

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra chovu hospodářských zvířat



**Rozdíly v užitkovosti a kvalitě masa pomalu a rychle
rostoucích kuřat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Ellen Novotná
Obor studia: Živočišná produkce

Vedoucí práce: Ing. Darina Chodová, Ph.D.

©2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Rozdíly v užitkovosti a kvalitě masa pomalu a rychle rostoucích kuřat“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 4. 2019 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Darině Chodové, Ph.D. za odborné vedení práce.

Rozdíly v užitkovosti a kvalitě masa pomalu a rychle rostoucích kuřat

Souhrn

Vlivy působící na kuřata ve výkrmu ovlivňují jejich celkovou pohodu, kvalitu kuřecího masa a jatečnou výtěžnost. Jedním z hlavních faktorů je výběr vhodného genotypu pro chov. Je možné předpokládat, že pomalu rostoucí genotypy jsou od rychle rostoucích genotypů odlišné nejen užitkovostí, ale také kvalitou masa. Předložená diplomová práce pojednává o významu a užitkovosti pomalu a rychle rostoucích kuřat a fyzikálních charakteristikách kvality masa.

Cílem práce bylo vyhodnotit užitkové parametry pomalu a rychle rostoucích genotypů kuřat. Ve vlastním pokusu bylo 200 kuřat masného hybrida Ross 308 a 200 kuřat genotypu ISA Dual s kombinovanou užitkovostí (poměr pohlaví 1:1), v boxech na podestýlce, vykrmovaných u Rosse 308 do 35 dnů věku a u ISA Dual do 70 dnů věku. Kuřata měla k dispozici nepřetržitě automatické kapátkové napáječky a tubusová krmítka plněná ručně krmnými směsmi pro výkrm kuřat.

Stanovení fyzikálních charakteristik bylo realizováno u 20-ti náhodně vybraných kuřat od každého genotypu (poměr pohlaví 1:1) na konci jejich výkrmového období. Zjištěná data byla zpracována programem SAS (SAS Institute Inc., 2003).

Výsledky ukázaly, že průkazně nejvyšší živou hmotnost jatečně opracovaného trupu měl rychle rostoucí genotyp Ross 308. Tato kuřata také měla prokazatelně vyšší celkovou jatečnou výtěžnost a to 79,60 %. Vliv genotypu se projevil na větším podílu křídel, stehen a kostí stehen z JOT u pomalu rostoucích kuřat. Vliv genotypu nebyl průkazný u podílu masa stehen, což neplatí u kůže stehen z JOT, která byla o 0,42 % menší u rychle rostoucího genotypu. Taktéž podíl kůže prsou byl prokazatelně vyšší u ISA Dual. Podíl prsní svaloviny byl však větší u Ross 308 a to o 20,95 %. Podíl abdominálního tuku byl prokazatelně větší u ISA Dual. Hodnota pH naměřená 24 hodin *post mortem* byla průkazně vyšší ve stehenní svalovině u obou linií kuřat a nejvyšší byla u Ross 308. Průkazně světlejší prsní svalovina ve srovnání se stehenní, byla u obou genotypů, více však u ISA Dual. U rychle rostoucího genotypu byla průkazně červenější a zároveň i žlutější stehenní svalovina a to v porovnání s prsní svalovinou Ross 308 i s genotypem ISA Dual.

Z výsledků experimentu vyplývá, že nelze zamítnout stanovenou hypotézu, neboť byl zaznamenán vliv genotypu v parametrech užitkovosti i v kvalitě masa kuřat.

Klíčová slova: Kuře, pomalu rostoucí, užitkovost, kvalita masa

The differences in performance and meat quality of slow- and fast- growing chickens

Summary

Factors affecting chickens in fattening period have effect on overall welfare, quality of chicken meat and slaughter yield. One of the main factor is the selection of appropriate genotype for breeding. It is possible to assume, that slow-growing genotypes are different from fast-growing ones not only in performance, but also in meat quality. This diploma thesis deals with the importance and performance of slow- and fast-growing chickens and about the physical meat characteristics. The aim of this theses was to evaluate the performance parameters of slow- and fast-growing genotypes of chickens. In the experiment 200 chickens of Ross 308 and 200 chickens of ISA Dual genotype (sex ratio 1: 1) were compared. They were housed in litter boxes and fattened until 35 days of age (Ross 308), and 70 days of age (ISA Dual). Chickens were provided with 24-hour nipple drinkers and tube feeders filled with commercial feed mixtures manually. The determination of physical characteristics was performed on 20 randomly selected chickens from each genotype (sex ratio 1: 1) at the end of their fattening period. The results were processed by the SAS programme (SAS Institute Inc., 2003).

The results showed that fast growing genotype Ross 308 had the highest live weight and carcass weight. These chickens also had a significantly higher total slaughter yield of 79.60%. The effect of genotype showed in a greater wings percentage, thighs percentage and thighs bones percentage in the slow-growing genotype. The effect of genotype was not significant for thigh meat percentage. On the other hand, thigh skin, which was 0.42% less in the fast-growing genotype. Also, the share of breast skin was higher in ISA Dual. However, the proportion of breast muscle was bigger in Ross 308 by 20.95%. The proportion of abdominal fat was shown to be greater in ISA Dual. The value of pH determined 24-hour *post-mortem* was significantly higher in the *Biceps femoris* (BF) of both chicken strains and the highest was in Ross 308. Significantly lighter breast muscle compared to BF was in both genotypes but more in ISA Dual. The fast-growing genotype had significantly redder and yellower thigh muscle compared to Ross 308 and ISA Dual genotype.

The results of the experiment show that there has been observed the effect of genotype in performance parameters and in the meat quality.

Keywords: Chicken, slow growing, performance, meat quality

Obsah

1	Úvod	1
2	Hypotéza a cíle práce.....	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Význam pomalu a rychle rostoucích kuřat.....	3
3.2	Užitkovost pomalu a rychle rostoucích kuřat.....	5
3.2.1	Srovnání etologického chování pomalu a rychle rostoucích kuřat	6
3.3	Kvalita masa	12
3.3.1	Svalová struktura kuřecího masa	12
3.3.2	Charakteristiky svalů a svalových vláken.....	13
3.3.3	Fyzikální vlastnosti kvality masa	15
4	Materiál a metody	26
5	Výsledky.....	28
6	Diskuze	31
7	Závěr.....	34
8	Seznam literatury	35

1 Úvod

Velikost lidské populace byla vždy přímo úměrná dosažitelnosti a schopnosti získat potravinové zdroje. V živočišné výrobě se jeví jako nejvíce efektivní chov zvířat vyznačující se multiparitou, krátkým generačním intervalem a četností, čemuž odpovídá chov prasat a drůbeže.

V roce 2016 se dovoz drůbežího masa do České republiky meziročně zvýšil o 4 % (5 420 t) v porovnání s rokem 2015 a vývoz se zvýšil o 17,5 % (6 194 t). Celkové saldo zahraničního obchodu činilo 4,9 mld. Kč. Světová produkce drůbežího masa byla 88,7 milionů tun jatečné hmotnosti. Produkce kuřecího masa v Evropské unii meziročně narostla o 3,3 % (na 11,7 milionů tun jatečné hmotnosti). Největším producentem z celé Evropské unie bylo Polsko, kde byla produkce drůbežího masa 1 834 tisíc tun jatečné hmotnosti. Z jednotlivých zemí má Polsko také největší podíl na dovozu drůbežího masa do České republiky a to 64,5 %.

Výše spotřeby drůbežího masa na obyvatele v České republice v roce 2016 byla 26 kg na obyvatele a rok. Produkce drůbežího masa se zvýšila meziročně o 3,5 % na 247,4 tisíc tun živé hmotnosti. V roce 2016 měly největší podíly (92,2 %) na celkovém nákupu drůbeže nákupy kuřat chovaných na maso. Stavby drůbeže k 1. 4. 2017 meziročně vzrostly o 180 tisíc ks. Počet zvířat v kategorii kuřat na výkrm se snížil o 497 tisíc ks.

Bilance drůbežího masa je dlouhodobě záporná, což znamená, že rozdíl mezi nabídkou a poptávkou je vyrovnáván dovozy. V roce 2016 náklady na kg kuřecího masa v živé hmotnosti byly kolem 25,39 Kč a průměrná cena zemědělských výrobců byla 23,47 Kč/kg živé hmotnosti.

Pro rok 2017 předpokládá expertní odhad Evropské komise nárůst produkce kuřecího masa o 4,3 %.

Z uvedeného vyplývá, že kuřecí maso je nejběžnějším masem, které konzumenti využívají, protože je nejdostupnější a nejlevnější. Rozhodujícím faktorem, který spotřebitele ovlivňuje, je kvalita masa. V současné době je proto velký zájem veřejnosti o shromažďování informací o pokroku v oblasti welfare chovaných zvířat, jatečných charakteristik a kvality kuřecího masa.

Mezi faktory, které mohou ovlivnit kvalitu kuřecího masa a jatečnou výtěžnost, patří genotyp, věk, pohlaví, výživa, způsob chovu a podmínky mikroklimatu. U rychle a pomalu rostoucích kuřat se může vyskytnout různý metabolismus svalů a tím i rozdílná kvalita masa.

2 Hypotéza a cíle práce

Genotyp ovlivňuje užitkovost. Předpokládáme, že pomalu rostoucí genotypy se spolu s rozdílnou užitkovostí budou lišit od rychle rostoucích genotypů kuřat také kvalitou masa

Cílem diplomové práce bylo zjistit parametry užitkovosti a kvality masa pomalu rostoucích kuřat a porovnat je s rychle rostoucím genotypem kuřat.

3 Literární rešerše

3.1 Význam pomalu a rychle rostoucích kuřat

Atributy kvality potravinářských výrobků, včetně drůbežího masa, přitahují v posledních letech stále větší zájem. Moderní spotřebitelé si často uvědomují vztah mezi kvalitou a bezpečností a welfarem zvířat (Hermansen, 2003; Grunert et al., 2004).

Moderní produkce drůbeže vyžaduje neustálou inovaci technologického procesu výroby, z důvodu zlepšení ekonomické efektivity a uspokojení poptávky po nových a odlišných výrobcích na trhu, to vše v souladu s požadavky spotřebitelů. Na druhé straně je intenzivní produkce brojlerů kritizována z důvodu nedostatečného zohlednění dobrých životních podmínek zvířat. Poměrně horší kvalita kuřecího masa pocházející z průmyslové produkce (vodnaté maso brojlerů, často bez chuti a s nadměrným množstvím tuku), náhlý pokles ceny, dostatečná nabídka na trhu a jistá nostalgie po starých dobrých časech ovlivnily názor lidí, že průmyslově vyráběné drůbeží produkty nejsou zdravé a přirozené. Zastánci dobrých životních podmínek zvířat a ochrany zvířat (lidé, kteří preferují přírodní potraviny) bojují proti chovu drůbeže v uzavřených, tmavých a přeplněných prostorách. Roste poptávka po návratu k přírodě, která by měla být dosažena použitím nových chovných systémů a pomalu rostoucích hybridů (Pavlovski et al., 2009).

V návaznosti na rostoucí poptávku spotřebitelů citlivějších na etické a kulturní aspekty potravin živočišného původu, vzrůstá zájem o alternativní systémy produkce, které mohou zlepšit dobré životní podmínky zvířat a zaručit vysoké kvalitativní normy týkající se bezpečnosti potravin (Castellini et al., 2008). Z mnoha používaných produkčních systémů chovu se obecně považuje za metodu snížení stresu a zvýšení celkové pohody zvířat metoda produkce ekologického chovu (Castellini et al., 2002; Fanatico et al., 2005).

V Evropě a ve Spojených státech byly vytvořeny nové způsoby výroby produkčních systémů s cílem uspokojit poptávku spotřebitelů z důvodu lepší chuti masa, zlepšení welfare a ekologické produkce (Castromán et al., 2013).

Výběr kuřat brojlerů ve druhé polovině 20. století byl primárně zaměřen na získání vysokých výnosů masa při minimálních výrobních nákladech, především na krmení zvířat. To vedlo k vývoji hybridních linií brojlerů, jejichž produktivní rysy a cíle zahrnují dosažení maximálního biologického potenciálu, tj. rychlého růstu, vysokých jatečných výtěžností upravených těl a příznivé konverze krmiva, zajišťující maximální efektivitu a ziskovost produkce. Výsledky řady autorů ukazují na vysokou popularitu systémů intenzivního chovu

brojlerů v oblasti vědeckého výzkumu. To bylo dále stimulováno právními předpisy přijatými v mnoha evropských zemích, jakož i kvalitou výrobků a standardů welfare drůbeže (Bogosavljević-Bošković et al., 2012).

V posledních letech se zvyšuje poptávka spotřebitelů po produktech, které jsou přirozeně vyráběné, vysoce výživné, bez chemických kontaminantů a s dobrou kvalitou. Nativní kuřata obecně vznikají bez použití antibiotik nebo chemikálií, a tím zvyšují bezpečnost a negativní vliv na lidské zdraví (Funaro et al., 2014).

Ačkoli je drůbeží maso také známé jako nízkokalorická potravina s nízkým obsahem tuku, jeho svalové lipidy jsou vysoce citlivé na oxidaci. V posledních letech jsme byli svědky rostoucího zájmu spotřebitelů o vliv stravy a oxidace na zdraví a stárnutí. Oxidace vede ke zhoršení chuti, barvy, struktury a nutriční hodnoty masa. Současně s oxidací kuřecího masa mají velký význam vnitřní (obsah železa, antioxidační enzymy) a vnější (krmení oxidovanými krmivy, stres, porážka, teplota, další kroky zpracování, podmínky skladování atd.) faktory. (Estévez, 2015).

Při vývoji nových plemen vhodných pro alternativní a organické systémy chovu je třeba zvážit jak produkční vlastnosti (růst, konverzi krmiva, mortalitu), tak i vlastnosti kvality masa. Použití lokálních genotypů může hrát důležitou roli při produkci pomalu rostoucích kuřat z hlediska zachování genetické variability při současném zvýšení ekonomické životaschopnosti (Yamak et al., 2014).

V produkci drůbežího masa mohou být využívány pomalu a rychle rostoucí genotypy kuřat v závislosti na způsobu chovu. Rychle rostoucí plemena brojlerů jsou používána v konvenčních, komerčních systémech produkce brojlerů. Tito ptáci jsou běžně chováni ve velkých hejnech v počtu až 10 000 - 30 000 kusů, s vysokou populační hustotou (Bokkers a Koene, 2003). Ve Spojených státech se pro produkci drůbežího masa využívá převážně stejný genotyp rychle rostoucích brojlerů používaných v konvenčních systémech chovu (Fanatico et al., 2005).

Pomalou rostoucí genotypy kuřat jsou používány hlavně ve výběhových systémech produkce brojlerů, například v Red Label (Label Rouge) produkčních systémech Francie (Bokkers a Koene, 2003). Jedním z nejúspěšnějších programů v Evropě je právě francouzský Label Rouge, který vyžaduje přístup do venkovního výběhu. Tento typ výkrmu zaujal velkou část francouzského trhu s drůbežím masem navzdory vyšším maloobchodním cenám (Fanatico et al., 2005).

Environmentální a genotypové interakce jsou velmi důležité pro charakteristiku kvality masa (Castellini et al., 2002). Fanatico et al. (2005) zmiňuje, že v některých studiích

(Dransfield et Sosnicki, 1999; Le Bihan-Duval et al., 2001; Le Bihan-Duval, 2003) bylo zjištěno, že selekce na rychlejší růst a větší jatečnou výtěžnost pravděpodobně ovlivnila smyslové a technologické vlastnosti masa a proto je pravděpodobné, že mezi rychle a pomalu rostoucími brojlerými existují rozdíly v kvalitě masa.

Většina autorů uvádí nižší konečnou tělesnou hmotnost a horší účinnost konverze krmiva ve výběhovém chovu ve srovnání s intenzivním chovem. Naopak, u alternativně chovaných brojlerů byly pozorovány lepší znaky kvality masa, zejména co se týče chemického složení masa. Podle většiny autorů chov s volným výběhem má za následek nižší tělesnou hmotnost brojlerů ve srovnání s chovem v hale. Zdá se však, že hlavním faktorem ovlivňujícím tělesnou hmotnost brojlerů je genotyp bez ohledu na použitý produkční systém (Bogosavljević-Bošković et al., 2012).

Fanatico et al. (2005) cituje historickou studii Touraille (1981), kde je publikováno, že textura, vaznost a barva jsou důležité vlastnosti kvality masa, které mohou ovlivnit preference spotřebitelů. Přestože se provádí výzkum, který hodnotí maso a smyslovou kvalitu masa z rychle rostoucích a pomalu rostoucích genotypů kuřat, existují velké rozdíly (např. plemeno, linie, věk) a i různé výrobní systémy, které byly použity. Maso pomalu rostoucích kuřat chovaných ve výběhovém chovu a poražených v pozdějším věku by mělo být pevnější a chutnější než maso konvenční drůbeže.

3.2 Užitkovost pomalu a rychle rostoucích kuřat

Již řadu let se výběr drůbeže soustředil na rychlost růstu u masných linií, což vedlo k intenzivnímu růstu, který může mít vliv na svalovou strukturu, metabolismus a kvalitu masa. Vyšší rychlosti růstu mohou indukovat morfologické abnormality, vyvolat větší průměry vláken, vyšší podíl glykolytických vláken a nižší proteolytický potenciál ve svalech. Po smrti zvyšuje rychlejší vývoj *rigor mortis* pravděpodobnost bledší barvy a sníženou vaznost a horší kvalitu dalších zpracovaných produktů (Dransfield a Sosnicki, 1999).

Selekce u drůbeže se soustředila na rychlost růstu a vývoj svalové hmoty u masných linií, proto se v době kratší než 30 let produkční doba u kuřat o hmotnosti 1,3 kg snížila o polovinu, tzn. na 5 týdnů. Tato kritéria užitkovosti nadále převažují v rozhodování o nejmenších výrobních nákladech, ale jsou zpochybňována pro vznik morfologických poruch v kosterních svalech. (Dransfield a Sosnicki, 1999).

Středně rostoucí genotypy mohou být poraženy ve věku 8 – 10 týdnů, zatímco pomalu rostoucí genotypy mohou být poraženy ve věku 12 týdnů (Yamak et al., 2014).

3.2.1 Srovnání etologického chování pomalu a rychle rostoucích kuřat

Pomalu a rychle rostoucí brojleři mají stejné prvky chování, ale časové intervaly pro ně jsou různé. Pomalu rostoucí brojleři sedí na hřadech, více se pohybují a mají větší množství poranění kůže než rychle rostoucí brojleři. Rychle rostoucí genotypy preferují sezení na zemi, krmení a napájení více než pomalu rostoucí. Pro odpočinek, rovnání peří, protahování, hrabání nebo popelení nebyly zjištěny žádné rozdíly. Čas strávený danou činností, či průběh chování se mění s narůstajícím věkem. Ačkoliv bylo zjištěno několik fyzických abnormalit u obou linií, nebyla zjištěna žádná korelace mezi tělesnými abnormalitami a chováním (Bokkers a Koenne, 2003).

Potravní chování u pomalu rostoucích brojlerů slabě korelovalo se zbytkovým příjmem krmiva definovaným jako rozdíl mezi aktuálním a předpokládaným příjmem krmiva, ale nebylo významně korelováno s indexem konverze krmiva (FCR). Kromě snížení příjmu krmiva může selekce pro menší zbytkový příjem krmiva způsobit, že kuřata budou krmivo konzumovat rychleji při kratší době krmení a při menším počtu krmítek (Yan et al., 2018).

Je zřejmé, že použití vysokých hustot osazení má negativní vliv na výkonnost a dobré životní podmínky brojlerových kuřat. Naopak zvýšení celkového efektivního prostoru, buď snížením hustoty osazení, nebo zvýšením velikosti skupin pro danou konstantní hustotu, by mělo mít příznivý vliv na blaho brojlerů. Zdá se, že také dlouhé fotoperiody, pokud se používají ve vyšším věku kuřat, nezvyšují efektivitu krmiva a narušují vzorce chování kuřat, což ohrožuje jejich blaho (Averós a Estevez, 2018).

3.2.1.1 Pomalu rostoucí genotypy kuřat

Se stovkami plemen kuřat po celém světě, chovatelé a šlechtitelé vyvinuli systémy pro klasifikaci kuřat, s označeními třída, hybrid a linie. Pro první hlavní členění, jsou kuřata seskupena podle velikosti jako standard (velký) nebo bantam (malý). Většina standardních plemen má odpovídající bantamové plemeno; nicméně, jsou některá plemena, která existují jen ve standardní velikosti a někteří existují jen jako malá plemena (Ekarius, 2007).

Linie je plemenná populace, která vykazuje blízký společný rys a je obvykle výsledkem snah jediného chovatele po dlouhou dobu. Velké zemědělské společnosti chovají mnoho komerčních linií, přičemž tyto linie kuřat jsou chovány především významnými komerčními společnostmi pro specifické produkční účely, jako je dobrá schopnost snášky, výborná konverze krmiva nebo doba zrání masa (Ekarius, 2007).

Hybridní v porovnání s liniemi nejsou specifickým plemenem, vznikly křížením známých plemen. Kvůli hybridní ráznosti (tendence křížení lépe fungovat) jsou obvykle vyvíjeni a uváděni na trh komerčními společnostmi. Produkují více vajec nebo nabírají rychleji svalovou hmotu pro větší jatečně upravená těla než je u jiných plemen obvyklé. Někteří hybridní jsou rozlišitelní autosexingem, což znamená, že samice a samec jsou po vylíhnutí odlišné barvy (Ekarius, 2007).

Čistá plemena jsou však mnohem pestřejší a zajímavější. Udržet čistá plemena pomáhá udržovat zemědělskou rozmanitost, a mnoho z těchto plemen pomáhá udržovat zemědělskou rozmanitost, a mnoho z těchto plemen má vlastnosti, které jsou cenné pro drobné chovatele, jako je dobrá konverze krmiva a odolnost organismu (Ekarius, 2007).

Isa Dual

Isa Dual je hybrid kombinace nosného a masného typu drůbeže. Kohouti jsou chováni pro maso a slepice pro produkci masa i vajec. Kohout je charakterizován rychlým vývojem tělesné hmotnosti, pevnou konstitucí těla a vynikající chutí masa. V 5. týdnu věku dosahuje hmotnosti kolem 691 g, ve 12 týdnech věku 2 475 g při celkové spotřebě krmiva 7,4 kg (Anonym, 2019e).

Slepice je všestranná robustní nosnice, která v 5. týdnu věku dosahuje hmotnosti v průměru 425 – 445 g, v 17. týdnech věku 1 695 – 1 770 g při celkové spotřebě krmiva 7,6 kg. Ve snáškovém období tj. ve věku 18 – 72 týdnů je životaschopnost hejna 92 % a vrcholu snášky dosáhne 95,6 %. Průměrná hmotnost vajec se pohybuje kolem 61,2 g, snáška na počáteční stav je 304 ks vajec. Průměrná spotřeba krmiva na jeden krmný den je 130 g, při konverzi 2,7 a konečné živé hmotnosti 2 550 – 2 670 g (Anonym, 2019e).

Lohmann Dual

Linie vytvořená firmou Lohmann Tierzucht pro kombinovanou užitkovost. Kuřata mají bílé peří a produkují vejce, která jsou ve srovnání s normálními hnědými vejci lehčí, ale hlavním rozdílem oproti komerčním liniím je jejich tělesná kondice. Očekávaná snáška je přibližně 250 vajec ročně. Společně s denním množstvím krmiva 140 g spotřebuje Lohmann Dual až o 30 g denně více a proto mohou být náklady na krmivo v období snášky o 50 % větší než u komerčních nosnic. V období výkrmu mají kohouti živou hmotnost po 8 týdnech věku přibližně 2 kg, přičemž pomalu rostoucí brojleři mají v tomto věku obvykle 3,2 kg. Pokud jde o jatečnou výtěžnost podíl cenných partií je 50 %. V porovnání speciálních linií brojlerů mají kohouti menší podíl prsního masa ve prospěch stehenních partií (Anonym, 2019f).

Rowan Ranger

Rowan Ranger je pomalu rostoucí barevný hybrid, brojler s možností sexace podle peří. Je vhodný pro konvenční i alternativní produkční systémy chovu. Nabízí špičkovou užitkovost v produkci masa a zároveň vynikající zdravotní a sociální vlastnosti. V cílech užitkovosti dosahuje nesexované hejno na konci výkrmu průměrné živé hmotnosti 2 852 g, kohoutci 3 146 g a slepice 2 556 g. (Anonym, 2019h).

Cobb Sasso

Cobb Sasso je přirozenou volbou pro spotřebitele, kteří se zajímají o barevné pomalu rostoucí genotypy kuřat. Pro silné zdraví brojlerů je ideální tradiční volný výběh a méně intenzivní halová produkce. Kombinace rustikálně hnědé slepice s bílým samcem dávají brojlerům výrazný vzhled a vynikající růstový výkon. Průměrný maximální denní přírůstek je 45 g/den. Vynikající životaschopnost, konverze krmiva a rovnoměrnost jatečně upravených těl. Cobb Sasso lze úspěšně chovat v různých chovatelských systémech. V halových chovech přes 49 dní, v chovech s volným výběhem více než 56 dní a v ekologickém systému chovu více než 70 dní (Anonym, 2019b).

Plymouth Rocks

Plymouth Rocks je plemeno kombinované užitkovosti, vhodné pro produkci masa i vajec. Toto plemeno je velké, mrazuvzdorné a je vhodné pro venkovní chov. Je oblíbené pro svoji odolnost, dobrými povahovými vlastnostmi, vynikající produkci masa i vajec. Má středně hlubokou hrud' a dlouhý široký hřbet. Barva nohou a kůže je žlutá. Průměrná živá hmotnost kohouta je 3,62 kg a slepice 3,4 kg. Produkce vajec se liší v závislosti na linii kuřat. Existuje v mnoha barevných variacích (Anonym, 2019c). Používají se jako mateřská linie pro dnešní produkci běžných komerčních brojlerů (Skinner a Hady, 2018).

Australka

Velké, středně těžké pomalu rostoucí plemeno s kombinovanou užitkovostí. V závislosti na výživě a na linii může mít roční snášku vajec až 200 – 250 ks vajec za rok i bez umělého osvětlení. Kohout dosahuje maximální živé hmotnosti 3,85 – 4,55 kg a slepice 3,95 – 3,6 kg (Daniels, 2015).

3.2.1.2 Rychle rostoucí genotypy kuřat

Ross 308

Hybrid Ross 308 je robustní a rychle rostoucí brojler s dobrou konverzí krmiva a masnou užitkovostí. V nesexovaných hejnech v kontrole užitkovosti byl průměrný denní přírůstek ve věku prvního týdne 29 g, do 14. dnů věku 52 g a ve 3 týdnech 73 g. Na 28 dnech chovu byl zjištěn průměrný denní přírůstek 87 g, v 35 dnech věku 94 g. Nejvyšší průměrný denní přírůstek 95 g byl zjištěn ve 42 dnech věku při průměrné hmotnosti 2 809 g a konverzi krmiva 1,687. Do konce výkrmu průměrný denní přírůstek na týden klesal a to 49. den na 90, 56. den věku 83 g, 63. den 72 g a v poslední den chovu na 59 g při finální průměrné hmotnosti jedinců nesexovaného hejna 5 051 g. V sexovaném hejnu kohoutků byl v rámci užitkovosti stanoven cíl ve 14 dnech věku 488 g tělesné hmotnosti se 42,69 g průměrným denním přírůstkem na týden. Nejvyšší denní přírůstek je kolem 42. dne věku a to 106 g, což je více než v nesexovaném hejnu. V 6. týdnu (42. den) byla stanovena konverze krmiva 1,670. Na konci výkrmu by podle cílů užitkovosti měli mít kohoutci průměrný denní přírůstek 71 - 73 g. U slepic je cíl užitkovosti průměrného denního přírůstku o něco menší. Ve 14 dnech je očekáván průměrný denní přírůstek 50 g při průměrné tělesné hmotnosti 473 g. Nejvyššího denního přírůstku slepice Ross 308 dosahují ve věku 33 – 42 dní a to 84 g denně, při průměrné konverzi krmiva 1,517 – 1,703. Výkrm slepic končí hmotností 4 523 g při nejnižším denním přírůstkem 47 g. Tělesná hmotnost byla změřena v rámci stanovení cílů užitkovosti u všech tří hejn na farmě, tj. při vážení bylo v trávicím traktu přítomné krmivo (Anonym, 2019g).

Jatečné kuře Ross 308 může být zpracováno porcováním na prsní svalovinu, stehna, popřípadě paličky. A dále může být upraveno vykoštěním na prsní a stehenní maso. Jatečnou výtěžnost brojlera v závislosti na pohlaví a měnící se živé hmotnosti ukazují diagramy (Anonym, 2019g).

Diagram č. 1 Ross 308 Kohouti – porce (Anonym, 2019g)



Diagram č. 2 Ross 308 Slepice – porce (Anonym, 2019g)



Diagram č. 3 Ross 308 Kohouti – vykoštění (Anonym, 2019f)

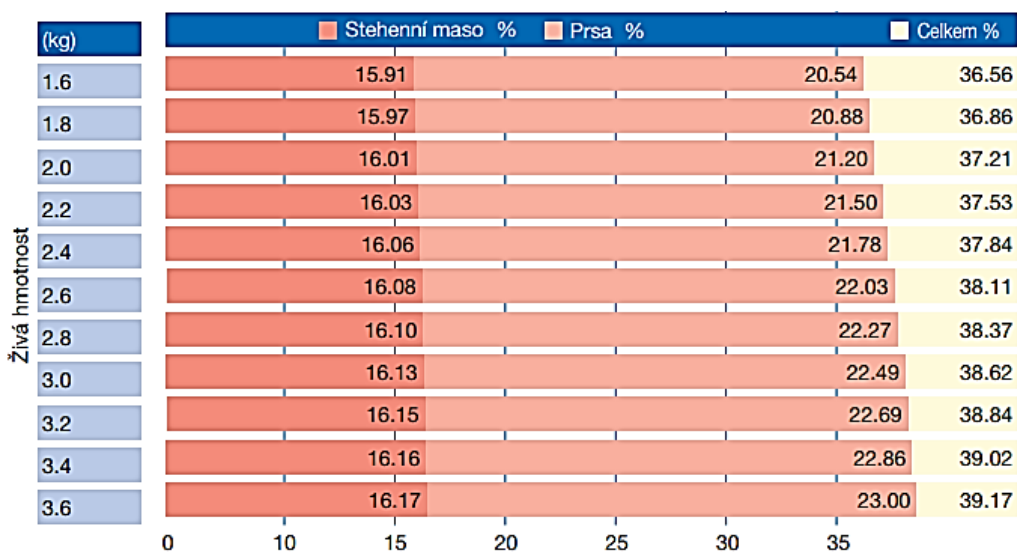
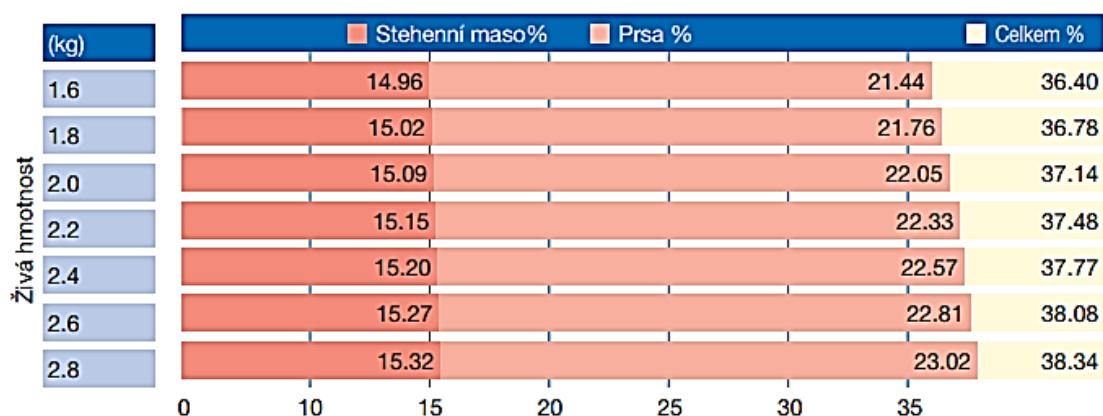


Diagram č. 4 Ross 308 Slepice – vykoštění (Anonym, 2019g)



Cobb 500

Nejefektivnější brojler na světě s nejnižší konverzí krmiva, nejlepší růstovou rychlostí a schopností prospívat na nízké a méně nákladné výživě. Tyto atributy spojují masného hybrida Cobb 500 s konkurenční výhodou nejnižší ceny za kilogram na kg živé hmotnosti (Anonym, 2019d).

Hubbard F15

Rychle rostoucí genotyp. Primárně charakterizován zisky z hlediska chovatele. Nejvýraznějším rysem tohoto hybrida je jeho velikost, která je vyšlechtěna genetickou selekcí. Pokud to standardy dovolují, může být ustájen o hustotě o 20 až 25 % vyšší na m² než je standard chovatele. Úspora krmiva na dospělého jedince dosahuje průměrně 8 kg/ks nebo 371 g/kuře za 64 týdnů. Mezi silné stránky Hubbard F15 patří i vynikající konverze krmiva, výborná kvalita jatečně upravené těla a životaschopnost kuřat (Anonym, 2019a).

3.3 Kvalita masa

Kvalita drůbežího masa je silně určována histologickými a biochemickými vlastnostmi svalových vláken (Le Bihan-Duval, 2003). Může být popsána jako soubor kvality hygieny, technologických a smyslových vlastností a nutričních hodnot. Jde o charakteristiky, které umožňují vyjádřit potřeby chovatele a spotřebitele. Z hygienického hlediska by maso mělo být prosté toxických zbytků a bakterií. Nutriční kvalita je schopnost masa poskytnout dostatečný počet a množství nutričně významných komponent, jako jsou lipidy, sacharidy, bílkoviny, vitamíny, minerály a další (Tougan et al., 2013).

Vlastnosti, které přispívají k celkové stravovací kvalitě kuřecího masa zahrnují především chuť, vůni, strukturu, vzhled a šťavnatost (Kyarisiima et al. al., 2011). Senzorické vlastnosti souvisejí s obsahem lipidů v mase. Ukládání břišních tuků je vysoce korelováno s celkovým obsahem tuku v jatečně upraveném těle (Le Bihan-Duval, 2003).

Intenzivní genetická selekce na rychlý růst a velké prsní svaly způsobila, že kuřata jsou náchylná na oxidaci masa (Petracci et al., 2015; Kuttappan et al., 2016). Rostoucí obavy se týkají specifických vad kvality u drůbežího masa, které byly spojeny s nejrůznějšími příčinnými faktory, včetně zhoršeného oxidačního metabolismu, jako je svalovina zvaná dřevěná prsa a bílé pruhování (Estévez, 2015).

3.3.1 Svalová struktura kuřecího masa

Ptačí tělo má unikátní strukturu ve srovnání se savci a jinými druhy, protože je uzpůsobeno k létání. Celková svalová tkáň představuje hlavní jedlou část zvířete, která je důležitá jak pro zpracovatele masa, tak i pro spotřebitele. Rozsahem se pohybuje od malých svalů; například těch, které řídí oční víčka; až po velmi velké svaly umožňující létání. Rozlišujeme tři hlavní typy svalových tkání a to tkáň kosterní, srdeční a hladkou (Barbut, 2015). Svalová vlákna představují až 90% objemu svalů. Mají podobný tvar a vzhled, ale jsou velmi odlišná. Liší se ve smyslu metabolismu svalů a kontraktilní rychlosti (Astruc, 2014).

Kosterní svaly jsou známy jako příčně pruhovaná svalovina vzhledem k jejich pruhovanému vzhledu při pohledu pod světelným mikroskopem. Pruhování je výsledkem opakujících se mikrostruktur v uskupení vláken a jejich komponent (Barbut, 2015).

Během pozdního fetálního období a po vylíhnutí jsou pro vývoj kosterních svalů zodpovědné myogenní satelitní buňky nacházející se v sousedství stávajících vláken

kosterních svalů a jejich jádra řídí syntézu nových proteinů a funkce při zrání svalů (McFarland, 1999).

3.3.2 Charakteristiky svalů a svalových vláken

Jednou z cenných partií kuřat je prsní svalovina, která je tvořena svaly *Pectoralis major* a *Pectoralis minor*. Velký sval, jako je *Pectoralis major*, se skládá z mnoha svalových svazků pokrytých *epimysiem*. Každý svalový svazek je oddělen od ostatních vrstvou pojivové tkáně nazývanou *perimysium*. Spojovací tkáň zajišťuje strukturální uspořádání a ukotvení jednotlivých komponentů svalu. Krevní cévy a nervy přivádí energii do aktivního svalu a ovládají jeho pohyb. Svalový svazek je složen z menších svalových vláken, které jsou pokryty tenkou vrstvou pojivové tkáně nazývané *endomysium* (Barbut, 2015).

Svaly obsahují variabilní podíly různých typů svalových vláken v závislosti na funkci svalu (Astruc, 2014). Různé typy vláken indikují různé citlivosti na pH; rychlá svalová vlákna mají silnou ATPázovou aktivitu a jsou labilní vůči kyselinám ve srovnání s pomalými vlákny (Barany, 1967).

U drůbeže se průřezová plocha svalových vláken zvyšuje s věkem. Rychle rostoucí kuřata mají vlákna s větším průměrem než pomalu rostoucí linie. Toto zvýšení také souvisí s nárůstem počtu obřích vláken, která mají typicky průřezové plochy třikrát až pětkrát větší než normálně, ačkoli to může také být důsledkem silné kontrakce hyperkontrastního vlákna. Menší průměry vláken mohou umožnit vyšší hustotu vláken a zvýšit houževnatost masa (Dransfield a Sosnicki, 1999).

Analýzou průměru a počtu vláken je možné posoudit genetické odchylky v podílu hrudních svalů. Obecně se průměr svalového vlákna pohybuje od 10 do 100 μm (v závislosti na faktorech jako je pohlaví nebo příjem krmiva). Velké průměry určují tmavé a tuhé maso s vyšším pH. Průměrný průměr je ideální, protože zvyšuje kvalitu a množství masa (Choi a Kim, 2009).

Každé svalové vlákno obsahuje vnější obal naplněný jádrem a je potaženo plazmatickou membránou nazývanou sarkolema. Sarkoplasma neboli cytoplazma svalových buněk obsahuje buněčné orgány jako je Golgiho aparát, mitochondrie, lysosomy, ribosomy atd. Dále obsahuje směs rozpustných bílkovin včetně glykolytických enzymů a myoglobinu, který přenáší kyslík do mitochondrií a poskytuje buňkám červenou pigmentaci. Hlavní zásobou energie svalových buněk je glykogen. Sarkoplasma obsahuje také myofibrily o průměru 1 až 2 μm , které jsou uspořádány do svazků a vyplňují téměř celý intracelulární objem (Astruc, 2014).

Kosterní svaly mají protáhlá vlákna, která jsou obvykle mnohojaderná, což zřejmě umožňuje lepší kontrolu nad těmito dlouhými buňkami. Každé vlákno sestává z četných myofibril, které mají v sobě myofilamenta, které tvoří sarkomery. Tmavá oblast v pruhovaných svalech je důsledkem překrývání tenkých a tlustých vláken a nazývá se anizotropní pásmo nebo pásmo A. V oblasti A je oblast bez tenkých vláken označována jako izotropní neboli I-pásmo. Sarkomery jsou propojeny prostřednictvím „páteřního řetězce“ zvaného Z-disk. Během svalové kontrakce se tlustá vlákna posouvají směrem k linii Z a zkracují sarkomery, které způsobují pohyb (Barbut, 2015).

Svalová vlákna jsou rozdělena do různých typů, v závislosti na izoformách myosinového těžkého řetězce (MHC), které exprimují. Morfologické a biochemické charakteristiky svalových vláken jsou faktory, které ovlivňují energetický metabolismus živých svalů a svalů *post mortem* (Choi a Kim, 2009).

U drůbeže jsou podle svalových aktivit svalová vlákna rozdělena do tří typů: pomalá červená vlákna (I, pomalá oxidace), rychlá bílá vlákna (IIa, rychlá oxidace) a velmi rychlá bílá vlákna (IIb, rychlá glykolýza) (Cong et al., 2017). Červená vlákna mají úzký průměr, jsou bohatá na myoglobin, což vede k tmavšímu, červenějšímu vzhledu a jsou přizpůsobena aerobnímu neboli oxidačnímu metabolismu pro rychlou aktivitu odolnou proti dlouhodobější únavě, neboť jsou sice pomalejší, ale mají větší energetickou kapacitu. Svaly s vysokým podílem červených vláken jsou proto používány pro dlouhodobé činnosti, jako je podpora kostry ve vzpřímené poloze (Dransfield a Sosnicki, 1999; Barbut, 2015). Zatímco bílá vlákna jsou větší v průměru, přizpůsobena anaerobnímu (glykolytickému) metabolismu, ale rychle se unaví, a proto jsou používány při krátké náhlé činnosti (Dransfield et Sosnicki, 1999).

Glykolytický metabolismus, který v bílých vláknech převažuje, může nastat s kyslíkem i bez něj, tj. aerobním nebo anaerobním způsobem. Svaly s relativně vysokým obsahem bílých vláken vykazují nižší hustotu kapilár, protože se nespolehnají na rychlý přenos živin. Bílá vlákna se rychleji zkracují ve srovnání s červenými vlákny a jsou snadněji unavitelná. U některých aktivních ptáků divokého typu; jako jsou kachny a husy; kteří při migraci létají na velké vzdálenosti, se prsní sval jeví jako červený kvůli vyššímu podílu červených vláken (tj. sval může pracovat několik dní, zatímco pták přeletí velké vodní plochy) (Barbut, 2015).

Bylo potvrzeno, že vysoký obsah glykogenu a aktivita enzymu glykolýzy ve vláknech glykolytického typu zrychlují rychlost a rozsah poklesu pH po porážce, což na konec vede ke špatným hodnotám barvy masa a ztrátám vody (Cong et al., 2017).

Z hlediska celkové barvy masa se za bílé maso u kuřat označuje prsní sval, zatímco tmavé maso se vztahuje k partiím masa stehen. Celková barva masa je obecně relativní vzhledem k podílu červených a bílých vláken. Velmi málo svalů se skládá ze všech bílých nebo všech červených vláken (Barbut, 2015).

V souvislosti s kvalitativními charakteristikami jatečně upraveného těla a s kvalitativními charakteristikami masa, se objevují otázky, zda organická nebo konvenční produkce vede k lepším výsledkům vzhledem k četným vlivům, které se na ní podílejí (Casstellini et al., 2002).

Zvyšující se rychlost růstu mění dynamiku proteinů. Aktivace svalu je dynamický proces mezi protikladným anabolizmem a katabolismem a změny v jedné nebo obou stranách rovnováhy budou mít za následek změny velikosti svalu. Podávání β -agonistů vede k hypertrofii svalů u potkanů, jehňat, skotu a kuřat změnou proteolytické aktivity. Hypertrofie je způsobena snížením proteinového katabolismu. Degradace svalových proteinů proto představuje důležitý regulační mechanismus pro růst svalů (Dransfield et Sosnicki, 1999).

Ve svalu existují tři proteolytické systémy: katepsiny (lysozomální), kalpainy (závislé na vápníku) a proteazom (Dransfield et Sosnicki, 1999).

3.3.3 Fyzikální vlastnosti kvality masa

3.3.3.1 Hodnota pH

Nejdůležitější z vlivů, které se vyskytují při zpracování masa, které řídí tepelnou stabilitu myoglobinu, jsou pH, redoxní stav myoglobinu, primární struktura (aminokyselinová sekvence) myoglobinu a přítomnost antioxidantů a prooxidantů. Tyto čtyři faktory tedy ovlivňují i barvu masa. (Suman et al, 2016).

Typické konečné pH *post mortem* kosterního svalstva u hovězího, vepřového a jehněčího masa je 5,5-5,8, zatímco postmortální pH ptačích svalů se pohybuje od 5,7 do 6,0. Naproti tomu pH živého svalu je $\approx 7,2$. Většina studií uvádí, že myoglobin v mase při pH $<5,4$ je méně stabilní vůči teplu, zatímco vysoké pH masa ($> 6,0$) chrání myoglobin proti tepelně indukované denaturaci a zvyšuje vnitřní zbarvení do červena (Suman et al., 2016).

V důsledku krátkodobého a dlouhodobého stresu se mohou v mase vyvíjet dvě stavy známé jako bledé, měkké a exsudativní (PSE) a tmavé, pevné a suché (DFD) maso (Lawrie, 2006). Prvotní průběh změn pH je důležitý pouze v extrémních teplotách s nízkou hodnotou pH a nebo s vysokou teplotou (Swatland, 2008).

Mezi pH a teplotou masa jsou implicitní vztahy. Rozptyl pH má zásadní vliv na světlost drůbežího masa, což způsobuje, že maso s nízkým pH se jeví jako bledé a maso s vysokým pH se jeví jako tmavé. Glykolýza je exotermní chemická reakce, při které se znatelně mění pH a to především, když je teplota JUT stále blízko tělesné teploty. Důsledkem toho je, že nízké hladiny glykogenu při porážce zabrání normálnímu průběhu *post mortem* zvýšením odrazivosti masa, čímž zanechají maso ve stavu DFD (Swatland, 2008).

Mikrobiální rezistence kuřecích PSE a DFD svalů se liší v závislosti na pH a je menší pro svaly DFD. DFD maso s vysokou konečnou hodnotou $\text{pH} > 6,3$ má omezené použití, protože je náchylné k mikrobiální kontaminaci, i když zpočátku bylo relativně málo mikrobiálně kontaminované (Allen et al., 1997).

Nízké pH svalů v případě vady PSE je nežádoucí pro mikroflóru, zejména proteolytickou, a prodlužuje životnost produktu. Zvýšené pH nezrychluje růst organismů znehodnocování, ale snižuje fázi zpoždění nebo dobu, po kterou se organismy ke zkáze připravují na růst (Allen et al., 1997).

Oxidace masa je u kuřat vyvolána oxidačním stresem, který vzniká při přesunu z farmy na vidličku. Po porážce procházejí svaly drůbeže dalšími oxidačními reakcemi, které jsou posíleny kolapsem endogenních antioxidačních obran, uvolňováním pro-oxidantů a dalšími biochemickými změnami, ke kterým dochází v posmrtném svalstvu, jako je pokles pH (Estévez, 2015).

Zpracovatelé drůbeže čelí problému s vadným masem, tj. vadami PSE (bledé, měkké, vodnaté) a DFD (tmavý, pevný, suchý). Prsní maso má ekonomičtější hodnotu než maso stehenní (Lesiów, 2003). Bledý, měkký a exsudativní (PSE) označuje maso, které je bledé barvy, tvoří měkkou gelovou konzistenci a má špatnou schopnost zadržovat vodu. Nejčastěji používané v souvislosti s vepřovým masem, tato vada masa je vidět s rostoucí četností v zařízeních na zpracování krůt a brojlerů. Odhaduje se, že toto maso typu PSE představuje 5 až 40% masa vyráběného v drůbežářském průmyslu (Owens et al., 2009). PSE nacházející se v prsních svalech může pocházet z genetických důvodů, být důsledkem stresu z porážky, pomalého nebo nedostatečného ochlazování po porážce a zrychlených procesů *rigor mortis* (Lesiów, 2003).

Výskyt PSE u drůbežího masa závisí na genetice, *ante mortem* a *post mortem* stresorech včetně: environmentálních teplot, přepravy, manipulačních postupů při porážce, chladicích režimů a rychlého nástupu *rigor mortis* (Solomon et al., 1998). Může být důsledkem zrychlené rychlosti metabolismu svalového glykolytu před porážkou v důsledku

genetických faktorů souvisejících se stresem. V bledých krůtích svalech je rychlost glykolýzy téměř dvakrát vyšší než v normálních svalech (Sosnicki et al., 1998).

Příčiny bledého, měkkého a exsudativního (PSE) masa se zdají být genetické, environmentální nebo kombinací obou. U prasat byla identifikována genetická mutace v receptoru ryanodinu a byla spojena se zvířaty, která jsou citlivá na stres a jsou náchylná k rozvoji masa PSE. Ačkoliv je tato genetická mutace dobře známa u prasat, dosud neexistuje žádný důkaz, který by podporoval nebo vyvrátil genetickou mutaci u krůt souvisejících s vývojem PSE. Bledé, měkké, exsudativní maso je také spojováno *s ante mortem* a *post mortem* stresory včetně tepelného stresu, manipulačních postupů při porážkách a režimů chlazení jatečně upravených těl. Zvířata s tímto stavem mohou reagovat natolik nepříznivě, že uhynou. To je však u drůbeže vzácné nebo nerozpoznané. Buď se to nestane, nebo je jednoduše přičítáno manipulaci a přepravě. Když kuřata vstupují do zpracovatelského závodu a jsou zabiti ve vzrušeném stavu s hlubokými důsledky pro kvalitu jejich masa, mají zrychlenou rychlost metabolismu, urychlující pokles pH svalů, ke kterému obvykle dochází při vývoji *rigor mortis* (Owens et al., 2000).

Abnormálně nízké pH v časném *post mortem*, kdy jsou jatečně upravená těla stále teplá, způsobuje denaturaci svalových proteinů zodpovědných za barvu svalů a schopnost masa držet vodu během vaření. Tyto proteiny jsou také zodpovědné za pevnost gelů vyrobených z vaření masných bílkovin (Owens et al., 2009).

Příčinou stavu neschopnosti tolerovat stres je neschopnost regulovat tok iontů vápníku v různých kompartmentech svalové buňky. Protože vápník je klíčovým regulátorem relaxace svalové kontrakce, může nerovnováha vápníku drasticky změnit metabolismus energie a svalovou aktivitu. U některých postižených prasat je příčinou jasná genetická chyba. Existuje jediná bodová mutace v proteinu brány bránící vápníkovému kanálu (ryanodinový receptor, RyR), která řídí tok vápníku ze skladovacích prostorů do tekutiny obklopující kontrakční proteiny, aktin a myosin (Fujii et al., 1991).

Zvířata mohou mít více forem RyR proteinu, z nichž každý může být normální nebo defektní. Vzhledem k tomu může být zvíře pro každou z forem proteinů homozygotní nebo heterozygotní. Ve zvířeti, jako je prase, které má pouze 1 RyR formu v kosterním svalu, existuje jednoduchý dominantní (normální) a recesivní (vadný) vztah. Drůbež je mnohem komplikovanější, protože má 2 formy RyR v kosterním svalstvu, z nichž každá má 2 kopie, které mohou být potenciálně nezávisle normální nebo defektní. Je zřejmé, že počet potenciálních kombinací normálních a defektních proteinů je značně zvýšen. Pokud proteiny RyR fungují správně, jsou schopni tolerovat napětí, se kterými se drůbež setkává. Pokud je

však dostatek proteinů RyR defektních, stresory mohou být schopni vyvolat uvolnění vápníku a nežádoucí reakci (Percival et al., 1994).

Volba nižší hodnoty světlosti (L^*) může mít za následek přijetí více masa PSE při zpracování. Pokud se použije vyšší hodnota světlosti u mladých krůt (např. $L^* > 51$), bude o 6 – 17% nižší podíl masa klasifikován jako PSE (Barbut, 1996).

Pro stanovení pH se již dlouho využívá spektroskopie (Berzaghi et al., 2005). Na počátku 70. let poprvé popsala firma Bergveld iontově senzitivní tranzistory s efektem pole (ISFET) jako alternativu ke skleněné elektrodě pro měření pH (Bausells et al., 1999). Je to v současnosti jeden z nejoblíbenějších elektrických biosenzorů a byl zaveden jako první miniaturizovaný chemický senzor na bázi křemíku, běžně označovaný jako pH senzor (Lee et al., 2009).

Metoda ISFET má proti iontově selektivním elektrodám (ISE) výhodu, že je levnější, robustnější a velikostně menší. Pro přenosné analytické aplikace je vyžadována malá velikost systému s nízkými náklady. Integrace měřicího obvodu ISFET se snímačem ISFET ve stejném křemíkovém čipu může být výhodná pro dosažení malé velikosti systému a nízkých nákladů. Vyšší úroveň integrace má za následek vyšší spolehlivost systému. Integrace ISFET citlivého na pH a elektronických obvodů vyžaduje výrobu zařízení ISFET v technologii CMOS. Iontově selektivní tranzistory s efektem pole využívají tranzistorů MOSFET, které nemají výstup z kovu jako řídicí elektrodu. Místo něho je tu vertikální struktura složená z citlivé vrstvy, kovu, hradlového oxidu. Již zmíněný výstup je vyroben z polysilikonu, který je zakryt vrstvou nitridu křemíku, který byl použit jako materiál citlivý na pH (Bausells et al., 1999).

Například v poslední době došlo k výraznému pokroku v oblasti biosenzorů ISFET pro použití v biosenzorickém výzkumu, včetně vývoje enzymu imobilizovaného FET (field effect transistor), který detekuje koncentraci iontů H^+ , FET na bázi DNA (deoxyribonukleové kyseliny) na základě detekce DNA hybridizace a FET na bázi buněk pro snímání buněčného metabolismu nebo měření extracelulárního potenciálu (Lee et al., 2009).

3.3.3.2 Barva masa

Jakákoliv barva masa ve viditelném rozsahu může být reprezentována pomocí trojrozměrných souřadnic (nebo trojrozměrného barevného prostoru) L, a, b. Osa L představuje „svítivost“ s hodnotou 0 = černá a 100 = bílá. Osa „a“ udává polohu měřené barvy mezi dvěma barvami, které si navzájem oponují a to červenou a zelenou. Červenou

pro kladný a zelenou pro záporný konec. Osa „b“ zobrazuje polohu barvy ve žlutém (kladném) až modrém (negativním) odstínu. S pomocí prostorového systému $L^* a^* b^*$ je každá barva reprezentována jednoduchou rovnicí obsahující tři parametry. Přístroje pro měření barev (kolorimetry) jsou fotoelektrická zařízení na bázi buněk, schopná odečítat hodnoty L^* , a^* , b^* a „vypočítat“ vnímavost barvy. Je také možné uložit do paměti počítačového systému předem určené standardní barvy jako referenční (Berk, 2008).

Drůbeží maso je světlé. Každý aspekt kolorimetrie masa záleží na míře světlosti vzorků. Pokud je rozptyl světla slabý, protože maso má vysoké pH, pak bude světelná dráha tkáně relativně dlouhá a zvýší se selektivní absorpance světla myoglobinem a jeho deriváty. Naopak, pokud je rozptyl světla silný, protože maso má nízké pH, světelná dráha skrz tkáň bude relativně krátká a sníží selektivní absorpaci (Swatland, 2008).

Pro povrchovou analýzu barvy masa používá většina výzkumníků kolorimetry z lakovaných kovů a plastů. Většinou neberou v potaz optické problémy vytvořené světlostí (Swatland, 2008).

Barva drůbežního masa závisí na koncentraci a chemickém složení pigmentů přítomných v mase, zejména: myoglobinu, hemoglobinu, cytochromu C a jejich derivátů, přítomnosti ligandů tvořících komplexy s pigmenty hemu (Fletcher, 2002). Barva masa je ovlivněna řadou faktorů, jako je věk kuřat, pohlaví, genetické predispozice, výživa, intramuskulární tuk, vodnatost masa, podmínky před porážkou a proměnné konečné zpracování masa (Totosaus et al., 2007).

Tepelně indukovaná denaturace myoglobinu, zodpovědná za charakteristickou tmavší barvu vařeného masa ve srovnání se syrovým masem, a je ovlivněna množstvím endogenních (tj. pH, umístění svalu, druh zvířete, redoxní stav) a exogenních (tj. obaly a balicí atmosféra, přidané ingredience, skladování) faktorů (Suman et al., 2016). Tyto faktory mohou prodloužit dobu původní narůžovělé barvy masa, ale mohou také vést ke ztrátě kvality potravin a následnému odmítnutí spotřebitelem. Jako další má vliv na barvu masa rychlost rozmrazení, nízký obsah tuku a přítomnost dusitanů (King et Whyte, 2006). Dusitany jsou prekurzorem peroxynitritu a dalších reaktivních typů dusíku (RNS), které jsou zodpovědné za oxidaci a nitraci svalových proteinů. Redukující cukry, dobře známé pro jejich důsledky v Maillardových reakcích, byly také nedávno nalezeny v aktivní roli jako promotory oxidačního poškození masných proteinů (glykooxidace proteinů) (Vilaverde et al., 2014).

Interakce mezi těmito faktory kriticky ovlivňují vnitřní barvu vařeného masa a mohou zmást spotřebitele, kteří často vnímají tuto barvu jako spolehlivý ukazatel pro nezávadnost a bezpečnost. Výzkum v barvě masa naznačuje, že technologie zpracování a postupy vaření

v průmyslu i domácnostech ovlivňují vnitřní barvu vařeného masa. Zatímco některé jevy v barvě vařeného masa jsou estetické povahy, jiné mohou spotřebitele uvést v omyl a vést k nemocím způsobeným potravinami (Suman et al., 2016).

Lipidy, proteiny a další potravinové složky, jako jsou pigmenty hemu, jsou oxidovány během zpracování, skladování a kulinářské přípravy drůbežích produktů, což způsobuje modifikace jejich senzoričkových vlastností a nutriční hodnoty (Estévez, 2015).

Tepelné zpracování syrového masa je nezbytné k ničení mikroorganismů a patogenů, které mohou být hlavním zdrojem několika nemocí z potravin (USDA, 2013). Barva masného produktu po uvaření není spolehlivým znamením toho, že potravina dosáhla mikrobiologicky bezpečného stavu. Největším problémem pro bezpečnost potravin je, když je vnitřek vařeného masa vizuálně tmavší, ale vnitřní teplota není dostatečně vysoká k zajištění inaktivace patogenů (King a Whyte, 2006). Z tohoto důvodu jsou stanoveny specifické pokyny pro vnitřní teplotu pro vaření masa a masných výrobků a doporučuje se použití potravinářského teploměru, který pomůže zajistit, aby produkt dosáhl požadované vnitřní teploty, kterou budou zničeny patogeny (USDA, 2013).

Barva vařeného masa u drůbeže je výrazně odlišná od barvy červeného masa (King a Whyte, 2006). To je částečně způsobeno inherentními rozdíly v koncentraci a biochemii myoglobinu mezi druhy ptáků a savců (Suman a Joseph, 2013). V praxi to může být způsobeno tím, že produkty drůbeže se vaří na vyšší vnitřní teplotu než hovězí a vepřové maso. USDA (2013) doporučuje všechny drůbeží produkty vařit na vnitřní teplotu 74 °C.

Miller (1994) uvádí vztah mezi živočišnými druhy, svalovým typem a věkem zvířat na obsah myoglobinu v mase a vizuální barvu masa. Zejména u drůbežního masa mělo bílé maso od 8 týdnů staré drůbeže nejnižší obsah myoglobinu (0,01 mg Mb/g masa), poté v 26-ti týdnech věku drůbeže staré bílé drůbeží maso (0,10 mg / g). Dále bílé maso (0,12 mg / g), 8týdenní tmavé maso drůbeže (0,40 mg / g), tmavé maso 26 týdnů staré samčí maso (1,50 mg / g) a tmavé maso 24 týdnů staré. (1,50 mg / g). Tyto hodnoty jsou značně nižší než koncentrace myoglobinu uváděné u jiných živočišných druhů. Například obsah myoglobinu v jehněčím mase je 2,50 mg/g, tmavé rybí maso různých druhů ryb (5,3- 24,4 mg / g), hovězí maso od tříletých zvířat (4,60 mg/g), a hovězí maso starých zvířat (16 - 20 mg / g). Znalost a kontrola genetických, zpracovatelských a environmentálních faktorů, které mají vliv na barvu masa drůbeže, umožňují manipulaci s barvou v syrovém i zpracovaném produktu z drůbežního masa, pro uspokojení očekávání spotřebitelů.

Hlavním problémem studovaným u drůbeže je růžový barevný defekt (PCD), který vytváří vzhled původní růžové barvy syrového masa u plně vařených drůbežích výrobků

(Holownia et al., 2003). Spotřebitelé produkty s PCD odmítají a vnímají růžový vzhled jako indikátor nedokonalého produktu, přestože jsou produkty PCD z mikrobiologického hlediska bezpečné (Suman et al., 2016). PCD je primárně zkoumán u krůt a kuřat, protože myoglobin krůt a kuřat má stoprocentní shodu ve své primární struktuře (Holownia et al., 2003).

Faktory související s růžovým barevným defektem souvisí s přítomností různých tříd pigmentů, jako je nedenaturovaný protein myoglobin a oxymyoglobin, redukované feromochromy, nitrosylové hemochromy, hemochromy oxidu uhelnatého a cytochrom C. Tvorba a chemická aktivita těchto pigmentů přímo souvisí s podmínkami *in situ*, které jsou reprezentovány pH, redoxním potenciálem, stupněm denaturace a přítomností reaktivních ligandů (Holownia et al., 2003).

Biochemické principy spolu s endogenními a exogenními faktory byly využity k rozvoji strategií v zpracování masa a živočišné produkci, aby se minimalizovalo nežádoucí zabarvení a možné defekty a zlepšily se požadované barevné vlastnosti masa (Fletcher, 2002; Estévez, 2015).

Podle Fletcher (2002) je depozice žlutých pigmentů (karotenoidů) v kůži kuřete ovlivněna faktory, jako je genotyp, zdroj pigmentů v potravě, zdraví kuřete a zpracování masa. Barevné defekty mohou být způsobeny mechanismy, při kterých oxidace nemusí být přímou implikací, jako jsou modřiny, změněný metabolismus *post mortem* glykogenu a různé patologické stavy (Fletcher, 2002).

3.3.3.3 Textura masa

Křehkost masa je důležitým atributem kvality, definovaným spotřebiteli snadností žvýkání (Berzaghi et al., 2005). Mechanické vlastnosti masa jako je křehkost a šťavnatost přispívají ke struktuře masa (subjektivní atribut) a tvoří základ pro prodej masa. Textura je také hlavním kritériem kvality drůbežního masa (Wesson et al., 1979). K posouzení křehkosti masa u drůbeže a jiných mas se využívá instrumentálních přístupů, jako je Allo-Kramerova metoda a metoda Warner-Bratzlerovy smykové síly (WBSF), a senzorické analytické metody využívající lidské smysly k přímému vyhodnocení křehkosti, byly použity četné techniky (Cheatham, 2005).

V drůbežářském průmyslu je důležitá spektroskopie Vis/NIR pro analýzu stanovení atributů kvality kuřecího masa a tedy i textury masa. Spektroskopie je citlivá, rychlá, nedestruktivní a spolehlivá analytická technika s výraznými výhodami s ohledem na jednoduchost přípravy vzorků, které mají praktický význam v online hodnocení kvality masa (Prieto et al., 2009).

Hodnocení textury se provádí texturálními klasifikátory. Jde o snahu popsat proměnlivost spektrálního chování. Byl použit skenovací systém HSI 400-1000 nm v rekuperačním režimu. Jako referenční indikátor citlivosti byla použita hodnota smykové síly Warner-Bratzler (WBSF). Pro extrakci dalších obrazových texturních rysů byla provedena transformace hlavních složek obrazů (PCA) a byla provedena analýza proměnlivosti spektrálního chování prostřednictvím matice GLCM (anglicky Grey Level Co-occurrence Matrix) v oblasti zájmu (ROI) na obrázcích vytvořených počítačem (Jiang, 2018).

Křehkost je ovlivněna rozdíly ve stupních vaření, které se v jednotlivých zemích značně liší podle individuálních preferencí (Dransfield, 1994). U drůbeže byl prokázán vliv plemene, pohlaví a krmiva na kvalitu masa a také, že ovlivňují křehkost masa v menší míře než stres a elektrické omráčení kuřat, nebo způsob opaření, škubání, chlazení nebo zmrazování jatečně upravených těl. (Jones et al., 1995).

Elektrické omračování drůbeže před porážkou snižuje citlivost, ale může zhoršit kvalitu masa, což může být způsobeno použitím vysokého napětí nebo dlouhým ochromujícím obdobím. Tepelná zátěž před porážkou také snižuje citlivost. Zvýšená aktivita kuřat, ke které dochází při porážce nebo během porážky, zvyšuje citlivost krční páteře a kuřat brojlerů. Vyšší teploty nebo delší doby opaření způsobují zpevnění masa, stejně jako strojní zpracování. Zdá se, že většina z těchto účinků způsobuje změny v rychlosti vývoje zrání *post-mortem*, což je pravděpodobně důsledek změn v křehkosti masa (Jones et al., 1995).

I když porážka způsobí smrt zvířete během několika minut, svaly se nadále metabolizují, zatímco je přítomen trifosfát. Energie pro udržení vnitřního prostředí je odvozena z defosforylace adenosintrifosfátu, která je zpočátku doplňována z kreatinfosfátu a později prostřednictvím katabolismu glykogenu. Když obsah adenosintrifosfátu klesne pod přibližně 20% své počáteční hodnoty, dojde ke křížovému přemostění silných a tenkých vláken a sval se postupně stává tužším (Bendall, 1979).

Zrání hovězího masa může trvat až 30 hodin. U kuřecího masa zrání probíhá v intervalu mezi 0,5 až 6 hodinami, ale v extrémních případech může dojít k *rigoru* během 5 minut po úmrtí. Pokles pH způsobuje denaturaci proteinu, rozpad membrány a deregulovanou proteolýzu. Denaturace myosinu, zejména pokud je pokles pH rychlý, způsobuje vadu PSE a mírné zpevnění masa. Při porážce je koncentrace volných iontů vápníku v sarkoplazmě pouze asi 10^{-7} M, ale selhání vápníkové pumpy v sarkoplazmatickém retikulu způsobuje zvýšení hladiny na asi 10^{-4} M. Částečná dezintegrace lyzozomálních membrán způsobuje uvolnění na povrchu alespoň některého z lyzozomálních enzymů do sarkoplazmy. Proteolýza také pokračuje mimo kontrolu, protože aktivity enzymů se mění

s klesajícím pH a změnami hladin kofaktorů. Během poklesu pH klesá hladina kalpastatinu, specifického inhibitoru calpainů, na přibližně 70% jeho počáteční hodnoty (Vidalenc et al., 1983).

Inhibiční aktivita kalpastatinu je proto postupně odstraňována a hladina neutrálních proteináz (calpainů) klesá, zejména pod hodnotu pH 6,2. Vzhledem k tomu, že se akumuluje kyselina mléčná, je fosfofruktokináza, která je nezbytná pro glykolýzu, inaktivována a glykolýza končí, což zabraňuje dalšímu poklesu pH. Normální konečné pH je asi 5,5 u červeného masa a mírně vyšší (5,7-6,2) u drůbežního svalu (Dransfield, 1994).

Teplota má malý vliv na konečné pH, ale ovlivňuje rychlost poklesu pH v závislosti na typu svalu. Rychlost vývoje rigoru a související zkracování svalů jsou minimální, pokud jsou svaly udržovány na teplotě přibližně 17 ° C. Při zvyšování nebo snižování teploty dochází ve větší míře ke zkrácení. Vyříznuté svaly se obvykle zkracují přibližně o 30 – 40 % své původní volné délky. Zkrácení může být provedeno buď *pre-rigorovým* chlazením (zkrácení za studena), rozmrazením předvařeného masa nebo ohřevem. Největší pozornost byla věnována zkrácení masa za studena. Při ochlazení, pokud teplota masa dosáhne 11 °C před poklesem pH pod 6,2, se svaly smrští. U kuřete se toto pH vyskytuje přibližně za 20 minut. *Rigor mortis* se u drůbeže může vyvinout během opečování a škrubání, což jsou fáze, které se účastní tuhnutí masa. Kontrakce ve svalovině drůbeže může být vyvolána elektrickou stimulací, porážkou, mrazením a zahříváním. U krůt se mohou mladší a menší krůty rychleji ochladit a mít tak tužší maso než starší nebo větší krůty (Dransfield, 1994).

Byla vyvinuta elektrická stimulace jatečně upravených těl brzy po porážce, aby se urychlil vývoj postmortálních změn a zkrátila se doba potřebná k dosažení pH 6 až několik minut. To snižuje riziko chladového zkrácení u jatečně upravených těl hovězího a jehněčího masa, ale zvyšuje riziko zkrácení zkracování u vepřového a drůbežního masa (Dransfield, 1994).

3.3.3.4 Vaznost masa

Kapacita zadržování vody (WHC) je důležitým znakem kvality masa, který odkazuje na schopnost masa zadržet vodu zpracováním nebo skladováním a používá se především pro objektivní hodnocení kvality potravin (Jiang et al., 2017). Hodnocení vaznosti kuřecího masa je důležité jak pro výrobce, tak pro spotřebitele. Pro měření WHC byly vyvinuty četné metody, ale všechny spadají do 3 základních kategorií: měření ztráty hmotnosti tekutiny s použitím žádné vnější síly, s použitím mechanické síly nebo s použitím tepelné síly. Tyto metody jsou však pracné, destruktivní a časově náročné (Savanije et al., 2006; Zhuang et

Savage, 2012). Měření WHC v čerstvém masu je dále komplikováno skutečností, že WHC se mění s *post mortem* skladováním, zpracováním a přípravou masa (Bowker et al., 2014).

V současnosti je potřeba rychlá a nedestruktivní metoda hodnocení WHC, která přinese velké výhody pro průmysl kuřecího masa. Optické techniky jsou jedním z možných způsobů nahrazení těchto konvenčních metod stanovení WHC založených na jeho výhodách rychlé, neinvazivní, simultánní detekce více znaků (Barbin et al., 2015; Cozzolino et al., 2003).

Infračervená spektroskopie (Vis / NIRS) byla široce testována pro měření kvalitních vlastností masa a masného výrobku a bylo dosaženo dobrých výsledků (Liu et al., 2004; Monroy et al., 2010). Je založena na principu, že maso se značně liší svým chemickým složením a že různé chemické vazby absorbují nebo emitují světlo odlišně v rozsahu vlnových délek (400–2 500 nm) (Bowker et al., 2014).

Při přeměně svalů na maso ovlivňuje denaturace a degradace bílkovin složitou strukturu svalů a schopnost masa vázat vodu. NIR oblast elektromagnetického spektra (750 - 2 500 nm) poskytuje potřebné informace o chemických vazbách charakteristických pro proteiny, které by mohly být potenciálně užitečné pro predikci WHC. Protože sval je přibližně 75% vody, nicméně, NIR oblast spektra od masa je často ovládána širokými pásy odpovídající vodě, a menší skupiny je těžší rozeznat (Bowker et al., 2014).

Analýza s využitím počítače má omezenou kapacitu pro detekci chemických složek, jako je voda, tuk a bílkoviny, protože funguje pouze ve viditelném spektrálním rozsahu. Hyperspektrální zobrazování (HSI) s výhodami umožňujícími současně poskytovat statistické informace o vzorcích současně získává rostoucí zájem a pozornost v masném průmyslu (Barbin et al., 2012; Elmasry et al., 2012).

Podle Honikel (1998) běžně používaná metoda pro stanovení schopnosti svalu zadržet vodu, zejména volnou vodu nevázanou v masu, vychází z využití gravitace. Vzorky kuřecích prsou jsou odstraněny z centrální části, zváženy a umístěny na síťovinu v zakryté plastové nádobě po dobu 48 hodin při teplotě 2 °C. Ztráta kapek (%) je pak vypočtena jako $(100 \times (\text{hmotnost kapání} / \text{počáteční hmotnost vzorku}))$ (Zhuang et Savage, 2012).

Vaznost masa (WHC) je definována jako schopnost svalu zadržet vodu nebo odolávat ztrátám vody a je určena řadou složitých fyzikálních struktur a chemických složek kuřecího masa (tj. průměru a hustoty svalových vláken a integrity masa) a pojivové tkáně, (stejně jako myofibrilární protein a obsah kolagenu) (Bowker et al., 2014; He et al., 2014; Zhuang a Savage, 2010).

Vaznost přímo souvisí s jinými smyslovými a fyzi chemickými vlastnostmi, jako je křehkost, šťavnatost, barva a hodnota pH, které se mění v závislosti na obsahu vody v mase, čímž se snižuje ochota spotřebitelů zaplatit za masné výrobky (Zhang et Barbut, 2005). WHC je úzce spjata s ekonomickými přínosy, protože je dobře známo, že výrobky z kuřecího masa se prodávají vždy podle hmotnosti a jakákoli ztráta vody vede k celkovému snížení hmotnosti (ElMasry et al., 2011).

4 Materiál a metody

Do pokusu bylo zařazeno 200 kuřat masného hybridu Ross 308 a 200 kuřat genotypu ISA Dual s kombinovanou užitkovostí (poměr pohlaví 1:1). Rychle rostoucí kuřata genotypu Ross byla vykrmována do 35 dnů věku, pomalu rostoucí genotyp ISA Dual do 70 dnů věku. Kuřata byla ustájena v boxech na podestýlce (11,35 kuřat na 1 m²) v identických podmínkách ustájení i mikroklimatu, které odpovídaly požadavkům pro vykrmovaná kuřata. Světelný režim byl následující: 1. – 7. den 23 hodin světla a 1 hodiny tmy, 8. – 67. den 18 hodin světla a 6 hodin tmy, 68. – 70. den 23 hodin světla a 1 hodina tmy. Z hlediska technologie byly použity automatické kapátkové napáječky a ručně plněná tubusová krmítka.

Krmivo bylo podáváno *ad libitum* po celou dobu pokusu a rovněž přístup k vodě byl neomezený. Kuřata genotypu Ross byla krmena 1. – 14. den krmnou směsí BR1, 15. – 28. den krmnou směsí BR2 a 29. – 35. den krmnou směsí BR3. Pro výkrm genotypu ISA Dual bylo využito následující schéma: 1. – 21. den BR1, 22. – 42. den BR2 a 43. – 70. den BR3. Živinové složení krmných směsí bylo shodné pro oba genotypy. Krmná směs BR1 obsahovala 21,6 % N-látek, 5,4 % tuku, 12,6 MJ/kg metabolizovatelné energie (ME), BR2: 19,7 % N-látek, 5,8 % tuku, 12,9 MJ/kg ME a BR3: 18,1 % N-látek, 7,3 % tuku, 13,5 MJ/kg ME.

Pro jatečný rozbor a analýzy kvality masa bylo vybráno 20 kuřat genotypu Ross 308 (poměr pohlaví 1:1) v 35 dnech věku a 20 kuřat (poměr pohlaví 1:1) kombinovaného genotypu ISA Dual v 70 dnech věku. Před porážkou byla u kuřat zjištěna individuální hmotnost vážením. Po porážce byl proveden jatečný rozbor.

Pro stanovení fyzikálních charakteristik kvality masa byly odebrány svaly *Pectoralis major* (PM) a *Biceps femoris* (BF). Hodnoty pH byly zjišťovány 24 hodin *post mortem* pomocí pH metru Jenway 3510 (Jenway, Essex, England) se skleněnou vpichovou sondou zaváděnou 1 cm hluboko do příčného řezu svaly PM a BF. Barva masa byla hodnocena 24 hodin *post mortem* na příčném řezu svaly PM a BF přístrojem Minolta Spectra MagicTM NX (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) pomocí systému CIELAB, kde L* označuje světlost, či lesk, a* polohu barvy mezi zelenou a červenou (červenost) a b* polohu barvy mezi žlutou a modrou (žlutost).

Ztráta odkapem byla vypočítána z hmotnosti prsní svaloviny v době porážky a po 24 hodinovém uchování při 4°C. hmotnosti. Pro detekci ztráty masa varem bylo využito prsní svaloviny, která byla před vlastní analýzou zamrazena a uchována při -20°C až do samotné analýzy. Po rozmrazení byl sval PM uzavřen v plastickém sáčku se zipem

a při 70°C ohříván ve vodní lázni po dobu 1 hodiny. Ztráta varem byla zjištěna jako rozdíl mezi hmotností syrového a vařeného masa.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny GLM procedurou za použití programu SAS (SAS Institute Inc., 2003). Statisticky významné rozdíly mezi skupinami byly testovány Duncanovým testem. Hodnota $P \leq 0,05$ byla považována za průkaznou.

5 Výsledky

Během experimentu byly sledovány a porovnány parametry užitkovosti rychle rostoucího hybrida Ross 308 a pomalu rostoucí linie ISA Dual.

V Tabulce 1 jsou uvedeny naměřené výsledky délky výkrmu a jatečné hodnoty. Obě linie se signifikantně lišily ve všech naměřených hodnotách.

Ross 308 byl efektivnější než ISA Dual v dosažení celkové průměrné živé hmotnosti o 347 g ($P < 0,001$). Hmotnost JOT Ross 308 byla vyšší o 393 g a procentuální jatečná výtěžnost se lišila o 7,51 % než u kuřat ISA Dual ($P < 0,001$). V podílu prsou z JOT ($P < 0,001$) byl průkazně lepší genotyp Ross 308 a to o 20,95 %.

Pomalu rostoucí brojler ISA Dual měl v komparaci s rychle rostoucím genotypem Ross 308 větší podíl křídel z JOT o 3,2 % ($P < 0,001$), stehen z JOT o 1,62 % ($P < 0,001$) a o 0,39 % více masa stehen z JOT, i když vliv genotypu na tento parametr nebyl průkazný ($P = 0,063$). U ISA Dual byl také větší podíl kostí stehen z JOT o 0,59 % ($P = 0,004$), kůže stehen z JOT ($P < 0,001$) o 0,42 %. Pomalu rostoucí linie vynikala v podílu kůže z prsou z JOT o 0,54 % ($P = 0,003$) a v kůži z prsou z JOT ($P = 0,003$) o 0,54 % a o 2,45 %, jakož i v množství abdominálního tuku z JOT ($P < 0,001$).

Tabulka 1 Výkrm a jatečná hodnota

	Ross 308	ISA Dual	SEM	Průkaznost
Délka výkrmu (počet dnů)	35	70		
Živá hmotnost (g)	2050 ^a	1703 ^b	39,37	<0,001
Hmotnost JOT (g)	1560 ^a	1167 ^b	36,63	<0,001
JV (%)	79,60 ^a	72,09 ^b	0,64	<0,001
Křídla z JOT (%)	9,52 ^b	12,72 ^a	0,2	<0,001
Stehna z JOT (%)	12,48 ^b	14,10 ^a	0,18	<0,001
Maso stehen z JOT (%)	8,69	9,08	0,11	0,063
Kost stehen z JOT (%)	2,84 ^b	3,43 ^a	0,11	0,004
Kůže stehen z JOT (%)	0,90 ^b	1,32 ^a	0,05	<0,001
Prsa z JOT (%)	27,83 ^a	6,88 ^b	1,71	<0,001
Kůže prsou z JOT (%)	1,87 ^b	2,41 ^a	0,09	0,003
Abdominální tuk z JOT (%)	1,08 ^b	3,53 ^a	0,23	<0,001

^{ab}Hodnoty patřící ke stejnému ukazateli označené jiným písmem než předchozí se průkazně liší $P \leq 0,05$

K posouzení kvality masa byly stanoveny základní identifikační ukazatele jako je hodnota pH₂₄, barva masa a ztráty odkapem a ztráty varem. Naměřené výsledky v prsní svalovině ukazuje Tabulka 2. Konečná hodnota pH (pH₂₄), která byla zjišťována 24 hodin po porážce je u Ross 308 i u ISA Dual menší než 6,0 což znamená, že maso neinklinuje k DFD vadě masa. Naměřené pH₂₄ se u obou linií průkazně liší (P<0,001). U Ross 308 je hodnota pH vyšší než 5,8 a může v této prsní svalovině být riziko náchylnosti k DFD. Genotyp ISA Dual s pH prsní svaloviny 5,65 inklinuje k vadě mase PSE, neboť je menší než 5,8.

Rychle rostoucí brojler Ross 308 se průkazně liší od ISA Dual v naměřené světlosti prsní svaloviny (P<0,001) a parametru a* (P<0,001). ISA Dual měl světlejší prsní svalovinu než Ross 308, ale oba genotypy neměly svalovinu tmavou ani příliš světlou. Ve vztahu mezi červenou a zelenou barvou masa převažuje u Ross 308 i u ISA Dual zelená barva. Prsní svalovina ISA Dual vykazovala sytější zelený odstín než prsní svalovina Ross 308.

V rámci stanovení vaznosti masa byla využita metoda bez použití síly (ztráty odkapem) a metoda s působením tepla (ztráta varem). Získané výsledky ve ztrátě odkapem se mezi vybranými genotypy výrazně nelišily (P<0,743), stejně jako u hodnot ztráty varem (P=0,576).

Tabulka 2 Kvalita masa – prsní svalovina

	Ross 308	ISA Dual	SEM	Průkaznost
pH₂₄	5,86 ^a	5,65 ^b	0,03	<0,001
Prsa rez L*(D65)	51,19 ^b	58,79 ^a	0,87	<0,001
Prsa rez a*(D65)	-0,68 ^a	-1,98 ^b	0,16	<0,001
Prsa rez b*(D65)	8,06	8,50	0,29	0,452
Ztráta odkapem (%)	0,71	0,75	0,06	0,743
Ztráta varem (%)	23,68	24,12	0,39	0,576

^{ab}Hodnoty patřící ke stejnému ukazateli označené jiným písmem než předchozí se průkazně liší P≤0,05

Tabulka 3 prezentuje naměřené výsledky kvality masa stehenní svaloviny kuřat. Ross 308 se v pH₂₄ stehenní svaloviny průkazně lišil od ISA Dual (P=0,015), nicméně oba genotypy měly pH₂₄ ve vztahu k vadám masa normální. Stehenní svalovina u ISA Dual byla průkazně (P=0,005) světlejší. Oba genotypy se signifikantně (P<0,001) lišily také v naměřených hodnotách a* a b*. Stehenní svalovina rychle rostoucího genotypu Ross 308

byla červenější a zároveň žlutější než stehenní svalovina pomalu rostoucího genotypu ISA Dual.

Tabulka 3 Kvalita masa – stehenní svalovina

	Ross 308	ISA Dual	SEM	Průkaznost
pH24	6,37 ^a	6,26 ^b	0,02	0,015
Stehno rez L*(D65)	49,06 ^b	54,17 ^a	0,93	0,005
Stehno rez a*(D65)	3,82 ^a	0,38 ^b	0,48	<0,001
Stehno rez b*(D65)	11,49 ^a	7,93 ^b	0,53	<0,001

^{ab}Hodnoty patřící ke stejnému ukazateli označené jiným písmem než předchozí se průkazně liší $P \leq 0,05$

Z naměřených hodnot vyplývá, že oba genotypy měly nižší pH24 u prsní svaloviny, zatímco ve stehenní svalovině byla v obou případech naměřena vyšší hodnota. Největší rozdíl v pH24 mezi prsní a stehenní svalovinou byl zjištěn u pomalu rostoucího genotypu.

U obou typů kuřat byla světlejší prsní svalovina. U Ross 308 byla stehenní svalovina výrazně červenější a žlutější než prsní svalovina. Pomalu rostoucí genotyp měl žlutější prsní svalovinu.

6 Diskuze

N'Dri et al. (2006) ve své studii naměřili na konci výkrmu u pomalu rostoucích brojlerů průměrnou živou hmotnost 1 971 g. Proti tomu Chabault et al. (2010) zjistili celkovou živou hmotnost u pomalu rostoucí linie Sasso 2 684 g. Berri et al. (2001) měli u rychle rostoucích brojlerů živou hmotnost 2 966 g a Castellini et al. (2002) zjistili ve svém výzkumu, že u brojlera Ross v 56 dnech intenzivního výkrmu byla živá hmotnost 3 219 g. V naší studii byla hmotnost rychle rostoucího genotypu Ross 308 (2 050 g) srovnatelná s naměřenými hodnotami Castellini et al. (2002) a Berri et al. (2001), když vezmeme v úvahu kratší dobu výkrmu použitou u našeho zvoleného hybridu, rozdíly v složení použitých krmných směsí (každý výrobce krmných směsí vyrábí krmiva vlastními technologiemi podle vlastního receptu s poměrem ingrediencí odlišného od ostatních výrobců), difference mezi použitými hybridy a liniemi neboť výzkumy byly uskutečněny v jinou dobu. Stejně faktory musíme vzít v potaz ve srovnání naměřené hmotnosti ISA Dual 1 703 g s naměřenými hodnotami ve studiích N'Dri et al. (2006) a Chabault et al. (2010).

V podílu prsou z JOT ($P < 0,001$) byl průkazně lepší genotyp Ross 308, který měl větší podíl prsou i v porovnání s vlastní stehenní svalovinou. K podobnému výsledku došli i Castellini et al. (2002), kteří ve studii u linie Ross naměřili podíl prsou 22 % a podíl stehenní svaloviny 14,8 %. Pomalu rostoucí linie ISA Dual měla výrazně nižší podíl prsou JOT a to 6,88 %, což je ještě méně než zjistili ve své studii Chabault et al. (2010) u pomalu rostoucí linie Sasso, která měla 16,5 % podílu prsní svaloviny. Rozdíl v podílu prsní svaloviny mezi pomalu a rychle rostoucím genotypem objevili i Fanatico et al. (2005).

Podíl abdominálního tuku z JOT byl u rychle rostoucích brojlerů 2,09 % (Berri et al., 2001). Pomalu rostoucí linie Sasso měla 4 % břišního tuku (Chabault et al., 2010) a stejné množství (4 %) naměřili u pomalu rostoucích brojlerů i N'Dri et al. (2006). V porovnání těchto studií s našimi výsledky se dá předpokládat, že je signifikantní rozdíl v podílu abdominálního tuku mezi rychle rostoucím a pomalu rostoucím genotypem, ale v rámci jednoho genotypu se mezi vybranými liniemi vyskytují jen minimální rozdíly. Z negeneticky založených faktorů může být rozdíl vyvolán výživou, neboť tuk v krmné dávce mění u monogastrů profil mastných kyselin v mase. Dalším důvodem může být jejich etologické chování a s ním související doba, kdy jsou kuřata v pohybu.

Ve svalové tkáni rychle rostoucího brojlera byla naměřena hodnota pH₂₄ 6,03 (Berri et al., 2001). U rychle rostoucí linie Cobb byla zjištěna v prsní svalovině hodnota pH₂₄ 5,79 a ve stehenní svalovině 6,19. Pomalu rostoucí linie Lohmann-Brown Classic měla pH₂₄ 5,57

v prsní svalovině a 6,19 ve stehnech (Petkov et al., 2013). pH24 u ISA Dual se shoduje s výsledkem Lohmann-Brown Classic neboť vykazuje podobnost v náchylnosti k vadám masa. Stejná shoda je i ve srovnání pH24 stehenní svaloviny rychle rostoucích genotypů Ross 308 a Cobb neboť oba inklinují k DFD vadě masa. Příčinou vzniku DFD vady je především špatný nástup zracích procesů masa, maso ztrácí svou obvyklou kyselost a v důsledku toho podléhá mikrobiální kontaminaci. Vada PSE je u kuřat vyvolána stresem před porážkou, který podněcuje rychlou anaerobní glykolýzu v kosterních svalech.

ISA Dual měl světlejší prsní svalovinu a oba genotypy neměly svalovinu příliš tmavou ani světlou. Fanatico et al. (2005) došel ve své studii ke shodnému výsledku. Prsní svalovina rychle rostoucích kuřat měla hodnotu L^* 48,2 a u pomalu rostoucích 49,1. K podobně orientované hodnotě světlosti došli u pomalu rostoucí linie Sasso (hodnota $L^*=57,5$) i Chabault et al. (2010). Castellini et al. (2002) u rychle rostoucího brojlera Ross naměřili v prsní svalovině parametr světlosti 59,23 s a ve stehenní 52,86, což je podobné jako u Ross 308, který měl také tmavší stehenní svalovinu v porovnání s prsní svalovinou.

Pomalou rostoucí linie Sasso měla při stanovení červenosti masa maso více zelené ($-1,15$) (Chabault et al., 2010). U rychle rostoucích genotypů byla svalovina červenější (4,42) než u pomalu rostoucích kuřat (3,66) (Fanatico et al., 2005). U brojlera Ross byla červenější stehenní svalovina ($a^*=5,78$) ve srovnání s prsní svalovinou ($a^*=4,96$) (Castellini et al., 2002), stejně jako u Ross 308 v našem experimentu. Dá se tedy předpokládat, že maso rychle rostoucích kuřat je červenější než maso pomalu rostoucích.

Pomalou rostoucí linie měla při stanovení žlutosti masa převahu žlutého spektra ($b^*=8,5$) (Chabault et al., 2010). Maso bylo u pomalu rostoucích více žluté ($P<0,05$) v porovnání s rychle rostoucím genotypem ($P>0,05$) (Fanatico et al., 2005). Oba autoři se shodují s našimi zjištěními. Dále Castellini et al. (2002) zjistili, že u genotypu Ross je prsní svalovina žlutější než stehenní, což se s naším zjištěním neshoduje.

Diference v barvě masa byly včetně vlivu genetického založení kuřat nepochybně způsobeny také rozdílným obsahem hemových barviv, odlišnou hodnotou pH a obsahem vody v mase.

Ztráty odkapem byly větší u ISA Dual. Ke stejnému výsledku došli i Fanatico et al. (2005), kteří zjistili, že ztráta odkapem a ztráta varem byly ovlivněny genotypem ($P<0,05$).

Největší ztráty varem byly u pomalu rostoucího genotypu. Ke stejnému závěru došli ve své studii Fanatico et al. (2005). Z uvedeného vyplývá, že pomalu rostoucí kuřata měla horší vaznost masa. Jelikož bylo pro Ross 308 i pro ISA Dual použito stejné složení krmných směsí, horší vaznost u pomalu rostoucích byla způsobena pravděpodobně větší náchylností

ke stresu při manipulaci, neboť stresové zatížení a úrazy kuřat přispívají ke ztrátám na výtěžnosti.

7 Závěr

Produkce drůbežního masa v roce 2018 vzrostla o 3,4 %, ale Česká republika stále není v produkci masa soběstačná. Produkční systémy jsou limitovány nařízeními Evropské unie, jejichž konspekt je ovlivněn přesvědčením spotřebitelů masa. Nelegislativními faktory, které ovlivňují výslednou jatečnou výtěžnost a kvalitu masa, jsou věk, pohlaví a genotyp.

Cílem této práce byl popis vlivu genotypu kuřat na charakteristiky jatečného trupu a kvalitu masa. Byl popsán význam v současnosti nejvíce využívaných pomalu a rychle rostoucích kuřat, srovnání jejich užitkovosti a kvality masa, včetně metod stanovení fyzikálních charakteristik. Byly zpracovány výsledky experimentu s kuřaty genotypu Ross 308 a ISA Dual, jehož cílem bylo sledovat rozdíly v charakteristikách jatečného trupu a kvalitě masa.

Rychle rostoucí brojler Ross 308 byl průkazně těžší ($P < 0,001$), měl větší podíl prsní svaloviny ($P < 0,001$) a větší jatečnou výtěžnost než ISA Dual ($P < 0,001$), čehož dosáhl za kratší dobu výkrmu a to o 35 dní. Podle pH₂₄ byla prsní svalovina u Ross 308 náchylná k vadě masa DFD a u ISA Dual k vadě masa PSE. Prsní svalovina nebyla příliš tmavá ani světlá, ale genotypem byl ovlivněn obsah zeleného a žlutého spektra ve prospěch pomalu rostoucích kuřat.

Z výsledků realizovaného experimentu vyplývá, že nelze zamítnout stanovenou hypotézu, neboť byl zaznamenán vliv genotypu na parametry užitkovosti i kvalitu masa kuřat.

Při výběru plemene pro chov by bylo vhodné vybírat mezi genotypy podle produkčních vlastností a kvality masa. Vzhledem k obrovskému nárůstu lidské populace je produkce rychle rostoucích brojlerů nezbytná. Pomalu rostoucí genotypy jsou důležití především pro zachování genetické variability, ale vzhledem k horší vaznosti masa a delší dobou výkrmu, jsou vhodnější pro ekologickou produkci.

8 Seznam literatury

Allen, C. D., Russell, S. M., Fletcher, D. L. 1997. The Relationship of Broiler Breast Meat Color and pH to Shelf-Life and Odor Development. *Poultry Science*. 76. 1042-1046.

Anonym, 2019a. Hubbard: HUBBARD F15: Lowest Live Costs & Total Meat [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <<https://www.hubbardbreeders.com/products/conventional-females/7747-hubbard-f15.html>>

Anonym. 2019b. Cobb-Vantress. In: CobbSasso [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/CobbSasso_Breeder_Management_Supplement_v1_EN.pdf>

Anonym. 2019c. Plymouth Rock Chicken Breed Facts. Roy's farm [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <<https://www.roysfarm.com/plymouth-rock-chicken/>>

Anonym. Cobb-Vantress, Inc.: Cobb 500 [online]. [cit. 2019-02-25]d. Dostupné z: <<https://www.cobb-vantress.com/products/cobb-500>>

Anonym. Hendrix Genetics BV: Příběh o ISA DUAL. Hendrix Genetics [online]. [cit. 2019-02-24]e. Dostupné z: <<https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/isa-dual-cz/>>

Anonym. Lohmann Tierzucht. In: Lohmann Tierzucht: Lohmann Dual [online]. Cuxhaven, Germany. [cit. 2019-02-24]f. Dostupné z: <<https://www.ltz.de/de-wAssets/docs/dual/zootechnica.pdf>>

Anonym. Ross 308 Brojler: Cíle užitečnosti [online]. 2014. [cit. 2019-02-24]g. Dostupné z: <http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-CZ.pdf>

Anonym. Rowan Ranger Broiler: Performance objectives [online]. 2018. [cit. 2019-02-25]h. Dostupné z: <<http://eu.aviagen.com/tech-center/download/1190/RowanRanger-Broiler-PO-18-EN.pdf>>

- Astruc, T. 2014. Muscle fiber types and meat quality. *Encyklopedia of meat science*. Elsevier. (2). 876-882.
- Averós, X., Estevez, I. 2018. Meta-analysis of the effects of intensive rearing environments on the performance and welfare of broiler chickens. *Poultry Science*. 0. 1-19.
- Barany, M. 1967. ATPase activity of myosin correlated with speed of muscle shortening. *The journal of general physiology*. 50 (6). 197-218.
- Barbut, S. 1996. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal of Animal Science*. 76. 455-457.
- Barbin, D., Elmastry, G., Sun, D. -W., Allen, P. 2012. Near-infrared hyperspectral imaging for grading and classification of pork. *Meat Science*. 90. 259-268.
- Barbin, D. F., Kaminishikawahara, C. M., Soares, A. L., Mizubuti, I. Y., Grespan, M., Shimokomaki, M., Hirooka, E. Y. 2015. Prediction of chicken quality attributes by near infrared spectroscopy. *Food Chemistry*. 168. 554-560.
- Barbut, S. 2015. *The Science of Poultry and Meat Processing: Chapter 3 Structure and muscle physiology*. 1. Canada. 37 s. ISBN: 978-0-88955-626-3. Dostupné také z: <<https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/9300?show=full>>
- Bausells, J., Carrabina, J., Errachid, A., Merlos, A. 1999. Ion-sensitive field-effect transistors fabricated in a commercial CMOS technology. *Sensors and Actuators B* 57. Elsevier. . 56-62.
- Bendall, J. R. 1979. Relations between muscle pH and important biochemical parameters during post-mortem changes in mammalian muscles. *Meat Science*. 3.
- Berri, C., Wacrenier, N., Milet, N., Le Bihan-Duval, E. 2001. Effect of Selection for Improved Body Composition on Muscle and Meat Characteristics of Broilers from Experimental and Commercial Lines. *Poultry science*. 80. 833-838.
- Berk, Z. 2008. *Food Process Engineering and Technology*. 1. Elsevier. 622 s. ISBN: 978-0-12-373660-4.

Berzaghi, P., Zotte, A. D., Jansson, L. M., Andrighetto, I. 2005. Near-Infrared Reflectance Spectroscopy as a Method to Predict Chemical Composition of Breast Meat and Discriminate Between Different n-3 Feeding Sources. *Poultry Science*. 84. 128-136.

Bogosavljević-Bošković, S., Rakonjac, S., Dosković, V., Petrović, M. D. 2012. Broiler rearing systems: a review of major fattening results and meat quality traits. *World's Poultry Science Journal*. 68. 217-228. DOI: 10.1017/S004393391200027X.

Bokkers, E. A. M., Koene, P. 2003. Behaviour of fast- and slow growing broilers to 12 weeks of age and the physical consequences. *Applied Animal Behaviour Science*. 81 (1). 59-72.

Bowker, B., Hawkins, S., Zhuang, H. 2014. Measurement of water-holding capacity in raw and freeze-dried broiler breast meat with visible and near-infrared spectroscopy. *Poultry Science*. 93. 1834-1841.

Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*. (60). 219-225.

Castellini, C., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Martino, G. 2008. Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World's Poultry Science Journal*. 64 (1). 500-512. DOI: 10.1017/S0043933908000172.

Castromán, G., del Puerto, M., Ramos, A., Cabreta, M. C., Saadoun, A. 2013. Organic and Conventional Chicken Meat Produced In Uruguay: Colour, Ph, Fatty Acids Composition and Oxidative Status. *American Journal of Food and Nutrition*. (2). 12-21.

Chabault, M., Gigaud, V., Baeza, E., Chartrin, P., Chapius, H., Boulay, M., Arnould, C., Berri, C., Le Bihan-Duval, E. 2010. Analysis of an Alternative Slow-Growing Chicken Line Reveals a Large Genetic Variability of Carcass and Meat Quality Related Traits. XIIIth European Poultry Conference. 1-5. Dostupné také z: <<http://www.wpsa.com/index.php/publications/wpsa-proceedings/2010/xiii-epc/analysis-of-an-alternative-slow-growing-chicken-line-reveals-a-large-genetic-variability-of-carcass-and-meat-quality-related-traits>>

- Choi, Y. M., Kim, B. C. 2009. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. *Livestock science*. 122 (2-3). 105-118.
- Cong, J., Zhang, L., Li, J., Wang, S., Gao, F., Zhou, G. 2017. Effects of dietary supplementation with carnosine on growth performance, meat quality, antioxidant capacity and muscle fiber characteristics in broiler chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97. 3733-3741.
- Cozzolino, D., Barlocco, N., Vadell, A., Ballesteros, F., Gallieta, G. 2003. The use of visible and near infrared reflectance spectroscopy to predict colour on both intact and homogenised pork muscle. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*. 36. 195-202.
- Daniels, T. 2015. Australorp Chickens. *Poultrykeeper.com* [online]. Herefordshire. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <<https://poultrykeeper.com/chicken-breeds/australorp-chickens/>>
- Dransfield, E. 1994. Tenderness of meat, poultry and fish. Pearson, A. M a T. R Dutson. *Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*. 9. Boston. s. 289-315. ISBN: 978-1-4613-5906-7.
- Dransfield, E., Sosnicki, A. A. 1999. Relationship Between Muscle Growth and Poultry Meat Quality. *Poultry Science*. (78). 743-746.
- Ekarius, C. 2007. *Storey's illustrated guide to poultry breeds*. Toppan Leefung Printing. ISBN: 978-1-58017-667-5.
- ElMasry, G., Sun, D. -W., Allen, P. 2011. Non-destructive determination of water-holding capacity in fresh beef by using NIR hyperspectral imaging. *Food Research International*. 44. 2624-2633.
- Elmasry, G., Sun, D. -W., Allen, P. 2012. Near-infrared hyperspectral imaging for predicting colour, pH and tenderness of fresh beef. *Journal of Food Engineering*. 110. 127-140. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.11.028.

- Estévez, M. 2015. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry Science*. 94 (6). 1368-1378.
- 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). 1785-1790.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., de Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., O'Brien, P. J., MacLennan, D. H. 1991. Identification of a Mutation in Porcine Ryanodine Receptor Associated with Malignant Hyperthermia. *Science*. 253. 448-451.
- Funaro, A., Cardenia, V., Petracci, M., Rimini, S., Rodriguez-Estrada, M. T., Cavani, C. 2014. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poultry Science*. 93 (1). 1511-1522.
- Grunert, K. G., Bredahl, L., Brunsø, K. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review. *Meat Science*. Elsevier. (66). 259–272.
- He, H. -J., Wu, D., Sun, D. -W. 2014. Rapid and non-destructive determination of drip loss and pH distribution in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets using visible and near-infrared (Vis/NIR) hyperspectral imaging. *Food Chemistry*. 156. 394-401.
- Hermansen, J. E. 2003. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Livestock Production Science*. Elsevier. (80). 3-15. DOI: 10.1016 /S0301-6226(02)00313-5.
- Holownia, K., Chinnan, M. S., Reynolds, A. E. 2003. Pink Color Defect in Poultry White Meat as Affected by Endogenous Conditions. *Journal of food science*. 68 (3). 742-747.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristic of meat. *Meat Science*. 49 (4). 447-457.

- Cheatham, B. R. 2005. Prediction of the tenderness of cooked poultry Pectoralis major muscles by near-infrared reflectance analysis of raw meat. *Inquiry: The University of Arkansas Undergraduate Research Journal*. 6 (1). 92-96.
- Jiang, H., Yoon, S. -C., Zhuang, H., Wang, W., Yang, Y., Chu, X. 2017. Predicting water-holding capacity of intact chicken broiler breast fillets with Vis/NIR spectroscopy. *ASABE Annual International Meeting*. 1-7.
- Jones, J. M., Grey, T. C. 1995. Influence of Processing on Product Quality and Yield. Mead, G. C (ed.). *Processing of poultry*. Boston. s. 127-181. ISBN: 978-1-4613-5854-1.
- King, N. J., Whyte, R. 2006. Does It Look Cooked? A Review of Factors That Influence Cooked Meat Color. *Journal of food science*. 71 (4). 31-40.
- Kuttappan, V. A., Hargis, B. M., Owens, C. M. 2016. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. *Poultry Science*. 95. 2724-2733.
- Kyarisiima, C. C., Naggujja, F. A., Magala, H., Kwizera, H., Kugonza, D. R., Bonabana-Wabbi, J. 2011. Perceived tastes and preferences of chicken meat in Uganda. *Livestock Research for Rural Development*. 23 (11). 2-8.
- Lawrie, R. A. 2006. Chapter 5 The conversion of muscle to meat. Lawrie, R. A. *Lawrie's meat science*. s. 128-156. DOI: 10.1533/9781845691615.128 .
- Lee, C. -S., Kim, S. K., . 2009. Ion-Sensitive Field-Effect Transistor for Biological Sensing. *Sensors*. Switzerland. 9. 7111-7131. DOI: 10.3390/s90907111. ISSN: 1424-8220.
- Le Bihan-Duval, E., Berri, C., Baeza, E., Millet, N., Beaumont, C. 2001. Estimation of the Genetic Parameters of Meat Characteristics and of Their Genetic Correlations with Growth and Body Composition in an Experimental Broiler Line. *Poultry Science*. (80). 839-843.
- Le Bihan-Duval, E. 2003. Genetic variability of poultry meat quality. *Poultry Science*. 11-20. Dostupné také z: <<https://www.poultryscience.org/docs/pba/1952-2003/2003/2003%20Duval.pdf>>

- Liu, Y., Lyon, B. G., Windham, W. R., Lyon, C. E., Savage, E. M. 2004. Prediction of physical, color and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. *Poultry Science*. 83. 1467-1474.
- McFarland, D. C. 1999. Influence of Growth Factors on Poultry Myogenic Satellite Cells. *Poultry Science*. 78. 747-758.
- Monroy, M., Prasher, S., Ngadi, M. O., Wang, N., Karimi, Y. 2010. Pork meat quality classification using Visible/Near-Infrared spectroscopic data. *Biosystems Engineering*. 107. 271-276.
- N'Dri, A. L., Mignon-Grasteau, S., Sellier, N., Tixier-Boichard, M., Beaumont, C. 2006. Genetic relationships between feed conversion ratio, growth curve and body composition in slow-growing chickens. *British poultry science*. 47 (3). 273-280. DOI: 10.1080/00071660600753664.
- 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. 553-558.
- Owens, C. M., Alvarado, C. Z., Sams, A. R. 2009. Research developments in pale, soft, and exudative turkey meat in North America¹. *Poultry Science*. 88. 1513-1517.
- Pavlovski, Z., Škrbić, Z., Lukić, M., Petričević, V., Trenkovski, S. 2009. The effect of genotype and housing system on production results of fattening chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 25 (3-4). 221-229. ISSN: 1450-9156.
- Percival, A. L., Williams, A. J., Keynon, J. L., Grinsell, M. M., Airey, J. A., Sutko, J. L. 1994. Chicken Skeletal Muscle Ryanodine Receptor Isoforms: Ion Channel Properties. *Biophysical Journal*. 67. 1834-1850.
- Petkov, E., Popova, T., Todorova, M., Marinova, P., Sredkova, V., Ignatova, M. 2013. Quality traits of breast and thigh muscles in three chicken genotypes. *World's Poultry Science Journal*. 69. 1-5.

- Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., Cavani, C. 2015. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*. 71. 363-374. DOI: 10.1017/S0043933915000367.
- Prieto, N., Roche, R., Lavín, P., Batten, G., Andrés, S. 2009. Application of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat and meat products quality: A review. *Meat Science*. Elsevier. 83. 175-186.
- Savanije, B., Geesink, G. H., van der Palen, J. G. P., Hemke, G. 2006. Prediction of pork quality using visible/near-infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science*. Elsevier. 73. 181-184.
- Skinner, J., Hady, A. 2018. Chicken breeds & varieties [online]. In: . University of Wisconsin-Extension. s. 1-20. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <<https://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A2880.pdf>>
- Solomon, M. B., Van-Laack, R. L. J. M., Eastridge, J. S. 1998. Biophysical basis of pale, soft, exudative (PSE) pork and poultry muscle: A review. *Journal of muscle foods*. 1-11.
- Sosnicki, A. A., Greaser, M. L., Pietrzak, M., Pospiech, E., Sante, V. 1998. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: A review. *Journal of muscle foods*. 9 (1). 13-23.
- Suman, S. P., Joseph, P. 2013. Myoglobin Chemistry and Meat Color. *Animal Review of Food Science and Technology*. 4. 79-99.
- Suman, S. P., Nair, M. N., Joseph, P., Hunt, M. C. 2016. Factors influencing internal color of cooked meats. *Meat Science*. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.04.006.
- Swatland, H. J. 2008. How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. *Meat Science*. Elsevier. 80. 396-400.
- Totosaus, A., Pérez-Chabela, M. L., Guerrero, L. 2007. Color of fresh and frozen poultry. Nollet, L. M. L (ed.). *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. Wiley-Blackwell. s. 455-466.

Tougan, P. U., Dahouda, M., Salifou, C. F. A., Ahounou, G. S., Kossou, D. N. F., Amenou, C., Kogbeto, C. E., Kpodekon, M. T., Mensah, G. A., Lognay, G., Thewis, A., Youssao, I. A. K. 2013. Nutritional quality of meat from local poultry population of *Gallus gallus* species of Benin. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 19 (2). 2908-2922. ISSN: 2071-7024.

USDA. 2013. Color of Cooked Ground Beef as It Relates to Doneness. United States Department of Agriculture: Food Safety and Inspection Service [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/color-of-cooked-ground-beef-as-it-relates-to-doneness/ct_index>

Vidalenc, P., Cottin, P., Merdaci, N., Ducastaing, A. 1983. Stability of Two Ca^{2+} -dependent Neutral Proteinases and their Specific Inhibitor during Post-mortem Storage of Rabbit Skeletal Muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 34 (11). 1241-1250.

Vilaverde, A., Parra, V., Estévez, M. 2014. Oxidative and Nitrosative Stress Induced in Myofibrillar Proteins by a Hydroxyl-Radical-Generating System: Impact of Nitrite and Ascorbate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62. 2158-2164.

Wesson, J. B., Lindsay, R. C., Stuibler, D. A. 1979. Discrimination of fish and seafood quality i by consumer populations. *Journal of food science*. 44. 1-5.

Yamak, U. S., Sarica, M., Boz, M. A. 2014. Comparing slow-growing chickens produced by two- and three-way crossings with commercial genotypes. 1. Growth and carcass traits. *European Poultry Science*. 78 (1). ISSN: 0003-9098.

Yan, W., Sun, C., Wen, C., Ji, C., Zhang, D., Yang, N. 2018. Relationships between feeding behaviors and performance traits in slow-growing yellow broilers. *Poultry Science*. 1-8.

Zhang, L., Barbut, S. 2005. Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*. 84. 789-796.

Zhuang, H., Savage, E. M. 2010. Comparisons of sensory descriptive flavor and texture profiles of cooked broiler breast fillets categorized by raw meat color lightness values. *Poultry Science*. 89. 1049-1055. DOI: 10.3382/ps.2009-00422.

Zhuang, H., Savage, E. M. 2012. Postmortem aging and freezing and thawing storage enhance ability of early deboned chicken pectoralis major muscle to hold added salt water. *Poultry Science*. 91. 1203-1209.