenosine triphosphatase“ systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 18, 9, s. 670 – 672. ISSN 0022-1554.
- BRUNEL, V., JEHL, N., DROUET, L., PORTHEAU, M. C. (2006): Viande de volailles: Sa valeur nutritionnelle présente bien des atouts. *Viandes Produits Carnés*, 25, 1, s. 18 – 22.
- CAINE, W. R., AALHUS, J. L., DUGAN, M. E. R., JEREMIAH, L. E. (2003): Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science*, 64, 4, s. 333-339. ISSN 0309-1740.
- CALKINS, C. R., HODGEN, J. M. (2007): A fresh look at meat flavour. *Meat Science*, 77, 1, s. 63 – 80. ISSN 0309-1740.
- CASTANEDA, M. P., HIRSCHLER, E. M., SAMS, A. R. (2005): Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Science*, 84, 1, s. 143 – 147. ISSN 0032-5791.

CASTELLINI, C., MUGNAI, C., DAL BOSCO, A. (2002): Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 3, s. 219 – 225. ISSN 0309-1740.

CAVITT, L. C., YOUM, G. W., MEULLENET, J. F., OWENS, C. M., XIONG, R. (2004): Prediction of poultry meat tenderness using Razor blade shear, Allo – Kramer shear, and sarcomere length. *Journal of Food Science*, 69, 1, s. 11 – 15. ISSN 0022-1147.

COMBES, S., LEPETIT, J., DARCHE, B., LEBAS, F. (2003): Effect of cooking temperature and cooking time on Warner - Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat. *Meat Science*, 66, 1, s. 91 – 96. ISSN 0309-1740.

CRAIG, E. W., FLETCHER, D. L. (1997): A comparison of high current and low voltage electrical stunning systems on broiler breast rigor development and meat quality. *Poultry Science*, 76, 8, s. 1178 – 1181. ISSN 0032-5791.

CROSS, H. R., DURLAND, P. R., SEIDEMAN, S. C. (1986): *Muscle as food*. Academic Press, New York, 453 s. ISBN 0-12-084190-8.

DEBUT, M., BERRI, C., BAÉZA, E., SELLIER, N., ARNOULD, C., GUÉMENÉ, D., JEHL, N., BOUTTEN, B., JEGO, Y., BEAUMONT, C., LE BIHAN – DUVAL, E. (2003): Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science*, 82, 12, s. 1829 – 1838. ISSN 0032-5791.

DE MARCHI, M., CASSANDRO, M., LUUARDI, E., BALDAN, G. (2005): Carcass characteristics and qualitative meat traits of the Padovana breed of chicken. *Journal of Food Science*, 4, s. 233 – 238. ISSN 0022-1147

DRANSFIELD, E., SOSNICKI, A. A. (1999): Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78, 5, s. 743 – 746. ISSN 0032-5791.

EL RAMMOUZ, R., BERRI, C., LE BIHAN-DUVAL, E., BABILÉ, R., FERNANDEZ, X. (2003): Breed differences in the biochemical determinism of ultimate pH in breast muscles of broiler chickens: A key role of AMP deaminase. *Poultry Science*, 83, 8, s. 1445 – 1451. ISSN 0032-5791.

FANATICO, A. C., CAVITT, L. C., PILLAI, P. B., EMMERT, J. L., OWENS, C. M. (2005): Evaluation of slower – growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: meat quality. *Poultry Science*, 84, 11, s. 1785 – 1790. ISSN 0032-5791.

FANATICO, A. C., PILLAI, P. B., EMMERT, J. L., GBUR, E. E., MEULLENET, J. F., OWENS, C. M. (2007): Sensory attributes of slow- and fast – growing chicken genotypes raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science*, 86, 11, s. 2441 – 2449. ISSN 0032-5791.

- FERNANDEZ, X., FORSLID, A., TORNBERG, E. (1994): The effect of high postmortem temperature on the development of pale, soft, and exudative pork: Interaction with ultimate pH. *Meat Science*, 37, 1, s. 133 – 147. ISSN 0309-1740.
- FLEMING, B. K., FRONING, G. W., BECK, M. M., SOSNICKI, A. A. (1991a): The effect of carbon dioxide as a pre-slaughter stunning method for turkeys. *Poultry Science*, 70, 10, s. 2201 – 2206. ISSN 0032-5791.
- FLEMING, B. K., FRONING, G. W., YANG, T. S. (1991b): Heme pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and air. *Poultry Science*, 70, 10, s. 2197 – 2200. ISSN 0032-5791.
- FLETCHER, D. L. (1989). Factors influencing pigmentation in poultry, *Critical Reviews in Poultry Biology*, 2, 2, s. 149 – 170. ISSN 0889-4434.
- FLETCHER, D. L. (1992): Methodology for achieving pigment specifications. *Poultry Science*, 71, 4, s. 733 – 743. ISSN 0032-5791.
- FLETCHER, D. L. (1999): Poultry meat colour. *Poultry Science*, 61, 2, s. 159 – 174. ISSN 0032-5791.
- FLETCHER, D. L., QIAO, M. SMITH, D. P. (2000): The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*, 79, 5, s. 784 – 788. ISSN 0032-5791.
- FLETCHER, D. L. (2002): Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58, 2, s. 131 – 145. ISSN 0043-9339.
- FRONING, G. W., ULJTENBOOGAART, T. G. (1988): Effect of post – mortem electrical stimulation on color, texture, pH, and cooking loss of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poultry Science*, 67, 11, s. 1536 – 1544. ISSN 0032-5791.
- GARCIA, R. G, MENDES, A. A, COSTA, C., TAKAHASHI, S. E. (2005): Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 5, s. 634 – 643. ISSN 0102-0935.
- GIGAUD, V., GEFFRARD, A., BERRI, C., LE BIHAN – DUVAL, E., TRAVEL, A., BORDEAU, T. (2007). Conditions environnementales ante-mortem (ramassage-transport-abattage) et qualité technologique des filets de poulet standard, *Lèmes Journées de la Recherche Avicole (Tours, France)*, s. 470 – 474.
- GIGAUD, V., BORDEAU, T., LE BIAHN – DUVAL, E., BERRI, C. (2008): Impact du pH ultime sur les qualités bactériologiques et gustatives des filets de poulet. *Lèmes Journées des sciences du muscle et technologies des viandes (Tours, France)*, 12, s. 61 – 62, ISSN 0241-0389.

- GORDON, S. H., CHARLES, D. R. (2002): *Niche and organic chicken products*. Nottingham University Press, Nottingham, 320 s. ISBN 1897676964.
- GORSUCH, V. A., ALVARADO, C. Z. (2010): Postrigor tumble marination strategies for improving color and water – holding capacity in normal and pale broiler breast fillets. *Poultry Science*, 89, 5, s. 1002 – 1008. ISSN 0032-5791.
- GROOM, G. M. (1990): Factors affecting poultry meat quality, *Aviculture en Méditerranée*, 7, s. 205 – 210.
- GUILLEVIC, M., KOUBA, M., MOUROT, J., (2009). Un apport en graines de lin extrudées chez le poulet et la dinde participent à l'amélioration de la qualité nutritionnelle de la viande, *Meat Science*, 81, s. 612 – 618.
- HASHIM, I. B., RESURRECCI'ON, A. V. A., McWATTERS, K. H. (1995): Descriptive sensory analysis of irradiated frozen or refrigerated chicken. *Journal of Food Science*, 60, 4, s. 664 – 666. ISSN 0022-1147.
- HAYMAN, M. M., BAXTER, I., O'RIORDAN, P. J., STEWART, C. M. (2004): Effects of high pressure processing on the safety, quality, and shelf life of ready – to – eat meats. *Journal of Food Science*, s. 67, 8, s. 1709 – 1718. ISSN 0022-1147.
- HOLCMAN, A., VADNJAL, R., ZLENDER, B., STIBILJ, V. (2003): Chemical composition of chicken meat from free range and extensive indoor rearing. *Archiv für Geflügelkunde*, 67, 3, s. 120 – 124. ISSN 1684-5315.
- HOUŠKA, M., PAULÍČKOVÁ, I., POKORNÝ, J. (1994): Korelace hodnocení senzoričké a přístrojové tvrdosti. *Potravinářské vědy*, 12, 6, s. 475 – 488. ISSN 0862-8653.
- HUDA, M., PUTRA, A. A, AHMAD, R. (2011): Potential application of duck meat for development of processed meat product. *Current Research in Poultry Science*, 1, 1, s. 1 – 11. ISSN 2152-2111.
- CHRISTENSEN, L., GUNVIG, A., TORNGREN, M. A., AASLYNG, M.D., KNOCHEL, S., CHRISTENSEN, M. (2012): Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. *Meat Science*, 90, 2, s. 485 – 489. ISSN 0309-1740.
- INGR, I. (2003): *Produkce a zpracování masa*. MZLU v Brně, 2003, 202 s. ISBN 80-7157-719-7.
- JANISCH, S., KRISCHEK, C., WICKE, M. (2011): Color values and other meat quality characteristics of breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. *Poultry Science*, 90, 9, s. 1774 – 1781. ISSN 0032-5791.

- JASSIM, J. M., RIYAD, K. M., MAJID, H. A., YANZHANG, G. (2011): Evaluation of physical and chemical characteristics of male and female ducks carcasses at different ages. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10, 2, s. 182 – 189. ISSN 1680-5194.
- JATURASITHA, S., KAYAN, A., MICHAEL, W. (2008): Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred. *Archives of Animal Breeding Dummerstorf*, 51, 3, s. 283 – 294. ISSN 0003-9438.
- JEHL, N., BOUTTEN, B., LE BIHAN – DUVAL, E., BERRI, C., MONIN, G., DESCHODT, G. (2001). Qualité technologique de la viande de poulet : Adaptation des qualités technologiques de la viande de poulet aux nouvelles demandes des transformateurs, *Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viandes*, 11, s. 229 – 230.
- JUNG, Y., JEON, H. J., JUNG, S., CHOE, J. H., LEE, J. H., HEO, K. N., KANG, B. S., JO, C. (2011): Comparison of quality traits of thigh meat from Korean native chickens and broilers. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*, 31, 5, s. 684 – 692. ISSN 1011-2367.
- JURAJDA, V. (2001): *Kompendium chorob drůbeže a ptactva*. NOVIKO, a.s., Brno, 236 s. ISBN 80-902676-6-1.
- KAMDEN, A. T., HARDY, J. (1995): Grinding as a method of meat texture evaluation. *Meat Science*, 39, 2, s. 225 – 236. ISSN 0309-1740.
- KEETON, J. T. (2001): Formed and emulsion products. *Poultry meat processing*, s. 195 – 226.
- KIYOHARA, R., YAMAGUCHI, S., RIKIMARU, K., TAKAHASHI, H. (2011): Supplemental arachidonic acid – enriched oil improves the taste of thigh meat of Hinai – jidori chickens. *Poultry Science*, 90, 8, s. 1817 – 1822. ISSN 0032 – 5791.
- KONRÁD, S. Z., GAÁL, K. K. (2009): Effect of genotype, sex and keeping technology on the chemical compounds of breast and thigh meat. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii of Timișoara*, 42, 2, s. 7. ISSN 1841-9364.
- KRKOŠKOVÁ, B. (1986): *Textúra potravin*. 1. vyd., Bratislava: Alfa, 193 s.
- KRUK, Z. A., YUN, H., RUTLEY, D. L., LEE, E. J., KIM, Y. J., JO, C. (2011): The effect of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet. *Food Control*, 22, 1, s. 6 – 12. ISSN 0956-7135.
- LAWRIE, R. A. (1966): Metabolic Stresses Which Affect Muscle. *University of Wisconsin Press, Madison*, s. 137-164.

LEAFLET, A. S. (1997): Comparison of round and square cores in the determinativ of beef tenderness by Warner – Bratzler and Instron. [on-line]. www.extension.iastate.edu/Pages/ansci/beefreports/asl-1463.pdf

LE BIHAN – DUVLAL, E., MILLET, N., RÉMIGNON, H. (1999): Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poultry Science*, 78, 6, s. 822 – 826. ISSN 0032-5791.

LE BIHAN-DUVAL, E., DEBUT, M., BERRI, C. M., SELIER, N., SANTÉ – LHOUTELLIER, V., JÉGO, Y., BEAUMONT, C. (2008): Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 53, 9, s. 6. ISSN 1471-2156.

LEE, K. H., KIM, H. J., LEE, H. J., KANG, M., JO, C. (2012): A Study on components related to flavour and taste in commercial broiler and Korean native chicken meat. *Korean Journal of Food Preservation*, 19, 3, s. 385 – 392. ISSN 1738-7248.

LENGERKEN Von G, Maak S, Wicke M. (2002): Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry. *Veterinarija Ir Zootechnika*, 20, 4, s. 82 – 86, ISSN 1392-2130.

LESIÓW, T, KIJOWSKI, J. (2003): Impact o PSE and DFD meat on poultry processing – a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 53, 12, s. 3 – 8. ISSN 1230-0322.

LISTRAT. A., RAKADJIYSKI, N., JURIE, C., PICARD, B., TOURAILLE, C., GREAY, Y. (1999): Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Science*, 53, 2, s. 115 – 124. ISSN 0309-1740.

LIU, Y., LYON, B. G., WINDHAM, W. R., REALLINI, C. E., Pringle, T. D. D., Duckett, S. (2003): Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science*, 65, 3, s. 1107 – 1115. ISSN 0309-1740.

LIU, Y., JAYASENA, D. D., JUNG, Y., JUNG, S., KANG, B. S., HEO, K. N., LEE, J. H., JO, C. (2012): Differential proteome analysis of breast and thigh muscles between Korean native chickens and commercial broilers. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*, 25, 6, s. 895 – 902. ISSN 1525-3163.

LONERGAN, S. M, DEEB, N., FEDLET, C. A, LAMONT, S. J. (2003): Breast meat quality and composition in unique chicken populations. *Poultry Science*, 82, 12, s. 1990 – 1994. ISSN 0032-5791.

LÓPEZ, K. P, SCHILLING, M. W, CORZO, A. (2011): Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Science*, 90, 5, s. 1105 – 1111. ISSN 0032-5791.

- LU, Q., WEN, J., ZHANG, H. (2007): Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chickens. *Poultry Science*, 86, 6, s. 1059 – 1064. ISSN 0032-5791.
- LYON, B. G., SMITH, D. P., LYON, C. E., SAVAGE, E. M. (2004): Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillet. *Poultry Science*, 83, 2, s. 275 – 281. ISSN 0032-5791.
- MAHON, M. (1999): Muscle abnormalities: Morphological aspects. *Poultry Meat Science*, s. 19 – 64.
- MALLIA, J. G., BARBUT, S., VAILLANCOURT, I. P., MARTIN, S. W., MCEWEN, S. A. (2000): Roaster breast meat condemned for cyanosis: A dark firm'dry – like condition. *Poultry Science*, 79, 6, s. 908 – 912. ISSN 0032-5791.
- MALTIN, C., BALCERZAK, D., TILLEY, R., DELDAY, M. (2003): Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 2, s. 337 – 347. ISSN 0029-6651.
- MEAD, G. C. (2004): *Poultry meat processing and quality*. 1. vyd. Cambridge, Eng.: Woodhead Publishing., 388 s. ISBN 1-85573-727-2.
- MEHAFFEY, J. M., PRADHAN, S. P., MEULLENET, J. F. (2006): Meat quality evaluation of minimally aged broiler breast fillets from five commercial genetic strains. *Poultry Science*, 85, 5, s. 902 – 908. ISSN 0032-5791.
- MELTON, S. L. (1999): Current status of meat flavour. *Quality Attributes of Muscle Foods*, 62, 2, s. 115 – 130. ISSN 0029-6651.
- MCCURDY, R. D., BARBUT, S., QUINTON, M. (1996): Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research International*, 29, 3, s. 363 – 366. ISSN 0963-9969.
- MCKEE, S. R., SAMS, A. R. (1997): The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poultry Science*, 76, 11, s. 1616 – 1620. ISSN 0032-5791.
- MCKEE, S. R., SAMS, A. R. (1998): Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poultry Science*, 77, 1, s. 169 – 174. ISSN 0032-5791.
- MIKULSKI, D., CELEJ, J., JANKOWSKI, J., MAJEWSKA, T., MIKULSKA, M. (2011): Growth performance, carcass traits and meat quality of slower – growing and fast-growing chickens raised with and without outdoor access. *Asian – Australian Journal of Animal Science*, 24, 10, s. 1407 – 1416. ISSN 1525-3163.
- MILLER, R. K. (1994): Quality characteristics In, „*Muscle foods: meat, poultry and seafood technology*“. New York: Chapman, 573 s. ISBN 04-129-8641-8.

- MILLS, L. J., MITCHELL, M. A., MAHON, M. (1999). Susceptibility to heat stress in fast and slow growing turkey lines. *Poultry Science*, 78, s. 247. ISSN 0032-5791.
- MOHAN RAJ, A. B., GREY, T. C., AUDSELY, A. R., GREGORY, N. G. (1990): Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers. *British Poultry Science*, 31, 4, s. 725 – 733. ISSN 0007-1668.
- MORGAN, J. S. D. (1995): Quality and fading of carcasses of meat animals. *CRC Press*, 232 s. ISBN 0-8493-5023-9.
- MOTTRAM, D. S. (1998): Flavour formation in meat and meat products: A review. *Food Chemistry*, 62, 4, s. 415 – 424. ISSN 1873-7072.
- MOURROT, J., CHESNEAU, G. (2008): Modification de la qualité nutritionnelle des produits animaux, *L^{ème} Journée CEREL*, s. 14 – 23.
- MUGLER, D. J., CUNNINGHAM, F. E. (1972): Factors affecting poultry meat color – A review. *World's Poultry Science Journal*, 28, 4, s. 400 – 406. ISSN 0043-9339.
- NAKAMURA, Y. N., IWAMOTO, H., SHIBA, N., MIYACJI, H., TABATA, S., NISHIMURA, S. (2004): Growth changes of the collagen content and architecture in the *pectoralis* and *iliotibialis lateralis* muscles of cockerels. *British Poultry Science*, 45, 6, s. 753 – 761. ISSN 0007-1668.
- NGOKA, D.A. and FRONING, G.W. (1982) Effect of free struggle and pre-slaughter excitement on color of turkey breast muscles. *Poultry Science*. 61, 11, s. 2291 – 2293. ISSN 0032-5791.
- NIEWIAROWITZ, A. (1978): Meat anomalies in broiler. *Poultry International*, 17, 1, s. 50 – 52.
- NOLEAU, I., TOULEMONDE, B. (1987): Volatile components of roasted chicken fat. *Lebensmittel - Wissenschaft und-Technologie*, 20, s. 37 – 41.
- NORTHCUTT, J. K., FOEGEDING, E. A., EDENS, F. W. (1994): Water holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science*, 73, 2, s. 308 – 316. ISSN 0032-5791.
- NORTHCUTT, J. K., BUHR, R. J., YOUNG, L. L., LYON, C. E., WARE, G. O. (2001): Influence of age and postchill carcass aging duration on chicken breast fillet quality. *Poultry Science*, 80, 6, s. 808 – 812. ISSN 0032-5791.
- OLUWATOSIN, O., OLAWOYIN, E., AGIANG, A., DE NEJI, C., ISO, E. (2007): Nutritional evaluation of the thigh and breast muscles of four cockerel strains. *African Journal of Animal and Biomedical Sciences*, 2, 2, s. 26 – 31. ISSN 1819-4214.

OLUYEMI, J. A., ROBERTS, F. A. (2000): *Poultry production in warm wet climates*. 2. vyd. Macmillan Press, London, United Kingdom, 197 s. ISBN 0333253124.

OWENS, C. M., SAMS, A. R. (1997): Muscle metabolism and meat quality of pectoralis from turkeys treated with postmortem electrical stimulation. *Poultry Science*, 76, 7, s. 1047 – 1051. ISSN 0032-5791.

OWENS, C. M., SAMS, A. R. (2000): The influence of transportation on turkey meat quality. *Poultry Science*, 79, 8, s. 1204 – 1207. ISSN 0032-5791.

OWENS, C. M., HIRSCHLER, E. M., MCKEE, S. R., MARTINEZ-DAWSON, R., SAMS, A. R. (2000): The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 4, s. 553 – 558. ISSN 0032-5791.

OWENS, C. M., MATTHEWS, N. S., SAMS, A. R. (2000): The use of halothane gas to identify turkeys prone to developing pale, exudative meat when transported before slaughter. *Poultry Science*, 79, 5, s. 789 – 795. ISSN 0032-5791.

OWENS, C. M., ALVARADO, C. Z., SAMS, A. R. (2009): Research developments in pale, soft, and exudative turkey meat in North America. *Poultry Science*, 88, 7, s. 1513 – 1517. ISSN 0032-5791.

PAPINAHU, P.A., FLETCHER, D.L. (1995): Effect of stunning amperage on broiler breast muscle rigor development and meat quality. *Poultry Science*, 74, 9, s. 1527 – 1532. ISSN 0032-5791.

PATTERSON, R. L. S., STEVENSON, M. H. (1995): Irradiation-induced off – odor in chicken and its possible kontrol. *British Poultry Science*, 36, 3, s. 425 – 441. ISSN 0007.1668.

PEREZ-ALVAREZ, J.A., SENDRA-NADAL, E., SANCHEZ-ZAPATA, E.J. and VIUDA-MARTOS, M. (2010) Poultry flavour: General aspects and applications, in: GUERRERO-LEGARRETA, I. and HUI, Y.H. (Eds) *Handbook of Poultry Science and Technology: Secondary Processing*, 2, s. 339-357 (New Jersey, John Wiley and Sons).

PEREZ-VENDERLL, A. M., HERNANDEZ, J. M., LAURADO, L., SCHIERLE, J., BRUFAU, J. (2001): Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science*, 80, 3, s. 320 – 326. ISSN 0032-5791.

PETRACCI, M., FLETCHER, D. L., NORTHCUTT, J. K. (2001): The effect of holding temperature on live shrink, yields and breast meat quality of broiler chicken. *Poultry Science*, 80, 5, s. 670 – 675. ISSN 0032-5791.

PETRACCI, M., FLETCHER, D. L. (2002). Broiler skin and meat color changes during storage. *Poultry Science*, 81, 10, s. 1589 – 1597. ISSN 00325791.

- PETRACCI, M., MASSIMILIANO, C. (2012): Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients*, 4, 12, s. 1 – 12. ISSN 2072-6643.
- PIETRZAK, M., GREASE, M. L., SOSNICKI, A. A. (1997): Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in *pectoralis major* muscle of domestic turkeys. *Journal of Animal Science*, 75, 8, s. 2106 – 2116. ISSN 1525-3163.
- POSTE, L. M. (1990): A sensory perspective of effect of feeds on flavour in meats: Poultry meats. *Journal of Animal Science*, 68, 12, s. 4414 – 4420. ISSN 1525-3163.
- QIAO, M., FLETCHER, D. L., SMITH, D. P., NORTH CUTT, J. K. (2001): The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80, 5, s. 676 – 680. ISSN 0032-5791.
- QUENTIN, M., DOUVAREL, I., BERRI, C., LE BIHAN – DUVAL, E. (2003): Growth, carcass composition and meat quality response to dietary concentrations in fast –, medium – and slow – growing commercial broilers. *Animal Research*, 52, 1, s. 65 – 77. ISSN 1627-3583.
- RABABAH, T., HETTIARACHCHY, N. S., HORAX, R., CHO, M. J., DAVIS, B., DICKSON, J. (2006): Thiobarbituric acid reactive substances and volatile compounds in chicken breast meat infused with plant extracts and subjected to electron beam irradiation. *Poultry Science*, 85, 6, s. 1107 – 1113. ISSN 0032-5791.
- RIKIMARU, K., TAKAHASHI, H. (2010): Evaluation of the meat from Hinai-jidori chickens and broilers: Analysis of general biochemical components, free amino acids, inosine 5'-monophosphate, and fatty acids, *The Journal of Applied Poultry Research*, 19, s. 327 – 333.
- ROY, I. O., MIYACHI, H., NISHIMURA, S. (2007): Effects of nutritional level and carcass weight on the different anatomical body parts and muscle weights of male broilers Bimol Chandra. *Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University, Japan*, 52, 1, s. 43 – 48. ISSN 0023-6152.
- SALÁKOVÁ, A. (2012): Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products. *Maso International*, 2, s. 107 – 114. ISSN 1805-5281.
- SAMS, A. (1999): Looking for solutions pale meat, poor yield. *Broiler Industry*, 62, s. 26 – 30.
- SAMS, A. R, MILLS, A. D. (1993): The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectoralis to Rigor mrtis acceleration. *Poultry Science*, 72, 9, s. 1789 – 1796. ISSN 0032-5791.
- SANTÉ, V., FERNANDEZ, X., MONIN, G., RENO, J. P. (2001): Nouvelles méthodes de mesure de la qualité de la viande de volaille. *INRA Productions animales*, 14, 4, s. 247 – 254. ISSN 2273-774X.

- SAUVEUR, B. (1997): Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *INRA Productions Animales*, 10, 3, s. 219 – 226. ISSN 2273-774X.
- SAVENIJE, B., LAMBOOJI, E., GERRITZEN, M. A., VENEMA, K., KORF, J. (2002): Effects of feed deprivation and transport on preslaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites, and meat quality. *Poultry Science*, 81, 5, s. 699 – 708. ISSN 0032-5791.
- SHAHIDI, F. (2002): Lipid derived flavors in meat products. *Meat Processing*, s. 105 – 121.
- SHAWKAT, A., GEUN – HO, K., SEON TEA, J. (2008): A review: influences of pre-slaughter stress on poultry meat quality. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*, 21, 6, s. 912 – 916. ISSN 1011-2367.
- SHI, H., HO, C. T. (1994): *Flavor of meat and meat Products*. 1. vyd. London: Blackie Academic and Professional Fereidoon Shahidi, 298 s. ISBN 07-514-0217-6.
- SHEN, Y., FENG, D., FAN MING, Z., CHAVEZ EDUARDO, R. (2005): Performance, carcass cut-up and fatty acids deposition in broilers fed different levels of pellet – processed flaxseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 12, s. 2005 – 2014. ISSN 0022-5142.
- SCHREUS, F. J. G. (1999): *Post Mortem Changes in Chicken Muscle*. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands., 185 s.
- SIMEONOVÁ, J., MÍKOVÁ, K., INGR, I., KUBIŠOVÁ, S. (1999): *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. MZLU v Brně: MZLU v Brně, 247 s. ISBN 80-7157-405-8.
- SIRRI, F., PETRACCI, M., BIANCHI, M., MELUZZI, A. (2010): Survey of skin pigmentation of yellow – skinned broiler chickens. *Poultry Science*, 89, 7, s. 1556 – 1561. ISSN 0032-5791.
- SITZ, B. M., CALKINS, C. R., FEUZ, D. M., UMBERGER, W. J., ESKRIDGE, K. M. (2005): Consumer sensory acceptance and value of domestic, Canadian, and Australian grass – fed beef steaks. *Journal of Animal Science*, 83, 12, s. 2863 – 2868. ISSN 0021-8812.
- SKŘIVAN, M. a kol. (2000): *Drůbežnictví*. Praha: Agrospoj, 2000. 203 s. Živočišná výroba. ISBN 80-239-4225-5.
- SMITH, D. P., ACTON, J. C. (2001): Marination, cooking, and curing of poultry products. *Poultry Science*, 12, 4, s. 257 – 280. ISSN 0032-5791.
- SOLOMON, M. B., VAN LAACK, R. L. J., EASTRIFGE, J. S. (1998): Biophysical basis of pale, soft, exudative (PSE) pork and poultry muscle: A review. *Journal of Muscle Foods*, 9, 1, s. 1 – 11. ISSN 1046-0756.

- SOSNICKI, A. A., WILSON, B. W. (1991): Pathology of turkey skeletal muscle: implications for the poultry industry. *Food Structure*, 10, 4, s. 317-326.
- SOSNICKI, A. A., GREASER, M. L., PIETRZAK, M. (1998): PSE – like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: A review. *Journal of Muscle Foods*, 9, 1, s. 13 – 23. ISSN 1046-0756.
- SPANIER, A. M., FLORES, M., McMILLIN, K. W., BIDNER, T. D. (1997): The effect of post-mortem ageing on meat flavour quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemici descriptors. *Food Chemistry*, 59, 4, s. 531 – 538. ISSN 0308-8146.
- STEINHAUSER, L. (2000): *Produkce masa*. Tišnov: Last, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
- STEWART, M. K., FLETCHER D. L., HAMM D., THOMSON J. E. (1984): The effect of hot boning broiler breast muscle on postmortem pH decline. *Poultry Science*, 63, 11, s. 2181 – 2186. ISSN 0032-5791.
- SUCHÝ, P., JELÍNEK, P., STRAKOVÁ, E., HUCL, J. (2002): Chemical composition of muscles of hybrid broiler chickens during prolonged feeding. *Czech Journal of Animal Science*, 47, 12, s. 511 – 518. ISSN 1684-5315.
- SUNDAY, O. P, OLUSEGUN, M. O. I, BRILLIANT, O. A, RAPHAEL, O. E., ADEBOYE, O. F. (2010): Genotype and sex effect on gastrointestinal nutrient content, microflora and carcass traits in nigerian native chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9, 8, s. 731 – 737. ISSN 1682-8356.
- SWATLAND H.J. (1990): A note on the growth of connective tissue binding turkey muscle fiber together. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 23, 4, s. 239 – 241. ISSN 0315-5463.
- TAKAHASHI, H., RIKIMARU, K., KIYOHARA, R., YAMAGUCHI, S. (2012): Effect of arachidonic acid – enriched oil diet supplementation on the taste of broiler meat. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*, 25, 6, s. 845 – 851. ISSN 1525-3163.
- TANG, H., GONG, Y. Z., WU, C. X., JIANG, J., WANG, Y., LI, K. (2009): Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science*, 88, 10, s. 2212 – 2218. ISSN 0032-5791.
- TOUGAN, P. U., DAHOUDA, M., SALIFOU, C. F. A. (2013): Relationships between carcass traits and offal components in local poultry populations in Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 69, s. 5510 – 5522. ISSN 1997-5902.
- TOURAILLE, C. (1994): Influence of muscle characteristics on sensory properties of meat. *Rencontres Recherches Ruminants*, 1, s. 169 – 176.

- TŘEŠŇÁK, K. (1999): Barvy a barevné prostory, *Svět tisku*, 10, 90 s.
- TUNG, H. T., SMITH, J. W., HAMILTON, P. B. (1971): Aflatoxicosis and bruising in the chicken. *Poultry Science*, 50, 3, s. 795 – 800. ISSN 0032-5791.
- VALIN, C., (1988): Différenciation du tissu musculaire: conséquences technologiques pour la filière viande. *Reproduction Nutrition Développement*, 28, 3, s. 845 – 856. ISSN 0181-1916.
- VAN LAACK, R. L. J., LIU, C., SMITH, M. O., LOVEDAY, H. D. (2000): Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79, 7, s. 1057 – 1061. ISSN 0032-5791.
- VEERKAMP, C. H. (1987): Stunning and killing broilers. *Proceedings of the sixth European Symposium on Poultry Meat Quality*, s. 329 – 340.
- WALKER, J. M., FLETCHER, D. L. (1993): Effect of ante-mortem epinephrine injections on broiler breast meat color, pH, and haem concentration. *Poultry Science*, 72, 138 s.
- WARRISS, P. D., S. N. BROWN, S. N. (1987): The relationships between initial pH, reflectance and exudation on pig muscle. *Meat Science*, 20, 1, s. 65 – 74. ISSN 0309-1740.
- WATTANACHANT, S. (2008): Factors affecting the quality characteristics of Thai indigenous chicken meat. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 15, 4, s. 317 – 322.
- WHEELER, B.R., MCKEE, S.R., MATHEWS, N.S., MILLER, R.K., SAMS, A.R. (1999): A halothane test to detect turkeys prone to developing pale, soft, and exudative meat. *Poultry Science*, 78, 11, s. 1634 – 1638. ISSN 0032-5791.
- WILKINS, L. J., BROWN, S. N., PHILLIPS, A. J., WARRISS, P. D. (2000): Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *British Poultry Science*, 41, 3, s. 308 – 312. ISSN 0007-1668.
- WOELFEL, R. L., OWENS, C. M., HIRSCHLER, E. M., MARTINEZ-DAWSON, R., SAMS, A. R. (2002): The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*, 81, 4, s. 579 – 584. ISSN 0032-5791.
- WOLOSZYN, J., KSIAZKIEWICZ, J., SKRABKA – BLOTNICKA, T., HARAF, G., BIERNAT, J., KISIEL, T. (2006): Comparison of amino acid and fatty acid composition of duck breast muscles from five flaks. *Archiv Tierzucht*, 49, 2, s. 194 – 204.

WU, W., JEROME, D., NAGARAJ, R. (1994): Increased redness in turkey breast muscle induced by Fusarial culture materials. *Poultry Science*, 73, 2, s. 331 – 335. ISSN 0032-5791.

WYNVEEN, E. J., BOWKER, B. C., GERRARD, D.E. (1999): Effects of muscle pH and chilling on development of PSE – like turkey breast meat. *British poultry science*, 40, 2, s. 253 – 256. ISSN 0007-1668.

XARGAYO, M., J. LAGARES, FERNANDEZ, J., D. RUIZ, D., BORRELL, D. (2001): Fresh meat spray marinating: The influence of sprayinjection on the quality of marinated products, <http://www.metalquimia.com/images/doctecnologic/art13.pdf> Accessed Oct. 2006.

XIONG, R., CAVITT, L. C., MEULLENET, J. F., OWENS, C. M. (2006): Comparison of Allo – Kramer, Warner – Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat. *Texture Studies*, 37, 2, s. 179 – 199. ISSN 0022-4901.

YAHAV, S., GOLDFIELD, S., PLAVNIK, I., HURWITZ, S. (1995): Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal of Thermal Biology*, 20, 3, s. 245 – 253. ISSN 0306-4565.

YAMAGUCHI, S. (1991): Roles and efficacy of sensory evaluation in studies of taste, *The Japanese Society of Food Science and Technology*, 38, s 972 – 978.

YANO, T., KATAHO, N., WATANABE, M., NAKAMURA, T., ASANO, Y. (1995): Evaluation of beef ageing by determination of hypoxanthine and xanthine contents: application of a xanthine sensor. *Food Chemistry*, 52, 4, s. 439 – 445. ISSN 0308-8146.

Zaycon Foods Review. *Broccolimama's Brainwork* [online]. 2014 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <https://broccolimama.wordpress.com/2014/02/18/zaycon-foods-review/>