

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Vliv genotypu na kvalitu masa vykrmovaných kuřat**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Kateřina Koutská**

**Obor studia: Živočišná produkce**

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

© 2020 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv genotypu na kvalitu masa vykrmovaných 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.07.2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Darině Chodové, Ph.D. za čas, který mi věnovala, odborné rady a vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

# Vliv genotypu na kvalitu masa vykrmovaných kuřat

## Souhrn

Diplomová práce se zabývala problematikou vlivu genotypu na kvalitu masa vykrmovaných kuřat. Jedním z dílčích cílů bylo porovnat užitkovost mezi genotypy rychle rostoucího Ross 308 a pomalu rostoucí ISA Dual. Dále se hodnotila a srovnávala kvalita masa u genotypů s různou délkou výkrmu odpovídající dosažení porážkové hmotnosti 2 kg.

V literární rešerši byla popsána problematika chovu kuřat na maso. V první části byla uvedena současná spotřeba kuřecího masa v České republice i ve světě a byl zde vystihnout její vzestupný trend. Následovala kapitola, která se zabývala technologiemi výkrmu kuřat. Management výkrmu kuřat byl popsán dle rychlosti výkrmu kuřat. Podkapitoly 3.3 a 3.4 popsaly hodnocení kvality masa dle fyzikálních a chemických parametrů masa. Poslední kapitola literární rešerše charakterizovala vady masa, které mohou vzniknout u rychle rostoucích kuřat.

Dále se práce věnovala již samostatnému výzkumu. Srovnávaným genotypem byl rychle rostoucí Ross 308 a pomalu rostoucí duální genotyp ISA Dual. Do experimentu bylo zařazeno 420 jednodenních kuřat v poměru pohlaví (1:1). Výkrm probíhal do porážkové hmotnosti 2kg a k porážce bylo vybráno 20 kuřat z každé kategorie. Hodnotily se jatečné parametry, mezi něž byla zařazena jatečná výtěžnost, podíl abdominálního tuku a procentuální zastoupení částí jatečně opracovaného těla. Dále se zkoumala kvalita masa, kde mezi vybranými parametry se měřilo pH 24 *post mortem*, barva a vaznost masa. Experimentální hodnocení vaznosti masa, bylo provedeno technikami ztrátou hmotnosti odkapem a varem. Získaná data byla vyhodnocena pomocí statistického programu SAS (Statistical Analysis System, Verze 9.0, 2003), pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) a následně Duncanovými srovnávacími testy.

Vyhodnocení jatečných parametrů ukázalo, že Ross 308 dosáhl vyšší jatečné výtěžnosti o 7,53%. Větší množství abdominálního tuku, bylo zjištěno u genotypu ISA Dual a to konkrétně 3,53%. Vliv genotypu byl shledán i u hlavních cenných částí jatečně opracovaného těla kuřat. Vyšších hodnot u podílu prsou dosahoval rychle rostoucí genotyp, naopak u podílu stehenních partií vykazoval větší procentuální zastoupení pomalu rostoucí genotyp. Hodnota pH se průkazně lišila u obou již zmiňovaných cenných partií jatečně opracovaného těla. Světlost masa byla zaznamenána jako rozdílná mezi genotypy jak u prsní tak stehenní svaloviny. Objektivně hodnocená barva masa pomocí systému  $L^* a^* b^*$  byla mezi genotypy rozdílná mimo parametru  $b^*$  u prsní partie, kde nebyl shledán statisticky významný rozdíl. Nejvíce červené maso bylo naměřeno ve stehenní partii genotypu Ross 308.

Z výsledků vyplývá, že významný statistický rozdíl mezi genotypy byl shledán u jatečné výtěžnosti, množství abdominálního tuku i u procentuálního zastoupení částí jatečně opracovaného trupu. Ke stejným závěrům se došlo i při posuzování barvy masa mimo parametru  $b^*$  u prsní svaloviny. Parametrem, kde nebyl také shledán žádný významný rozdíl mezi genotypy, byla schopnost masa vázat vodu. Výsledky experimentu nemohou zamítnout stanovenou hypotézu, neboť je patrné že genotyp významně ovlivňuje užitkovost i kvalitu masa.

Diplomová práce objektivně vyhodnotila parametry kvality masa dvou odlišných genotypů kuřat, ovšem o preferenci cílových spotřebitelů nám tyto výsledky mnoho neřeknou. Proto by bylo zajímavé použít tyto výsledky jako podklady ke studii spotřebitelských preferencí populace v České republice.

**Klíčová slova:** Kuře, genotyp, technika krmení, kvalita masa

# The effect of genotype on meat quality in growing chickens

## Summary

This Diploma thesis on the issue of the influence of genotype on the level of meat of fattened chickens. One aim of the study was to compare performance between the genotypes of the fast-growing Ross 308 and the slow-growing ISA Dual. Another aim was to evaluate and compare the quality of meat in genotypes with different fattening times corresponding to reaching a weight of 2 kg.

The literature described the issue of chickens breeding for meat. The first part described the consumption of chicken meat in the Czech Republic and in the world and described its upward trend. The next chapter dealt with chicken fattening technologies. Subchapters 3.3 and 3.4 described the evaluation of meat quality according to the physical and chemical parameters of meat. The last chapter of the literature described meat defects that occur in fast-growing chickens.

The main part of the work was devoted to independent research of the fast-growing Ross 308 and the slow-growing ISA Dual genotype. 420 one-day-old chickens in a sex ratio (1: 1) were included in the experiment. Fattening of chickens up to a slaughter weight of 2 kg was realized and 20 chickens from each category were selected for slaughter. Slaughter parameters were: carcass yield, abdominal fat content and percentage of carcass parts. Furthermore, the quality of the meat was examined, where the pH 24 *post mortem*, color and water holding capacity were measured among the selected parameters. Experimental evaluation of water holding capacity was performed by techniques of weight loss by dripping and cooking. The obtained data were evaluated using the statistical program SAS (Statistical Analysis System, Version 9.0, 2003).

Evaluation of carcass parameters showed that Ross 308 achieved a higher carcass yield by 7.53%. A higher amount of abdominal fat was found in the ISA Dual genotype, namely 3.53%. The influence of genotype was also found in the main valuable parts of the carcass of chickens. Higher values of the breast proportion were achieved by the fast-growing genotype, while in the proportion of the thigh parts the slow-growing genotype showed a higher percentage. The pH value was significantly different in the two already mentioned valuable parts of the carcass. Meat lightness was noted to be different between genotypes in both breast and thigh muscles. Objectively evaluated meat color using the L \* a \* b \* system was different between genotypes outside the b \* parameter in the breast area, where no statistically significant difference was found.

The results show that a significant statistical difference between genotypes was found in carcass yield, the amount of abdominal fat and the percentage of parts of the carcass. The same conclusions were reached when assessing the color of meat except of the parameter b \* in breast muscle. The parameter where no significant difference between genotypes was also found was the water holding capacity. The results of the experiment cannot reject the established hypothesis, as it is clear that the genotype significantly affects the performance and quality of meat.

The diploma thesis objectively evaluated the meat quality parameters of two different genotypes of chickens, but these results do not tell us much about the preferences of target consumers. Therefore, it would be interesting to use these results as a basis for the study of consumer preferences of the population in the Czech Republic.

**Keywords:** Chicken, genotype, feeding technique, meat quality

## Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Produkce a spotřeba drůbežního masa .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Svět .....	10
3.1.2 Vybrané regiony světa .....	11
3.1.3 Česká republika .....	11
<b>3.2 Technologie výkrmu kuřat.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 Výkrm rychle rostoucích brojlerových kuřat.....	13
3.2.2 Výkrm středně a pomalu rostoucích brojlerových kuřat .....	17
<b>3.3 Charakteristiky kuřecího masa .....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Barva.....	19
3.3.2 pH .....	20
3.3.3 Křehkost.....	20
3.3.4 Vaznost .....	21
<b>3.4 Chemické hodnocení.....</b>	<b>22</b>
3.4.1 Voda.....	22
3.4.2 Bílkoviny .....	23
3.4.3 Tuky.....	23
<b>3.5 Vady masa spjaté s rychlostí růstu.....</b>	<b>23</b>
3.5.1 PSE .....	23
3.5.2 Myopatie hlubokých prsních svalů.....	24
3.5.3 White striping .....	25
3.5.4 Wooden breast .....	26
<b>4 Metodika .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Statistické vyhodnocení .....</b>	<b>30</b>
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1 Jatečné parametry.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2 Kvalita masa .....</b>	<b>32</b>
5.2.1 pH .....	32
5.2.2 Barva masa.....	32
5.2.3 Ztráta odkapem, ztráta varem .....	33
<b>6 Diskuze .....</b>	<b>34</b>
<b>6.1 Jatečné parametry.....</b>	<b>34</b>
6.1.1 Jatečná výtěžnost .....	34
6.1.2 Podíl abdominálního tuku.....	34
6.1.3 Procentuální zastoupení částí JOT .....	34

<b>6.2</b>	<b>Kvalita masa .....</b>	<b>35</b>
6.2.1	pH.....	35
6.2.2	Barva masa.....	35
6.2.3	Vaznost masa .....	36
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>38</b>

# 1 Úvod

Za posledních 50 let vedla celosvětová rostoucí poptávka po drůbežím masu k tlaku na chovatele, odborníky na výživu a šlechtitele, aby zvyšovali rychlost růstu kuřat, zajišťovali lepší konverzi krmiva, zvětšovali velikost prsního svalu a zároveň snižovali obsah tuku v jatečném těle. Zároveň byl kladen důraz na zlepšení organoleptických a funkčních vlastností masa. V současné době jsou kuřata vykrmována za polovinu času a jsou přibližně dvakrát těžší než před 50 lety.

Tento rychlý pokrok vychází z cíleného šlechtění, pochopení správné výživy brojlerů a zajištění vhodných podmínek. Nicméně se zároveň s touto vysokou produkcí vyskytly nepříznivé projevy jako je citlivost na stres, náchylnost na tepelný stres, metabolické selhání organismu nebo problémy s končetinami. S rychlostí růstu je spjata také velké množství vad, které znehodnocují kuřecí maso.

A to je jeden z důvodů zvyšující se poptávky po pomalu rostoucích genotypech brojlerů. Současně panuje názor, že kuře chované v polointenzivním systému s prodlouženou délkou výkrmu má více času k dosažení jatečné zralosti, a proto se výskyt svalových abnormalit a onemocnění výrazně snižuje.

V celosvětovém měřítku, je výkrm drůbeže a produkce vajec velmi odlišným odvětvím. To zapříčiňuje utrácení jednodenních kohoutků nosných hybridů. Což vyvolává etické diskuze mezi veřejností a producenty vajec. V současné době tento úkon, nezakazuje žádný zákon, ale například v Německu či Francii se představitelé státu zavázali zastavit tento postup, a to nejdéle do konce roku 2021. Na tento fakt zareagovali s předstihem šlechtitelé, a tak se začínají objevovat duální genotypy kuřat, u kterých jsou slepice určeny pro produkci vajec a kohoutci pro výkrm.

Pro spotřebitele je velmi důležitá nejen kvalita masa, z jakých podmínek zvíře pochází, ale zároveň je jejich výběr ovlivněn cenou. Proto je velmi důležité tyto hybridy porovnávat a publikovat výsledky, aby se konzument mohl sám dle svých priorit nejlépe rozhodnout, jaký genotyp bude preferovat.



## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

Hypotéza: Genotyp ovlivňuje užitkovost. Předpokládáme, že spolu s vlivem genotypu na užitkovost může být ovlivněna i kvalita masa.

Cílem diplomové práce bylo porovnat kvalitu masa různých genotypů vykrmovaných kuřat.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Produkce a spotřeba drůbežního masa

Spotřeba drůbežního masa a její zvyšující se tendence, jasně potvrzuje přednosti drůbežního masa (Josrová 2017). Dietní kuřecí maso má v současné rychlé době zatížené civilizačními chorobami velké zastoupení v kuchyni pro svou mírnou protučnělost, lehkou stravitelnost a šťavnatost. Mezi největší výhody drůbežního masa samozřejmě patří nutriční hodnoty. Ačkoliv má nízkou energetickou hodnotu, s čímž souvisí relativně nízký obsah tuku, tak naopak se v něm nachází vysoké procento bílkovin. Lze tedy s jistotou uvést, že kuřecí maso se řadí mezi základní sortiment výživy obyvatelstva (Stupka 2013). Kim et al. (2020) dodávají, že oproti všem nutričním výhodám je kuřecí maso navíc ještě levnější než ostatní druhy mas. Navíc se očekává ještě vyšší spotřeba z důvodu poptávky levného zdroje bílkovin v rozvojových zemích.

#### 3.1.1 Svět

Celosvětová produkce drůbežního masa jasně vévodí žebříčku s 122 899,6 tis tun oproti masu vepřovému s 119 962,1 tis. tun a na pomyslném třetím místě je maso hovězí s produkcí pouhých 69 433,7 tis tun za rok.

Dle Tabulky číslo 1 si můžeme porovnat vypočítané průměry spotřeby masa ve světě, kdy nejvyšší dosahuje drůbeží maso s 14,2 kg na obyvatele (Kameník 2019).

Tabulka 1: Světová produkce a průměrná spotřeba masa na obyvatele v roce 2017 (Kameník 2019)

	Produkce (tis. tun)	Průměrná spotřeba (kg)
Vepřové	119 962,10	12,3
Hovězí	69 433,70	6,4
Drůbeží	122 899,60	14,2

Ve studii o světové produkci potravin „OECD-FAO agricultural Outlook 2019-2028“ bylo vyhodnoceno, že drůbeží maso si v budoucnu bude nadále upevňovat svojí dominantní pozici na světovém trhu. Produkce by pravděpodobně měla expandovat zejména v zemích s přebytky krmného obilí, jako je Brazílie, Polsko, Maďarsko, Rumunsko, ale také v Americe (Kameník, 2019).

### 3.1.2 Vybrané regiony světa

Nejlidnatějším kontinentem světa je bezpochyby Asie s populací čítající 4,6 miliard lidí. To je jedním z důvodů, že tento světadíl vyprodukuje nejvíce masa na světě u drůbežího je to konkrétně 44 108 tisíc tun. Což je 35,9 % produkce drůbežího masa z celého světa.

Afrika jako druhý nejlidnatější kontinent světa silně zaostává za ostatními jak v produkci masa, tak samozřejmě i ve spotřebě. Afrika musí ke krytí domácí spotřeby dovážet stovky tisíc tun masa. Produkce drůbežího masa dosahuje 5 829,2 tisíc tun a spotřeba na obyvatele je pouhých 5,4 kg masa (Kameník 2019).

Průměrná spotřeba masa na obyvatele Evropské unie v roce 2018 dosahovala 68,4 kg z toho 23,8 kg tvořilo maso drůbeží. Dle Evropské komise bude spotřebitelský trend v sektoru drůbežího masa nadále pokračovat a průměrná spotřeba má do roku 2020 dosáhnout 25,5 kg na obyvatele a rok. Předpokládá také, že zejména ve východní Evropě bude výrazný nárůst produkce, ale zároveň bude vyšší i dovoz (Wirtz 2018).

Za zmínku ještě stojí region severní Ameriky, kam se řadí Kanada a USA, kde jak si můžeme všimnout v Tabulce číslo 2 je nejvyšší průměrná spotřeba drůbežího masa a to 48,1 kg na obyvatele (Kameník 2019).

Tabulka 2: Produkce a průměrná spotřeba drůbežího masa ve vybraných regionech světa v roce 2017 (Kameník 2019)

	Produkce (tis. tun)	Průměrná spotřeba (kg)
Asie	44 108,0	9,3
Afrika	5 829,2	5,4
Evropa	21 964,2	25
Kanada a USA	23 148,9	48,1
Latinská Amerika	26 295,0	32,5
Austrálie/Oceánie	1 554,2	33,8

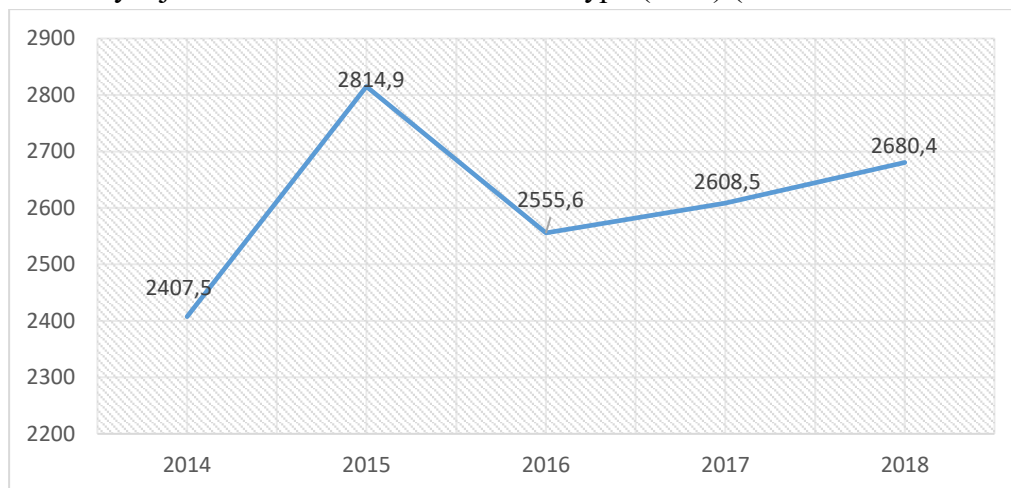
### 3.1.3 Česká republika

V České republice se v současnosti spotřeba masa pohybuje okolo 80,3 kg na osobu, z toho necelých 28 kilogramů se řadí do kategorie drůbež. S porovnáním minulých let si nelze nevšimnout rostoucí oblíbenosti tohoto typu masa, kdy spotřeba v roce 2010 činila 24,5 kg na obyvatele a v roce 2015 již celých 26 kg (Josrová 2017).

Na tento trend samozřejmě museli chovatelé zareagovat a graf číslo 1 znázorňuje, že se stavy drůbeže od roku 2016 zvyšují a dokonce k 31. prosinci 2018, se zvýšily o 72 tis. kusů (Machander & Zimová 2019).

Produkce jatečné drůbeže se za rok zvýšila o 1,3 % na 257 tis. tun v živé hmotnosti. Rozhodující podíl v rozmnožovacích chovech zaujímají především rychle rostoucí hybridi Ross 308 se 67 % a Cobb 500 s 32 %, naopak středně rychle rostoucí hybrid Hubbard JA 757 je v zastoupení pouhých 0,4 % na celkovém stavu (Machander & Zimová 2019).

Graf 1: Vývoj stavů kura domácího masného typu (v tis.) (Machander & Zimová 2019)



### 3.2 Technologie výkrmu kuřat

Nejen kvalita kuřat, krmiva a vody má pro producenty kuřat chovaných na maso zásadní význam. K dosažení předpokládaných produkčních ukazatelů výkrmu drůbeže je důležité udržení dobrého zdravotního stavu, proto je nezbytné věnovat pozornost vhodnému výběru systému ustájení pro daný genotyp a dodržování hygienických podmínek chovu (Kořář et al. 2004).

Neustálé zlepšování rychlosti růstu brojlerů je způsobeno řadou faktorů, především genetickým výběrem. Přestože bylo šlechtění na rychlost růstu úspěšné při snižování počtu dní k dosažení tržní váhy, vyskytly se také zdravotní problémy. Rychlost růstu byla spojena s vyšším výskytem metabolických poruch, jako je syndrom náhlého úmrtí, ascites a kostní abnormality. V důsledku toho bylo prokázáno, že snížení rychlosti růstu snižuje výskyt těchto problémů. Pokud jde o abnormality skeletu, má rychlý růst za následek zvýšení zátěže na nezralé kostře mladého brojlera, což pravděpodobně přispívá k vyššímu výskytu poruch nohou.

Genotypy kuřat pro produkci masa se v současné době rozdělují na 3 skupiny. Rychle rostoucí – tzv. brojlerová kuřata, středně rychle rostoucí a pomalu rostoucí (Tůmová et al. 2019).

### 3.2.1 Výkrm rychle rostoucích brojlerových kuřat

#### Ustájení

Hustota osazení je dle právních norem založena na 3 různé normy a dle nich jsou stanovené různé povinnosti pro chovatele.

hustota osazení do 33 kg / m<sup>2</sup>,

hustota osazení od 33 kg / m<sup>2</sup> do 39 kg / m<sup>2</sup> (vyšší hustota osazení),

hustota osazení od 39 kg / m<sup>2</sup> do 42 kg / m<sup>2</sup> (zvýšená hustota osazení).

Pro správný komfort brojlerů, je nutné, aby hustota osazení v průběhu celé doby výkrmu poskytovala všem zvířatům snadný přístup ke krmivu a vodě, aby mohla kuřata vykazovat přirozené chování, zejména popelení a protahování křídel (Ninčáková 2007).

#### Podestýlka

Masný typ kuřat se vykrmuje především na podestýlce. Použití kvalitní a suché podestýlky a péče o ni je jedním ze základních předpokladů dosažení těch nejlepších výsledků, neboť péče o podestýlku, se kterou jsou kuřata v přímém kontaktu po celou dobu jejich života, je základem udržení dobrého zdravotního stavu. Nejvhodnější je suchá pšeničná sláma, nařezaná nebo nadrcená před nastýláním do předem mechanicky vyčištěných a vydezinfikovaných hal (Novák & Malá 2019). Podestýlka by měla být v hale rovnoměrně rozvrstvená ve výšce 5–10 cm. Při prodlouženém výkrmu je vhodnější vyšší vrstva tak, aby podestýlka dobře absorbovala vlhkost, byla měkká a pružná.

#### Teplota

Teplota prostředí ovlivňuje do značné míry jak využití krmiva, tak i dosahované výsledky ve výkrmu. Požadavky na teplotu prostředí jsou pro různé věkové kategorie odlišné.

Tělesná teplota mladých kuřat by měla být v rozmezí 40,4 °C – 40,6 °C (Tůmová et al. 2019). Z uvedeného pak vyplývají vysoké nároky na vnější prostředí, kdy je pro jednodenní kuřata požadována teplota 32 až 33 °C. Při působení teplot od 21 do 27 °C klesá příjem krmiva s každým stupněm o 1,25 % v rozmezí teplot 28 a 32 °C o 1,5 % a při teplotách nad 33 °C k redukci příjmu krmiva o 2,5 % s každým dalším stupněm Celsia (Havlíček 2001).

Že správná teplota pro výkrm brojlerů je klíčová dokazuje i studie z roku 2008, kdy vědci dokázali, že pokud teplota klesne pod určitou hranici nebo naopak ji překročí, nepomůže ani zvýšená koncentrace bílkovin a u brojlerů dochází ke snížení hmotnosti a horší konverzi živin (Charles et al. 2008).

#### Napájení

Chovatelé vědí, že je nutné zajistit dostatek objemu vody a bezproblémový přístup k vodě všem zvířatům, ale současně opomíjejí, že musí být také kladen velký důraz na kvalitu vody. Bakterie, plísně, houby se mohou dostat do vody již uvnitř potrubí, proto je důležité zavedení pravidelných kontrol, aby se případná kontaminace vody co nejdříve identifikovala a zamezilo se případné nákaze či snížení užitkovosti zvířat. Přítomnost koliformních bakterií obvykle značí fekální kontaminaci z odtoku povrchové nebo podzemní vody. Současně je prokázáno, že

kvalita vody značně vlivňuje příjem vody u drůbeže. Tudiž důležitým ukazatelem o problému je denní příjem vody hejna. I když je kvalita vody důležitým faktorem ovlivňujícím výsledky výkrmu brojlerů, její kontroly se neprovádějí pravidelně. Kvalita se ověřuje pouze v případě, že dochází k problémům s produkcí (Tabler et al. 2018).

Tabulka 3: Normy na kvalitu vody v chovu drůbeže (Tabler et al. 2018)

	Průměrné požadavky	Maximální přijatelné požadavky
Celkové bakterie	0 FCU/ml	1000 FCU/ml
Celkový počet koliformních bakterií	0 FCU/ml	50 FCU/ml
Fekální koliformní bakterie	0 FCU/ml	0 FCU/ml
pH	6,5 - 7,8	5 - 8
Chlorid	50 mg/l	150 mg/l
Olovo	0 mg/l	0,05 mg/l
Meď	0,002 mg/l	0,6 mg/l
Železo	0,2 mg/l	0,3 mg/l
Hořčík	14 mg/l	125 mg/l

### Výživa a krmení

Z hlediska výživy, jsou zásadní první dva týdny života kuřat. Potřeba živin je závislá na věku, pohlaví zvířat ale i na vzájemných poměrech mezi živinami. Nejdůležitější je poměr mezi dusíkatými látkami a energií, ale i poměr mezi fosforem a vápníkem. Dále je potřeba závislá také na daném genotypu kuřat s technologií výkrmu. Obvykle se používá krmení brojlerových kuřat *ad libitum* (Tůmová et al. 2019).

V produkci brojlerů se také můžeme setkat s restrikcí krmiva v raném vývoji jedince, a to z důvodu, aby nedocházelo k rychlému růstu, který je spojen s ascitem, kulhavostí, úmrtností a špatnými reprodukčními výsledky. Kromě toho je omezení krmiva v rané fázi prospěšné pro zlepšení konverze krmiva a snížení nákladů na chov (Sandilands et al. 2005).

### Světelný režim

Velkochovy využívají především prostory velkých hal bez oken, díky tomu je možné řídit světelný režim bez ohledu na roční období (Tuláček 2002). Po naskladnění haly je potřeba, aby

se kuřata co nejrychleji v prostoru zorientovala a našla krmivo a vodu. Z tohoto důvodu se doporučuje jim svítit prvních 24 hodin nepřetržitě a následně od 2. do 7. dne v noci na 1 hodinu zhasnout, aby si postupně přivykala na tmavé periody (Strašifták 2019).

Nejčastěji používaným světelným režimem je stálý světelný režim, kdy po 7 dnech života se délka světelného dne zkracuje na 14-16 hodin. Dalším využívaným typem je střídavý světelný režim, kdy se střídají periody světla a tmy v různých intervalech například 3 hodiny světla – 1 hodina tmy, či 2 hodiny světla a 2 hodiny tmy. Tento typ se hojně využívá při prodlouženém výkrmu kuřat (Tůmová et al. 2019). Systém je nejvíce limitovaný kvalitou žárovek a lidským faktorem. Rozdělení období tmy na několik menších úseků má pozitivní efekt na jatečnou živou hmotnost. Kuřata totiž na rozsvícení vždy reagují zvýšenou aktivitou spojenou s příjmem vody a krmiva (Strašifták 2019).

Fáze tmy je důležitá zejména pro správnou osifikaci kostí a metabolismus vápníku. Při ní dochází také ke snížení mortality z důvodu selhání kardiovaskulárního systému či problémů s běháký. Zároveň dochází k nižšímu výskytu vad drůbežího masa. Je však nezbytné nastavit kuřatům pravidelný biorytmus tím, že se světla zhasínají vždy ve stejnou dobu (Strašifták 2019).

V moderním brojlerovém průmyslu převládá barevné světlo včetně žárovek, zářivek, UV, komerčních barevných lamp či filtrovaných světelných zdrojů. Mezi těmito zdroji má LED velké výhody jako je dlouhá životnost, specifická vlnová délka a nastavitelná intenzita. Díky těmto výhodám je LED ideální pro podporu růstu drůbeže v kontrolovaném prostředí. Proto mnoho chovatelů drůbeže přešlo z klasických žárovek na LED světelná zařízení (Yang et al. 2018). Halevy et al. (1998) prokázali, že 560 nm a 480 nm LED světlo stimuluje tělesnou hmotnost brojlerových kuřat. Yang et al. (2016) s tím nesouhlasí a doporučuje ke zvýšení tělesné hmotnosti kuřat brojlerů použít 580 nm LED světlo.

### **Rychle rostoucí genotypy kuřat**

V současné době jsou pro produkci kuřecího masa preferováni hybridní získání cíleným šlechtěním původních masných plemen slepic, která vykazovala ty nejlepší vlastnosti pro rychlý růst a vynikající konverzi živin (Žižlavský 2008). Hybridní masného typu původně vycházejí z plemen kornýšky bílé a plymutky bílé (Steinhauser 2006). Křížení probíhá liniově i meziliniově, kdy je využito heterózního efektu (Žižlavský 2008). Postupem času bylo bráno v úvahu welfare, produkční parametry a zdravotní stav zvířat. Nyní se především vybírají zvířata s nejlepší konverzí krmiva, vysokou intenzitou růstu a také dobrou kvalitou masa.

Mateřské linie jsou selektovány podle biologické hodnoty násadových vajec, líhivosti a vitality mláďat, rychlosti růstu a konverze krmiv. U otcovských lini se klade důraz na ranost, kvalitní vývin a osvalení prsních a stehenních partií, brzké opeření a vysokou oplozovací schopnost. Finální hybridní určení pro výkrm jsou 2–4 liniovní kříženci, které produkují produkční chovy (Steinhauser 2006).

Fáze výkrmu brojlerů je pouze jednou částí celkového sjednoceného procesu produkce masa. Tento proces zahrnuje farmy s rodičovským hejnem, líhně, farmy pro výkrm brojlerů, zpracovatele, prodejce a spotřebitele (Skřivan 2000).

## Ross 308

Ross 308 je jedním z nejvíce používaných brojlerů ve světě. Původně pochází z Anglie. Je charakteristický především svou bílou barvou a velmi rychlým růstem. Průměrný denní přírůstek se pohybuje od 52 do 58 gramů. Za optimální dobu porážky se považuje věk od 6-9 týdnů. Nejvyšší denní přírůstek a to necelých 109 g za týden dosahuje samčí populace při porážce ve věku 42 dnů, avšak díky své ranosti lze porážet i mnohem dříve.

Společnost Aviagen, jenž je největším dodavatelem, těchto hybridů uvádí ve své příručce z roku 2019, že pokud se dodrží popisovaný management chovu, mohou brojleři v porážkovém věku 35 dní dosahovat 2235 g hmotnosti (Englmaierová et al. 2018). V roce 2018 proběhl v testovacích stanicích státního podniku Mezinárodní testování drůbeže Ústrašice, národní výkrmový test kuřat chovaných na maso. Z výsledků prezentovaných v Tabulce číslo 4 je patrné, že hmotnost poražených zvířat byla ještě o 238,2 g vyšší než garantuje dodavatel hybridů (Machander 2019).

Tento genotyp je preferován u vyšších integrovaných celků, které vyžadují nadprůměrné užitkové vlastnosti, kombinované s vyrovnaným osvalením těla a vysokou produkcí svaloviny (Englmaierová et al. 2018).

## Cobb 500

Nízké nároky na složení krmné směsi, výborná konverze krmiva a s ní související vysoké denní přírůstky pozitivně ovlivňují ekonomiku podniku při jeho výkrmu, tím se Cobb 500 dostává do popředí chovaných hybridů, avšak u nás zatím s menším zastoupením oproti Ross 308 (Machander & Zimová 2019). Nejvíce je tento hybrid rozšířen v západní Evropě. Brojler Cobb 500 je znám svou schopností dosahovat vysokých denních přírůstků při použití levnějších krmiv s nižšími hladinami živin. Tím je možné dosáhnout nejnižších nákladů na 1 kg živé hmotnosti. Vysoká jatečná výtěžnost spolu s výbornou uniformitou je zvláště oceňována zpracovatelským průmyslem.

Firma Cobb uvádí, že chov kuřecích brojlerů Cobb 500 se stává velmi konkurenceschopným. Při správných postupech a podmínkách je dosaženo nejnižších cen na 1 kg živé hmotnosti.

Ve srovnání Cobb 500 a Ross 308 v porážkovém věku 42 dní, bylo zjištěno, že ačkoliv Cobb 500 nedosahoval staticky významný rozdíl v živé hmotnosti, tak na ekonomické výsledky výkrmu dosahoval ve všech ostatních sledovaných parametrech lepší výsledky, ačkoliv byly o něco nižší než deklarovala brožura standardu (Marcu 2013). Tuto studii potvrzují i výsledky národního výkrmového testu znázorněné v Tabulce číslo 4, kde taktéž Cobb 500 dosahoval lepší výsledky s porovnáním s genotypem Ross 308 (Machander 2019)



Tabulka 4: Výsledky národního výkrmového testu 2018 brojlerových kuřat ve věku 35dnů (Machander 2019)

	Hmotnost 1-den. kuřat (g)	Hmotnost na konci výkrmu (g)	Spotřeba krmiva na 1 kg ŽH (g)	Ztráty během výkrmu (%)	Prsní svalovina bez kůže z ŽH (%)
COBB 500	43,7	2006,00	1555,9	2,5	22,3
ROSS 308	43,8	1902,5	1593,6	1,6	22,3

ŽH – živá hmotnost

### 3.2.2 Výkrm středně a pomalu rostoucích brojlerových kuřat

Šlechtění pomalu rostoucích genotypů zapříčinila jednak poptávka po kuřatech, která by byla vhodná do podmínek ekologického zemědělství, ale i fakt, že intenzivně rostoucí kuřata jako jsou již zmiňovaný Ross 308, Cobb 500 bývají vnímavější ke stresu a dochází u nich k vyššímu úhynu způsobenému například syndromem náhlé smrti či vyšším výskytem vad masa (Ledvinka 2011).

V České republice se pomalu rostoucí genotypy kuřat chovají již přes dvacet let. Výkrm trvá obvykle 49 dnů, kdy kuřata dosahují porážkové hmotnosti převyšující dva kilogramy s konverzí až 2,2 kg. Kuřata pomalu rostoucích genotypů mají v porovnání s rychle rostoucími brojlery nižší podíl prsní svaloviny, mírně vyšší podíl stehenního svalu, nižší obsah tuku v masě a vyšší obsah bílkovin.

Technologie výkrmu bývá většinou založená na pobytu kuřat na pastvě, neboť středně a pomalu rostoucí genotypy se dobře adaptují na chov mimo halu (Jedlička 2019). Přínosem výkrmu kuřat na pastvě je, že může přispět k pohodě kuřat, ale i uspořit náklady na krmivo oproti běžnému výkrmu v hale na podestýlce. Jak pohoda zvířat, tak i příjem pastevní vegetace, mohou zvýšit kvalitu masa (Englmaierová et al. 2018). První tři až čtyři týdny se kuřata chovají v hale s řízeným prostředím, které odpovídá technologickému postupu pro konkrétního hybridu (Jedlička 2019). Příprava haly, ustájení a mikroklimatické podmínky jsou při výkrmu pomalu rostoucích genotypů shodné, jak již bylo výše popsáno u technologie výkrmu rychle rostoucích genotypů (Tůmová et al. 2019).

#### Cobb sasso 150

S rostoucí poptávkou po kuřatech do ekologických podmínek byl vyšlechtěn hybrid, který je vykrmovaný 49 až 56 dní. Tento hybrid je vhodný do chovu v různých podmínkách jako jsou haly či všechny venkovní systémy i do ekologického chovu. Cobb Sasso 150 je kříženec mezi pomalu rostoucí rustikální hnědě zbarvenou slepicí a bílým kohoutem. Přibližně 10 % vylíhnutých brojlerů má hnědé peří, jinak je tento hybrid primárně bílý. Rodičovské páry Cobb Sasso 150 jsou schopni produkovat 216 násadových vajec / 182 kuřat do 66 týdnů.

Komerční zkoušky, kdy se brojleři vykrmovaly do věku 56 dnů, ukázaly velmi konkurenceschopnou konverzi živin ve srovnání s konvenčními hybridy (2008).

## Hubbard JA 757

Hybrid JA 757 je určený do stejného typu výkrmu jako se používá u konvečních hybridů, tedy na podestýlce v hale bez přístupu do venkovního výběhu, jen doba výkrmu je výrazně delší. Ve věku 49 dní hybrid dosahuje 1,9 kg živé hmotnosti a s konverzí 2 kg krmné směsi na 1 kg živé váhy. V mateřské linii je použita slepice JA 57 a v otcovské linii kohout M 77. Slepice JA 57 má červené peří a žlutě zbarvenou kůži a běháky. Je velmi odolná a tuto vlastnost přenáší na potomstvo. Hybrid JA 757 má bílé a červené peří a po rodičích žlutě zbarvenou kůži a běháky. Tito hybridy se v České republice dostávají na trh pod označením „Zlaté kuře“, produkované společností Vodňanské kuře (Hubbard breeders).

## Lohmann Dual

Tento hybrid je výsledkem šlechtění na poptávku trhu po nosném hybridovi, u kterého by se využívali v produkci i samci. Především se jedná o Německý trh, kde došlo k uzákonění zákazu usmrcování jednodenních kohoutků.

Lohmann Dual kombinuje dobrou nosnost s přijatelnou masnou užitkovostí. To znamená, že slepice se využívají jako nosnice s produkcí až 250 vajec ročně. Avšak nemohou konkurovat nosným hybridům, ať s množstvím snesených vajec, ale zároveň snáší i menší vejce. Kohoutci se vykrmují do 70 dní a oproti masným hybridům mají horší konverzi živin. Ve výkrmu mají hybridy s kombinovanou užitkovostí v 8 týdnech 2 kg živé hmotnosti. Kohoutci kombinovaného hybrida mají mnohem menší podíl prsní svaloviny ve prospěch svaloviny stehenní (2013).

## ISA Dual

ISA Dual je hybrid kombinovaného typu. Nosnice těchto hybridů jsou chovány na produkci vajec, kohouti na produkci masa. Exteriérově se jedná o velmi robustní nosnice s lepší hmotností vajec, než je tomu u Lohmann Dual a tak uspokojují požadavky spotřebitelů. Kohouti jsou určeni k výkrmu na maso především v ekologických malochovech. Mají poměrně rychlý vývoj tělesné hmotnosti v kombinaci s pevnou tělesnou konstitucí a vynikající chutí masa (2018).

Tabulka 5: Růstové schopnosti jednotlivých brojlerů (Hubbard breeders, 2008, 2013,2018)

	Spotřeba krmiva (kg/ 1 kg žhm)	Délka výkrmu (dny)	Živá hmotnost (kg)
Ja 757	2,31	63	2,508
Isa Dual	2,6	84	2,685
Lohman dual	2,5	70	3,5
Cobb sasso 150	2,22	70	3,482

### 3.3 Charakteristiky kuřecího masa

#### 3.3.1 Barva

Barva drůbežího masa i kůže je výsledkem působení mnoha faktorů. Dělíme je na předporážkové, kam zahrnujeme výživu, pohlaví, věk ale i manipulaci případně stres zvířat před porážkou a postmortální manipulace s masem. Důležitým faktorem je koncentrace a oxidační stupeň hemoglobinu a myoglobinu i chemické složení masa.

Základním požadavkem prodejců je jednotná barva masa. Spotřebitelské preference, týkající se barvy drůbežího masa a kůže, se ovšem mohou značně odlišovat, v závislosti na regionech a tradicích. U syrové prsní svaloviny brojlerů se za normální barvu považuje světle růžové zbarvení (Sirri et al. 2010). Mueller et al. (2020) dodávají, že Evropané dávají přednost bledé lehce načervenalé barvě.

#### Metody hodnocení

Barvu lze objektivně změřit pomocí spektrofotometrie. Barva je vyhodnocována v systému CIE LAB. CIE  $L^* a^* b^*$  je barevný prostor charakterizovaný mezinárodní komisí pro osvětlení v roce 1976. Vyjadřuje barvu pomocí tří hodnot:  $L^*$  pro světlost od černé (0) do bílé (100),  $a^*$  od zelené (-) do červené (+) a  $b^*$  od modré (-) do žluté (+). CIELAB byl navržen tak, aby stejné množství numerické změny v těchto hodnotách odpovídalo zhruba stejnému množství vizuálně vnímané změny (Taheri-Garavand et al. 2019).

#### Vliv genotypu

Barvu masa u pomalu a rychle rostoucích genotypů kuřat zkoumali Devatkal et al. (2019) ve své studii a došli k závěru, že se barva u čerstvého a chlazeného prsního svalu se významně nelišila. U stehenního svalu se barva taktéž nelišila.

Shodné závěry dělají i Fanatico et al. (2007) ačkoliv v jejich experimentu došlo k rozdílům barvy masa a kůže mezi genotypy, přičemž pomalu rostoucí genotypy měly významně vyšší hodnoty „ $b^*$ “ než rychle rostoucí. Jsou tyto výsledky přičítány skutečnosti, že pomalu rostoucí genotypy trávily venku více času, byly aktivnější a více se pásly než rychle rostoucí hybridy.

S tím nesouhlasí studie z roku 2018, kde se přišlo na významný statistický rozdíl u čerstvého kuřecího prsa pomalu rostoucích hybridů, kdy hodnota „ $L^*$ “ byla odlišná. Ve svých závěrech pak vědci konstatují, že pomalu rostoucí genotypy byly pro spotřebitele přijatelnější z pohledu barvy, chuti a textury masa (Devatkal et al. 2018).

Grashorn (2006) dodává, že dle výsledků své studie se barva masa mezi genotypy liší jen minimálně, ovšem rozdíly mezi kohouty a slepicemi byly výrazné.

Mueller et al. (2020) porovnávali barvu kůže u duálních hybridů konkrétně u genotypu Lohman dual a pomalu rostoucích genotypů. Z jejich výsledků vychází, že barva kůže byla pro oba typy genotypů homogenní. Dodávají, že v komerčních podmínkách velkochovů, je variabilita barvy kůže oproti jejich výsledkům velmi výrazná.

### 3.3.2 pH

Postmortální pokles pH je jednou z nejvýznamějších událostí spjatou s procesem přeměny svalu na maso. Hlavním parametrem určující barevné změny drůbežího masa, je hodnota pH. Platí, že maso s vyššími hodnotami vykazuje tmavší barvu a naopak. Maso, jehož hodnota pH je nižší, bývá světlejší. Optimální hodnota pH kuřecího masa se pohybuje v rozmezí 6,26 až 6,30. pH má také vliv na schopnost masa vázat vodu, protože masová šťáva je vázaná na protein. Proto vysoká hodnota pH způsobí, tuhost masa (Hertanto et al. 2018).

#### Metody hodnocení

K měření pH masa se používají digitální pH testery s vpichovací elektrodou. Vpichová elektroda se vbodne do odebraného vzorku nebo přímo do svalu na jatečně opracovaném těle. Podmínkou dosažení přesných hodnot je správná funkce přístroje včetně kalibrace elektrody. Princip měření pH – metru spočívá v převedení měrného napětí mezi elektrodami přímo na hodnotu pH, která je následně zobrazena digitálně, přímo na displeji (Barbut 1997).

#### Vliv genotypu

Hodnota pH byla u pomalu rostoucích genotypů 24 hodin od porážky 5,59, oproti tomu u kuřat středně a rychlerostoucích genotypů byla hodnota vyšší, a to konkrétně 6,01 (Quentin et al. 2003).

S tím souhlasí i Devatkal et al. (2018) a uvádí ve své studii, že konečná hodnota pH je nižší u pomalu rostoucích genotypů oproti rychle rostoucím. Míra poklesu pH je závislá na aktivitě glykolytických enzymů hned po porážce a konečné pH je závislé na svalové zásobě glykogenu. V genotypech šlechtěných brojlerů pro rychlý růst a vysokou užitkovost se snížila rychlost a rozsah poklesu pH, což zapříčiňuje nižší koncentrace glykogenu ve svalech.

Toto tvrzení vyvrací studie z roku 2019, kdy sice u stehení partie jatečného těla kuřat se pH měřené po 1 hodině od porážky významně mezi genotypy nelišilo. Ale výrazně změněné hodnoty byly naměřeny až po 24 hodinách od porážky, kdy pH pomalu rostoucích genotypů bylo významně vyšší (Devatkal et al. 2019).

Mueller et al. (2020) ve své studii porovnávají pH 24 hodin po porážce u duálních hybridů a pomalu rostoucích genotypů v 67 a 84 dnech porážky. Jejich výsledky ukazují, že pH (24) se u všech genotypů s věkem zvyšuje. Rozdíly mezi těmito konkrétními genotypy, v 84 dnech porážky nejsou významné.

### 3.3.3 Křehkost

Křehkost významně závisí na obsahu kolagenu nebo jiných dalších stromatických bílkovin, které strukturu masa zpevňují. K jejich uvolnění dochází enzymovou cestou při zrání masa. Při zpracování dlouhodobým záhřevem v přítomnosti vody dochází k přeměně kolagenu na želatinu a změknutí masa. Křehkost je dále ovlivňována obsahem intramuskulárního tuku, maso s vyšším obsahem tohoto tuku bývá křehčí. Textura, zejména křehkost masa, měřená jako hodnota smykové síly, je klíčová vlastnost pro spotřebitele při určování chutnosti a kvality masa a výrobků. Preference spotřebitelů se ovšem liší dle regionu a tradic (Devatkal et al. 2019).

## **Metody hodnocení**

K hodnocení křehkosti se využívá Warner – Bratzlerův test, jehož principem je napodobení skousnutí a žvýkání masa. Měří se síla potřebná k přestřížení vzorku masa z vařených prsou, které jsou velikostně 1 x 1 x 2 centimetrů velké. Tato síla se označuje jako střížná síla masa a udávána v Newtonech. Touto metodou lze hodnotit faktory podílející se na křehkosti masa ať je to doba zrání, genotyp, pH či tepelné úpravy (Devatkal et al. 2019).

## **Vliv genotypu**

Hodnoty stříhové síly stehenního masa byly významně vyšší u pomalu rostoucích brojlerů oproti rychlerostoucím. Nebyl však shledán významný rozdíl mezi temito dvěmi skupinami u kuřecích prsou (Devatkal et al. 2019).

Devatkal et al. (2018) publikují, že hodnota stříhové síly u kuřecích prsou byla významně vyšší u pomalu rostoucích kuřat a zároveň nejnižší použitá síla, byla vyvinuta u cíleně šlechtěného rychle rostoucího hybridu. Vysvětlují to tím, že pomalu rostoucí genotypy měly méně křehké maso ve srovnání s rychle rostoucími, protože byly fyziologicky starší v době porážky, což lze vysvětlit rozdílným obsahem kolagenu a vyšším množstvím pojivé tkáně.

Tyto výsledky potvrzují Mueller et al. (2020) a publikují, že na maso pomalu rostoucích genotypů byla vyvinuta největší síla stříhu, konkrétně 11,6 N. Nejmenší síla byla potřeba na genotyp Lohman dual. Zajímavostí je, že u pomalu rostoucího hybridu Hubbard S 757, jako jediného genotypu v této studii, se s věkem významně zvyšuje síla potřebná k přestřížení masa.

### **3.3.4 Vaznost**

Vaznost neboli schopnost masa vázat vlastní i přidanou vodu výrazně ovlivňuje jakost masných výrobků i ekonomiku výroby, zejména ztráty vody při výrobě, skladování a tepelném opracování.

Schématicky lze přítomnost vody v mase dělit na vodu volnou, která volně vytéká z masa a vodu vázanou, která se ještě dělí dle umístění na imobilizovanou ve filamentech, imobilizovanou mezi filameny, uzavřenou v sarkoplazmatickém prostoru, extracelulární vázanou kapilárně nebo hydratační. Rozhodující podíl vody v mase (cca 70 %) je obsažen v myofibrilách. Rozdílná vaznost bývá mezi zvířaty odlišného pohlaví a věku, význam má i způsob chovu (Pipek 1998).

## **Metody hodnocení**

Princip spočívá ve schopnosti masa vázat přidanou vodu v solném prostředí a vodu držet i během zahřátí. Hodnocení vaznosti přidané vody lze provádět několika metodami.

Ztráta masové šťávy okamžikem zjišťuje množství vody uvolněné za přesně definovaných podmínek. Druhou metodou je lisovací metoda dle Graua a Hamma, ta spočívá v měření plochy masa a vylisované tekutiny za specifických podmínek na chromatografickém papíru. Další možností je metoda ztráty vývarem, kdy se stanovuje množství vody, která se uvolní při záhřevu z masa. Množství se určuje gravimetricky (Pipek & Pour 1998).

Stanovení ztráty varem, funguje na principu schopnosti vázat vlastní vodu v mase za použití tepla. Pro výpočet ztráty varem se používají většinou kuřecí prsa a stehna, která jsou umístěna v uzavřených polyethylenových sáčkách pro vaření do vodní lázně v 80 ° C na předem definovanou dobu. Vařené vzorky se poté ochladí a osuší. Ztráty varem jsou pak vypočteny na základě rozdílu v hmotnost před a po vaření (Devatkal et al. 2019).

### **Vliv genotypu**

Fanatico et al. (2005) ve své studii uvedli, že maso z pomalu rostoucích genotypů, mělo větší ztrátu varem než rychle rostoucích a vysvětlují to tím, že tento fakt může souviset s vyšším obsahem tuku v mase rychle rostoucích hybridů. To naznačuje, že kromě pH, tak i chemické složení a průměr svalových vláken ovlivňuje celkový obsah vody.

Devatkal et al. (2018) ještě dodávají, že vázaná voda, byla významně vyšší u středně a rychle rostoucích brojlerů. Zatímco voda volná byla značně vyšší u pomalu rostoucích genotypů.

Mueller et al. (2020) zjistili, že nejvyšší rozdíly ve ztrátě varem byly mezi hybridy Hubbard S757 a Lohman Brown, kteří jsou zařazeny do kategorie pomalu rostoucích genotypů. Současně publikují, že ztráta varem se zvýšila s prodlouženým typem výkrmu. Devatkal et al. (2019) dodávají, že ztráty varem mezi partiemi stehen a prsou se mezi genotypy významně nelišily.

## **3.4 Chemické hodnocení**

Chemické složení masa je vzhledem k jeho mnohotvárnosti nesnadné jednoznačně charakterizovat. Je ovlivněno nejen druhem masa, částí jatečného těla, ale také řadou intravitálních vlivů. Základními složkami kuřecího masa jsou voda, bílkoviny a lipidy. Dále obsahuje nebílkovinné dusíkaté látky, vitamíny, minerální látky, sacharidy.

Minerální látky tvoří asi 1 % hmotnosti masa. Mají nejen nutriční význam, ale i technologický. Většina z nich je rozpustná ve vodě a ve svalovině jsou přítomny jako ionty. Přídavkem selenu do drůbeže se i jejich maso stává významným zdrojem selenu pro spotřebitele a zlepšuje i texturu masa.

Maso je důležitým zdrojem vitaminů, zejména skupiny B. Z nich především vitamínu B12, který se vyskytuje pouze v živočišných potravinách. Lipofilní vitamíny (A, D a E) jsou obsaženy v tukové tkáni.

Sacharidů je v mase poměrně málo a bývají zahrnovány do bezdusíkatých a extraktních látek. Obecně se uvádí, že prsa bez kůže obsahují 24,6 g bílkovin, 72,7 g vody a 1 g tuku na 100 g masa (Mueller et al. 2020).

### **3.4.1 Voda**

Obsah vody je důležitý parametr masa, protože ovlivňuje smyslové vlastnosti masa. Její množství ve stehnech rychle rostoucích hybridů bylo významně vyšší oproti pomalu rostoucím hybridům (Devatkal et al. 2019). S tím nesouhlasí přechozí studie a konstatuje, že nejnižší podíl vody a tím pádem i vyšší procento sušiny se vyskytuje u rychle rostoucích hybridů, ale zároveň i u hybridů s dvojitou produkcí (Devatkal et al. 2018).

Obsah vody porovnávány u pomalu rostoucích a duálních genotypů se v závislosti na genotypu a délce výkrmu statisticky významně neliší, to platí jak pro partie stehén, tak i prsou (Mueller et al. 2020).

### 3.4.2 Bílkoviny

Stehenní partie pomalu rostoucích hybridů měla významně vyšší obsah bílkovin (Devatkal et al. 2019). S tímto tvrzením souhlasí výsledky studie vědců Devatkal et al. (2018).

U Lohman Brown, zařazovaného do pomalurostoucí kategorie hybridů, byla zjištěna skutečnost, že prodloužený typ výkrmu významně zvyšuje obsah bílkovin v prsních partiích. U ostatních genotypů, se neprokázala souvislost, mezi obsahem bílkovin a délce výkrmu. K těmto závěrům došli vědci, jak u prsních, tak i u stehenních partií. Současně nebyl shledán významný rozdíl mezi pomalu rostoucími a duálními genotypy (Mueller et al. 2020).

### 3.4.3 Tuky

Rozdílná hodnota obsahu tuku mezi genotypy nebyla prokázána, avšak výsledky ukázaly, že byl shledán významný rozdíl ve složení tuků. Maso rychlerostoucích genotypů obsahovalo více nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) i polynenasycených (PUFA) mastných kyselin. Maso pomalu rostoucích genotypů vykazovalo poměr 1:1 SFA a MUFA což se obecně předpokládá, za ideální poměr tuků v lidské stravě (Devatkal et al. 2019).

Mueller et al. (2020) prokázali nejvyšší obsah intramuskulárního tuku v prsní svalovině u Lohmann Dual oproti Lohmann Brown, Novogen dual a Hubbard S 757. U Lohmann Brown bylo shledáno snížení obsahu tuku s prodloužením výkrmu. Oproti tomu u Hubbard S 757 došlo ke zvýšení intramuskulárního tuku u stehenních partií. Což potvrzuje tvrzení, že pomalu rostoucí hybridy, kteří jsou doporučeni do ekologických chovů, pravděpodobně v těle ukládají méně tuku, než intenzivně chovaní hybridy.

## 3.5 Vady masa spjaté s rychlostí růstu

Předpokládá se, že intenzivní šlechtění má za následek histologické a biochemické modifikace svalové tkáně tím i narušení některých znaků kvality masa. Nejaktuálnější obavy z jakosti drůbežího masa jsou spojeny s onemocněním hlubokým prsních svalů a bílými pruhy, které zhoršují především vzhled. Dále je problémem zvýšený výskyt abnormalit souvisejících se špatnou schopností masa vázat vodu během zpracování a skladování (Petracci & Cavani 2012).

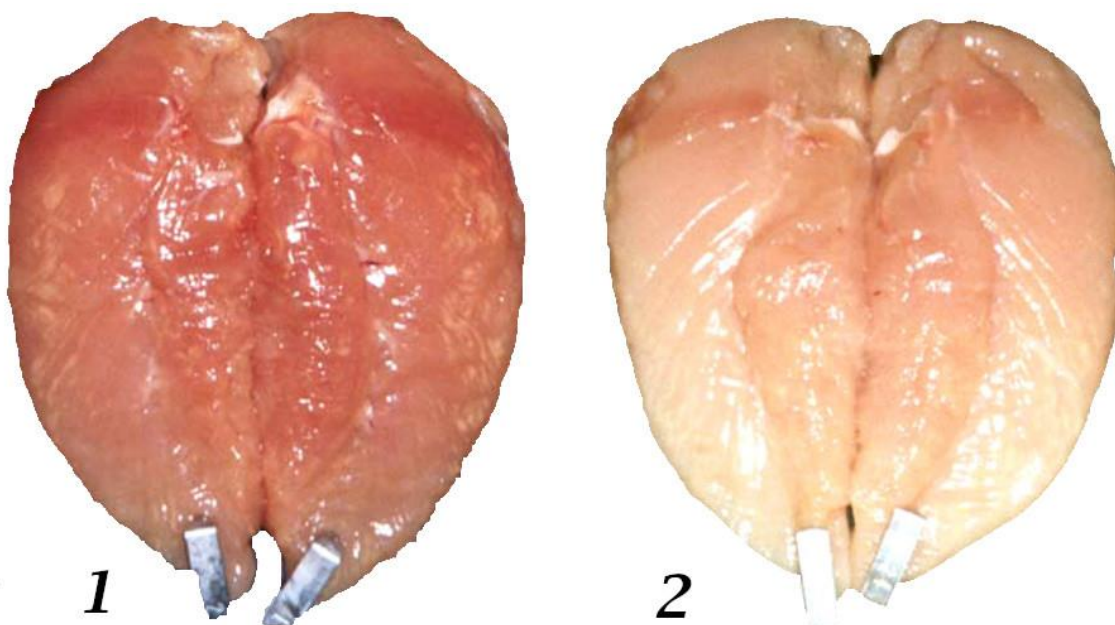
### 3.5.1 PSE

PSE je vada masa charakteristická bledým, měkkým, vodnatým stavem. Maso vykazuje bledou barvu, měkkou konzistenci a špatnou schopnost zadržovat vodu. Příčinou tohoto stavu mohou být genetické nebo environmentální faktory související se stresem před porážkou. Výskyt stavu je způsoben hlavně rychlým poklesem pH v postmortálním období, zatímco teplota masa je stále vysoká (Van Laack et al. 2000).

Mezi faktory prostředí, které indukují výskyt masa typu PSE, se zdá, že hlavní roli hraje tepelný stres během konce růstové fáze nebo období před porážkou. Ukázalo se, že rychlerostoucí nebo těžší ptáci jsou více náchylní k tepelnému stresu, což svědčí o velké produkci metabolického tepla a tím i zvýšené tělesné teplotě. Dále se zjistilo, že rychle rostoucí linie kuřat mohou vykazovat sníženou termoregulační kapacitu ve srovnání s jejich genetickými předchůdci, a mohou být proto náchylnější k tepelnému stresu během období před zabitím (Pettracci et al. 2010).

Nebyl prokázán žádný významný rozdíl mezi kuřecím masem normálním a PSE, pokud jde o šťavnatost a chuť. Snížená kapacita zadržování vody a estetická odlišnost způsobená bledou barvou masa PSE však mohou výrobci způsobit ekonomické ztráty. Zároveň se odhaduje, že asi 5 až 40 % masa v drůbežářském průmyslu má vlastnosti typu PSE (Pettracci et Cavani 2012).

Obrázek 1: Srovnání normálního masa (1) a masa s PSE vadou (2) (Pettracci & Cavani 2012)



### 3.5.2 Myopatie hlubokých prsních svalů

V souvislosti se šlechtěním hybridů na rychlosti růstu a dosahování větší velikosti svalů došlo ke zvýšení nálezů myopatií. Mezi těmito nervosvalovými onemocněními má nejzásadnější dopad na problémy s konečnou kvalitou produktu (obrázek číslo 2) právě myopatie hlubokých prsních svalů (Pettracci & Cavani 2012).

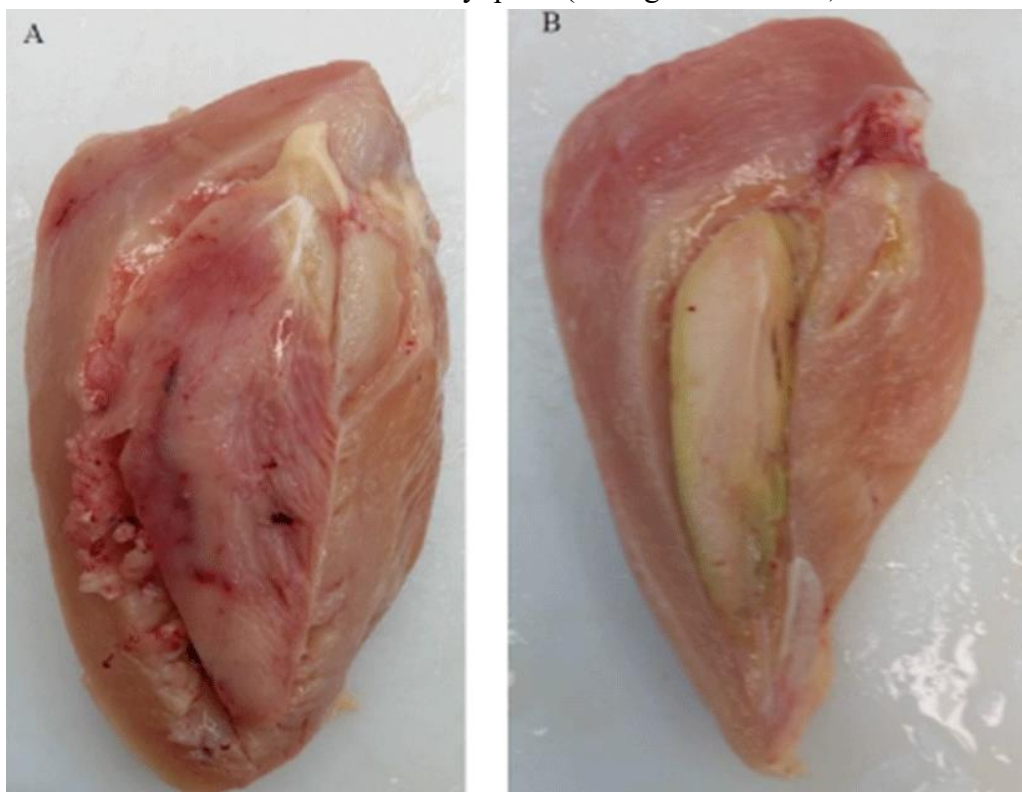
Obecně platí, že tato myopatie je ischemická nekróza, která se vyvíjí v hlubokém prsním svalu hlavně proto, že tento sval je obklopen nepružnou fascií a hrudní kostí, které nedovolují svalové hmotě reagovat na fyziologické změny, ke kterým dochází při zátěži svalů, jako je mávání křídel (Dransfield & Sosnicki 1999). Odhaduje se, že u k brojlerů vzrůstá hmotnost hlubokého prsního svalu přibližně o 20 % během aktivity z důvodu obroského průtoku krve. Zvýšená velikost svalu je u těžkých plemen tak výrazná, že se svaly strhnou a jsou ischemické, protože zvýšený tlak ve svalu uzavírá krevní cévy a způsobuje nekrózu svalu.



Léze nenarušuje celkové zdraví brojlerů a obvykle se diagnostikuje až během vykoštění a porcování jatečného těla. Postižené mohou být oba prsní svaly, ovšem častější je postižení pouze jednoho hlubokého prsního svalu (Petracci & Cavani 2012).

S touto vadou není spojeno žádné ohrožení pro veřejné zdraví lidí, je to však velmi esteticky nežádoucí jev. Filet bývá odstraněn, zatímco zbytek jatečně upraveného těla je stále vhodný k lidské spotřebě. Odstranění nežádoucích hlukokých prsních svalů však způsobuje snížení kvality produktů a také hospodářskou ztrátu pro průmysl (Gunder et al. 1984). Výskyt poškozených jatečně upravených těl byl odhadnut těsně pod 1 %. Byla prokázána pozitivní korelace mezi výskytem vady a vyšší tržní váhou u brojlerů. Zároveň bylo prokázáno, že se častěji vyskytuje u samců (Bianchi et al. 2006).

Obrázek 2: Hluboká svalová myopatie (Huang & Ahn 2018).



(A) Raná fáze vykazující poškození svalů a krvácení,  
(B) Pozdější fáze vykazující ekologizaci svalů.

### 3.5.3 White striping

Intenzivní selekce kuřat na rychlost růstu a vysokou produkci vedla k výskytu abnormalit masa prsu, včetně white stripingu volně přeložitelného jako myopatie bílých pruhů. Toto šlechtění bylo ve skutečnosti možné jen díky tomu, že se využilo intenzivního růstového potenciálu kuřat. Vybírali se jedinci se schopností pro hypertrofii svalových vláken, u kterých lze pozorovat vysokou hustotu rychlých záškubů svalových vláken a sníženou rychlost degradací proteinů. Bohužel jsou tyto svaly také charakterizovány nižším zasíťováním kapilárami, což souvisí s nižším přívodem kyslíku do svalů, a to je považováno za predispoziční faktor pro rozvoj výše uvedených myopatií (Dalle Zotte et al. 2020).

Vada white striping je vizuálně popisována jako bílé pruhy, které vypadají jako mramorování v červeném masu. Ovšem z hlediska preference spotřebitele, je white striping samozřejmě považován za vadu. Bílé pruhování není otázkou bezpečnosti potravin ani neovlivňuje dobré životní podmínky kuře. Prsa ovlivněná myopatií bílých pruhů se vyznačují zvýšenou tvrdostí při hmatu, bledou barvou a kluzkým povrchem, přítomností boulí a malých krvácenin (Kuttappan et al. 2016).

Obrázek 3: Škála modifikované prsní svaloviny



Kuttappan et al. (2016) ve své studii sestavili škálu poškození prsní svaloviny od 0 až do 3 a popsali je jako:

Normální (0) - Žádné zřetelné bílé čáry.

Střední (1) - Malé bílé čáry, obvykle < 1 mm silné, ale zřetelně viditelné, na povrchu zaoblení.

Těžké (2) - velké bílé čáry (1 - 2 mm silné) velmi viditelné, na povrchu zaoblení.

Extremní (3) - Silné bílé pruhy (> 2 mm tloušťka) pokrývající téměř celý povrch.

### 3.5.4 Wooden breast

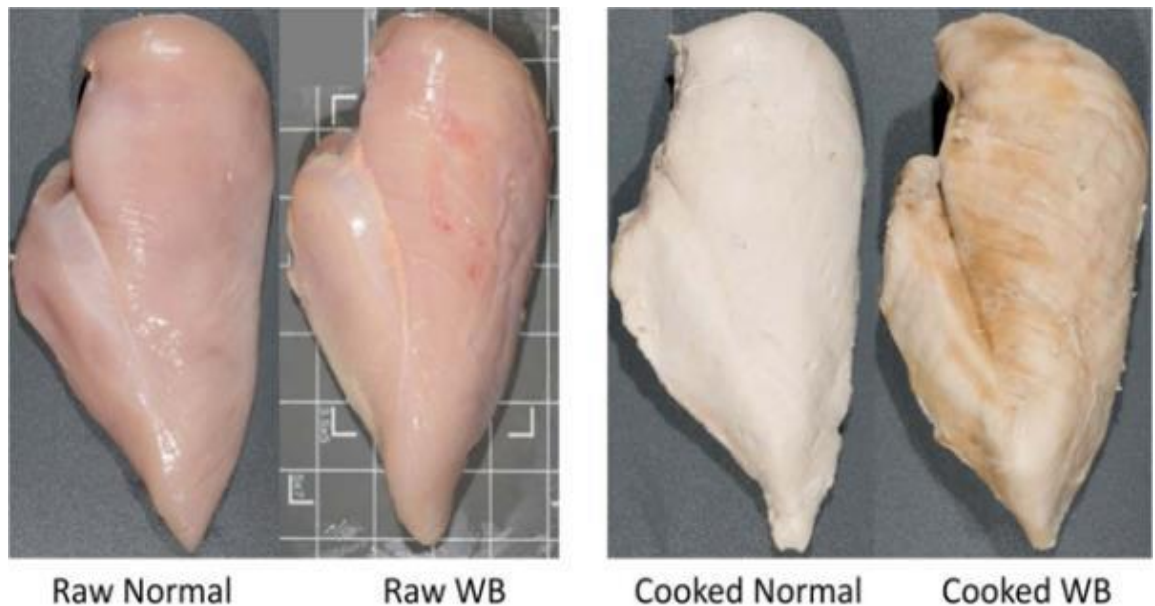
U dřevnatých prsou je etiologie stále nejasná, avšak podobně jako u white striping se zdá, že největší souvislost s výskytem těchto vad je šlechtění na rychlý růst a stále se zvyšující velikost prsních partií (Kuttappan et al. 2016).

Hlavní prsní sval brojlerových kuřat je tvořen téměř výhradně z rychlých glykolytických vláken II typu. U rychle rostoucích brojlerů s vysokým výnosem prsních svalů vykazují vlákna typu IIB větší průměr ve srovnání s pomaleji rostoucími brojlery. Proto se nabízí tvrzení, že větší průměr svalových vláken je spojován s výskytem vad u rychle rostoucích brojlerů s metabolickým stresem (Sihvo et al. 2018). Tato vada se začíná vyvíjet jako lokální léze ve věku přibližně 2 týdnů. U jatečných brojlerů ve věku přibližně 5–6 týdnů léze obvykle přechází do chronické fáze, která zcela ovlivní prsní sval (Kuttappan et al. 2016).

Dřevnatá myopatie prsou brojlerů se projevuje jako ztvrdlá konzistence a bledá barva hlavního prsního svalu a je mikroskopicky charakterizována jako myodegenerace doprovázená fibrózou v chronické fázi (Kuttappan et al. 2016).

Soglia et al. (2016) zjistili, že myodegenerace svalových vláken může vést ke snížení obsahu proteinů, zatímco fibróza pravděpodobně povede ke zvýšení kolagenové tkáně. Zároveň maso postižené touto vadou vykazovalo, významně vyšší obsah tuku oproti nezměněnému. Kromě toho v důsledku sníženého celkového obsahu vody a zhoršených texturních vlastností vykazují postižené filety podřadné atributy pro zpracování, které mohou vést k hospodářským ztrátám pro drůbežářský průmysl.

Obrázek 4: Porovnání normálních prsních partií a postižených vadou wooden breast (Shane 2018)



## 4 Metodika

Výzkum se zabýval hodnocením kvality masa rychle rostoucích genotypů kuřat (Ross 308) a pomalu rostoucích genotypů (ISA Dual). Do experimentu bylo zařazeno 420 jednodenních kuřat v poměru pohlaví (1:1). Výkrm probíhal ve vnitřním podlahovém systému s podestýlkou, kde na jeden metr čtvereční bylo ustájeno 11,35 kuřat. K výkrmu se využívaly speciální krmné směsi, dávkované dle doby ve výkrmu. Voda byla poskytnuta *ad libitum* oběma skupinám po celou dobu experimentu.

Fáze zkrmování byla rozdělena dle věku a daného genotypu.

Ross 308	1. - 14. den	BR1
	15. - 28. den	BR2
	29. - 35. den	BR3
ISA Dual	1. - 21. den	BR1
	22. - 42. den	BR2
	43. - 70. den	BR3

K výkrmu se používaly krmné směsi BR1, BR2, BR3 jejichž podrobné složení je uvedeno v Tabulce č. 6.

Podmínky prostředí dopovídaly požadavkům v chovu kuřat a byly totožné pro všechna zvířata. Režim osvětlení se měnil dle průběhu výkrmu. Prvních 7 dní byla doba svícení nastavena na 23 hodin. Od 8 dní věku do 67 dní byla doba světelného dne 18 hodin. Poslední dva dny výkrmu genotypu ISA Dual, byl světelný den prodloužen na 23 hodin světla.

Výkrm probíhal do porážkové hmotnosti 2 kg. Ross 308 dosahoval této hmotnosti ve věku 35 dní a genotyp ISA Dual byl vykrmován až do 70 dní věku.

Tabulka 6: Receptury krmných směsí

Suroviny (%)	BR1	BR2	BR3
Pšenice	45,16	57,63	63,99
Kukuřice	15	8	5
Sójový extr. šrot 48%	31,05	26,85	22,35
Rybí moučka	1	-	-
Monokalciumfosfát	0,88	0,63	0,57
Uhličitan vápenatý	1,44	1,12	1,08
Sůl krmná	0,28	0,25	0,28
Olej sójový	3,41	1	-
Tuk živočišný	-	2,93	5,58
Síran sodný	0,11	0,12	0,08
Premixy aminokyselin	0,8	0,77	0,69
Premixy vit., enzymů, DL, or.kys.,AKC	0,88	0,7	0,37
Obsah živin (vypočítaný)			
Dusíkaté látky (g/kg)	21,59	19,72	18,05
Tuk (g/kg)	5,44	5,76	7,32
Lysin (g/kg)	1,29	1,16	1,03
Methionin (g/kg)	0,6	0,52	0,46
Vápník (g/kg)	0,94	0,77	0,7
Fosfor (g/kg)	0,45	0,39	0,35
Vitamin A (m.j./kg)	15000	9999	10000
Vitamin D3 (m.j./kg)	4998	4998	5000
Meabolizovatelná energie (MJ/kg)	12,55	12,9	13,5

K porážce bylo vybráno 20 kuřat od každého genotypu. Kuřata byla porážena na pokusných jatkách Mezinárodní stanice pro testování drůbeže Ústrašice. Samotná porážka, probíhala elektrickým omráčením zvířete a poté došlo k samotnému usmrcení zvířete pomocí vykrvení. Následovalo opeření a kuřata byla ručně vykuchána. Hlava a distální části nohou byly odstraněny. Jatečně upravené tělo bylo chlazeno při teplotě 4 °C po dobu 24 hodin z důvodu zachování co nejlepších fyzikálních vlastností masa.

Hmotnost jatečně opracovaného těla byla stanovena bez drobů. Jako důležité jatečné parametry byly pro hodnocení vybrány procento podílu prsou a stehen, protože se jedná o hlavní cenné části. Procento prsou nebo stehen bylo vypočteno na základě hmotnosti partie dělené hmotností jatečně upraveného těla bez drobů. Procento abdominálního tuku se zkoumalo z důvodu přímého vlivu na chemické složení masa.

Kvalita masa se měřila v prsním nebo stehenním mase. Hodnoty pH se stanovovali 24 hodin po porážce pomocí pH metru Jenway 3510 (Jenway, Essex, England) pomocí skleněné sondy zavedené 1 cm hluboko do svalu.

Barva masa byla změřena 24 hodin *post mortem* na příčném řezu prsního (*Pectoralis major*) a stehenního masa (*Biceps femoris*) pomocí analyzátoru Minolta SpectraMagic™ NX (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) pomocí systému CIELAB (1976).

Ztráta odkapem byla stanovena pomocí výpočtu rozdílu hmotností v době porážky a po 24hodinovém skladování při 4 °C. Ztráta hmotnosti varem byla vypočtena z rozdílu hmotností mezi syrovým a tepelně opracovaným masem, které se vařilo 1 hodin při 75 °C.

## 4.1 Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí softwaru SAS verze 9.0 (SAS Institute Inc., 2003). Data byla porovnána pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) a následně Duncanovými vícenásobnými srovnávacími testy. Data byla vyjádřena jako průměr. P-hodnota  $P < 0,05$  byla považována za významnou pro všechna měření a statisticky významné rozdíly byly označeny různými horními indexy.

## 5 Výsledky

Ve výzkumu se porovnávaly parametry užitkovosti rychle rostoucího hybrida Ross 308 a pomalu rostoucí ISA Dual. Genotyp ISA Dual je také definován, jako duální genotyp, kde se slepice využívají ke snášce vajec a kohouti k výkrmu.

Výsledné hodnoty ze sledování jatečných parametrů masa různých genotypů jsou zpracovány v Tabulce č. 7. Výsledná kvalita masa vyhodnocovaná pomocí laboratorních technik, je prezentována Tabulkami 8-11.

Obecně lze zhodnotit, že mezi genotypy byl shledán rozdíl, který je dokládán průkazností P. Za statisticky významný, musí být hodnota  $P \leq 0,05$ .

### 5.1 Jatečné parametry

První část výzkumu, se zabývala jatečným rozborem masa dle daného genotypu.

Výsledky jatečné výtežnosti jsou prezentovány v procentech a můžeme pozorovat významný rozdíl mezi genotypy v Tabulce č.7. Rychle rostoucí genotyp dosáhl jatečné výtěžnosti 76,13 % a duální genotyp Isa Dual pouze 68,60 % ( $P \leq 0,001$ ).

Další statisticky významný rozdíl ( $P \leq 0,001$ ), byl objeven u zastoupení abdominálního tuku v jatečně opracovaném těle. U genotypu Ross 308 bylo shledáno významně nižší procento abdominálního tuku, konkrétně 1,08 % což je z pohledu chovatele i konečného zákazníka žádoucí jev. Jatečně opracované tělo genotypu Isa Dual obsahovalo 3,53 % abdominálního tuku. Ovšem vyšší obsah tuku, mohou spotřebitelé ocenit při úpravě. Neboť tuk je brán jako nositel chuti.

V zastoupení hlavních cenných částí jatečně opracovaného těla kuřat byly spozorovány statisticky významné rozdíly. U rychle rostoucích genotypů, prsní svalovina dosahovala z jatečně opracovaného těla 27,83 % což je o 14 % více než u genotypu ISA Dual ( $P \leq 0,001$ ). Opačné výsledky byly pozorovány u stehenních partií JOT. Kdy genotyp ISA dual měl podíl stehenních partií 28,19 % a rychle rostoucí hybrid pouze 24,96 % ( $P \leq 0,001$ ).

Tabulka 7: Jatečné parametry

	Ross 308	ISA Dual	Průkaznost
Jatečná výtěžnost (%)	76,13 <sup>a</sup>	68,60 <sup>b</sup>	$\leq 0,001$
Abdominální tuk z JOT (%)	1,08 <sup>b</sup>	3,53 <sup>a</sup>	$\leq 0,001$
Podíl prsou z JOT (%)	27,83 <sup>a</sup>	13,76 <sup>b</sup>	$\leq 0,001$
Podíl stehen z JOT (%)	24,96 <sup>b</sup>	28,19 <sup>a</sup>	$\leq 0,001$

Rozdílný horní index značený písmeny <sup>ab</sup> u hodnot poukazuje na významný statistický rozdíl  $P \leq 0,05$

## 5.2 Kvalita masa

Kvalita drůbežího masa vyplývá ze složitých interakcí mezi genotypem zvířete a jeho prostředím. Složení jatečně upraveného těla se během výkrmového období mění.

### 5.2.1 pH

Při kvalitativním hodnocení masa je jako nejdůležitějším hodnoceným parametrem hodnota pH. To nejen z důvodu, že významně souvisí s procesem přeměny svalů na maso, ale také protože jeho hodnota ovlivňuje další ukazatele jako je barva masa či schopnost vázat vodu.

V experimentu bylo hodnoceno maso po 24 hodinách od porážky. Hlavní partií, jatečně opracovaného těla byla prsa, kde výsledky z Tabulky 8 jasně dokazují významný rozdíl mezi genotypy ( $P \leq 0,001$ ). Ross 308 dosahoval hodnoty 5,86. Hodnota naměřená u ISA Dual byla 5,65. Pokud se jedná o stehenní partii, tak zde byl také mezi genotypy sledován významný statistický rozdíl ( $P=0,015$ ). Naměřené hodnoty pH u stehenního masa Ross 308 byly 6,37 a u ISA Dual 6,26.

Tabulka 8: Hodnota pH měřena 24h po porážce

pH 24h postmortem	Ross 308	ISA Dual	Průkaznost
Prsa	5,86 <sup>a</sup>	5,65 <sup>b</sup>	$\leq 0,001$
Stehna	6,37 <sup>a</sup>	6,26 <sup>b</sup>	0,015

Rozdílný horní index značený písmeny <sup>ab</sup> u hodnot poukazuje na významný statistický rozdíl  $P \leq 0,05$

### 5.2.2 Barva masa

Barva masa, je důležitý paramater především z pohledu konečného spotřebitele. Rozdíly mezi genotypy u stehenní svaloviny byly zaznamenány u všech charakteristik.

Světlost masa u stehenní svaloviny u Ross 308 dosahovala hodnot 49,06 a u ISA Dual 54,17 ( $P=0,005$ ). Také červenost stehenní svaloviny byla průkazně ( $P \leq 0,001$ ) ovlivněna genotypem s vyšší intenzitou u rychle rostoucích kuřat genotypu Ross.

U parametru  $b^*$ , který udává rozmezí barev od modré (-) do žluté (+) byly naměřeny hodnoty 11,49 u rychle rostoucího genotypu a u pomalu rostoucího genotypu 7,93 ( $P=0,003$ ).

Světlost masa, udávána parametrem  $L^*$ , byla u prsní svaloviny Ross 308 stanovena na 51,19 a u genotypu ISA Dual 58,79. Tyto výsledky poukazují na významné rozdíly mezi genotypy ( $P \leq 0,001$ ). Tento jev je patrný i u parametru  $a^*$ , který udává rozmezí barev od zelené (-) do červené (+) ( $P \leq 0,001$ ). Rozdílné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 10.



Tabulka 9: Hodnocení barvy stehenní svaloviny

Barva (post mortem)	Ross 308	ISA Dual	Průkaznost
Stehno řez L*(D65)	49,06 <sup>b</sup>	54,17 <sup>a</sup>	0,005
Stehno řez a*(D65)	3,82 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	≤0,001
Stehno řez b*(D65)	11,49 <sup>a</sup>	7,93 <sup>b</sup>	0,003

Rozdílný horní index značený písmeny <sup>ab</sup> u hodnot poukazuje na významný statistický rozdíl  $P \leq 0,05$

Tabulka 10: Hodnocení barvy prsní svaloviny

Barva (post mortem)	Ross 308	ISA Dual	Průkaznost
Prsa řez L*(D65)	51,19 <sup>b</sup>	58,79 <sup>a</sup>	≤0,001
Prsa řez a*(D65)	-0,68 <sup>a</sup>	-1,98 <sup>b</sup>	≤0,001
Prsa řez b*(D65)	8,06	8,50	0,452

Rozdílný horní index značený písmeny <sup>ab</sup> u hodnot poukazuje na významný statistický rozdíl  $P \leq 0,05$

### 5.2.3 Ztráta odkapem, ztráta varem

V Tabulce 11 si můžeme povšimnout, že pokud se jednalo o ztrátu hmotnosti kuřecích prsou, čímž stanovujeme schopnost masa vázat vodu, tak u obou zvolených technik ať se jednalo o ztrátu varem ( $P < 0,578$ ) či odkapem ( $P < 0,748$ ) nebyl shledán žádný významný rozdíl mezi genotypy. Maso genotypu Ross 308 ztratilo 23,68 % své hmotnosti při vaření a maso hybrida ISA Dual vykazovalo ztrátu hmotnosti 24,12 %. Tyto výsledky jsou velmi důležité pro hodnocení celkové vázané vody v mase, a tak i jeho chutnost a šťavnatost.

Tabulka 11: Ztráta odkapem, ztráta varem

Podíl z JOT	Ross 308	ISA Dual	Průkaznost
Ztráta odkapem (%)	0,71	0,75	0,748
Ztráta varem (%)	23,68	24,12	0,576

Rozdílný horní index značený písmeny <sup>ab</sup> u hodnot poukazuje na významný statistický rozdíl  $P \leq 0,05$

## 6 Diskuze

Tato diplomová práce zkoumala vliv genotypu na parametry jatečně opracovaných těl u rychle rostoucích brojlerů Ross 308 a duálních genotypů ISA Dual. Z výsledků vychází, že kvalita i kvantita masa je významně ovlivněna genotypem.

### 6.1 Jatečné parametry

#### 6.1.1 Jatečná výtěžnost

Hussein et al. (2019) ve své studii publikují, že jatečná výtěžnost byla ovlivněna porážkovým věkem. S tímto tvrzením se shodují Zárate et al. (2017) a navíc dodávají, že věk při porážce ovlivňuje výnos většiny částí JOT a má tedy i komerční význam. Z našich výsledků vyplývá, že jatečná výtěžnost byla spíše ovlivněna genotypem než věkem porážky. Protože rychle rostoucí hybridi dosahovali vyšší jatečné výtěžnosti o 7,53 % než ISA Dual, ačkoliv jejich výkrm probíhal kratší dobu. S tím se shodují i výsledky publikované Grashorn (2006) a dodávají, že rozdílný růstový potenciál pomalu a rychle rostoucích brojlerů byl výzkumem jasně prokázán. Živá hmotnost rychle rostoucích genotypů byla 1,6 až 1,8krát vyšší než u pomalu rostoucích. Výtěžnost jatečně upravených těl a výtěžnost masa z prsou byl sledován vyšší u rychle rostoucích genotypů díky větší kapacitě pro vytváření svalové tkáně. Dále publikují, že živá hmotnost, výnos jatečně upraveného těla a výtěžnost prsou jsou ovlivněné především genotypem a sledávají fakt, že účinky výživy byly zanedbatelné.

#### 6.1.2 Podíl abdominálního tuku

Výsledky ukazují na významně vyšší podíl abdominálního tuku u pomalu rostoucího genotypu ISA Dual. Pomalu rostoucí genotyp měl obsah tuku 3,53 %, což je pravděpodobně způsobeno delší dobou výkrmu oproti Ross 308. Ross měl obsah abdominálního tuku 1,08 %. Shodné výsledky publikuje i Grashorn (2006). Jeho výzkum ovšem ještě zkoumal vliv pohlaví na množství abdominálního tuku a konkrétně u Ross 308 dosahovali kohouti 1,69 % a slepice 2,21 %. Část výzkumu zpracované Tang et al. (2009) toto tvrzení potvrzuje, ovšem dosáhli také výsledků, kde hybridy, kteří byli poraženi 56. den věku, měli více abdominálního tuku, než pomalu rostoucí genotypy poraženy 112. den věku. Tento jev vysvětlují tím, že genotypový účinek na ukládání tuku, by mohl v některých případech přesáhnout pozitivní korelaci mezi obsahem tuku a věkem porážky.

#### 6.1.3 Procentuální zastoupení částí JOT

Koomkrong et al. (2016) zjistili, že existuje pozitivní korelace mezi hmotností prsního svalu a hmotností stehna s živou hmotností ptáků. Fanatico et al. (2007) studoval kvalitu masa pomalu a rychle rostoucích genotypů a z jejich výsledků vyplývá, že rychle rostoucí genotyp vykazoval vynikající výtěžnost prsou. S čímž souhlasí náš výzkum, protože rychle rostoucí hybridy Ross 308 měli procentuální výtěžnost prsou 27,83 %, oproti tomu pomalu rostoucí ISA Dual měla pouhých 13,76 %. Taktéž Tang et al. (2009) pozorovali významné rozdíly mezi genotypy kuřat u hmotnosti jatečně upraveného těla a výtěžností prsního a stehenního svalu.

Pomalou rostoucí genotypy měli vyšší výnos stehenního svalu než ostatní dvě rychle rostoucí skupiny. Stejně výsledky jsme pozorovali i v našem výzkumu. Stehenní svalovina byla významně výnosnější u pomalu rostoucího genotypu.

## **6.2 Kvalita masa**

### **6.2.1 pH**

pH je hlavním parametrem, který určuje barevné změny drůbežního masa, souvisí tak s přeměnou svaloviny na maso. Platí, že maso s vyššími hodnotami vykazuje tmavší barvu a naopak. Maso, jehož hodnota pH je nižší, bývá světlejší. U syrové prsní svaloviny brojlerů se za normální barvu považuje světle růžové. Hertanto et al. (2018) uvádějí, že optimální hodnota pH kuřecího masa se pohybuje v rozmezí 6,26 až 6,30. Naše výsledky naznačují, že ani jeden z genotypů nespadá do rozmezí, které Hertanto et al. (2018) uvádí jako optimální hodnotu.

Hodnota pH byla u pomalu rostoucích genotypů 24 hodin od porážky 5,59, oproti tomu u kuřat středně a rychlerostoucích genotypů byla hodnota vyšší a to konkrétně 6,01 (Quentin et al. 2003). Naše výsledky, poukazují na stejný trend ovšem s hodnotami 5,86 u Ross 308 a 5,65 u genotypu ISA Dual.

Rajkumar et al. (2016) uvedli ve své studii, že pomalu rostoucí genotypy s nižší hmotností jsou více aktivní a tím jsou náchylnější ke stresu, což vede k rychlému okyselení prsního svalu, zatímco rychle rostoucí hybridy vyvíjejí méně aktivity a jejich pH se snižuje pomaleji. Také uvedli, že svaly prsu jsou citlivější na okyselení z důvodu častějšího mávání křídel a cílenému šlechtění na zavěšování oproti stehenního svalu. Což podporuje naše výsledky, kdy byl zjištěn významný statistický rozdíl mezi genotypy pouze u prsní svaloviny. U stehenní svaloviny nebyly změny dle genotypu prokázány.

Z našich výsledků vychází, že pomalu rostoucí genotyp ISA Dual vykazoval významně nižší pH oproti rychle rostoucím Ross 308. Podobně Fanatico et al. (2007) ve své studii také uváděli nižší konečné pH masa u pomalu rostoucích genotypů ve srovnání s rychle rostoucími. Tyto výsledky také podporují studie Wattanachant et al. (2004), Berri et al. (2005) a Santos et al. (2005). Jaturasitha et al. (2008) ovšem ve své studii, neobjevili žádné změny v pH měřené 24 hodin postmortem u pomalu a rychle rostoucích genotypů v Thajsku.

### **6.2.2 Barva masa**

Jak již bylo výše zmíněno, barvu masa přímo ovlivňuje pH. Přijatelnost čerstvého masa spotřebiteli je přímo související s akceptovatelnou barvou masa, které závisí na obsahu myoglobinu, chemickém stavu barviva (hemu), struktuře masa a samozřejmě pH.

Více červené maso (kladná hodnota a\*) je podle Devatkal et al. (2018) způsobeno vysokým obsahem myoglobinu a vyšších hodnot nabývalo stehenní maso oproti prsnímu, s čímž souhlasí i naše výsledky, kdy stehenní maso mělo nejvyšší naměřenou hodnotu a\*. Berri et al. (2001) vysvětluje tento jev, faktem že prsní svalovina má celkově nižší koncentrace pigmentu, myoglobinu a železa.

Naše výsledky jednoznačně potvrzují fakt, že rozdíly v barvě masa jsou silně ovlivněny genotypem. Srovnání našich výsledků se ovšem rozchází, pokud jde o konkrétní genotyp. Devatkal et al. (2018) naměřili největší hodnotu u pomalu rostoucího genotypu, konkrétně u

stehenního svalu genotypu Aseel 7,41, naše výsledky ukazují nejvyšší hodnoty také u stehenního svalu, ale u rychle rostoucího Ross 308 3,82. Devatkal et al. (2019) nenalezli rozdíl mezi genotypy z pohledu hodnoty  $a^*$ .

Mueller et al. (2020) naměřili méně červené maso u genotypu Lohman dual než u Hubbard.

Grashorn (2006) zkoumal rozdíly v barvě masa, nejen genotypů ale i pohlaví. Výsledky dokazují, že maso z prsou bylo více světlé (hodnota  $L^*$ ) a více žluté (hodnota  $b^*$ ) u slepic než u kohoutů, zatímco mezi plemeny byly pozorovány jen malé rozdíly. Obecně tvrdí, že byly výraznější rozdíly v barvě v prsou mezi pohlavími než mezi plemeny nebo dietami.

Toto vyvracejí výsledky Devatkal et al. (2018), ačkoliv ve svém výzkumu neshledali rozdíly ve světlosti masa (hodnota  $L^*$ ) mezi rychle a středně rychle rostoucími genotypy. Významný rozdíl shledali mezi pomalu rostoucími genotypy a typickým Indickým masným brojlerem. Naše výsledky jasně poukazují na významné rozdíly u genotypů v hodnotě  $L^*$  ať u stehenního tak prsního svalu. Studie Devatkal et al. (2019) ovšem žádné rozdíly mezi genotypy ve světlosti nenašla.

Hodnota  $b^*$  vyšla jako průkazně rozdílná pouze u stehenního svalu pomalu a rychle rostoucích genotypů. Stejných výsledků se dobrali i vědci Devatkal et al. (2019) ve své studii. Pokus Devatkal et al. (2018) našel rozdíly mezi genotypy, nejen u stehenních ale i prsních svalů.

### 6.2.3 Vaznost masa

Fanatico et al. (2005) ve svých výsledcích uvádějí větší ztrátu odkapem u pomalu rostoucích genotypů. Tyto údaje vysvětlují tím, že maso z pomalu rostoucích genotypů má sice menší velikost, ale větší poměr povrchu. To potvrzují Janisch et al. (2011) tvrzením že prsní svaly rychle rostoucích brojlerů mají lepší schopnost vázat vodu a tím pádem naměřili nižší ztrátu odkapem. Naš výzkum toto tvrzení nepotvrdil, neboť nebyl shledán rozdíl mezi genotypy Ross 308 a ISA Dual.

Maso z rychle rostoucích brojlerů ztratilo více vody než pomalu rostoucí genotypy během vaření. To pravděpodobně souvisí s vyšším obsahem intramuskulárního tuku v masu rychle rostoucích ptáků (Lonergan et al., 2003). S tím nesouhlasí Mueller et al. (2020), ti ve své studii prokázali, že ztráta vařením se prokazatelně zvýšila s prodlouženým růstem a největší rozdíly shledali, mezi pomalu a rychle rostoucími genotypy. Výsledky Devatkal et al. (2018, 2019) a naše výsledky neshledali, žádný významný rozdíl mezi genotypy, při ztrátě varem.

## 7 Závěr

Při zakládání chovu, je velmi významným faktorem, volba genotypu. Dle genotypu vybíráme vhodné ustájení a podřizujeme jemu celý management chovu. S rostoucí poptávkou spotřebitelů o ekologicky chovaná kuřata, se zájem o pomalu rostoucí genotypy, kteří jsou vhodní do extenzivnějších podmínek, významně zvyšuje.

Cílem diplomové práce bylo objektivně zhodnotit vliv genotypu na užitkovost a kvalitu masa. Došlo k porovnání rychle rostoucího genotypu Ross 308, který se v České republice hojně využívá k produkci masa a duálního genotypu ISA Dual.

Do experimentu bylo zařazeno 420 jednodenních kuřat genotypů Ross 308 a ISA Dual v poměru pohlaví (1:1). Výkrm probíhal do porážkové hmotnosti 2kg, kterých rychle rostoucí genotyp dosahoval v 35 dnech věku a pomalu rostoucí v 70 dnech věku. Podmínky prostředí byly totožné pro všechna zvířata. K výkrmu se používaly krmné směsi BR1, BR2, BR3. K porážce bylo vybráno 20 kuřat z každé kategorie. Porážka probíhala na pokusných jatkách Mezinárodní stanice pro stestování drůbeže Ústrašice. Jatečný trup byl chlazen při teplotě 4°C po dobu 24 hodin. Hodnotily se jatečné parametry, mezi něž byla zařazena jatečná výtěžnost, podíl abdominálního tuku a procentuální zastoupení částí jatečně opracovaného těla. Dále se zkoumala kvalita masa, kde mezi vybranými parametry se měřilo pH 24 *post mortem*, barva a vaznost masa. Experimentální hodnocení vaznosti masa, bylo provedeno technikami ztrátou hmotnosti odkapem a varem. Získaná data byla vyhodnocena pomocí statistického programu SAS (Statistical Analysis System, Verze 9.0, 2003).

Z výsledků je patrné, že genotyp průkazně ovlivňuje nejen jatečnou výtěžnost, množství abdominálního tuku, procentuální zastoupení prsního a stehenního svalu, ale i kvalitu masa. Významný statistický rozdíl byl shledán u hodnoty pH stehenního i prsního svalu. Jako laboratorní techniky, stanovující schopnost masa vázat vodu byly vybrány ztráta odkapem a ztráta varem. Ani u jedné ze zmíněných technik ovšem nebyl shledán významný statistický rozdíl mezi genotypy. U barvy masa byl jediným parametrem, kde nebyl shledán významný rozdíl mezi genotypy hodnota  $b^*$  u prsní svaloviny.

V úvodu se řeší problematika duálních genotypů, jejichž chov by výrazně ovlivnil etické problémy spojené s chovem nosných plemen slepic. Co se týče kvantity masa bylo prokázáno, že jatečná výtěžnost duálních genotypů je výrazně nižší než u rychle rostoucích hybridů, ovšem zajímavostí je, že procentuální zastoupení stehenního svalu bylo větší u ISA Dual, což je fakt, který by mohl podpořit chovatele v produkci duálních genotypů. Zjištěné výsledky kvality masa, jsou objektivní a prokázány laboratorními technikami. Ovšem nemohou nám říct nic o spotřebitelských preferencích. Tyto výsledky by bylo tedy vhodné ještě využít ve spotřebitelské studii. Neboť preference chuti populace, jsou silně spojovány s místem pobytu a tradicí v dané oblasti.

Výsledky experimentu, nemohou vyvrátit stanovenou hypotézu. Je průkazné, že genotyp má významný vliv na užitkovost a kvalitu masa.

## 8 Literatura

- Barbut, S. 1997. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* **4**:355-358.
- Berri, C., Debut, M., Santé-Lhoutellier, V., Arnould, C., Boutten, B., Sellier, N., Baéza, E., Jehl, N., Jégo, Y., Duclos, M. J., Le Bihan-Duval, E. 2006. Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. *British Poultry Science* **5**:572-579.
- Berri, C., Debut, M., Santé-Lhoutellier, V., Arnould, C., Boutten, B., Sellier, N., Baéza, E., Jehl, N., Jégo, Y., Duclos, M. J., Le Bihan-Duval, E. 2006. Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. *British Poultry Science* **5**:572-579.
- Bianchi, M., Petracci, M., Franchini, A., Cavani, C. 2006. The Occurrence of Deep Pectoral Myopathy in Roaster Chickens. *Poultry Science* **10**: 1843-1846.
- Dalle Zotte, A., Ricci, R., Cullere, M., Serva, L., Tenti, S., Marchesini, G. 2020. Research Note: Effect of chicken genotype and white striping–wooden breast condition on breast meat proximate composition and amino acid profile. *Poultry Science* **3**:1797-1803.
- Devatkal, S. K., Naveena, B. M., Kotaiah, T. 2019. Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers. *Poultry Science* **11**:6177-6186.
- Devatkal, S. K., Vishnuraj, M. R., Kulkarni, V. V., Kotaiah, T. 2018. Carcass and meat quality characterization of indigenous and improved variety of chicken genotypes. *Poultry Science* **8**:2947-2956.
- Dransfield, E., Sosnicki, A. A. 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* **5**:743-746.
- Englmaierová, M., Skřivan, M., Skřivanová, V. 2018. Kvalita masa kuřat Dominant chovaných na pastvě. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha.
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Cavitt, L. C., Owens, C. M., Emmert, J. L. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science* **8**:1321-1327
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L., Owens, C. M. 2007. Meat Quality of Slow- and Fast-Growing Chicken Genotypes Fed Low-Nutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor Access. *Poultry Science* **10**:2245-2255.
- Farmer, L. J., Perry, G. C., Lewis, P. D., Nute, G. R., Piggott, J. R., Patterson, R. L. S. 1997. Responses of two genotypes of chicken to the diets and stocking densities of conventional UK and Label Rouge production systems—II. Sensory attributes. *Meat Science* **2**:77-93.
- Grashorn, M. A. 2006. Fattening performance, carcass and meat quality of slow and fast growing broiler strains under intensive and extensive feeding conditions. Grashorn, M.A. Fattening performance, carcass and meat quality of slow and fast growing broiler strains under intensive and extensive feeding conditions. Verona, Italy.
- Grunder, A. A., Hollands, K. G., Gavora, J. S., Chambers, J. R., Cave, N. A. G. 1984. Degenerative Myopathy of the Musculus supracoracoideus and Production Traits in Strains of Meat-Type Chickens. *Poultry Science* **4**:781-785.
- Halevy, O., Biran, I., Rozenboim, I. 1998. Various light source treatments affect body and skeletal muscle growth by affecting skeletal muscle satellite cell proliferation in broilers. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* **2**:317-323.
- Havlíček, Z. 2001. Teplotně-vlhkostní podmínky ve výkrmu kuřat. *Náš chov* (**8**). 44.
- Hertanto, B. S., Nurmalasari, C. D. A., Nuhriawangsa, A. M. P., Cahyadi, M., Kartikasari, L. R. 2018. The physical and microbiological quality of chicken meat in the different type

- of enterprise poultry slaughterhouse: a case study in Karanganyar District. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science **10**:1755-1307.
- Huang, X., Ahn, D. U. 2018. The Incidence of Muscle Abnormalities in Broiler Breast Meat – A Review. Korean journal for food science of animal resources **5**:835-850.
- Hussein, E. O. S., Suliman, G. M., Al-Owaimer, A. N., Ahmed, S. H., Abudabos, A. M., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Saadeldin, I. M., Swelum, A. A. 2019. Effects of stock, sex, and muscle type on carcass characteristics and meat quality attributes of parent broiler breeders and broiler chickens. Poultry Science **12**:6586-6592.
- Charles, D. R., Groom, C. M., Bray, T. S. 2008. The effects of temperature on broilers: Interactions between temperature and feeding regime. British Poultry Science **6**:475-481.
- Jaturasitha, S., Srikanchai, T., Kreuzer, M., Wicke, M. 2008. Differences in Carcass and Meat Characteristics Between Chicken Indigenous to Northern Thailand (Black-Boned and Thai Native) and Imported Extensive Breeds (Bresse and Rhode Island Red). Poultry Science **1**:160-169.
- Jedlička, M. 2019. Výživa drůbeže v praxi. Náš chov **10**:49-51.
- Josrová, L. 2017. Situační a výhledová zpráva. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Kameník, J. 2019. Produkce masa v EU v roce 2017. Maso **1**:7-8.
- Kameník, J. 2019. Produkce a spotřeba masa v regionech světa v roce 2018. Available from: <https://www.maso.cz/produkce-a-spotreba-masa-v-regionech-sveta-v-roce-2018/> (accessed November 2019).
- Kim, H. -J., Kim, H. -J., Jeon, J. J., Nam, K. -C., Shim, K. -S., Jung, J. -H., Kim, K. S., Choi, Y., Kim, S. -H., Jang, A. 2020. Comparison of the quality characteristics of chicken breast meat from conventional and animal welfare farms under refrigerated storage. Poultry Science **3**:1788-1796.
- Koomkron, N., Theerawatanasirikul, S., Boonkaewwan, C., Jaturasitha, S., Kayan, A. 2016. Breed-Related Number and Size of Muscle Fibres and Their Response to Carcass Quality in Chickens. Italian Journal of Animal Science **4**:10-15.
- Košář, K., Návarová, H., Procházka, D. 2004. Zásady welfare a nové standardy EU v chovech drůbeže. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha - Uhřetěves.
- 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 **11**:2724-2733.
- Ledvinka, Z. 2011. Chov drůbeže I. Česká zemědělská univerzita. V Praze.
- Lonergan, S. M., Deeb, N., Fedler, C. A., Lamont, S. J. 2003. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. Poultry Science **12**:1990-1994.
- Machander, V., Zimová, S. 2019. Stav drůbeže v rozmnožovacích chovech v roce 2018. Náš chov **10**:67-69.
- Machander, V. 2018. Výsledky testů kontroly užítkovosti drůbeže v roce 2017. Drůbežář **4**:18-21.
- Marcu, A. 2013. The influence of the genotype on economic efficiency of broiler chickens growth. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies **46**:339-346.
- Mueller, S., Taddei, L., Albiker, D., Kreuzer, M., Siegrist, M., Messikommer, R. E., Gangnat, I. D. M. 2020. Growth, carcass, and meat quality of 2 dual-purpose chickens and a layer hybrid grown for 67 or 84 D compared with slow-growing broilers. Journal of Applied Poultry Research **1**:185-196.
- Muth, P. C., Valle Zárate, A. 2017. Breast meat quality of chickens with divergent growth rates and its relation to growth curve parameters. Archives Animal Breeding **4**:427-437.
- Ninčáková, S. 2007. Požadavky na chov brojlerů z pohledu ochrany zvířat. Náš chov **12**:50-51.
- Novák, P., Malá, G. 2019. Podestýlka - významný faktor zdraví a pohody kuřat chovaných na maso. Náš chov **10**:58-62.

- Petracci, M., Cavani, C. 2012. Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. *Nutrients* **1**:1-12
- Petracci, M., Cavani, C. 2012. Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. *Nutrients* **1**:1-12.
- Petracci, M., Bianchi, M., Cavani, C. 2010. Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. *World's Poultry Science Journal* **1**:17-26
- Pipek, P. 1998. *Technologie masa II*. 2. vyd. VŠCHT. Praha.
- Pipek, P., Pour, M. 1998. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. Česká zemědělská univerzita. Praha
- Quentin, M., Bouvarel, I., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Baéza, E., Jégo, Y., Picard, M. 2003. Growth, carcass composition and meat quality response to dietary concentrations in fast-, medium- and slow-growing commercial broilers. *Animal Research* **1**:65-77.
- Rajkumar, U., Muthukumar, M., Haunshi, S., Niranjana, M., Raju, M. V. L. N., Rama Rao, S. V., Chatterjee, R. N. 2016. Comparative evaluation of carcass traits and meat quality in native Aseel chickens and commercial broilers. *British Poultry Science* **3**:339-347.
- Sandilands, V., Tolkmamp, B., Kyriatakis, I. 2005. Behaviour of food restricted broilers during rearing and lay—effects of an alternative feeding method. *Physiology & Behavior* **2**:115-123.
- Santos, A. L. dos, Sakomura, N. K., Freitas, E. R., Fortes, C. M. L. S., Carrilho, E. N. V. M., Fernandes, J. B. K. 2005. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* **5**:1589-1598.
- Shane, S. 2018. Chick-news Available from [http://www.chick-news.com/Share.aspx?Site\\_Copy\\_ID=74042](http://www.chick-news.com/Share.aspx?Site_Copy_ID=74042) (accessed February 2020).
- Sihvo, H. -K., Airas, N., Lindén, J., Puolanne, E. 2018. Pectoral Vessel Density and Early Ultrastructural Changes in Broiler Chicken Wooden Breast Myopathy. *Journal of Comparative Pathology* **10**:1-10.
- Sirri, F., Petracci, M., Bianchi, M., Meluzzi, A. 2010. Survey of skin pigmentation of yellow-skinned broiler chickens. *Poultry Science* **7**:1556-1561.
- Skřivan, M. 2000. *Chov drůbeže*. Jihočeská univerzita. České Budějovice.
- Sokołowicz, Z., Krawczyk, J., Świątkiewicz, S. 2016. 4. Quality of Poultry Meat from Native Chicken Breeds – A Review. *Annals of Animal Science* **2**:347-368.
- Steinhauser, L. 2006. *Maso střed(t)em zájmu*. Vydavatelství potravinářské literatury. Brno.
- Strašiták, J. 2019. *Správné svícení ve výkrmu brojlerů* Available from: <https://www.deheus.cz/databaze-znalosti/spravne-sviceni-ve-vykrmu-brojleru-1079> (accessed November 2019).
- Stupka, R. 2013. *Chov zvířat*. 2. vyd. Powerprint. Praha.
- Tabler, T., Wells, J., Zhai, W. 2018. *Water Quality Critical to Broiler Performance*. Mississippi State Univ Ext Serv (2013) Available from: [http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/P2754\\_web.pdf](http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/P2754_web.pdf) (accessed November 2019)
- Taheri-Garavand, A., Fatahi, S., Omid, M., Makino, Y. 2019. Meat quality evaluation based on computer vision technique: A review. *Meat Science* **1**:183-195.
- Tang, H., Gong, Y. Z., Wu, C. X., Jiang, J., Wang, Y., Li, K. 2009. Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science* **10**:2212-2218.
- Tuláček, F. 2002. *Chov hrabavé drůbeže*. Brázda. Praha.
- Tůmová, E., Englmaierová, M., Chodová, D., Lichovníková, M. 2019. *Chov drůbeže II*. Česká zemědělská univerzita. V Praze.
- Van Laack, R. L. J. M., Liu, C. -H., Smith, M. O., Loveday, H. D. 2000. Characteristics of Pale, Soft, Exudative Broiler Breast Meat. *Poultry Science* **7**:1057-1061.



- Wattanachant, S., Benjakul, S., Ledward, D. A. 2004. Composition, Color, and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles. *Poultry Science* **1**:123-128.
- Wirtz, C. 2018. Agriculture, forestry and fishery statistics. European Union.
- Yang, Y., Pan, C., Zhong, R., Pan, J. 2018. The quantitative models for broiler chicken response to monochromatic, combined, and mixed light-emitting diode light: A meta-analysis. *Poultry Science* **6**:1980-1989.
- Yang, Y. -Y., Toor, G. S., Wilson, P. C., Williams, C. F. 2016. Septic systems as hot-spots of pollutants in the environment: Fate and mass balance of micropollutants in septic drainfields. *Science of The Total Environment* **7**:1535-1544.
- Hubbard Breeders [online]. Mauge rand, France. Available from <https://www.hubbardbreeders.com/> (accessed February 2020)
- The Poultry Site [online]. 2008. 5m Publishing, Benchmark House, 8 Smithy Wood Drive, Sheffield, S35 1QN, Anglie. Available from <https://thepoultrysite.com/news/2008/09/cobbsasso150-to-meet-changing-consumer-demand> (accessed February 2020).
- Hendrix genetics. 2018. Integrazabcice Available from <https://www.integrazabcice.cz/cs/produkty/isa-dual-cz/> (accessed January 2020)
- Žiřlavsk y, J. 2008. Chov hospod rsk ch zvirat. 1. Mendelova zem d lsk  a lesnick  univerzita. Brno.



