

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Výkrm kuřat a kvalita masa

Bakalářská práce

Autor práce: Martin Soudný

Obor studia: Živočišná produkce

doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "**Výkrm kuřat a kvalita masa**" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu a rady při psaní bakalářské práce a také mé rodině za podporu a pomoc při studiu.

Výkrm kuřat a kvalita masa

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá výkrmem kuřat a kvalitou masa a zároveň je v ní obsažena historie, produkce masa a vajec ve světě a také chov kuřat v Číně, kde je stále povolený výkrm kuřat v klecích. Cílem této práce bylo sepsat literární přehled o nejdůležitějších částech výkrmu, které mají zásadní vliv na užitkovost, kvalitu masa a ekonomiku produkce. Literatura dokazuje, jak je nutné dodržet veškeré podmínky, aby byl chov ekonomicky výhodný a hlavně vhodný pro drůbež, z hlediska jejich zdraví a aby nebyla kuřata vystavována zbytečnému stresu. Užitkovost není ovlivněna pouze správným výběrem genotypu, ale taktéž správným výběrem krmných směsí, které se podávají často neomezeně a nebo dávkovaně. Všechny vlivy, které působí na brojlerová kuřata ve výkrmu mají vliv na welfare, jatečnou výtěžnost a celkovou kvalitu masa. Velmi důležitou částí je výběr správného genotypu, jenž ovlivňuje dobu výkrmu, kvalitu masa a spotřebu krmiva. Velkou roli hraje genotyp typu pomalu rostoucích a rychle rostoucích kuřat, jenž se od sebe odlišují kvalitou masa, tak i užitkovostí. V krmných směších je nezbytné správné zastoupení dusíkatých látek, energie, bílkovin a minerálů pro správný vývoj kosti a svalstva, kdy zejména na začátku výkrmu se podává krmná směs s největším podílem dusíkatých látek.

Dalším výrazným faktorem je mikroklima v hale, jenž se odráží na zdraví brojlerových kuřat, proto je klíčové se řídit zásadami a dodržovat podmínky pro správný chov. Světelný režim je významný nejen při hledání vody a potravy, ale i při reprodukci. U brojlerových kuřat se tím stimuluje vyšší příjem krmiva a celková žravost, jako nejlepší se zdá být 16-ti hodinový režim, kde byla zjištěna vysoká potravní aktivita. Vlhkost vzduchu je ovlivněna počtem kuřat v hale, jejich hmotností, teplotou v hale, intenzitou větrání atd. Každodenní kontrolou vlhkosti vzduchu lze docílit optimálního prostředí pro chov, s minimálním zastoupením amoniaku a oxidu uhličitého ve stáji, jenž ovlivňují aktivitu kuřat. Teplota v hale při naskladnění se musí pohybovat kolem 36 °C a to z toho důvodu, že u kuřat není dostatečně vyvinutá termoregulace, později se teplota snižuje v závislosti na věku kuřat.

Klíčová slova: výkrm; kuřata; maso; kvalita; přírůstek; spotřeba krmiva

Chicken fattening and meat quality

Summary

This bachelor thesis describes the fattening of chickens in relation to the quality of meat, further deals with the physical properties, structure of meat, meat production in the world, and also mentions the breeding of chickens in China, where fattening chickens in cages is still allowed. The aim of the work was to describe a literature review of the most important parts of fattening, which have a major impact on performance, meat quality, and production economics. Literature shows that it is necessary to observe all the conditions not only to achieve cost-effective breeding but also to ensure poultry in terms of health and wellbeing so that the chickens were not exposed to unnecessary stress. The efficiency of breeding is influenced not only by careful selection of the genotype but also by appropriate selection of feed mixtures and different dosing methods. All influences that affect broiler chickens for fattening have an impact on welfare, animal carcass yield, and overall meat quality. A very important part is choosing the right genotype, which affects fattening time, meat quality, and feed consumption. The genotype of the type of slow-growing and fast-growing chickens plays a big role, they differ from each other in both meat quality and productivity.

Another significant factor influencing the success of breeding is the microclimate in the hall which is reflected in the health of broiler chickens, so it is crucial to follow the principles and observe all the conditions for proper breeding. The light regime is important not only in the search for water and food but also in reproduction. In broiler chickens, it stimulates higher feed intake and overall gluttony. The best seems to be a 16-hour regimen during which high food activity was detected. Humidity is affected by the number of chickens in the house, their weight, the temperature in the stable, ventilation intensity, etc. The optimal breeding environment can be achieved by regular humidity control, while it is important to ensure a minimum of ammonia and carbon dioxide in the stable, as they affect the activity of chickens. The temperature in the house during the income of the chickens must be around 36°C because the chickens do not have sufficiently developed thermoregulation. Later, the temperature is lowered depending on the age of the chickens. All these conditions significantly affect the physical properties of the meat, which include the pH value, color, texture, and binding of the meat. This is one reason breeders stick to all conditions. There is a lot of competition in this sector and also end customer - public it is increasingly interested in the conditions in which it keeps poultry. All the problems associated with animal husbandry quickly spreading to the public and this results in a loss of credibility for producers, loss of the customers, and thus a threat to the very existence of the company.

Keywords: fattening; chickens; meat; quality; growth; feed consumption

1 Obsah

2 Úvod.....	7
3 Cíl práce.....	9
4 Literární rešerše.....	10
4.1 Význam chovu drůbeže	10
4.2 Trávicí ústrojí.....	11
4.3 Hodnocení živin	13
4.4 Výkrm kuřat.....	13
4.4.1 Výživa a krmení.....	14
4.4.2 Krmení rodičovské populace	15
4.4.3 Výkrm dle pohlaví	17
4.5 Význam pomalu a rychle rostoucích kuřat	17
4.5.1 Chování pomalu a rychle rostoucích kuřat	18
4.5.2 Hybridní plemena	19
4.6 Prostorové omezení.....	20
4.7 Hustota osazení	20
4.8 Vady nohou	22
4.9 Parametry mikroklimatu	22
4.9.1 Světelný režim.....	22
4.9.2 Vlhkost vzduchu.....	23
4.9.3 Teplota	24
4.9.4 Ventilace	25
4.10 Kvalita a struktura masa	26
4.11 Charakteristika svalů a svalových vláken	27
4.12 Fyzikální vlastnosti kvality masa	28
4.12.1 Hodnota pH.....	28
4.12.2 Barva masa.....	30
4.12.3 Textura masa	32
4.12.4 Vaznost masa	33
5 Závěr	35
6 Literatura.....	37

2 Úvod

Drůbeží maso má nezastupitelnou roli ve výživě člověka, ať už kvůli dietetickým vlastnostem, vyššímu obsahu kvalitních a lehce stravitelných bílkovin, které obsahují lepší a bohatší zastoupení aminokyselin, než je tomu u rostlinné výživy, nižší ceně, menší tučnosti na rozdíl od vepřového masa a velmi snadné a rychlé úpravě masa pro kuchyňské zpracování.

Mezi výhody drůbežího masa patří jeho nižší cena na rozdíl od masa hovězího, schopnost rychlého výkrmu a nezavrhuje ho žádné náboženství ve světě, jako je tomu např. u masa králíčího či vepřového. Jelikož je snaha vykrmit kuřata co nejrychleji, při správných podmínkách chovu a výživě se vykrmí kuřata za 35-38 dní na hmotnost 1,8-2 kg při spotřebě krmiva do 1,6 kg. V prvním týdnu věku se kuřata krmí ad libitum (neomezeně), přijímají denně takovou dávku krmiva, kterou dokážou účinně využít. Pokud nebude krmná dávka optimální, chovatel se vystavuje určitému riziku, které má za následek onemocnění drůbeže a celkové narušení welfare zvířat a s tím spojenou horší ekonomickou situací v chovu.

V minulých letech byla zpozorována stagnace v produkci drůbežího masa, nicméně po roce 2013 dochází k pomalému zvyšování produkce drůbežího masa v České republice. V roce 2015 byla průměrná spotřeba kuřecího masa 26 kg na osobu za rok, což je celkem 275 000 tun masa na osobu za rok. V ČR se vyrobilo 159 000 tun, což znamená, že minimálně 42 % naší spotřeby se dováželo ze zahraničí. Ještě hůře je na tom vepřové maso, kterého se v roce 2015 spotřebovalo 453 000 tun, Česko disponovalo soběstačností ze 47 %. V případě hovězího masa byla spotřeba zhruba 86 000 tun a Česko bylo soběstačné ze 79 %.

V roce 2018 byla spotřeba drůbežího masa 28,4 kg, největší spotřebu masa vykazovalo vepřové se spotřebou 43,2 kg na osobu za rok a hovězí maso 8 kg. Celková spotřeba masa v České republice v roce 2018 se zvýšila v průměru o 2,1 kg. Zhruba před 30 lety se zkonsumovalo 30 kg hovězího masa na jednoho člověka za rok, nyní se zkonsumuje pouhých 27 % z této hodnoty, tudíž spotřeba hovězího masa se snížila téměř o 73 %.

Podle hodnot zveřejněných Evropskou komisí se produkce masa v Evropské unii v roce 2019 liší jen minimálně oproti roku 2018. Celková produkce masa byla 48,7 milionu tun a to byl nárůst oproti roku 2018 o pouhých 0,4 %. Z velké části se na nárůstu podílelo právě drůbeží maso, jeho produkce byla 15,6 milionu tun. Produkce hovězího masa se snížila o 1,3 % (8,1 milionu tun) a produkce vepřového zůstala na stejných hodnotách. Evropská unie je v produkci masa soběstačná. V roce 2019 od ledna do června se do třetích zemí prodalo 2,22 milionu tun vepřového masa, jako další nejvíce vyvážené maso bylo drůbeží, kterého se exportovalo v prvních šesti měsících loňského roku 950 000 tun a o necelé 2 % se snížil vývoz hovězího masa. V letošním roce se očekává silnější nárůst vývozu masa. Oproti roku 2018 se v roce 2019 vyvezlo z EU o 6 % více masa do třetích zemí. Export masa do třetích zemí je velmi důležitou obchodní aktivitou členských států. V EU se za rok 2019 průměrně spotřebovalo na jedince 32 kg vepřového, 10,8 kg hovězího a 25,2 kg drůbežího masa, celková spotřeba byla 69,9 kg na osobu za rok.

Domácí spotřeba masa se mírně snižuje, zejména maso vepřové, jehož se v České republice vyprodukovalo vloni 450 774 tun. Produkce hovězího masa stoupla v roce 2019 o 1,8 %, oproti roku 2018. Dovoz hovězího masa se zvýšil meziročně o 6,8 % na 40 640 tun. Do České republiky se dováží maso i z Polska, kde se kuřata vykrmují za celkově nižší náklady na energii, vodu i pracovní sílu.

Mezi činitele, které mohou razantně ovlivnit kvalitu masa patří výživa, věk, pohlaví, mikroklima, zdravotní stav, světelný režim, prašnost, způsob a kvalita chovu.

Provozovatelé chovů se snaží neustále zlepšovat welfare zvířat, ať už pro vyšší užitkovost a lepší kvalitu masa, tak i kvůli nátlaku spotřebitelů. Lidé se velmi začali zajímat o to, v jakých podmínkách je drůbež chována, poněvadž v dnešní době může jakýkoliv problém vést ke špatné pověsti daného chovu. Každý má v dnešní době připojení k internetu a síla webových stránek je silná, lidé se tak snadno a rychle dozvědí o problémech skrze příspěvky na sociálních sítích. Tento rok se uskutečnilo jednání poslanců o zrušení klecového chovu zvířat od roku 2027, tento návrh byl ale zamítnut. Sousední země, jako je např. Rakousko a Německo si návrh prosadili.

Mezi největší producenty drůbežího masa patří USA, v zemích EU zaujímá nejvyšší produkci Francie. Nejvyšší spotřebu mají v USA a Izraeli, kde se průměrně konzumuje 40 kg na osobu za rok.

3 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled, zabývající se problematikou výkrmu kuřat, jejich užítkovostí a posouzením kvality masa.

4 Literární rešerše

4.1 Význam chovu drůbeže

Mezi dřívější zdroje drůbežního masa v České republice patřily zejména husy, které se hojně chovaly na vesnicích, tak tomu bylo do šedesátých let minulého století. Dnes už je výskyt hus spíše ojedinělý a snaha založit velkochovy se nesetkalo s kladným výsledkem a proto chovy hus byly zrušeny a nahrazeny chovy brojlerových kuřat (Sandrine et al. 2017). Mezi hlavní chovy hospodářských zvířat patří chov drůbeže, jehož záměr je produkce hodnotných bílkovinných produktů, jako je maso a vejce a které hrají velmi zásadní roli pro kvalitní výživu člověka. Drůbež patří mezi jedny z převažujících zdrojů bílkovin živočišného původu masa ve světě a to i proto, že má zhruba pětkrát rychlejší reprodukční vlastnosti, než je tomu např. u skotu. Bílá svalovina disponuje vyšším obsahem bílkovin, na rozdíl od masa tmavého, lepší je i přeměna bílkovin krmiva v živočišnou bílkovinu, než je tomu například u prasat a chovu skotu, v neposlední řadě mezi významné produkty drůbeže patří produkce konzumních vajec a u některých plemen i peří (De-Haas & Van-der 2018).

V současnosti patří mezi nejdůležitější chovné ideály pokud možno co nejvyšší snášku vajec a co nejvyšší jatečnou výtěžnost a kvalitu masa, ale zároveň se nesmí zapomínat i na kvantitu potomků. Ve světě se rychle zvyšuje nárůst objemu produkce drůbežního masa (Neupane & Kaphle 2019). V aktuální chvíli se připisuje 30 % podílu drůbežního masa ku celkové produkci masa. Pro představu, před 30 lety to bylo jen 15 %. Za stejné období klesla výroba hovězího masa ze 40 % na 30 %, tento výrazný pokles je hlavně důvodem vyšší ceny hovězího masa (Nyuiadzi et al. 2020). Na přelomu padesátých až šedesátých let minulého století se vyprodukovalo 5 milionů tun drůbežního masa, nicméně po roce 1990 se zvýšila produkce drůbežního masa na 49 milionů tun (Abudabos et al. 2013).

Hlavním významem produkce drůbežního masa je celková kvalita, která je dána vysokou biologickou hodnotou bílkovin, které obsahují nepostradatelné aminokyseliny. Drůbeží maso disponuje velmi malým množstvím tuku, jeho energetická hodnota je v průměru menší až o 50 % než je tomu u masa hovězího. Drůbeží maso má hojně zastoupené vysoké množství minerálních látek, hlavně dusíku a fosforu a pro minimální obsah sodíku se řadí mezi maso dietní (Vecerek et al. 2019).

Celosvětová produkce vajec se rychle zvyšuje, nicméně růst není až takový, jako je tomu u produkce drůbežního masa. V roce 1961 se vyprodukovalo 278 000 milionů vajec a v roce 1994 to bylo 733 666 milionů vajec. Odhaduje se, že se během deseti let zvýší produkce vajec až o 38 % (Zhuang et al. 2019). Spotřeba vajec v Evropě a Severní Americe se mírně snižuje, zvyšuje se ale výroba vaječných produktů. Výroba a spotřeba se zvyšuje jak v Jižní Americe, tak v Asii (Wen et al. 2020). Vejce jsou velmi kvalitní potravinou. Obsahují všechny živiny a další nepostradatelné látky, které jsou nezbytné pro lidskou životosprávu. Vejce mají široké zastoupení nepostradatelných aminokyselin, mezi hlavní patří metionin a lyzin, jenž má přijatelné zastoupení mastných kyselin, které obsahují 60-65% kladně působících nenasycených mastných kyselin. Je zbytečně se obávat cholesterolu ve vejcích (obsah 18-240 mg), jelikož je dokázáno, že za cholesterol v krvi lidí jsou odpovědné hlavně nasycené tuky (Grams et al. 2015). Vejce mají taktéž hojně zastoupení minerálů, mezi které patří hlavně železo, fosfor, mangan a zinek (Nyuiadzi et al. 2020).

Antonella et al. (2020) konstatují, že na celkovou výrobu drůbežního masa má největší vliv chov brojlerových kuřat v halách, jelikož jsou u nich předpoklady rychlého výkrmu a získání kvalitního masa. Vzhledem k oblíbenosti kuřecího masa mezi odběrateli se předpokládá, že konzumace mezi konečnými zákazníky bude i nadále pokračovat a do

budoucná se budou zvyšovat stavy drůbeže pro uspokojení potřeb zákazníků. Hlavním významem chovu brojlerových kuřat je rychlá schopnost růstu, časná pohlavní dospělost, přizpůsobivost a reprodukční způsobilost.

4.2 Trávicí ústrojí

Drůbež je díky svému trávicímu ústrojí velmi zvláštní skupinou zvířat, jelikož její žaludek je dělen na dva úseky a to konkrétně na svalnatý a žlaznatý (Lei et al. 2019).

Ve žláznatém žaludku dochází k enzymatickému trávení, je zde vylučována kyselina chlorovodíková, mucin, pepsinogen se štěpí na pepsin, který posléze pomáhá rozkládat bílkoviny na peptidy a posléze na aminokyseliny. V žaludku dochází ke stlačování krmiva při kompresi 18 kilopascalů, tento proces může být usnadněn záměrným podáváním kamínků, pokud nebude příjem zbytečně velký. Ty mohou setrvat v žaludku delší dobu, velmi vhodné podávání kamínků je ve formě gritu v různé formě granulování, např. drcená žula je obrušována pozvolna a mimoto se může použít aplikace gritu v delším časovém úseku, jednou týdně je aplikace ideální (Neupane & Kaphle 2019).

Vápenatý grit se používá pro nosnice, ale pro drůbež chovanou na maso se nepoužívá, či je dokonce nevyhovující, pokud se v krmných směsích objevuje vysoký nadbytek vápníku, vede to ke zvýšené potřebě fosforečných krmiv, která jsou velmi nákladná a také se vyskytuje problém se stravitelností tuků (Sandrine et al. 2017).

Zrniny jsou v žaludku nabobtnalé a velmi měkké, že je velmi snadné je rozmáčknot na kašovitou hmotu. Krmení gritem má výhodu tehdy, když drůbež pozře vlastní peří, nebo části podestýlky, zejména tvrdších částí, v tomto případě je vhodné použít grit, který velmi pomůže při destrukci těchto částí. Ve žláznatém žaludku není krmivo dlouho a posunuje se do svalnatého žaludku (John et al. 2020).

Ve svalnatém žaludku se krmivo promíchává a mechanicky zpracovává, dochází zde k trávení lipidů, sacharidů a bílkovin. Střevo klasifikujeme na dvě části a to na tenké a tlusté. Tenké střevo zahrnuje dvanáctník, kde je mimo jiné uložena slinivka břišní a probíhá trávení v již kyselém prostředí, následuje lačník, který je nejdelší částí tlustého střeva a kyčelník, který splývá se slepými střevy (Bowker 2014).

Tlusté střevo se nachází podélně vedle kyčelníku a skládá se ze dvou slepých střev a části střeva, které končí v kloace, velkým rozdílem oproti savcům je ten, že v tlustém střevě se nachází klky a krmivo je zde zpracováváno 24-48 hodin. U drůbeže dochází k rychlému opotřebování epitelu střeva, které se obnovuje až po 48 hodinách (Zhuang et al. 2019).

Mikroorganismy hojně využívají všechny živiny, které zvíře pozře, ale dokáže využívat i ty, které hostitel využít nedokáže. Bakteriální populaci zřetelně ovlivňuje struktura krmné dávky a některá aditiva. Určité druhy bakterií mohou snižovat množství patogenních mikroorganismů ve střevech a mohou zvyšovat vstřebatelnost minerálních látek, jiné můžou naopak produkovat škodlivé látky. O drůbeží víme, že mají nejnižší počet chuťových pohárků, velmi dobře vnímají chuť kyselou, avšak mají minimální vnímání pro chuť slanou (Sinkalu et al. 2020).

Volba krmiva by proto měla být omezená a měla by se brát v úvahu velikost, tvrdost a barva krmiva. Drůbež má umístěné mechanoreceptory na špičce zobáku, v horní a dolní části. Pokud dojde ke změně krmiva, musíme počítat s tím, že drůbež zpočátku krmivo odmítá a nežere ho, nýbrž do něj jen klove a zkoumá ho, až si navykne na nové krmivo (nejdříve zrakem), poté krmivo požívá bez problémů (Li et al. 2017).

Do trávicí soustavy drůbeže patří zobák, vole, svalnatý a žlaznatý žaludek, tenké a tlusté střevo, vole může mít obsah až 100 g u kura, kde dochází ke změlčení a zvlhčení

potraviny, pro trávení drůbež využívá enzymy jak rostlinného či bakteriálního původu, enzymy se dostávají do volete díky potravě a slin s obsahem α -amylázy (α -amyláza napomáhá štěpit např. škrob) (Laura et al. 2020).

Kloaka u drůbeže je brána jako společné vyústění trávicího, močového a pohlavního ústrojí. Výkaly se shromažďují v koprodeu, které je označováno jako pokračování rekta. V koprodeu a ve střevě se absorbuje nadbytečná voda z tráveniny a moči (John et al. 2020).

Opětovné pohlcování vody z moči vede u drůbeže k menším nárokům na pitnou vodu. V moči je zastoupena močovina v minimálním množství, hlavním odpadem metabolismu N-látek je kyselina močová, která je špatně rozložitelná a ukládá se ve vejci, v průběhu embryonálního vývoje jedince ve ztuhlé formě, embryo je pak chráněno před otrávením její silnou koncentrací (Nyoni et al. 2018).

Produkce kyseliny močové zůstává i v postembryonálním životě. Pokud nastane nouze o dusíkaté látky v krmivu, tak se navrátí zpět z kloaky do slepých střev větší množství kyseliny močové, než při podávání krmných směsí, které jsou bohaté na dusíkaté látky. Takto se snižuje negativní bilance dusíku, jelikož bakterie trávicího ústrojí využívají kyselinu močovou pro syntézu aminokyselin (Bowker 2014).

U drůbeže a celkově u ptáků dochází ke společnému vylučování moče a výkalů, moč tvoří bílou vrstvu na povrchu a může se dostat i do výkalů, proto je velmi náročné oddělit výkaly od moče a to byl jeden z hlavních důvodů, proč u drůbeže neuspěly systémy hodnocení krmiva, kde je snaha zjistit fekální stravitelnost pomocí koeficientů (John et al. 2020).

Metabolizovatelná energie ukazuje energetickou hodnotu daného krmiva, konkrétně energie krmiva se odečte od energie výkalů. Kvalita krmiv se dá zjistit dle barvy a tuhosti výkalů. Pokud nastane situace, že v krmivech výrazně přebývají bílkoviny, tak výkaly změní svojí strukturu a budou tmavší barvy, nejčastěji černé a řidší konzistence, při přebytku sacharidů budou výkaly hnědší a trochu tužší (Lytou et al. 2019).

Jestliže drůbež má nechut', nebo odpor ke krmivu, tak výkaly jsou bílé a vodnaté, tehdy nastává situace, kdy dochází k negativní dusíkaté bilanci a v trusu je vyšší zastoupení kyseliny močové. Jelikož drůbež nemá zuby, přijímá potravu zobákem, ten lze i zkracovat, pokud se použije metoda krvavého zkracování, tak je vysoká pravděpodobnost, že drůbež bude přijímat ztlačně méně krmiva, důvodem může být i menší možnost volby krmiva (Sandrine et al. 2017).

Důvod, proč se dělá zkracování zobáku je především pro předcházení problémů z hlediska kanibalismu a vyzobávání peří, hejno se stává více klidnějším a vyrovnanějším, také dochází ke snížení úhynu. Zobák se zkracuje o jednu čtvrtinu či třetinu, drůbež může mít vyšší snášku a menší spotřebu energie, čímž se můžou výrazně snížit ztráty odhrnem krmiv z krmítek (Laura et al. 2020).

Zobák se zkracuje před dosažením 10 dnů věku. Pokud se použije nekrvavá metoda díky infračervenému záření, je nutno počítat s tím, že chvílemi se může objevovat riziko kanibalismu, které zmizí až po odpadnutí špičky zobáku za zhruba 5-10 dní (Bowker 2014).

Při nadměrné kapacitě chované drůbeže se objevují problémy s hojnou produkcí výkalů, přibližně 7 kusů drůbeže vyprodukuje tolik exkrementů, jako jeden člověk (Lopes et al. 2020).

Dusík a fosfor obsažený v trusu silně znečišťuje životní prostředí. Posuzuje se, že zařazením průmyslové produkce aminokyselin spojeným s restrikcí úplného množství dusíkatých látek v krmných směsích je možné zredukovat zatížení dusíkem u brojlerových kuřat o 10-27 %. Obsah fosforu ve výkalech brojlerových kuřat je možné zredukovat uplatněním fytáz o 25-35 %, krmení fosforem o zhruba 10-25 % (Romero et al. 2018).

4.3 Hodnocení živin

Stejně tak jako je tomu u jiných druhů drůbeže, brojlerová kuřata se zařazují do všežravců. Od začátku domestikace se zkoumají jejich nutriční potřeby a požadavky. Veškeré nutriční potřeby jsou velmi proměnlivé a v poslední době bývají výrazně známější, než je tomu u potřeb pro jiný typ zvířat, ba dokonce člověka. Všechny nutriční potřeby jsou závislé i na jiných faktorech, jenž ovlivňují velikost krmné dávky, mezi tyto faktory patří druh, pohlaví, věk, teplota v hale či prostředí, stres, management chovu a v neposlední řadě genetika (Nyoni et al. 2018).

Genetické možnosti růstu brojlerových kuřat jsou ovlivněny neuspokojivou kapacitou životaschopných orgánů, mezi které patří kosti, plíce a srdce. Hlavní překážkou není neznalost krmných dávek nebo směsí, ale právě vyrovnaní intenzivního růstu a pokud možno co nejnižší úmrtností a přítomností kosterních defektů. Potřeba krmiva a živin záleží taktéž na cílovém produktu (Chaump et al. 2019). V případě brojlerových kuřat je snaha docílit co nejlepší produkci masa. Největší využití genetické kapacity a docílení nejvyšší užitkovosti lze jen v případě, že se drůbeži dodává kvalitní krmná dávka s pestrým zastoupením živin, které jsou v souladu s potřebami zvířete. Hodnotné krmivo v sobě zahrnuje životně důležité živiny, energii, musí splňovat dietetické vlastnosti a být dobře stravitelné (Haščík et al. 2019).

4.4 Výkrm kuřat

V předešlých letech došlo ke značným změnám jak ve způsobu chovu drůbeže, tak i v technologii chovu. Chov drůbeže je obor, kde je snaha o to, docílit co nejvyšší produkci. Poznatky a znalosti získané v oboru chovu drůbeže a používání nejlepší techniky se usiluje o napodobování chovatelů odlišných druhů zvířat (Yaya et al. 2020).

V rámci chovu drůbeže se uplatňuje používání mimořádně moderního technologického vybavení, jenž poskytuje pokud možno co nejlepší kontrolu podmínek zevního prostředí, která jsou nutná pro zlepšování užitkovosti a zmenšování výdajů na výrobu (Elisabeth 2020). Hlavní úlohu pro výživu kuřete plní žloutkový vak, jenž zahrnuje veškeré nepostradatelné živiny, jako jsou tuky, minerální látky, vitamíny a bílkoviny. Vstřebávání nezbytných živin ze žloutkového vaku je hlavní podmínkou pro přežití v průběhu rané fáze života (Nanduri et al. 2020).

Vyrovnaná a korektní krmná dávka je klíčovým faktorem pro vysokou užitkovost, ekonomiku chovu a zdravotní stav. Krmné dávky pro brojlerová kuřata mají být kvalitní, jelikož jen takto se dá docílit vysoké intenzity růstu. Kvalitní krmivo má bezprostřední účinek na rychlost růstu, požadovaný přírůstek a také krmné dávky ovlivňují i imunitu drůbeže. Uskutečnily se řady pokusů, které prokázaly, že mezi limitující faktory, které ovlivňují růst brojlerových kuřat je obsah dusíkatých látek, lépe řečeno zastoupení aminokyselin (Anadón et al. 2020).

Produkce průmyslových aminokyselin mají lepší uplatnění, jelikož se liší od aminokyselin vázaných v bílkovinách tím, že jsou využívány dokonale. Sestavování krmných dávek podle zastoupení aminokyselin přispívá k výpočtu a výhodnější konverzi krmiva. V krmných dávkách se sníží obsah dusíkatých látek v dopadu na nižší bezpečnostní přídavek a to má za následek nižší náklady na krmné dávky, ale vede to i k menšímu dopadu vůči životnímu prostředí, protože je zastoupení dusíkatých látek v trusu drůbeže nižší (Borojoni et al. 2016).

Další součástí pro výkrm jsou probiotika. Aplikací probiotik dochází ke zlepšování kvality masa vzhledem k chemickému složení, pH, barvy a sensorického posouzení. Používání probiotik je přínosné u zvířat, u kterých dochází k vývinu mikroflóry, a nebo v případě, že se poškodí její stabilita, což poukazuje to, že jsou stanovená pro kuřata v ranné fázi života (Ritu et al. 2020). Nejvíce se objevující kmen je *Enterococcus faecium*, který se významně podílí při počátečním vzniku získané imunity. Dalším významným rodem probiotika je *Bacillus senný* (*Bacillus subtilis*), na kterém se prováděl výzkum v několika zemích, tento se používá buď do sypkých, nebo peletovaných krmných směsí, možnost této aplikace je po celou dobu výkrmu (Grams et al. 2015).

Probiotika se testují po celém světě v odlišných produkčních systémech a vyhodnocení výsledků naznačuje, že aplikací v krmivech se podstatně zdokonaluje užitek a to je výhodné jak pro chovatele, tak pro kupujícího (Huth & Archer 2015).

Bacillus senný (*Bacillus subtilis*) zvýšil konečnou hmotnost u brojlerových kuřat o 3,3 % při spotřebě krmiva o 3,1 % nižší. V krmivech jsou hodnotné i látky druhotné, poněvadž jsou významné pro rostliny, nicméně u hospodářských zvířat se může stát, že budou negativně působit na užitek, kvalitu produktů a zdravotní stav za předpokladu, že jsou překročeny určité hodnoty (Elisabeth 2020). U krmných směsí může nastat kontaminace organickými či anorganickými škodlivinami a mikrobiálními toxiny (Kogut 2016).

4.4.1 Výživa a krmení

Hlavními faktory, které ovlivňují růst a kvalitu masa u kuřat je bezpochyby výživa a krmení, které nejenom ovlivňují zdraví kuřat, ale hlavně genetický potenciál růstu (Hom et al. 2020).

Šlechtitelský chov poskytuje informace pro jednotlivé hybridy, jaké krmení a jaké nutriční vlastnosti mají být zastoupeny v krmných dávkách pro správný obsah živin. Pro výkrmové fáze drůbeže je důležité se podřídit v rámci poměru metabolizovatelné energie a obsahu dusíkatých látek. Přírůstek kuřat je dobrý tehdy, když přijímají určité množství živin, které dokážou účinně zpracovat pro vyšší váhu (Masoumbeigi et al. 2017).

Současná výživa brojlerových kuřat se zakládá na krmných směsích, která jsou bohatá na energii. Většina energie se čerpá z obilovin, zejména z pšenice a ječmene, ostatní části energie se získávají z olejů a tuků (Lopes et al. 2020).

Špatně stravitelná krmiva pro výkrm brojlerových kuřat mohou být směsí s vyšším zastoupením tuků v pšenici a ječmeni, to je jeden z hlavních důvodů, proč se do krmiva dodávají aditiva, jenž mohou zlepšovat mimo jiné i stravitelnost. K dosažení maximálního genetického potenciálu je kvalitní a správné krmení podmínkou (Elisabeth 2020).

Na začátku výkrmu krmivo může ovlivnit celkovou úspěšnost výkrmu. Krmné směsí a správná aplikace krmiva je velmi nezbytná a to nikoliv jen v průběhu života, nýbrž i před jejím vylíhnutím (Ritu et al. 2020).

V krmivu pro kuřata musí být vyvážený poměr mezi energií, dusíkatými látkami, aminokyselinami, vitamíny a minerálními látkami, to vše je důležité pro zachování užitekosti a dobrého zdravotního stavu, nejlepší je hodnotná kompletní krmná směs (Corinna et al. 2020). Pro správný vývoj kuřat je důležité si rozvrhnout krmení do více etap. Výrazně stoupá příjem energie a naopak dochází zároveň k poklesu dusíkatých látek. Jestliže se dobře rozvrhne fáze výživy, dochází taktéž k podpoře růstu kostry, končetin a nebude docházet ke zbytečnému přetěžování organismu kuřat. Pro růst kostry je nepostradatelný příjem minerálních látek, proto je nutné sledovat obsah v krmivech, kostra poskytuje základ pro růst

svalstva (Antonella et al. 2020). Nevhodný poměr živin či jejich nedostatek výrazně ovlivňuje nejen schopnost růstu, ale i jatečnou výtěžnost a proto efektivnost a ekonomika výkrmu závisí na těchto faktorech. Kuřata musí mít stálý přístup ke krmivu, buď ad libitně, nebo ve formě dávkování. Krmivo nesmíme vzít drůbeži dřív, než před porážkou (Hom et al. 2020). Také lze počítat s heterózním efektem v souvislosti s intenzitou růstu, jelikož spotřeba krmiva je označována střední dědivostí (Nyuiadzi et al. 2020). Mezi hlavní aminokyseliny, které je nutné dodávat patří lyzin a treonin, hlavním důvodem, proč jsou důležitá, je fakt, že si je neumějí sami vytvořit a jsou nezbytné. Mezi další důležité aminokyseliny patří např. valin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan a arginin, nutno podotknout, že podstatné jsou i neesenciální aminokyseliny (Torres et al. 2020).

V krmných dávkách musí být vyvážený poměr mezi makroprvky Ca, Mg, P, K, Na, Cl a mikroprvky Zn, Mn, Fe, Cu a I a antikokcidika. Co se týká vitamínů, tak drůbež vyžaduje A, D3, B1, B6, E, B2, K3, B12, kys. listovou, kys. nikotinovou, kys. pantotenovou, biotin a cholin. Je tu možnost dávat antibiotika, nebo enzymatické přípravky. Probiotika mohou ovlivňovat růst vzhledem k fyziologickému potenciálu zvířat (De-Haas & Van-der 2018).

Kuřatům se na začátku podává krmná směs BR1, zejména během prvních 10 dnů, která má 22-24 % dusíkatých látek, 12,5-13 MJ metabolizovatelné energie. Po BR se zařazuje krmná směs BR2, která obsahuje 21-23 % dusíkatých látek, ta se podává od 11. do 24. dne věku a jako poslední krmivo od 25. dne se dává směs BR3 s obsahem 19-21 % dusíkatých látek až do konce výkrmu, směsi se krmí bez omezení, tudíž ad libitum. Jako kvalitní bílkovinné krmivo se používá sója, moučka a kvalitní syntetické aminokyseliny. Energie se získává z kukuřice a z obilí, zejména z pšenice. Krmné směsi lze obohatit 3-5 % tuku, minerálními látkami, mezi které patří vápník a fosfor, jenž zvyšují přírůstek (Elisabeth 2020).

Granulované směsi jsou lepší a výhodnější, než sypké. Krmnou směs BR1 je lepší dávat ve formě drcených granulí, ale taktéž v mini peletách. Ostatní krmné směsi by se měly podávat granulované, nebo ve formě hrubé sypké směsi. Slabá či dokonce nekvalitně drcená krmná směs ovlivňuje příjem krmiva a celkovou užitkovost. S krmivem by se mělo zacházet opatrně, aby nedocházelo ke zbytečnému odrolu drcených, nebo celých granulí (Corinna et al. 2020). Pro trávicí trakt drůbeže je lepší zkrmovat celá zrna, taktéž je to lepší pro využití živin z krmiva. Když se používá jemně mleté, nebo granulované krmivo, může docházet k úbytku buněk ze svalnatého, nebo žláznatého žaludku. U brojlerových kuřat, která byly krmeny celozrným krmivem, k tomuto problému nedocházelo. Efekt používání celozrných krmiv je v nesouladu s některými vlivy, jako je třeba kvalita masa a věk. Ceny krmiv výrazně ovlivňují výkrm, až 60 % nákladů připisujeme právě nákladům za krmné dávky (Tozzoa et al. 2018).

4.4.2 Krmení rodičovské populace

Podstatou krmení rodičů je dopřát jim čas k solidnímu vývinu, aby byly připraveny a nachystány pro hojnou tvorbu násadových vajec s vysokým procentem oplozenosti a také líhivosti, jelikož se usiluje o to, mít co nejlepší kuřata pro kvalitní výkrm. Pro získání velkého počtu násadových vajec s příznivou líhivostí se používá metoda restrikce krmiva, která napomáhá ke zmírnění nákladů za krmiva, také zmenšuje úhyny a má vliv na pozdější pohlavní dospívání a to má význam pro lepší hodnotu násadových vajec (Johannessen et al. 2020). Kohoutci a slepičky jsou spolu ustájeny od 20-22 týdnů, předtím byly krmeny izolovaně. Pro dosažení kvalitního růstu je zapotřebí krmít kuřata nejlépe v prvních sedmi dnech ad libitně (Lopes et al. 2020).

Po prvním týdnu života do šesti týdnů nastává dávkování krmiva a to v podobě granulí, které se říká startérová směs, která má 11,5 MJ a 20 % dusíkatých látek. Směs s nižším zastoupením energie, která má 11 MJ a zhruba 15 % dusíkatých látek, se dává od 43. dne do 105. dne. Zkrmuje se v časnějších ranních hodinách a pouze jednou za den. V této době je snaha o nižší intenzitu růstu (Rice et al. 2020).

Krmné směsi pro přednáškové období s totožnou koncentrací veškerých živin stejně jak tomu bylo u nosnic se dává od 105. dnů věku. Jediná změna ve složení je v oblasti vápníku, jehož hodnota je pouhých 1,5 %, ale u nosnic ve směsi je zastoupen ze 3 %. Mezi 16. až 19. týdnem je krmení rozhodující pro hmotnost vajec, počet vytvořených vajec, schopnost přijmout dostatečné množství krmiva před nejvyšší snáškou a případnou tvorbu vajec na vrcholu snáškového cyklu (Johannessen et al. 2020). Krmné směsi se umísťují do krmítek a nebo se od 2. týdne dává granulovaná drť a od 3. týdne se podávají na podestýlku tvrdé granule a 2 dny před transportem drůbeže z odchovny a 2 dny po dodání do snáškové haly se zvýší krmná dávka až o 50 %. Nejlepší čas pro přestěhování drůbeže je přibližně mezi 18-21 týdnem. Krmná směs pro nosnice se zkrmuje před počátkem snáškového cyklu a to je většinou mezi 21-22 týdny. V celé době snáškového cyklu se sleduje tělesná váha nosnic a též se dohlíží na váhu vajec (Mesa et al. 2017). Jestliže se chce docílit co nejrychleji nejvyššího bodu snáškové křivky, je žádoucí pomalu přidávat krmivo. Je důležité hlídat nosnice, aby nedošlo k překrmování, to by pak mělo negativní vliv na líhnivost vajec, v důsledku výrazného nárůstu hmotnosti nosnic. Po docílení nejvyšší snášky, která bývá mezi 32-34 týdnem je nezbytné začít ubírat 1 gram krmné směsi denně, aby se zabránilo tučnění nosnic, protože by poté docházelo k tvorbě dvoužloutkových, nebo příliš velkých vajec. Pro násadová vejce se nedají využít moc velká ani moc malá vejce (Nanduri et al. 2020).

Do 56 týdnů věku postupně dochází ke snižování krmiva v souvislosti s tělesnou kondicí, hmotností, tvorbou vaječného materiálu apod. Pro nosnice je velmi důležité zastoupení fosforu a vápníku v krmivu (Lopes et al. 2020). Pokud nastane situace, že je v krmivu malé množství vápníku a naopak velké množství fosforu, zhorší se kvalita skořápky a sníží se snáška. Jestliže se v krmivu nachází málo fosforu, může dojít ke snížení líhnivosti vajec. Kohoutkům se podává stejná krmná směs jako se dává nosnicím. Jediným rozdílem u kohoutků je množství krmné směsi, té se dává méně než nosnicím (Liu et al. 2020).

Pro kohoutky se používají speciální směsi, pro docílení co nejvyšší oplozenosti vajec. V případě, že se u kohoutků objevuje prsní svalovina, která je pevná, tak je to signál dobré výživy a naopak, pokud je měkká, tak to značí málo energie v krmné dávce. Jestliže se kohoutci používají k produkci semene, tak se krmí odděleně (Wen et al. 2020).

Dále je také důležitá konverze krmiva, konverzí krmiva se rozumí způsobilost drůbeže použít krmivo pro budování vlastní hmoty v těle a používá se to pro zhodnocení užitekosti. Na to má vliv plemeno, intenzita růstu, zastoupení tuku, pohlaví, hodnota krmiva, hustota osazování, celkový zdravotní stav, vedení chovu a prostředí, kde je drůbež chována. Čím větší je intenzita růstu, tím větší je spotřeba krmiva. Brojleři disponují velmi rychlým růstem a do konečné hmotnosti, která je kolem 2 kg se vykrmí za 35-40 dní (Johannessen et al. 2020).

V dřívějších dobách trval výkrm 2x delší dobu, ale vlivem šlechtění se doba výkrmu výrazně zkrátila a to téměř o polovinu. V budoucnu chceme zkrátit výkrm o 7-10 dní a hmotnost brojlerů na konci výkrmu by měla být vyšší až o 650 gramů, vlivem zkrácení doby výkrmu by měla klesnout i spotřeba krmiva a to o 0,1-0,2 kg na jednotku přírůstku (Anadón et al. 2020). V průběhu výkrmu stoupá spotřebované množství krmiva z mnoha důvodů, mezi které patří: čím jsou kuřata starší, je celková intenzita růstu slabší a přírůstek hojnější na tuk

a bílkoviny, tkáně organismu jsou více unaveny a opotřebený a tím pádem se musí obnovovat (Jacobs et al. 2016).

4.4.3 Výkrm dle pohlaví

Hlavním důvodem proč se využívá možnost odděleného chovu kohoutků a slepiček je zlepšení produkce drůbežního masa. Pro brojlerová kuřata typu totožného pohlaví jsou charakteristické minimální rozdíly v hmotnosti. Vyvážená velikost kuřat má několik výhod, ať už je to pro zpracovatelskou produkci, jenž mezi ně řadíme lepší práci kuchacích linek, stejnou dobu tepelné úpravy pro kuchyňské zpracování a rovnoměrná velikost dávky jídla v gastronomickém průmyslu (Chen et al. 2020).

U slepiček a kohoutků se můžeme setkat s několika zajímavostmi, mezi které patří různorodá růstová intenzita, odlišná doba stáří při pohlavním dospívání apod., to vše vede k odlišným požadavkům na výživu. Jestliže se brojlerová kuřata krmila dohromady, tak slepičky byly často překrmovány, protože nároky pro krmiva se řídila dle potřeb kohoutků. V dnešní době se používají krmné normy, které jsou určeny pro oddělený výkrm dle pohlaví. (Kittler et al. 2020). Slepičky nejsou tolik náročné na dusíkaté látky, proto je v jejich krmných dávkách menší zastoupení dusíku, vitamíny a minerály zůstávají stejné jako u kohoutků. Jestliže nastane situace, kdy není možno udělat odlišné směsi v závislosti na pohlaví a dostat tak různým požadavkům, lze uspokojit nároky změnou ze startérové směsi na směs výkrmovou u slepiček později, na rozdíl od kohoutků (Ramli et al. 2020).

Kuřata samičího pohlaví jsou náročnější ve spotřebě krmiva, jelikož pro přírůstek 1 kg hmotnosti spotřebují více krmiva a dochází k rychlejšímu zhoršování využití krmných dávek v mladším věku, na rozdíl od kohoutků. Kuřata se zpravidla neporáží ve stejném věku v odděleném výkrmu. Kohoutky můžeme krmit déle a využít potenciál vyšší růstové intenzity (Sinkalu et al. 2020). Pokud chce mít kupující kuřata brojlerového typu zhruba ve stejné velikosti, může se využít metoda delšího výkrmu i u slepiček. U hybridů se používá metoda prodlouženého výkrmu i z toho důvodu, že nedochází k úplnému opeření a nedovyvinuté peří dělá často potíže při škrábání. Jestliže jsou hybridy vykrmeni do vyššího věku, tak tím získáme běžné opeření (Jacobs et al. 2016).

4.5 Význam pomalu a rychle rostoucích kuřat

Současná produkce výkrmu drůbeže klade důraz na zdokonalování technologických procesů výroby, z důvodu dosažení lepší ekonomiky produkce a uspokojení poptávek a nabídek po rozdílných a dalších producentech na trhu, to všechno podle nároků spotřebitelů (Nyuiadzi et al. 2020).

Produkce výkrmu brojlerů je často zpochybňována příčinami, které neberou tolik ohled na správné životní podmínky drůbeže a celkový welfare zvířat. Poměrně slabá jakost masa je z průmyslové produkce (maso je vodnaté, postrádá příchutí a vysokým obsahem tuku). Nadbytek masa na trhu má vliv na celkový postoj a názor lidí, že při průmyslové produkci brojlerových kuřat se neklade takový důraz na kvalitu a tím pádem produkty z chovu nejsou zdravé (Hom et al. 2020). Stoupenci dobrých životních podmínek chovu zvířat usilují o zlepšování welfare a bojují proti chovu v přeplněných, malých a tmavých místech. Stoupá počet lidí, kteří usilují o návrat chovu drůbeže do přírodních podmínek (Corinna et al. 2020). Ve spojitosti s vyšší poptávkou konzumentů choulostivějších na morálku a kulturní

stránku potravin živočišných zdrojů, je stále vyšší pozornost o alternativní režimy výroby, které budou lepší variantou pro životní podmínky v chovu drůbeže a vyšší normy vztahující se k bezpečnosti produktů. Systém ekologického chovu je v tomto ohledu velmi dobrou volbou, jelikož snižuje riziko stresu zvířat a zvýší celkový welfare. V USA a EU byly zavedeny novější způsoby chovu produkčních systémů s úmyslem vyhovět poptávkám konzumentů kvůli lepší chuti masa, zlepšení životních podmínek a ekologické výrobě (Nyuiadzi et al. 2020).

Ve 20. století se chov brojlerových kuřat upínal směrem co největších výnosů masa a pokud možno co nejnižší náklady na produkci, zejména na krmivo a to byl důvod proč se uchytila produkce hybridních linií, které disponují maximálním genetickým potenciálem, rychlejším růstem a vysokou jateční výtěžností při optimální spotřebě krmných směsí a obstarávající výnos z produkce (Merino et al. 2019).

V předešlých letech výrazně stoupl zájem po produktech, jenž mají přirozenou produkci, mají bohatou nutriční hodnotu a vysokou kvalitu. Bez použití chemických látek a antibiotik se konzumují nativní kuřata, která neškodí lidskému zdraví a jsou bezpečná (Antonella et al. 2020). V drůbežím masu jsou tuky náchylné na oxidaci. Oxidace má za následek výrazně horší chuť, barvu, výživnou hodnotu a strukturu masa. Při rozvoji nových plemen je zapotřebí vzít v úvahu vlastnosti plemene, jako je růst, spotřeba krmiva, tak i kvalitu masa. Ve výrobě drůbežího masa se uplatňují dva genotypy a to pomalu a rychle rostoucí, taktéž záleží na způsobu chovu (Gupta et al. 2018).

Pokud se jedná o rychle rostoucí typ, jsou nejčastěji chovány v komerčních a konvenčních režimech výroby, drůbež je tam ve větším počtu a to mezi 15 000 - 30 000 jedinci. V USA se používá stejný genotyp, jako v konvenčním chovu drůbeže. (Takma & Korel 2019).

Rychlejší výkrm kuřat vedl ke změnám v oblasti smyslových a technologických vlastností masa, proto je v kvalitě masa rozdíl mezi rychle a pomalu rostoucími kuřaty. Ve výběhovém chovu mají kuřata menší hmotnost, slabší konverzi krmných směsí v porovnání s intenzivním chovem, nicméně hmotnost a přírůstky nejvíce ovlivňuje genetika, bez ohledu na použitý systém chovu. U pomalu rostoucích kuřat, která se chovají ve výběhu a jsou porážena ve vyšším věku je předpoklad, že maso je více chutnější a má lepší strukturu, na rozdíl od drůbeže, která je chována v hale (Nyoni et al. 2018). Už několik desítek let se výkrm drůbeže koncentruje na co nejrychlejší růst u masných typů, to může mít za následek změnu kvality a struktury masa. Rychlejší růst může zapříčinit různé tvarové zvláštnosti, silnější vlákna a nebo vyšší procento glykolytických vláken (Elkenany et al. 2018). Rychlá tvorba rigor mortis po porážce zvyšuje tvorbu bělejší barvy a zmenšení vaznosti. Výběr drůbeže se koncentroval na rychlý výkrm a tvorbu svalové hmoty u masných typů, to je důvod, proč se za posledních 40 let snížila produkční doba o polovinu na 5 týdnů. Pokud se jedná o rychle rostoucí typ, je možné je porazit v 8-10 týdnech věku, ale u pomalu rostoucích je vhodná porážka ve 12 týdnech (Dhondt et al. 2019).

4.5.1 Chování pomalu a rychle rostoucích kuřat

Obě tyto kategorie brojlerových kuřat mají identické chování, ale mají odlišné časové úseky. U kuřat pomalu rostoucího typu je běžné, že se často usazují na hřády, mají větší pohybovou aktivitu a dochází k častějším případům zranění na kůži (De-Haas & Van-der 2018). Naopak brojlerová kuřata rychle rostoucího typu se usazují často na podlaze, mají větší spotřebu krmiva a vody. Žádné rozdíly nebyly zjištěny ani v hrabavosti, popelení,

protahování či rovnání peří. Projevy chování a čas vložený do konkrétní aktivity se odlišuje v závislosti na věku. Pokud nastane situace, že se sníží krmná dávka, kuřata na to můžou reagovat rychlejším příjmem krmiva a zkrátí se čas doby krmení (Yaya et al. 2020). Chování výrazně ovlivňuje i hustota osazení, která má vliv welfare zvířat. Redukce hustoty osazení má pozitivní vliv na zdraví a Corinna et al. (2020) dodává, že dlouho trvající fotoperiody mají řhanepříznivé účinky na přijímání krmiva a mohou zhoršit chování.

4.5.2 Hybridní plemena

Tito masné hybridy jsou určeny pouze pro rychlovýkrm. Kuřata tohoto druhu byla vyšlechtěna pomocí metod plemenitby a nebo křížením meziliniového typu tak, že se integrují různá plemena s žádanými znaky (Sinulingga et al. 2019). Mají velmi dobrou masnou výtěžnost a dosáhnou rychle požadované hmotnosti v krátkém časovém intervalu. Velmi dobře přijímají krmivo a během 42 dnů jsou vykrmena na hmotnost až 2,5 kg. Zkonzumují 2 kg krmiva na 1 kg přírůstku a jsou chována v halách o vyšší hustotě osazení. V České republice jsou velmi oblíbení hybridy typu Cobb 500 a Ross 308 (Geronimo et al. 2019).

Cobb 500 byl vyšlechtěn jako všestranný typ, kterému nevádí jakékoliv podmínky klimatu a druhy výkrmů. Slepíčky se vykrmují do konečné hmotnosti 2,2 kg a kohoutci do 2,6 kg. Celková délka výkrmu na požadovanou hmotnost je 42 dnů. Kohoutci mohou dosáhnout v 50 dnech 3,2 kg a slepičky 2,5 kg. Spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku je 1,84 kg. Toto plemeno má velmi rychlý intenzivní růst s vysokým procentem zastoupení prsního svalstva a tuku (Sinulingga et al. 2019).

Ross 308 je nejrozšířenější plemeno jak v České republice, tak ve světě. Je to plemeno vhodné pro intenzivní výkrm. U kohoutků je konečná hmotnost ve výkrmu 2,6 kg a u slepiček 2,2 kg. Doba výkrmu na finální hmotnost trvá 42 dnů při konverzi krmiva 1,7-1,8 kg na 1 kg přírůstku. Ross 308 má vysoký podíl prsní svaloviny a vyznačuje se vysokou jatečnou výtěžností (Lei et al. 2019).

Hlavním rozdílem ve srovnání s čistokrevnými plemeny jsou vyšší přírůstky při menší konverzi krmiva a taktéž vyšší procento svalové hmoty. Hybrid pro výkrm je tvořen ze 2-4 liniových kříženců v mateřském postavení s plymutkou bílou a kornýškou bílou ze strany otce. Plymutka bílá má velmi dobrou kvalitu masa a jatečnou výtěžnost. Kornýška bílá exceluje v kvalitě masa, osvalení a charakteristická rychlou růstovou schopností (Grotta et al. 2017). V ekologickém výkrmu lze drůbež vykrmit za 81 dnů do konečné hmotnosti 2-2,5 kg, naproti tomu u rychle rostoucích plemen lze dosáhnout finální hmotnosti 2,3 kg za 7-8 týdnů. Jestliže se jedná o intenzivní výkrm kuřat, tak za 35-38 dnů jsou vykrmena na hmotnost 1,8-2 kg. Na 1 kg přírůstku se spotřebuje 1,6 kg směsi a při výkrmu nedochází ke ztrátám kuřat vyšším jak 4 %. Nejzásadnější vliv na celkový výkrm je počáteční fáze, pokud zde bude docházet k chybám, bude to mít nepříznivý účinek na užitkovost. Důležité je, aby se kuřata nevystavovala zbytečnému stresu. U kuřat je nutné kontrolovat rychlost růstu, zejména ze začátku. Pozvolnější růst má kladný význam na tvorbu kostí a orgánů. Kuřatům se dostává potřebná doba pro vytvoření trupu, což je předpoklad pro účinnou produkci masa. (Lonergan et al. 2019).

4.6 Prostorové omezení

Zjevným účinkem omezeného prostoru v klecích v Číně je omezení pohybu. V České republice se chov v klecích neprovozuje. Ačkoli chůze, pohyb a celkové využití prostoru s věkem klesají, brojlerová kuřata jsou po celý den v podlahových kotcích relativně aktivní (Kogut 2016).

V Číně proběhl výzkum na pohybovou aktivitu kuřat. Přestože pohybová aktivita může být mezi jednotlivci velmi variabilní, zjistilo se, že v pěti týdnech věku drůbež urazila vzdálenost v průměru 8,8 m každou hodinu a 212 m denně v kotcích o rozměrech 1,2 x 1,7 m. Celková plocha a celková nachozená vzdálenost jsou dva různé aspekty mobility kuřat, které jsou ovlivněny velikostí prostoru (Desmond & Vasilopoulos 2019). Přestože se v Číně neprokázalo, že brojlerová kuřata ve větších čtvercových výběžích cestovala na větší vzdálenost, zjistilo se, že v delších výběžích cestovala větší celkové vzdálenosti, protože jim bylo poskytnuto více místa, pokud byla dodržena stálá velikost skupiny. To by mohlo znamenat, že vliv prostorového limitu na celkovou nachozenou vzdálenost závisí na konfiguraci dostupného prostoru a úrovni shlukování. Ale protože jen málo studií sledovalo nachozenou vzdálenost, je zapotřebí dalšího výzkumu, aby se dále porozumělo vztahu mezi velikostí prostoru a omezení pohybu (Merino et al. 2019).

V USA se dělal výzkum s brojlerovými kuřaty, která jsou chovaná v klecích a mění typy chování, ve srovnání s kuřaty brojlerů chovanými v podlahových systémech. Dělal se velký pokus se dvěma komerčními hejny, z nichž každá měla zhruba 12 000 kuřat brojlerů chovaných na šest týdnů v klecích nebo na podlaze. Zjistili, že kuřata brojlerů se zvýšenou podlahou měla častěji pohybovou aktivitu ve formě chůze, lehání a klování se ve srovnání s kuřaty chovaných v klecích. Naproti tomu brojleři v klecích stáli a pili výrazně častěji, což bylo vysvětleno nahrazením aktivity chůze stáním. Zdá se, že nedostatek volného prostoru omezuje činnosti, které by si brojlerová kuřata jinak zvolila (Saleh et al. 2020). Omezení pohybu v klecích může mít viditelné důsledky na fyzickou integritu zvířat (Desmond & Vasilopoulos 2019).

Laboratorní testy v USA prokázaly, že kosti brojlerových kuřat chovaných v klecích mají výrazně nižší pevnost v lomu. Několik studií ukázalo, že kosti jsou silnější u kuřat chovaných na podlaze ve srovnání s chovem v klecích a také se zjistilo, že drůbež chovaná v klecích s plastovými podlahami měla kratší holenní kosti a ve srovnání s drůbeží chovanou v kotcích na podlahu a hmotnost kostí byla vyšší u drůbeže, která se chová na podlaze. Autoři těchto studií připisovali rozdíly v kostech křídel, obtížnosti při vyjadřování normální aktivity související s křídly, jako je mávání křídel v prostředí klece. Ve skutečnosti se ukázalo, že snížení výšky klece snižuje pevnost kostí (Bee et al. 2019).

4.7 Hustota osazení

Hustota osazení v podlahových systémech ovlivňuje chování brojlerových kuřat. Byla testována brojlerová kuřata chovaná na osmi různých hustotách osazení mezi 8 a 72 jedinci na 3,3 m² a našlo se více poruch sezení při vyšší hustotě osazení. V posledním týdnu chovu také zjistili více narušení ležení a sezení a větší množství brojlerových kuřat si upravily sezení a držení těla při vyšší hustotě osazení (Gomes et al. 2019). Změřily se podlahové plochy obsazené šest týdnů starými kuřaty během vyjádření řady různých vzorců chování a zjistilo

se, že udržování kuřat při relativně vysoké hustotě osazení vedlo ke kompresi povrchu těla v důsledku tlaku na peří a měkké tkáně (Chaump et al. 2019).

Jak bylo stanoveno u brojlerových kuřat uzavřených s osmi (1 250 cm²/jedinec) nebo 16 kuřaty (625 cm²/jedinec) na posadu, bylo zjištěno, že zabírají méně místa při vyšší hustotě osazení. Průměrný prostor těla pro nečinné sezení byl 636 cm² v případě o nízké hustotě a 514 cm² v případě o vysoké hustotě, zatímco stání při natahování, které vyžadovalo největší prostor, bylo 763 cm² o nízké hustotě a 707 cm² v případě s vysokou hustotou. Autoři došli k závěru, že hustoty osazení nad 39,4 kg/m² by potlačovaly projev chování. Pokud jsou kuřata chována na podlaze s hmotností nižší než přibližně 34 až 38 kg/m², negativním důsledkem je nižší konečná tělesná hmotnost, menší příjem krmiva, špatné opeření a více škrábanců a modřin (Adekiyaa et al. 2019). Výzkum na hustotu osazení zjistil vyšší úhyn na část období chovu, vyšší výskyt problémů se stehny, větší kontaktní dermatitidu, zvýšené podlitiny jatečně upravených těl, narušené chování v klidu a snížené lokomoce a klování v podlahových systémech uchovávaných při 40 ° C. kg/m² ve srovnání s 34 kg/m² (Suna et al. 2019).

Maximální přípustná hustota osazení v Evropské unii je 33 kg/m², s odchylkami povolujícími až 42 kg/m², jsou-li splněny specifické požadavky na kvalitu ovzduší, teplotu a vlhkost. V podlahových systémech je tělo kuřete v kontaktu s povrchem podestýlky/hnoje, když drůbež odpočívá. Předpokládá se, že vzdušný prostor zabraňuje hromadění tepla a amoniaku (Geronimo et al. 2019).

V Číně a jiných asijských zemích je doporučená hustota osazení pro kuřata brojlerů v kleci velmi vysoká, přičemž někteří výrobci drůbežního zařízení navrhují 50 kg/m². U kuřete rostoucího na 1,5 kg je to 33,3 jedinců/m², nebo 300 cm² prostoru na jedince. Naproti tomu směrnice pro průmysl ve Spojených státech stanovila, že nosnice v klecích by měly dostat 432 cm² prostoru na jedince a zákonné minimum pro nosnice v Evropské unii je 750 cm² (Chaplot et al. 2019). V klecových chovech se hodnota dalšího prostoru pro drůbež stanovila pomocí motivačních hodnocení. Byla provedena kalibrace výšky bariér, které kuřata brojlerů překračují, aby získaly přístup ke krmivu, když byly a nebyly zbaveny krmiva, aby určili „nízkou“ výšku bariéry a „vysokou“ výšku bariéry. Tyto bariéry pak použili k určení toho, jak moc kuřata brojlerů jsou ochotna pracovat, aby získala přístup k většímu prostoru (Gomes et al. 2019). Prostorová preference byla stanovena monitorováním pohybů drůbeže z jednoho prostoru s 14,7 jedinci/m² do jiného prostoru s 9,3, 12,1 nebo 14,7 jedinci/m². Pokusy ukázaly, že čím nižší je hustota osazení na druhé straně podsady, tím více jedinců překročilo bariéru a přesunulo se na tuto stranu (Rahman et al. 2019). Kuřata brojlerů upřednostňovala nižší hustotu osazení, i když musela překročit bariéru, která byla dostatečně vysoká, aby odradila 20–25% jedinců od přechodu k přístupu ke krmivu po šesti hodinách nedostatku potravy. Dospělo se k závěru, že kuřata brojlerů dávají přednost většímu prostoru než 42 kg/m², které poskytuje jejich studie a že pro kuřata brojlerů je důležitá nižší hustota osazení (Sinulingga et al. 2019).

V České republice je platná směrnice pro ochranu zvířat od roku 2007, jedná se o Směrnici Rady 2007/43/ES, pojednává o pravidlech pro ochranu kuřat, která se chovají pro maso nad 500 kusů. Tato směrnice udává, kolik kusů drůbeže se smí chovat na 1 m² plochy a rozděluje se to do 3 skupin dle hustoty osazení.

- 1. hustota= 33 kg/m²
- 2. hustota= 33-39 kg/m²
- 3. hustota= nad 39 do 42 kg/m²

Dodržování těchto předpisů je kontrolováno příslušnými úřady a orgány ES.

4.8 Vady nohou

Rychlý růst svalů na nezralé kostře se stává pro brojlerová kuřata náchylnějším k poruchám kostí, kloubů a vazů. Výsledkem je, že kuřata často trpí deformacemi, křivostí nohou a problémy s nohami natolik závažné, že brání schopnosti chůze, jelikož jsou velmi bolestivé (Mesa et al. 2017). Nedostatek aktivity byl spojen s poruchami chůze a kostry. Brojlerová kuřata umístěná v klecích v Číně mají větší prevalenci problémů s chůzí, zhoršenou schopnost chůze a abnormality nohou, než ty chované na podlaze (Makled et al. 2019). U kuřat v klecovém systému chovu bylo zjištěno vyšší množství zkroucených nohou před osmi týdny věku. Zjistilo se, že brojlerová kuřata chovaná v bateriových klecích měla 20 až 60% incidenci prstů stočených v peróze ve srovnání s 12 až 13% u kuřat v podlahových kotcích. Dříve se používala plastová rohož na zakrytí dna klecí z drátěného pletiva. V České republice se chov v bateriových klecích nedělá (Neupane & Kaphle 2019).

Testoval se účinek různých typů materiálů klecových podlah na problémy nohou, včetně plastových fólií, rohoží na drátu a zakryté drátěné pletivo a zjistilo se, že kuřata měla více zkroucené nohy v klecích ve srovnání s kuřaty chovanými na podlaze na stelivu, i když kovové dráty a děrované plechy byly horší než dráty z plastů (Lei et al. 2019).

Použitím bodování chůze od 0 (žádné poškození chůze) do 5 (celková nehybnost) se zjistilo, že podíl se skóre 0 byl vyšší u kuřat chovaných na podlaze ve srovnání s kuřaty omezenými na klec, nebyly však uvedeny žádné podrobnosti o testovaném typu podlahy, nebo klece. Čínští výrobci klecových zařízení tvrdí, že jejich konstrukce již nezpůsobují problémy s nohama, a proto je nutný další výzkum. Vzhledem k souvislosti mezi nedostatkem pohybu a problémů s nohama, pokud klece omezují pohyb, může být stav nohou problematický bez ohledu na typ podlahy (Merino et al. 2019).

4.9 Parametry mikroklimatu

4.9.1 Světelný režim

Při výkrmu drůbeže hraje světlo velmi podstatnou roli, nejen pro to, aby se drůbež dokázala vůbec orientovat v prostoru a dohledala krmivo a vodu, ale je důležité i pro reprodukční systém. Aby bylo jasné, jak systém pracuje, je nutné pozorovat jak slepice, tak světla. Brojleři vyžadují motivaci ke snažší cestě nalezení krmiva a vody, tudíž oni těží z dostupnosti osvětlení, nebo jiného způsobu osvětlení z řady zeleného či modrého spektra (Mellouk et al. 2020).

Světelný systém by měl motivovat kuřata k růstu, používá se tedy při výkrmu několik druhů osvětlení. Velmi často se využívá nepřetržité osvětlení, tudíž se svítí 24 hodin a nebo 23 hodin a 1 hodina tma. Kuřata si navyknou na tmu v rámci jedné hodiny tmy ze dne a to pro případ, že bude přerušeno přívod elektřiny (Torres et al. 2020).

Síla osvětlení by v prvním týdnu měla být 20 luxů a rovnoměrně se snižuje na hodnotu 10–5 luxů. Od 8 dne věku se omezuje délka dne na 18 hodin světla a 6 hodin tmy. Pokud se používá delší doba osvětlení, např. nad 20 hodin, tak kuřata působí spíše pasivně. Jestliže se používají krátké světelné režimy (14–20 hodin světla), tak mají kuřata vyšší pohybovou aktivitu, což ale nehraje ve prospěch, protože vyšší pohybová aktivita má

negativní důsledek na přírůstek u kuřat (Kittler et al. 2020). Nejlepší je 16-ti hodinový světelný režim, u kterého byl zaregistrován vysoký podíl potravní aktivity, dostatek času pro péči o peří, odpovídající pohybovou aktivitu a odpočinek v temném období dne. Tuto délku světelného dne lze také charakterizovat jako co nejvíce podobnou vůči přirozeným podmínkám drůbeže. Pokud se chce dosáhnout dobrých výsledků, tak je ideální střídavý světelný režim, jenž nastává v 7 dnech stáří a světelný úsek je dlouhý 3 hodiny a tma 1 hodinu. Po změně na střídavý režim se může stát, že klesnou trochu přírůstky. Mezi důvody patří náročnější požadavky na krmnou a napájecí plochu. Dokázalo se, že střídavý světelný systém je výhodou po stránce vyšší pohody zvířat (Ramli et al. 2020).

Vlivem účinku tmy může docházet k:

- Omezování započatého růstu (může docházet k opožděnému vyrovnávání růstu, kvůli kterému se brojlerům podaří docílit požadované hmotnosti, za předpokladu, že délka tmy není příliš dlouhá)
- Zvyšuje se účinnost krmiva, jelikož dochází k menší aktivitě metabolismu v průběhu tmy
- Dochází k zlepšování zdraví brojlerů vlivem menšího rizika náhlé smrti, poruch kostry a v poslední řadě edémové nemoci
- Působí na výtěžnost:
 - Menší podíl prsní svaloviny
 - Vyšší podíl stehenní svaloviny
 - Nevypočitatelnou změnou tuku v břišní části

Energie patří mezi převládající náklady v chovu drůbeže, to je hlavní důvod, proč se přechází na LED osvětlení, které více šetří energii a je méně obtížnější namontování a servis. (Toomer et al. 2020).

4.9.2 Vlhkost vzduchu

Na celkovou vlhkost vzduchu působí celá řada vlivů, ať už okolnosti zevnitř haly, tak i relativní vlhkost vzduchu mimo halu. Jaká je vlhkost vzduchu, to už záleží na mnoha činitelích, mezi které patří hustota, management a živá hmotnost, dále to může být režim napájení, intenzita větrání, teplota ve stáji, příjem vody a eventuálně nemoci (Kiczorowska et al. 2020).

Přehled nad vlhkostí má dvě stránky a to vlhkost vzduchu a podestýlky. Pokud je relativní vlhkost vzduchu nižší než 50 %, vzniká v hale větší množství prachu a vzduch má vyšší zastoupení mikroorganismů, to může vést k problémům kuřat s dýcháním, nicméně toto onemocnění se týká mladších kuřat a to okolo prvního či druhého týdne stáří. V zimě může být sporná vyšší vlhkost vzduchu, protože se omezuje ventilace z důvodu udržení teploty v hale. Ke konci výkrmu při vysoké hustotě kuřat může být v hale až 80% vlhkost vzduchu (Rojanoa et al. 2019). Je nutné vlhkost vzduchu každý den kontrolovat, kvůli přehledu o případné změně. Jestli nastane situace, že vlhkost vzduchu bude nižší než 50 % v prvním týdnu věku, tak hala bude sušší a prašnější, tehdy dochází k problémům s dehydratací a dýcháním, což může vést k nižší užitkovosti. Ventilační systém je nezbytný pro ventilaci a samozřejmě pro kvalitní ovzduší a musí být vyprojektován tak, aby byl

dostatečný přísun čerstvého kyslíku v hale pro růst a vývoj kuřat a také měl možnost odvětrat amoniak a oxid uhličitý, popřípadě i nadbytek tepla, prachu a vlhkosti (Fernández et al. 2019).

Výrazně vyšší množství amoniaku či oxidu uhličitého ve vzduchu omezují aktivitu, roste tendence k dehydrataci a stoupá riziko onemocnění edémové choroby, dráždí oči a kůži a vyvolávají poruchy běháků. Ve vzduchu se obzvláště sleduje zastoupení amoniaku, oxidu uhličitého, sirovodíku a prachových částic (Küçüktopcu & Cemek 2019). Množství oxidu uhličitého ve vzduchu by nemělo být vyšší než 0,25 %, sirovodík 0,0007 % a výše amoniaku by neměla přesáhnout 0,0025 %. Pro oxid uhličitý neexistuje typický zápach a jedná se o zplodinu metabolismu, pro představu, 1 kg živé hmotnosti vyprodukuje za jednu hodinu cca 1,5 litru oxidu uhličitého, vzhledem k ventilaci je menší pravděpodobnost, že by koncentrace oxidu uhličitého stoupla nad nebezpečnou mez. Oxid uhličitý se v hale může shromažďovat, jestliže se nachází v hale další zdroje oxidu uhličitého, jako jsou např. teploměry, či další způsob je seřízení ventilace na minimum. Při zkoušce navýšit úroveň oxidu uhličitého nad 1,2 % kuřata měla nižší intenzitu růstu, horší konverzi krmiva a zhoršené dýchání (Jenkins et al. 2019).

Pokud dochází k rozkládání bílkovin ve výkalech a v podestýlce, tvoří se amoniak. Ten se absorbuje do plic, urychluje dýchání, rostou oxidační procesy a iritují sliznice, hlavně oči a dýchací cesty a to vede k horší konverzi krmiva (Sinkalu et al. 2020).

Hustota amoniaku v ovzduší je ovlivněna teplotou v hale, počtem kuřat, krmivem – zejména dusíkatými látkami, vliv má i kvalita podestýlky a intenzita větrání. Zhruba 18 % dusíku, který je zahrnutý v krmivu se uvolňuje do ovzduší v podobě amoniaku. Koncentrace amoniaku by neměla přesáhnout hranici 20 ppm, pokud dojde k vyššímu zastoupení amoniaku v hale, můžou se poškodit plíce a dochází k podráždění sliznic. Při výrazně vyšším zastoupení amoniaku, zejména nad 50 ppm jsou kuřata nervózní, kroutí hlavami, omezuje se rychlost růstu a dochází k větší konverzi krmiva (Takma & Korel 2019).

4.9.3 Teplota

Termoregulační schopnosti u mladých kuřat nejsou dostatečně rozvinuté. Jestliže se dávají kuřata do haly, musí se obstarat teplota v hale na 36 °C. Touto teplotou se posílí činnost příjmu vody a krmiva. Po pár hodinách se může teplota v hale snížit na 31-34 °C a to proto, aby nebyla kuřata příliš líná. Pokud dojde k situaci, že je v hale až moc vysoká teplota, je velká pravděpodobnost, že dojde k přehřívání organismu, to se projeví menší žravostí, tím pádem pomalejšími přírůstky a kuřata jsou slabá. Na druhou stranu příliš nízká teplota může mít za následek úhyny. Dochází k pozvolnému snížení teplot až do 21 °C (Makled et al. 2019). Čím rychleji kuřata rostou, produkují více tepla a je nezbytný prudší pokles teplot ve stáji. Nároky na teplotu prostředí se liší dle věku. V prvním týdnu se zvyšuje teplota v hale u kuřat z důvodu nižší tělesné teploty, hmotnosti, termoregulační schopnosti a malého povrchu těla (Zhuang et al. 2019).

Věkem se mění vztah mezi povrchem těla a objemem těla, takže prostor, skrz který je možnost ztrácet teplo, se snižuje a zároveň se zvyšuje objem těla, kde poté dochází k tvorbě a ukládání tepla. Jakmile kuře intenzivněji zvyšuje svůj objem, tak jsou změny zřetelnější. Pro brojlerová kuřata se můžou použít nižší teploty, na rozdíl od nosných hybridů, jelikož kvůli rychlému růstu a intenzivnějšímu metabolismu tvoří kuřata více tepla (Saengphola & Pirak 2018).

Je nutné, aby haly byly vytopeny na 34 °C a to ve výšce 80 cm. Pokud se v hale nacházejí např. elektrické kvočny, může se hala vytopit o 2-3 °C méně. V případě, že se kuřata nacházejí volně v prostoru, je teplota vzduchu dokonalá, jestli dochází ke shlukování, tak to poukazuje na problém ve formě chladnější teploty a nebo průvanu (Sumanu et al. 2019). Teplota se měří přímo pod zdrojem, v jiných sektorech haly se teplota může výrazně lišit např. o 6-10 °C. Výkyvy teplot v hale mají pozitivní vliv na vývoj termoregulace. U kvočen mohou být zařízeny ohrady, které zabraňují, aby se kuřata rozprchla a následně podchladila (Bee et al. 2019). Po prvním týdnu stáří se ohrady odstraňují. Hala se vytápí na požadovanou teplotu 24 hodin předem a mění se v průběhu výkrmu dle věku a chování. Efekt rychlejšího růstu je značná tvorba vlastního tepla, které vzniká při proměně krmiv v tělesnou hmotu. Tohle teplo se musí dobře odvádět, Jestliže by se dobře neodvádělo, hrozí riziko, že tělesná teplota se zvýší nad 41 °C (Salamata & Ghasemi 2019).

Brojlerová kuřata vlastní pár mechanismů, jak si udrží tělesnou teplotu, např. rychlejší dýchání s otevřeným dýcháním, roztahování křídel a jestliže toto nepomůže, dochází k menšímu příjmu krmiva. Vlivem vysokých vnějších teplot přichází chovatel o značnou část drůbeže, kvůli tepelnému stresu, u kterého se snižuje užitkovost a zvyšuje se procento úhynu (Wen et al. 2020).

4.9.4 Ventilace

Wen et al. (2020) popisují, že obměňování vzduchu úzce souvisí s vlhkostí vzduchu, teplotou uvnitř haly, velikostí prostoru, z jakých materiálů je hala postavena a záleží na několika dalších podmínkách. Při větrání haly je dodáván nezbytný kyslík a zároveň dochází k odvětrávání přebytečného tepla, amoniaku a vlhkosti (Clark et al. 2018). Velmi důležitou podmínkou je to, aby se brojlerová kuřata zbytečně nevystavovala průvanu, jenž by ovlivňoval jejich zdravotní stav a celkový růst. Na začátku výkrmu se používá nejnižší možná ventilace a to o rychlosti 0,2 m/s. Jestliže nastane situace, kdy se objevují venku vysoké teploty, je důležité, aby byl zajištěn odvod tepla výkonnými ventilátory, který zajistí rychlejší výměnu vzduchu a to při rychlosti 2-3 m/s. V letních tropických dnech by se mělo vyměnit 14 m³ vzduchu za hodinu na 1 kg živé hmotnosti (Bee et al. 2019). S rychlým růstem kuřat se zvyšuje spotřeba kyslíku až trojnásobně, oproti ostatním druhům zvířat. V případě běžných teplot ke konci výkrmu by měla být výměna vzduchu 7-10 m³ za hodinu na 1 kg živé hmotnosti. Za ideální výměnu vzduchu je považováno 3 m³ za hodinu. Větrání lze použít k promíchání vzduchu, ale také k přívodu čerstvého vzduchu, nebo cirkulaci. Ventilátory, které mají za úkol promíchat vzduch mezi stropem haly a podlahou se používají ke zmenšení odchylky teplot mezi těmito částmi haly (Lyasere et al. 2017). Náklady, jenž jsou spjaté za pořízení se mohou výrazně lišit v souvislosti s velikostí a výkonem daného ventilátoru v rozmezí 5-16 tisíc Kč. Obvykle se pro brojlerová kuřata aplikuje podtlakový systém, jenž se rozděluje na tunelové a příčné větrání (Hoang et al. 2020). Metoda příčného větrání používá klapky, které nasávají vzduch a jsou uloženy ve stěnách a dále ventilátory, které odvádí kontaminovaný vzduch ven. V hale je to uděláno tak, že na jedné straně ventilátory odsávají kontaminovaný vzduch ven a na druhé je ventilátory přiváděn do haly čerstvý vzduch (Varzaneh et al. 2017). V situaci oboustranné ventilace je vzduch uvnitř haly odsáván ventilátory, jenž jsou zabudovány ve stropě a čerstvý vzduch je dodáván klapkami, které jsou vestavěny v obou podélně umístěných stěnách. Servomotory ovlivňují klapky, aby byly buď otevřeny, nebo zavřeny. Komíny, které nasávají vzduch mají velkou sací sílu a ceny se pohybují mezi 15-25 tisíci Kč (Abhisingha et al. 2020). Druhou možností ventilace je tunelové

větrání, to na rozdíl od příčného žene vzduch pod velkým tlakem po celém prostoru haly. Většinou se aplikují větráky s řemenovým motorem, který se dává stěnu haly. Díry které do sebe nasávají vzduch se nachází na podélných stěnách v hale, jenž při odvětrávání se jim otevřou klapky v opačném úseku naproti ventilátorům. Rychlost vzduchu dosahuje přinejmenším 2,5 m/s a vzduch v prostoru o délce 150 metrů by se měl vyměnit za 1 minutu (Güz et al. 2020).

4.10 Kvalita a struktura masa

Kvalita masa je dána hlavně biochemickými a též histologickými znaky svalového vlákna. Dá se vylíčit jako souhrn hodnot v rámci hygieny, nutričních, technologických a v neposlední řadě smyslových vlastností, je to souhrn potřeb, které vyžaduje jak chovatel, tak i spotřebitel (Ayari et al. 2016). V rámci kvality masa je nezbytné, aby maso bylo zcela zbaveno různých toxických pozůstatků a bakteriálních částí. Nutriční kvalita se označuje za možnost poskytnutí postačujícího množství a kvantitu nutričně podstatných složek, mezi které patří zejména bílkoviny, sacharidy, tuky, lipidy a mnoho vitamínů a minerálů (Varzaneh et al. 2017). Mezi významné vlastnosti, které ovlivňují kvalitu masa pro konzumentské účely je bezpochyby vůně, chuť, vzhled a šťavnatost masa. Význam lipidů v masě je významný i pro senzorické znaky. Umístování tuku v břišní části je velice ovlivňováno s úplným obsahem tuku v jatečně upravovaných tělech. Proběhly silné genetické selekce pro rychlejší růst těl a značný podíl prsních svalů způsobil, že jsou kuřata náchylnější vůči oxidaci v masě. Zvýšené pochybnosti platí pro určité vady kvality u kuřecího masa, které se slučovaly s různými faktory, počítaje horšího oxidačního metabolismu, mezi které se řadí např. dřevěná prsa, nebo také bílé pruhování (Abhisingha et al. 2020).

Trup drůbeže má velmi specifickou stavbu na rozdíl od savců a jiných druhů, jelikož je přizpůsobený k letu. Svalová tkáň zahrnuje nejdůležitější část drůbeže pro pokrm, jenž je podstatná pro zpracovatele, tak pro spotřebitele masa. Mezi masité části řadíme jak malé svaly, například pro oční víčka, tak mohutné svaly, které jsou potřeba pro létání (Hussein et al. 2017). Celkově jsou tři nejdůležitější svalová vlákna, mezi které patří hladká, srdeční a jako poslední kosterní svalovina. Objem svalů zahrnuje až 90 % celkových svalových vláken. Velice se odlišují, i když mají podobný vzhled a tvar. Odlišují se zejména metabolismem svalů a smrštitelností. Svaly kostry jsou charakterizovány jako příčně pruhovaná svalovina, kvůli typickému pruhovanému zevnějšku, které lze vidět pod mikroskopem. Efektem pruhování je účinek opakovaných mikrostruktur v seskupení vláken a patřičných složek. Během druhé části prenatalního vývoje a po vylíhnutí jsou důležité pro rozvoj kosterních svalů odpovědné myogenní buňky, které se nacházejí vedle dosavadních vláken kosterního svalstva a jejich jádra regulují syntézu nově vytvořených proteinů (Choe & Kim 2018).

Z hlediska chemického složení se maso skládá z 20 % bílkovin a ze 75 % vody, zbytek tvoří převážně tuk a v minimálním množství sacharidy (glykogen) a aminokyseliny. Podstatnou část masa tvoří bílkoviny, které se rozdělují na sarkoplazmatické, myofibrilární a v poslední řadě stromatické (Ramli et al. 2020). Globulární stavbou jsou tvořeny hlavně sarkoplazmatické bílkoviny, které jsou převážně v sarkoplazmatu a vytváří zhruba 33 % bílkovin v masě. Jsou rozložitelné ve vodě, patří mezi ně různé enzymy a myoglobin, jenž patří mezi hlavní barvivo masa (Lopes et al. 2020). Za složení svalových vláken jsou zodpovědné myofibrilární bílkoviny, mezi které patří aktin, který je zastoupený z 20 % a myosin se 45% podílem z bílkovin. Hlavní účel myofibrilárních bílkovin je zajištění smršťování

svalu. Jsou nepostradatelné pro technologickou stránku, taktéž na sebe navazují nejvyšší podíl vody. Stromatické bílkoviny patří do skupiny skleroproteinů. Vyznačují se vláknitým tvarem a jsou zastoupeny v kůži, šlachách, vazech a kostech (Wen et al. 2020). Do této skupiny patří elastin a kolagen a nedají se rozložit ve vodě. Lipidy jsou v tělech drůbeže obsažené v podobě triacylglycerolů a vytváří zásobárnu energie. Živočišné tuky se nedají rozpustit ve vodě. Tuk v masě je nositel chuti a bývá ovlivněn oxidací či hydrolyzou. Mezi nejdůležitější minerální látky v masě patří hořčík, vápník a železo. Při svalovém smršťování se nejvíce uplatňuje vápník (Sinkalu et al. 2020). Hořčík má vliv na činnost adenosintrifosfatázy. Vápník a hořčík se podílí na spojování mezi bílkovinnými řetězci. Lidské tělo dokáže lépe využít hořčík z masa (který je v hemových barvivech), než z rostlin. Do extraktivních částí v masě se zařazují organické fosfáty, sacharidy a dusíkaté látky, nicméně všechny vyjmenované složky jsou obsaženy v masě jen v malé míře (Chen et al. 2020).

4.11 Charakteristika svalů a svalových vláken

Mezi hlavní významné části u drůbeže patří výhradně prsní svalovina, která se skládá ze dvou hlavních částí a to je velký sval prsní a malý sval prsní. Značně veliký sval, mezi který bezpochyby patří velký prsní sval, je složen z několika svalových dílů zakrytých epimysiem. Jakýkoliv svalový díl je rozčleněn od jiných tenkou plochou pojivové tkáně, která se nazývá perimysium. Soubor buněk, který spojuje strukturální systém a uchycení individuálních složek svalu, se nazývá spojovací tkáň. Nervový systém a krevní cévy přenášejí energii do činného svalu a regulují pohybovou aktivitu svalu. Svalové svazky se skládají z drobnějších svalových vláken, které bývají zakrývány slabší plochou pojivové tkáně, jež je označována jako endomysium (Skunca et al. 2018). Svaly mají v sobě zahrnutý proměnlivý díl různých druhů svalových vláken v závislosti na svalové funkci. Rozmanité druhy vláken značí odlišnou citlivost vůči pH: svalová vlákna, která jsou rychlá se vyznačují velmi masivní ATPázovou aktivitou a trpí labilitou proti kyselinám v porovnání s pomalejšími typy vláken. Transverzální část svalových vláken u drůbeže roste spolu s věkem (Sul et al. 2019). Například kuřata rychle rostoucího typu, mají silnější průměr, než je tomu u pomalu rostoucího typu kuřat. Zvýšení většího počtu silnějších vláken také souvisí s tím, že mají charakteristicky mohutnější transversální plochy třikrát až dokonce pětkrát silnější než obvykle, i když to může být dopadem silnějšího smršťování hyperkontrastních vláken (Hopcroft et al. 2019).

Vlákna drobnějších průměrů mohou poskytnout silnější hustotu vláken a zlepšit houževnatost masitých částí. Celkovou analýzou průměru a také kvantitou vláken je zde možnost odhadnout odchylky genetického podílu hrudního svalstva. Celkově dosahuje svalové vlákno průměru od 10 do 100 μm (záleží na pohlaví a příjmu krmiva). Větší průměrné hodnoty stanovují tmavší a tužší maso vyšší hodnotou pH. Střední hodnota je dokonalá, jelikož zvětšuje kvalitu a kvantitu masa (Rabeler et al. 2019). Kterékoli svalové vlákno zahrnuje vnější obal, který je plný jáder a je překryto plazmatickou membránou, jež se označuje jako sarkolema. Cytoplazma svalových buněk, taktéž označována jako sarkoplasma zahrnuje orgány, mezi které patří např. mitochondrie, lysozomy, Golgiho aparát, ribozomy apod. Potom zahrnuje směšeninou rozpustných bílkovin počítaje glykolytické enzymy a myoglobin, jež přemísťuje kyslík do mitochondrií a dává červenou barvu buňkám (Tenorio et al. 2020). Základní a nejdůležitější zdroj energie pro svalové buňky je bezpochyby glykogen. Sarkoplasma má v sobě myofibrily, které dosahují průměru mezi 1 až 2 μm , jež jsou zařazeny do svazků a naplňují prakticky všechnu intracelulární část (Braňek et al. 2019).

Svaly kostry se vyznačují delšími vlákny, jenž často bývají mnohojaderná, to poskytuje výhodnější kontrolu nad protáhlými buňkami. Kterékoliv vlákno se skládá z početných myofibril, jenž v sobě mají obsažené myofilamenta a vytváří sarkomery. Nicméně tmavší část, která je obsažená ve svalových vláknech je dopadem vzájemného překryvu mezi tenkými a tlustými vlákny a označuje se to jako I-pásma (nebo také izotropní) (Karaarslan & Nazlıgöl 2018). Spojení sarkomerů je pomocí Z-disků. Pokud se začne sval smršťovat, tak nejen že dochází ke svalové kontrakci, ale silnější svalová vlákna se přemísťují ke směru Z a dochází ke zkracování sarkomer, jenž vytváří pohybovou aktivitu. Svalová vlákna se dělí do různých druhů, v souvislosti s izoformami u myosonového těžšího řetězce. Svalová vlákna, která mají biochemické a morfologické vlastnosti se výrazně podílejí na energetickém metabolismu tuků a také svalů, které jsou označovány jako post mortem (Zakari et al. 2019).

Drůbež vlastní několik druhů svalových vláken v závislosti na rychlosti svalů, zejména existují tři druhy. Červená, též označována jako pomalá vlákna jsou užšího průměru, která mají v sobě hojně zastoupený myoglobin a to je důvod, proč mají červené zbarvení a celkově jsou tmavšího typu. Tyto vlákna jsou aklimatizována aerobnímu a rovněž oxidačnímu metabolismu pro pohotovou činnost a jsou velmi odolná vůči vyčerpání, tudíž mají dlouhou výdrž, byť jsou sice značně pomalejší, nýbrž dominují velice silnými energetickými zásobami (Allameh & Toghyani 2019). Svaly, které mají vysoký obsah červených vláken se využívají pro činnosti delšího časového úseku. Mezitím bílá svalová vlákna mají větší průměr, ale únava přichází o dost rychleji, než je u červených vláken, proto se využívají při krátkodobé činnosti. V bílých vláknech převládá glykolitický metabolismus, je tu možnost, že nastane jak s kyslíkem, tak i bez něj, to znamená anaerobním, nebo aerobním způsobem. Svaly, ve kterých je zastoupeno mnoho bílých svalových vláken mají menší hustotu kapilár, jelikož nepočítají s pohotovou dodávkou živin. U bílých vláken dochází ke značně rychlejšímu zkracování, na rozdíl od červených vláken (Giles et al. 2020). Velké zastoupení glykogenu a aktivita glykolýzy ve vláknech mají značný vliv na tempo a snížení pH po porážce, nicméně to dopadá tak, že barva masa je horší a dochází k úbytku vody (Skunca et al. 2018).

U drůbeže se prsní sval označuje jako bílé maso, maso tmavšího typu odpovídá k oblasti stehen. Vesměs všechna barva masa je podmíněná k procentu bílých a červených vláken. Nicméně jen minimum svalů sestává pouze z červených, nebo bílých svalových vláken. Stoupající tempo růstu pozměňuje pohyblivost proteinů (Choe & Kim 2018). Pokud dochází k používání svalů, dochází tam k anabolickým a katabolickým procesům a jakékoliv přechody na stranách rovnováhy budou mít za důsledek změny svalu ve velikosti. Snížení bílkovin ve svalech tudíž vykazuje nepostradatelný regulační mechanismus pro zvětšování svalstva. Ve svalech se nachází tři typy proteolytických režimů, mezi které se řadí katepsiny, kalpainy, které jsou závislé na vápníku a proteazomu (Parastar et al. 2020).

4.12 Fyzikální vlastnosti kvality masa

4.12.1 Hodnota pH

Mezi nejvýznamnější vlivy, jenž se objevují při zpracovávání drůbežího masa a které korigují tepelnou stabilitu myoglobinu, je pH, redukčně oxidační situace myoglobinu, základní skladba myoglobinu a výskyt prooxidantů a antioxidantů. Nicméně i tyto okolnosti mají vliv na barvu masa. Klasické výsledné pH post mortem u kosterních svalstev u vepřového, hovězího a dále i jehněčího masa je mezi 5,5-5,8, kdežto u drůbeže post mortem

se hodnota pohybuje mezi 5,7-6,0 (Mohan et al. 2019). Nicméně dosahovaná hodnota pH v živém svalu je 7,2. Převážná část studií udává, že myoglobin obsažený v masě při pH menší než 5,4 je výrazně méně stabilnější proti teplu, na druhou stranu vysoké pH, které je nad hodnotu 6, ochraňuje myoglobin vůči indukované tepelné denaturaci a zesiluje uvnitř masa barvu do červena (Andritsosa et al. 2020). Vlivem stresu, ať už se bude jednat o krátkodobý či dlouhodobější stav se mohou rozvíjet dva typy vad, mezi které patří PSE, jenž se projevuje tím, že maso je měkké, bledé a vodnaté a jako druhá vada je DFD, typickým projevem této vady je, že maso je tmavé, suché a tuhé. Původní proces změny pH je klíčový výhradně v extrémních teplotách s malou hodnotou pH, či velmi vysokými teplotami (Giles et al. 2020).

V rámci hodnot pH a teplot masa panují implicitní poměry. Na světlost masa má výrazný účinek rozptyl pH, pokud je pH nižší, pak je maso světlé a naopak maso s vyšším obsahem pH je tmavší. Viditelně mění glykolýza pH, zejména tehdy, když je teplota v jatečně upraveném těle ještě pořád poblíž tělesné teploty. Následkem toho všeho je, že malé hodnoty glykogenu při porážecím procesu zamezí klasickému průběhu post mortem zesílením reflektivity masa, tím ponechá maso v DFD vadě (Kim & Samal 2017). Odolnost vůči mikrobiálním vadám kuřecích DFD a PSE svalů se odlišují v závislosti na hodnotě pH a je menší pro svaly DFD. Maso DFD s vyšší definitivní hodnotou pH, která přesahuje hodnotu 6,3 má omezenější využití, jelikož má sklon k mikrobiálnímu znečištění a to i za situace, kdy z počátku bylo minimálně kontaminované. Nižší hodnoty pH svalů ve formě vady PSE jsou špatné zejména pro mikroflóru proteolytickou a životnost výrobku je delší (Bortoluzzi et al. 2019). Pokud jsou vyšší hodnoty pH, tak neurychlují tvorbu organismů, nýbrž omezují dobu, za kterou jsou organismy připraveny růst. Vlivem oxidačního stresu u drůbeže dochází k oxidaci masa. Po porážkovém procesu se svaly dostávají do oxidačních reakcí, jenž jsou zesíleny selháním endogenních antioxidantních obran, odpoutáváním pro-oxidantů a jiných biochemických změn, které se tvoří v posmrtném svalstvu, jenž je například klesnutí pH. Výrobci masa mají problémy s vadami masa, mezi které patří PSE (maso je měkké, bledé a vodnaté) a DFD (maso je tmavé, sušší a tmavší) (Shang et al. 2020).

Pro vadu PSE je typická bílá barva masa, špatná tuhost a neschopnost zadržet v sobě vodu. Tato vada se nejčastěji objevuje u vepřového masa, nýbrž ji můžeme vidět v systémech chovu u brojlerových kuřat či krůt, kde je vysoký počet jedinců. Vada PSE se objevuje u 5-40 % masa v chovech drůbeže. Pokud se PSE objevuje v prsních svalech, může to být způsobeno genetikou, nebo je to následek z porážkového stresu, pomalého či špatného zchlazení a rychlejšího procesu rigor mortis. Přítomnost vady PSE v masě je závislá na genetice, přepravě, teplotě během skladování a zchlazování, důstojné zacházení se zvířaty při porážce a rigor mortis. To může být dopad vyšší akcelerace metabolismu glykolýzy ve svalech před porážkovým procesem v dopadu genetických okolností, které mají spojení se stresem (Taebipour et al. 2017).

V krůtích svalech, které jsou bledé dosahuje glykolýza dvakrát větší rychlosti, než je tomu v obyčejných svalech. Původ PSE masa se může jevit jako genetický a nebo také environmentální, nicméně může se stát, že to bude souhra obojího. U prasat se zjistila mutace v ryanodinu a přišlo se na spojení mezi zvířaty, jenž jsou vysoce vnímavá ke stresům a je u nich vysoké riziko vzniku PSE. Přestože mutace tohoto typu je obvyklá zejména u prasat, prozatím není žádný doklad, jenž by podporoval, nebo naopak vyvrátil mutaci spojenou s rozvojem PSE (Ross et al. 2020). Maso, které je bledší, měkčí a exsudativní je též propojováno s ante mortem a taky s post mortem stresory počítaje tepelný stres, zacházení se zvířaty při porážecích procesech a systému chlazení těl. Drůbež na tuto situaci může reagovat např. úhynem, byť je to u drůbeže ojedinělé. Potom co drůbež vkročí na jatka a je

posléze usmrcena ve vzrušené situaci s výraznějšími dopady pro kvalitu masa, je rychlost jejich metabolismu výrazně vyšší, rychlejší pokles pH svalů, jenž k němu zpravidla dojde při rigoru mortis (Skunca et al. 2018). Neobvykle nízké pH v brzkém post mortem, jenž jsou stále teplá jatečná těla, vyvolává denaturaci bílkovin svalů, které jsou zodpovědné za barvu svalové hmoty a také možnost masa udržet si v sobě vodu při kuchyňském zpracování. Avšak bílkoviny tohoto typu jsou odpovědné za tuhost gelů vytvořených při vaření masných bílkovin (Ross et al. 2020).

Důvodem situace neschopnosti snášet stres je neschopnost řídit proudění iontů vápníku v odlišných částech svalové buňky. Jelikož vápník je hlavním koordinátorem relaxace svalové kontrakce, tak nestabilita vápníku může razantně zvrátit metabolismus energie a aktivitu svalů. Například u prasat, která jsou postižená, je důvodem jednoznačně genetická chyba. Je známá pouze jediná mutace v proteinu brány zamezující vápníkovému kanálu (ryanodinový receptor), jenž reguluje proud vápníku ze skladovacích rezerv do tekutiny obkličující kontrakční bílkoviny, mezi které patří aktin a myosin (Chowdhury et al. 2019). U ryanodinového receptoru proteinu mohou mít zvířata několik podob, jenž všichni mohou být normální či defektivní. Mimo to každé zvíře může být z verzí bílkovin heterozygot a nebo homozygot. Pro představu, jako je třeba prase, jenž má jen 1 ryanodinový receptor v kosterním svalstvu, je daný dominantní a recesivní poměr. Drůbež je zdaleka více složitější, jelikož má 2 formy ryanodinového receptoru v kosterním svalstvu a mimo to má kterékoliv dvě imitace, jenž mohou být případně normální a nebo defektní. Je jasné, že množství případných kombinací normálních a defektivních bílkovin je výrazně vyšší (Salaha et al. 2019). Jestliže bílkoviny ryanodinového receptoru pracují korektně, můžou snášet napětí, s kterými se drůbež potkává. V případě, že je dostatečné množství proteinů ryanodinového receptoru defektivní, stresory můžou způsobit uvolňování vápníku a nevhodné reakce. Výběr menší hodnoty světlosti může mít za důsledek přijímání většího množství masa PSE při opracovávání. Jestliže se využije větší hodnota světlosti u drůbeže, tak bude vyšší procento masa klasifikováno jako PSE a to v rozmezí 6-17 % (Okinda et al. 2019).

Pokud se stanovuje hodnota pH, tak se používá metoda spektroskopie. Na začátku 70. let představila společnost Bergveld iontově senzitivní tranzistory s účinkem pole (ISFET) jako možnost volby k elektrodě, která je ze skla a slouží pro měření pH. Toto zařízení patří mezi oblíbené elektrické bisenzory. ISFET je výhodnější proti iontovým elektrodám (ISE), protože mají nižší pořizovací cenu a nejsou až tak velké. Pro přenášení analytických aplikací je požadavek, aby byly menšího rozměru a nižších nákladů (Khanian et al. 2019). Spojení měřicího okruhu ISFET s čidlem ISFET v identickém křemíkovém čipu může být prospěšné pro získání menších rozměrů systému a nižších výdajů. Z lepšího stupně integrace vyplývá lepší spolehlivost režimu. ISFET citlivý na pH a elektronických obvodů žádá produkci vybavení ISFET ve výrobě CMOS. V posledních letech docházelo ke zřetelnému zlepšení v odvětví ISFET pro aplikaci v biosenzorickém výzkumu (Popowich et al. 2018).

4.12.2 Barva masa

Drůbeží maso je obvykle světlé. Jakýkoli hledisko pro měření barev masa spočívá na stupni světlosti vzorků. Pokud je disperze světla menší, jelikož má maso vyšší pH, v tom případě bude světelná dráha tkáně poměrně protáhlá a zesílí se vybraná absorpance světla myoglobinem a jeho odvozenin (Dukare et al. 2020). Na druhou stranu, když je disperze světla větší, jelikož maso dosahuje nižších hodnot pH, světelná dráha přes tkáň bude

víceméně zkrácená. Pokud se dělá vnější rozbor barvy masa, tak se většinou používají kolorimetry a ty jsou z plastů a lakovaných kovů. Obvykle se neberou v úvahu optické problémy udělané světlostí. Na chemickém složení a hustotě pigmentů záleží barva drůbežního masa, hlavně: hemoglobinu, myoglobinu, cytochromu C a jejich derivátů. Na barvu masa má vliv několik činitelů, mezi které patří stáří kuřat, pohlaví, genetika, intramuskulární tuk, krmivo, voda obsažená v mase, stres před porážkou a následné zpracování masa (Skoufos et al. 2019). Denaturací myoglobinu, která je zodpovědná za typickou tmavší barvu masa po uvaření v porovnání s masem v syrovém stavu, je způsoben zastoupením endogenních (druh zvířete, pH, umístění svalu) a exogenních (uskladnění, použité přísady, obaly) činitelů. Tyto činitele mají možnost prodloužit dobu prvotní narůžovělé barvy, ale na druhou stranu můžou způsobit snížení kvality dané potraviny a případně spotřebitel může odmítnout produkt (Cengiz et al. 2017).

Dalším podstatným faktorem pro barvu masa je rozmrazení, kde je důležitá především rychlost rozmrazení, nižší zastoupení tuku a obsah dusitanů. O dusitanech se dá říct, že jsou to prekuzory peroxynitritu a jiných druhů dusíku, jenž mají odpovědnost za oxidaci a nitraci bílkovin ve svalech (Laika & Jahanian 2017). Cukry, které jsou redukující a velmi známé pro jejich následky v Maillardových reakcích, byly v poslední době objeveny v úseku promotorů oxidačních poruch masných bílkovin. Vzájemné působení mezi těmito faktory má výrazný vliv na vnitřní barvu masa po uvaření a můžou poplést spotřebitele, kteří mnohdy vnímají tuto barvu za řádný ukazatel kvality a bezpečnosti produktu (Elkenany et al. 2018). Studie okolo barvy masa poukazují, že barvu uvnitř masa velmi ovlivňují rozmanité metody vaření a technologické opracování. Kdežto některé jevy ve vařeném mase bývají estetické povahy, další mohou spotřebitele oklamat a provázet k různým druhům nemocím, které jsou způsobeny potravinami. Bílkoviny, lipidy a mnoho jiných potravinových složek, jako jsou např. pigmenty hemu, dochází k oxidaci během jejich zpracování, uchování a kuchyňských úprav z drůbežích výrobků, to mimo jiné zapříčiňuje úpravy senzorických znaků a výživných hodnot (Dhondt et al. 2019).

Tepelná úprava pro syrové maso je nutností, protože při tepelné úpravě dochází k potlačení mikroorganismů a patogenů, jenž mohou být zásobárnou různých druhů nemocí z potravin. Řídit se zbarvením masného produktu po kuchyňské úpravě není dobré, jelikož barva masa po uvaření není přesný ukazatel toho, že upravené maso je dobře upravené a očištěné od mikrobiologického znečištění (Chowdhury et al. 2018). Špatnou záležitostí je i to, pokud je maso uvnitř tmavě zbarvené, ale teplota uvnitř masa není příliš vysoká pro potlačení aktivity patogenů. A to je hlavní příčinou důvod, proč se předepisují návody pro vnitřní teplotu masa a často se navrhuje využívání teploměru, jenž zaručuje, že produkt získal potřebnou teplotu, při které se zničí patogeny (Lyasere et al. 2017).

Barva masa po uvaření je znatelně rozdílná oproti barvě masa červeného. To je z části zapříčiněno diferencí v koncentraci a dále v biochemii myoglobinu v rámci druhů mezi savci a ptáky. Ve skutečnosti to může být zapříčiněno tím, že výrobky drůbeže se upravují při vyšší teplotě, na rozdíl od vepřového, nebo hovězího masa. Veškeré drůbeží výrobky se doporučuje tepelně zpracovat na vnitřní teplotu 74 °C (Zhuang et al. 2019). Zásadním problémem u chovu drůbeže je růžový barevný efekt (PCD), jenž produkuje vzhled prvotní růžové barvy u zcela vařeného masa (Kittler et al. 2020). Nicméně konzumenti PCD výrobky nechtějí a berou růžový vzhled jako ukazatel chybného výrobku, ačkoliv jsou výrobky PCD zcela mikrobiologicky nezávadné. Růžový barevný efekt je hlavně prozkoumáván u kuřat a krůt, jelikož myoglobin kuřat a krůt má naprostou shodu ve svém základním složení (Dogan et al. 2019). Okolnosti, které souvisejí s růžovým barevným efektem závisí na výskytu

několika druhů pigmentů, mezi které patří oxymyoglobin a nedenaturovaný protein myoglobin, zjednodušené feromochromy, hemochromy oxidu uhelnatého, nitrosylové hemochromy a v poslední řadě cytochrom C. Produkce a chemická činnost pigmentů je závislá na podmínkách in situ, jenž jsou představovány jako pH, úrovní denaturace, redoxní kapacitou a výskytu reaktivních ligandů (Rojanoa et al. 2019).

Ve vývoji strategie u zpracování masa a živočišné výrobě byly hojně využívány biochemická pravidla s exogenními a endogenními vlivy, to vše proto, aby se co nejvíce zabránilo nevhodnému zabarvení a zdokonalily se barevné znaky masa. Na žluté pigmenty v kůži má vliv genotyp, obsah pigmentů v krmivu, zdravotní stav jedince a zpracování masa. Poruchy v barvě jsou nejčastěji způsobeny mechanismy, potažmo oxidace pak nemusí být rovnou implikace, jako mohou být modřiny a různorodé patologické situace (Saengphola & Pirak 2018).

4.12.3 Textura masa

Velmi významný ukazatel kvality je křehkost masa, která posléze usnadňuje konzumentovi žvýkat maso. Mechanické znaky masa, mezi které řadíme šťavnatost a křehkost masa výrazně podporují strukturu masa a to je základní princip pro prodej masa. Textura je též významným znakem pro kvalitu masa (Han et al. 2020). Pokud se chce posoudit křehkost masa jak u drůbeže, nebo u ostatních druhů masa, tak jsou dostupné instrumentální přístupy, mezi které patří Allo-Kramerovy postupy a postupy Warner-Bratzlerovy síly a metody, které využívají lidské smysly ke zhodnocení křehkosti masa. V průmyslových výrobcích drůbeže je klíčová spektroskopie Vis/NIR, kterou se stanoví kvalita masa a také textura masa. Spektroskopie je jemná, pohotová a bezpečná technika se zřetelnými přednostmi a s hlediskem jednoduchého nachystání vzorků, jenž mají smysl v online klasifikacích kvality masa. Klasifikace textury se dělá texturálními klasifikátory, kde jde o úsilí popsat nestálost spektrálního chování. Na křehkost masa má velký vliv stupeň vaření, každá země se odlišuje dle jednotlivých preferencí (Dai et al. 2020). Potvrdilo se, že na kvalitu masa má značný dopad krmivo, pohlaví a plemeno a dále to má větší vliv na křehkost masa, než stres a elektrické omračování drůbeže, či metoda chlazení, škubání a zmrazování jatečných těl. Metoda elektrického omračování se dělá pro pokud možno co nejnižší citlivost, nýbrž může narušit kvalitu masa a to může být zapříčiněno použitím příliš vysokého napětí. Před porážkou se snižuje citlivost také tepelnou zátěží. Při porážce dochází k vyšší aktivitě drůbeže a to má za následek vyšší citlivost pro krční páteř u brojlerových kuřat. Použitím vyšších teplot a nebo delší dobou opaření se vyvolává zpevnění masa (Egbuniwe et al. 2018).

Rice et al. (2020) popisuje, že převážná část z těchto vlivů zapříčiňuje změny v rychlosti zrání procesu post mortem, to je tudíž patrně důsledek přeměny v křehkosti mase, nicméně svaly se dále metabolizují i po porážce, kdy dochází k usmrcení v průběhu pár minut, mezitím se současně vyskytuje trifosfát. Vnitřní prostředí se udržuje pomocí energie z adenosintrifosfátu, jenž je nejdříve dodáván z keratinfosfátu a poté pomocí rozkladu glykogenu. Jestliže nastane situace, kdy hladina adenosintrifosfátu se sníží pod 20 % své začáteční hodnoty, dochází k přemostění tenkých a silnějších vláken a sval je čím dál tím více tuhý. Délka doby zrání červeného masa je zhruba až 30 hodin. U drůbežního masa se délka zrání pohybuje přibližně od 30 minut až po 6 hodin, ale ve výjimečných situacích může nastat rigor už po 5 minutách po usmrcení (Fortuoso et al. 2019). Denaturace bílkovin je zapříčiněna snížením pH a rozkladem membrány. Ztráta myosinu, hlavně v případě rychlého

poklesu pH, vyvolává PSE vadu a malé utužení masa. Při porážecím procesu je zastoupení vápenatých iontů v sarkoplazmě jen 10^{-7} M, nicméně pokud selžou vápníkové pumpy, tak to vyvolává vyšší hladinu na 10^{-4} M. Rozpad lysozomálních membrán podněcuje uvolňování na zevnějšku nějakého z lysozomálních enzymů do sarkoplazmy, kromě toho se proteolýza dostává mimo kontrolu, jelikož aktivita enzymů se obměňuje s poklesem pH a různými hladinami kofaktorů. Při snížení pH se zmenšuje hladina kalpastatinu na zhruba 70 % prvotní hladiny (Varzaneh et al. 2017). Činnost kalpastatinu je postupně eliminována a úroveň proteináz se snižuje, hlavně pod hranici 6,2 pH. Kvůli tomu, že se hromadí kyselina mléčná, je fosfofruktokináza, jenž je důležitá pro glykolýzu, potlačena a její aktivita končí a glykolýza zaniká a to brání v dalším poklesu pH. Klasické definitivní pH u červeného masa je 5,5 a drůbeží maso se pohybuje v hodnotách od 5,7 do 6,2 pH. Na výsledné pH působí teplota, nicméně má vliv i na rychlost snížení pH v souvislosti na druhu svalu (Lee et al. 2018). Tempo vzniku rigoru a související zkracování svalové hmoty je malé, za předpokladu že jsou svaly zachovávány při teplotě 17 °C. Ke zkracování svalových vláken dochází v případě snižování nebo zvyšování teploty. Svaly se normálně zkracují o zhruba 30-40 % své počáteční délky. Zkracování svalů se dělá buď pre-rigorovým chlazením, ohřevem a nebo rozmrazením masa, které je již předvařené (Mouzo et al. 2020).

Zkracování masa za studena dosáhlo největší pozornosti. Během ochlazování, při kterých dosáhne maso teploty 11 °C před snížením pH pod 6,2, se svaly smršťují. Pro představu, u kuřat se dosáhne této hodnoty pH do 20 minut. Již během škrubání či opařování může vzniknout rigor mortis a to jsou stádia, která se podílí na ztuhnutí masa. Smršťování svalu u drůbeže může být vyvoláno elektrickou stimulací, zahříváním, porážkou a mrazením. U mladších a menších krůt může dojít k rychlejšímu ochlazení, než u starších a mohutnějších (Sujiwo et al. 2018). Vznikla elektrická stimulace JUT zanedlouho po porážce z toho důvodu, aby byl rychlejší průběh postmortálních změn a snížila se doba nutná k docílení pH 6. To podněcuje nebezpečí chladového zkrácení u JUT červeného a také u jehněčího masa, avšak je tam ale vyšší nebezpečí zkrácení u drůbežního a vepřového masa (Lonergan et al. 2019).

4.12.4 Vaznost masa

Schopnost udržet si vodu je podstatnou vlastností kvality masa, jenž poukazuje na způsobnost masa udržet v sobě vodu při zpracovávání a skladování a slouží pro objektivní hodnocení kvalit všech potravin. Jak pro výrobce, tak pro konzumenta je důležitá vaznost masa. Pro metodu byly vytvořeny způsoby, kdy každý z nich patří do třech jednoduchých tříd: změření úbytku tekutiny bez použití zevní síly, s využitím mechanické síly a tepelné síly. Všechny tyto metody jsou velmi namáhavé a také vyžadují více času. WHC v mase je také ztíženo faktem, že se proměňuje s post mortem zpracováním, uskladňováním a také přípravou masa pro konzumaci (Corinna et al. 2020). V dnešní době je třeba urychlený způsob hodnocení WHC, jenž poskytne pozitiva pro průmyslovou výrobu kuřecího masa. Nahrazení těchto metod pro stanovení WHC je možné použitím optické techniky, jenž jsou vybudovány na pozitivěch rychlé a společné detekce několika znaků (Kittler et al. 2020).

Metoda infračervené spektroskopie (Vis/NIRS) se velmi testovala pro měření hodnotných znaků masa a dosáhlo se příznivých výsledků. Zakládá se na způsobu, že maso se odlišuje chemickou strukturou a odlišné chemické vazby přijímají nebo vyzařují světlo rozdílně v míře vlnových úseků v délce 400-2500 nm. Při stavu, kdy se přeměňují svaly na maso má vliv degradace a denaturace bílkovin na komplikovanou stavbu svalu a možnost vázat vodu. Část NIR elektromagnetického spektra (750-2500 nm) dává důležité zprávy o

chemických vazbách, které jsou typické pro bílkoviny, jenž mohou být přínosné pro odhad WHC (Johannessen et al. 2020). Rozbory, které používají počítače, jenž mají omezenou schopnost zjišťování chemických složek, jako je např. voda, bílkoviny a tuk, jelikož analýza má funkčnost jen ve viditelném spektrálním rozsahu. V masném průmyslu roste poptávka o hyperspektrálním vyobrazení (HSI) s přednostmi jako je zároveň udělování statistických informací o vzorcích. Pomocí gravitace lze zjistit jak je maso schopno v sobě udržet vodu, v praxi to probíhá tak, že se zváží kuřecí prsa a položí se na síťovinu v plastové míse při teplotě 2 °C na 48 hodin a sleduje se úbytek vody v procentech (Mellouk et al. 2020).

Vaznost masa lze formulovat jako schopnost masa udržet si v sobě vodu a také vzdorovat ztrátám vody a to je stanoveno celou řadou chemických a fyzikálních struktur. Vaznost masa též závisí i na jiných faktorech, mezi které patří šťavnatost, křehkost, pH a barva masa, jenž se mění v souvislosti na objemu vody v mase a to pak vede k tomu, že kupující má menší motivaci za maso zaplatit (Toomer et al. 2020).

5 Závěr

- Chov brojlerových kuřat patří ve světě mezi nejrozšířenější chovy vůbec. Důvody, proč jsou kuřata velmi oblíbená je celá řada. Mezi hlavní však patří produkce kvalitních a plnohodnotných bílkovin (bílá svalovina obsahuje vyšší množství bílkovin než tmavé) v mase, zastoupení vitamínů, minerálů a taktéž dietetické vlastnosti. Kuřecí maso je hlavní zdroj potravy pro člověka, které má široké zastoupení v kulinárních možnostech. Náklady na pořízení 1 kg masa nejsou tak velké, jako je tomu u masa hovězího. Na to má vliv hlavně jeho razantně nižší spotřeba krmiva, ta se odráží následně v ekonomice chovu, na přírůstek, kratší intenzita růstu, pětikrát rychlejší reprodukční vlastnosti a menší prostory pro chov, byť drůbež se chová zase ve větším počtu.
- Desítky let již dochází ke šlechtění, aby kuřata co nejrychleji přibírala svalovou hmotu a intenzivně rostla. K tomu potřebují kvalitní a vyrovnanou krmnou dávku, to poskytují krmné směsi, které jsou přímo určená brojlerovým kuřatům. Krmné směsi obsahují nutriční látky, jenž jsou nepostradatelné pro správný růst a vývin jak kostry, tak svalstva. Taktéž směsi pomáhají dosáhnout potřebné imunitní obranyschopnosti a jatečné hmotnosti. Pro každý úsek výkrmu slouží jiná krmná směs, která obsahuje odlišné živiny. Šlechtění na vysokou zmasilost má ale i své nevýhody, mezi které patří vyšší úmrtnost a horší zdravotní stav. V minulosti se chovatelé snažili vyřešit tento problém metodou zkrmování sypké směsi se sníženým obsahem dusíkatých látek v prvním týdnu života, také probíhaly změny ohledně omezování krmiva (restrikce).
- Neustále dochází ke zdokonalování krmných směsí a techniky krmení a také se zároveň přichází na způsob, jak snížit spotřebu krmiva. Přišlo na řadu i zkrmování celého zrna pšenice, ta má blahodárný vliv na zdravotní stav a slouží jako ochrana před kokcidiózou. Brojlerová kuřata, jimž se podávala pšenice ve formě celého zrna měla menší množství oocyst v exkrementech, na rozdíl od kuřat, která byla krmena šrotem a granulovanou směsí.
- Brojlerová kuřata jsou chována v několika typech ustájení. Jako první varianta je chov na podestýlce, která je velmi rozšířená a charakteristická pro konvenční typ výkrmu. Pro podestýlku se používá např. řezaná sláma a také dřevěné hobliny. V hale je řízené mikroklima, které je neustále kontrolováno. Pokud tam nastanou vysoké teploty, negativně se to odráží na zdravotním stavu kuřat, poněvadž výkyvy teplot způsobují stres, to pak může způsobit zhoršený příjem krmiva a tím pádem horší růstovou schopnost. Druhý typ je chov v hale, kde je možnost vnějšího výběhu. Poslední možností je chov v klecích, nicméně tento typ výkrmu je rozšíření hlavně v Číně a v asijských zemích, v Evropě je to zakázáno.
- Mezi oblíbené rychle rostoucí typy pro výkrm v České republice se řadí Ross 308 a Cobb 500. Na konečnou hmotnost (2 kg) jsou vykrmena za cca 35-42 dnů a to je hlavní výhoda celého chovu, rychlý výkrm a rychlá rentabilita, samozřejmě při správných podmínkách a dodržování welfare zvířat. Na závěr

Ize říci, že chov drůbeže se bude nadále vyvíjet a rozvíjet, kvůli oblíbenosti kuřecího masa mezi spotřebiteli.

6 Literatura

- Alberto PF, Theo GMD, Qin TAY, Tomas N, Erik V, Daniel B. 2019. Real-time modelling of indoor particulate matter concentration in poultry houses using broiler activity and ventilation rate. *Biosystems Engineering* **187**:214-225.
- Alexandr T, Philipp CM, Juan C, Covadonga R, Maria F, Anne VZ. 2019. Suitability of dual-purpose cockerels of 3 different genetic origins for fattening under free-range conditions. *Poultry Science* **98**:6564-6571.
- Anastasia EL, Konstantinos T, Panagiotis NS, George JEN, Efstathios ZP. 2019. Investigating the influence of organic acid marinades, storage temperature and time on the survival/inactivation interface of Salmonella on chicken breast fillets. *International Journal of Food Microbiology* **299**:47-57.
- Antonella DZ, Rebecca R, Marco C, Lorenzo S, Sandro T, Giorgio M. 2020. Effect of chicken genotype and white striping–wooden breast condition on breast meat proximate composition and amino acid profile. *Poultry Science* **99**:1797-1803.
- Arturo A, Felipe G, María AM, Víctor C, Marta M, Irma A, Eva R, Frank HS, María R, Martínez L. 2020. Plasma disposition and tissue depletion of chlortetracycline in the food producing animals, chickens for fattening. *Food and Chemical Toxicology* **50**:2714-2721.
- Aruna.OA, Taiwo MA, Christopher MA, Oluwagbenga D, Venx TS. 2019. Effects of biochar and poultry manure on soil characteristics and the yield of radish. *Scientia Horticulturae* **243**:457-463.
- Ayman SS, Mohamed AM, Omar AAF, Mahmoud SET. 2019. Effects of dietary curcumin and acetylsalicylic acid supplements on performance, muscle amino acid and fatty acid profiles, antioxidant biomarkers and blood chemistry of heat-stressed broiler chickens. *Journal of Thermal Biology* **84**:259-265.
- Bindu N, Cathy RG, Winnie WH, Mark O, Richard HB, Mariola JE. 2020. An atlas of the catalytically active liver and spleen kinases in chicken identified by chemoproteomics. *Journal of Proteomics* **225**:103-216.
- Blake CG, Roos M, Ingrid CJ, Bas K, Marinus K, Henry B. 2020. Effects of eggshell temperature pattern during incubation on tibia characteristics of broiler chickens at slaughter age. *Poultry Science* **99**:3020-3029.
- Bożena Kiczorowska, Wioletta Sa, AY, Malwina Z. 2020. Immunomodulant feed supplement *Boswellia serrata* to support broiler chickens' health and dietary and technological meat quality. *Poultry Science* **99**:1052-1061.
- Bruno FF, Matheus DB, Carine FS, Luiz GG, Renata AC, Thierry GC, Fábio S, Marily GC, Marcel MB, Lenita MS, Aleksandro SDS. 2019. Impairment of the phosphotransfer network and

- performance in broiler chickens experimentally infected by *Eimeria* spp.: The role of the oxidative stress. *Parasitology International* **70**:16-22.
- Cedric O, Mingzhou L, Longshen L, Innocent N, Caroline M, Jintao W, Hailin Z, Mingxia S. 2019. A machine vision system for early detection and prediction of sick birds: A broiler chicken model. *Biosystems Engineering* **188**:229-242.
- Corinna T, Christine I, Christian A, Thomas A. 2020. Effects of the C/N ratio and moisture content on the survival of ESBL-producing *Escherichia coli* during chicken manure composting. *Waste Management* **105**:110-118.
- Cristiano B, Lidiane BS, Mayra VR, Mayara RP, Buzim R, Jovanir IMF. 2019. Effects of β -mannanase supplementation on the intestinal microbiota composition of broiler chickens challenged with a coccidiosis vaccine. *Livestock Science Volume* **228**:187-194.
- Daniel LC, Janet LM, Sandra GV. 2018. Effect of incubation temperature on neuropeptide Y and neuropeptide Y receptors in turkey and chicken satellite cells. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* **219**:58-66.
- Daniel M, Raquel RV, José ML, Daniel F, Carlos Z, María LP. 2020. Proteomic application in predicting food quality relating to animal welfare. A review. *Trends in Food Science & Technology* **99**:520-530.
- De-Haas EN, Van-Der E. 2018. Where in the serotonergic system does it go wrong? Unravelling the route by which the serotonergic system affects feather pecking in chickens. *Neuroscience biobehavior review* **95**:170–188.
- Dilara KT, Figen K. 2019. Active packaging films as a carrier of black cumin essential oil: Development and effect on quality and shelf-life of chicken breast meat. *Food Packaging and Shelf Life* **19**:210-217.
- Dongling W, Yue L, Qian Y. 2020. Metabolomic approach to measuring quality of chilled chicken meat during storage. *Poultry Science* **99**:2543-2554.
- Dubravka S, Igor T, Ivan N, Vladimir T, Ilija D. 2018. Life cycle assessment of the chicken meat chain. *Journal of Cleaner Production Volume* **184**:440-450.
- Duy KH, Simon JL, Jamal RO, James KC. 2020. Validated numerical model of heat transfer in the forced air freezing of bulk packed whole chickens. *International Journal of Refrigeration* **43**:57-64.
- Ekkarach S, Tantawan P. 2018. Hoary basil seed mucilage as fat replacer and its effect on quality characteristics of chicken meat model. *Agriculture and Natural Resources* **52**:382-387.
- Elisabeth B. 2020. Factors Influencing the Processing Ability and Oxidation Susceptibility of Poultry Meat. *Journal of Nutrition & Food Sciences* **3**:4-5.

- Eoin D, Charalampos V. 2019. Reducing salt in meat and poultry products. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition **1**:159-153.
- Erdem K, Bilal C. 2019. Evaluating the influence of turbulence models used in computational fluid dynamics for the prediction of airflows inside poultry houses. Biosystems Engineering **183**:1-12.
- Farshad GB, Birger S, Heinrich GR, Jürgen Z. 2016. The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrient availability, intestinal microbiota and morphology in poultry - A review. Animal Feed Science and Technology **220**:187-215.
- Federico S, Massimiliano P, M.Zampiga, A.Meluzzi. Effect of EU electrical stunning conditions on breast meat quality of broiler chickens. Poultry Science **96**:3000-3004.
- Felix R, Jacob LS, Aberham HF. 2019. Prediction of thermal induced color changes of chicken breast meat during convective roasting: A combined mechanistic and kinetic modelling approach. Food Control **104**:42-49.
- Fernando R, Pierre EB, Melynda H, Paul R, Murat K, Christopher YCh. 2019. Modelling the impact of air discharges caused by natural ventilation in a poultry house. Biosystems Engineering Volume **180**:168-181.
- Friday OZ, Chidiebere U, Wahe B, Enokela SI, Muhammed JI. 2019. Graded levels of Bactofort® modulates tonic immobility and behavioral vigilance responses of broiler chickens during the cold-dry (Harmattan) season. Journal of Veterinary Behavior Volume **32**:49-56.
- Geronimo BC, Mastelini SM, Carvalho RH, Júnior BS, Barbin DF, Shimokomaki M, Idaa E. 2019. Computer vision system and near-infrared spectroscopy for identification and classification of chicken with wooden breast, and physicochemical and technological characterization. Infrared Physics & Technology **96**:303-310.
- Giro SJ, Giuliano G, Gabriella DS, Ivana K, Renáta K, Kinga W, Jacek O, Julia Ch, Mona T, Jeffrey Hoorfar. 2020. Campylobacter in chicken - Critical parameters for international, multicentre evaluation of air sampling and detection methods. Food Microbiology **90**:103-114.
- Grams V, Bögelein S, Grashorn M, Bessei W, Bennewitz J. 2015. Quantitative genetic analysis of traits related to fear and feather pecking in laying hens. Behavior Genetics **45**:228-235.
- Hadi P, Geertvan K, Yannick W, Andrév D, Lutgarde B, Jeroen J. 2020. Integration of handheld NIR and machine learning to “Measure & Monitor” chicken meat authenticity. Food Control **112**:213-216.
- Haščík P, Pavelková P, Arpášová H, Čuboň J, Bobko M, Tkáčová J, Kačániová M, Bučko O. 2019. THE profile of fatty acids in chickens meat after humic acid and phytobiotics application. Journal of mikrobiology, biotechnology and food sciences **9**:439-444.

- Hom PS, Roshan D, Chandan B, Amrit A, Dija B. 2020. Effects of different combinations of poultry manure and urea on growth, yield and economics of garlic. *Journal of Agriculture and Natural Resources* **3**:253-264.
- Hongmei L, Xueting H, Haifeng XML, Dongmei H, Changqing W, Guijun W, Kezong Q. 2020. Co-expression of surfactant protein A and chicken lung lectin in chicken respiratory system. *Molecular Immunology* **122**:49-53.
- Hongmei MS, Jiangchao CZ, Yang G, Hexiang XZ, Hui S. 2020. Effects of supplementing feed with fermentation concentrate of *Heridium caput-medusae* (Bull.:Fr.) Pers. on cholesterol deposition in broiler chickens. *Livestock Science* Volume **235**:104-109.
- Hossein AS, Ali G. 2019. Effect of different sources and contents of zinc on growth performance, carcass characteristics, humoral immunity and antioxidant status of broiler chickens exposed to high environmental temperatures. *Livestock Science* **223**:76-83.
- Hossein Masoumbeigi, Hamid Reza Tavakoli, Valiollah Koohdar, Zohreh Mashak, Ghader Qanizadeh. 2017. The environmental influences on the bacteriological quality of red and chicken meat stored in fridges. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* **7**:367-372.
- Chandra M, Harini K, Kasirajan S, Radha K, Muthusamy S. 2019. Quorum quenching effect and kinetics of active compound from *S. aromaticum* and *C. cassia* fused packaging films in shelf life of chicken meat. *LWT* **105**:87-102.
- Chao H, Yuanyuan W, Yuqing C, Yumeng G, Yongzhan B, Wanyu S. 2020. Florfenicol induces oxidative stress and hepatocyte apoptosis in broilers via Nrf2 pathway. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **191**:110-139.
- Chaplot S, Yadav B, Jeon B, Roopesh MS. 2019. Atmospheric Cold Plasma and Peracetic Acid-Based Hurdle Intervention To Reduce Salmonella on Raw Poultry Meat. *Journal of Food Protection* **82**: 878–888.
- Ifeanyichukwu CE, Joseph OA, Ohiemi BO. 2018. Betaine and ascorbic acid modulate indoor behavior and some performance indicators of broiler chickens in response to hot-dry season. *Journal of Thermal Biology* **76**:38-44.
- Ioannis S, Athina T, Ilias G, Eleftherios B, Anastasios T, Elinor M, Hannah L, Efterpi C, Panagiota FP, Jafar M, Panos S. 2019. Evaluation of in-field efficacy of dietary ferric tyrosine on performance, intestinal health and meat quality of broiler chickens exposed to natural *Campylobacter jejuni* challenge. *Livestock Science* **221**:44-51.
- Ishita RC, Sai GRY, Brian GP, Siba KS, Shin HK. 2019. Newcastle disease virus vectors expressing consensus sequence of the H7 HA protein protect broiler chickens and turkeys against highly pathogenic H7N8 virus. *Vaccine* **37**:4956-4962.
- John BM, Jeb PO, Nancy CH, Bradley AM, Jeremiah WB. 2020. Genetic Structure of Northern Fowl Mite (Mesostigmata: Macronyssidae) Populations Among Layer Chicken Flocks and Local House Sparrows. *Journal of Medical Entomology* **57**:122–130.

- Joko S, Dongwook K, Aera J. 2018. Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: correlations between freshness traits and torrymeter values. *Poultry Science* **97**:2887-2894.
- Jorgelzar T, Paulina J, W. Michael G, Mitchell S. 2020. Impacts of projected climate change scenarios on heating and cooling demand for industrial broiler chicken farming in the Eastern U.S. *Journal of Cleaner Production* Volume **255**:312-331.
- Juhui C, Hack YK. 2018. Effects of chicken feet gelatin extracted at different temperatures and wheat fiber with different particle sizes on the physicochemical properties of gels. *Poultry Science* **97**:1082-1088.
- Julio CLR, Martin VM, Vijay KJ, Jimena GD, Juan PC, Aida PR, Humberto GR. 2018. Effects and interactions of gallic acid, eugenol and temperature on thermal inactivation of *Salmonella* spp. in ground chicken. *Food Research International* **103**:289-294.
- Kamila T, Américo FGN, Katherine MS, Milton R, Vanessa MS, Luciano SB. 2018. Migration of *Salmonella* serotypes Heidelberg and Enteritidis in previously frozen chicken breast meat. *Food Microbiology* **69**:204-211.
- Khaled MMS, Amneh HT, Mohammad BAZ. 2020. Embryonic Thermal Manipulation Affects the Antioxidant Response to Post-Hatch Thermal Exposure in Broiler Chickens. *Animals* **10**:1-126.
- Kristin Ch, Matthew P, Saravanan RS, Rishi P, Sushil A, Brendan TH. 2019. Leaching and anaerobic digestion of poultry litter for biogas production and nutrient transformation. *Waste Management* **84**:413-422.
- Laura D, Siska C, Pieter DC, PeterDe P, Siegrid DB, Mathias D. 2019. Development and validation of an ultra-high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry method for the simultaneous determination of iohexol, p-aminohippuric acid and creatinine in porcine and broiler chicken plasma. *Journal of Chromatography B* **1117**:77-85.
- Laura G, Robert DS, Mark JP, Kellie AW, Mick W. 2020. Assembly of hundreds of novel bacterial genomes from the chicken caecum. *Genome Biology* **21**:1-10.
- Lei L, Feng Z, Li Q, Xue X, Zhang D, Liu Z, Liu Y, Ren Y, Zhao S. 2019. Fermented cassava bioethanol waste as substitute of protein in diet for growth performance and carcass evaluation on meat ducks. *Tropical Animal Health and Production* **51**:1049–1056.
- Lina M, Francisco P, Fernando MT, Dante JB, Marina AG. 2019. Biofilm formation by *Salmonella* sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies. *Food Research International* **119**:530-540.
- Lio R, Broolkyn KW, Michael DC, Mary CC, Monique DPG. 2020. Short Communication: Investigating woody breast disease and broiler chicken activity using an automated tracking software program. *Applied Animal Science* **36**:447-453.

Makled MN, Abouelezz KFM, Gad AEK, Sayed AM. 2019. Comparative influence of dietary probiotic, yoghurt, and sodium butyrate on growth performance, intestinal microbiota, blood hematology, and immune response of meat-type chickens. *Tropical Animal Health and Production* **51**:2333–2342.

Margaret L, Rahman J. 2017. Increase in dietary arginine level could ameliorate detrimental impacts of coccidial infection in broiler chickens. *Livestock Science* **195**:38-44.

Mark CJ, Carolyn CP, Celia NB, Donald R. 2019. Viable *Eimeria* oocysts in poultry house litter at the time of chick placement. *Poultry Science* **98**:3176-3180.

Maryam K, Mohammad AKT, Abdolamir A. 2019. Alleviation of aflatoxin-related oxidative damage to liver and improvement of growth performance in broiler chickens consumed *Lactobacillus plantarum* 299v for entire growth period. *Toxicon* **158**:57-62.

Matteo C, Milen G, Javier G. 2017. Quantitative risk assessment of *Campylobacter* in broiler chickens - Assessing interventions to reduce the level of contamination at the end of the rearing period. *Food Control* **75**:29-39.

Mattika A, Jureeporn D, Chetsadaporn P. 2020. Efficiency of phage cocktail to reduce *Salmonella Typhimurium* on chicken meat during low temperature storage. *LWT* **129**:109-117.

Michael HK. 2019. The effect of microbiome modulation on the intestinal health of poultry. *Animal Feed Science and Technology* **250**:32-40.

Mina BV, Hamidreza R, Rahman J, Amir HM, Corinne P, Gwenn P, Stéphane B, François XM. 2017. The influence of oral copper-methionine on matrix metalloproteinase-2 gene expression and activation in right-sided heart failure induced by cold temperature: A broiler chicken perspective. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **39**:71-75.

Mohamed SH, Kiran GB, Ryoichi SA, Ashwami KG. 2017. Temperature and gasifying media effects on chicken manure pyrolysis and gasification. *Fuel* **202**:36-45.

Mohammad JT, Habibollah D, Saeed N, Mina A, Maryam AL. 2017. Evaluation of blood monocyte and lymphocyte population in broiler chicken after vaccination and experimental challenge with Newcastle disease virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **190**:31-38.

Mohd HR, Arieff SR, Aqeel K, Nurulhidayah AF, Mohd AG, Abdul BBS, Zilal S, Mifedwil J, Nor AOJ. 2020. HALAL RISK CONTROL AT THE UPSTREAM LEVEL OF THE BROILER CHICKEN SUPPLY CHAIN. *Journal of Critical Reviews* **7**:1052-1055.

Monique P, John WL, Hollis NE. 2013. Association of partial pressure of carbon dioxide in expired gas and arterial blood at three different ventilation states in apneic chickens (*Gallus*

- domesticus) during air sac insufflation anesthesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* **40**:245-256.
- Namya M, Christelle R, Joël D, Christophe R, Eric M, Pascal F, Joëlle D. 2020. Adipokines expression profile in liver, adipose tissue and muscle during chicken embryo development. *General and Comparative Endocrinology* **267**:146-156.
- Neupane R, Kaphle K. 2019. Bacteriological quality of poultry meat in Nepal. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry* **4**:10-15.
- Nikolaos DA, Nikolaos T, Marios M. 2020. Estimating the performance of four culture media used for enumeration and detection of *Campylobacter* species in chicken meat. *LWT* **118**:173-179.
- Nosec MBN, Shayn G, Erd RMA. 2018. Heat stress and chickens: climate risk effects on rural poultry farming in low-income countries. *Climate and Development* **11**:83-90.
- Nyuiadzi D, Berri C, Dusart L, Travel A, Méda B, Bouvarel I, Guilloteau LA, Chartrin P, Coustham V, Praud C, Le Bihan-Duval E, Tona JK, Collin A. 2020. Short cold exposures during incubation and postnatal cold temperature affect performance, breast meat quality, and welfare parameters in broiler chickens. *Poultry science* **99**:857-868.
- Olfa BB, Slim S, Karim E, Stefano M, Paola C, Khaled H, Taoufik G. 2019. RAPD-PCR characterisation of two *Enterococcus lactis* strains and their potential on *Listeria monocytogenes* growth behaviour in stored chicken breast meats: Generalised linear mixed-effects approaches. *LWT* **99**:244-253.
- Oluwaseun SL, Sandra E, Melissa B, Malcolm M, Jonathan HG. 2017. Validation of an intramuscularly-implanted microchip and a surface infrared thermometer to estimate core body temperature in broiler chickens exposed to heat stress. *Computers and Electronics in Agriculture* **133**:1-8.
- Onay BD, Jennifer C, Fabio M, Bing W. 2019. A quantitative microbial risk assessment model of *Campylobacter* in broiler chickens: Evaluating processing interventions. *Food Contro* **100**:97-110.
- Ondulla TT, Matthew L, Brittany W, Elliott S, Thien V, Ramon DM, Kim AL, Luiz VC, Peter RF, Lisa LD. 2020. Feeding high-oleic peanuts to meat-type broiler chickens enhances the fatty acid profile of the meat produced. *Poultry Science* **99**:2236-2245.
- Özcan C, Bekir HK, Onur T, Ömer S, Umair A, Sacit FB, Ahmet GÖ. 2017. Effect of dietary tannic acid supplementation in corn- or barley-based diets on growth performance, intestinal viscosity, litter quality, and incidence and severity of footpad dermatitis in broiler chickens. *Livestock Science* **202**:52-57.
- Peijun L, Shanshan J, Cunliu Z, Hongmei F, Conggui C. 2017. Protective role of *Lactobacillus fermentum* R6 against *Clostridium perfringens* in vitro and in chicken breast meat under

temperature abuse conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* **41**:117-123.

Pengyuan D, Dan S, Qian T, Kai H, Chunmei L. 2020. PM2.5 from a broiler breeding production system: The characteristics and microbial community analysis. *Environmental Pollution* **256**:113-138.

Peter H, Jozef G, Ibrahim O, Elamin E, Miroslava K, Jaroslav P, Marek B, Miroslav K, Emília B. 2011. Sensory quality of poultry meat after propolis application. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* **1**:172-186.

Rahman A, Rahman M, Abdullah S, Sayeed A, Rashid H, Mahmud R, Belgrad JP, Hoque A. 2019. Epidemiological assessment of clinical poultry cases through the government veterinary hospital-based passive surveillance system in Bangladesh: a case study. *Tropical Animal Health and Production* **51**:967–975.

Rasha ME, Abdelfattah HE, Reham AES. 2018. Genetic characterisation of class 1 integrons among multidrug-resistant *Salmonella* serotypes in broiler chicken farms. *Journal of Global Antimicrobial Resistance* **14**:202-208.

Ritu S, Saxena VK, Tripathi V, Nasir AM, Kapil D, Jubeda B, Radha A, Akshat G. 2020. Dynamics of gene expression of hormones involved in the growth of broiler chickens in response to the dietary protein and energy changes. *General and Comparative Endocrinology* **288**:113-377.

Ryan H, Aaron JC, Wendy IM, Groves PJ. 2019. Changes to mineral levels in the yolk of meat chicken embryos during incubation. *Poultry Science* **98**:1511-1516.

Sagar D, Nasir AM, Asitbaran BM, Kapil D, Jubeda B, Praveen KT, Jaydip R, Avishek B, Pramod K, Subrata KB. 2020. Comparative study on the responses of broiler chicken to hot and humid environment supplemented with different dietary levels and sources of selenium. *Journal of Thermal Biology* **88**:102-115.

Samia A, Dominic D, Moktar H, Monique L. 2016. Growth and toxigenic potential of *Bacillus cereus* during storage temperature abuse in cooked irradiated chicken rice in combination with nisin and carvacrol. *Food Science and Technology* **72**:19-25.

Sandrine MG, Céline ChD, Marie YB, Nadine S, Elisabeth LBD, Aline B. 2017. Genetic determinism of fearfulness, general activity and feeding behavior in chickens and its relationship with digestive efficiency. *Behavior Genetics* **47**:114–124.

Sanjay KG, Chris L, Gary K, Martin JZ, Tariq S. 2018. Transfer of arsenic from poultry feed to poultry litter: A mass balance study. *Science of The Total Environment* **630**:302-307.

Shelly P, Ashish G, Betty CL, Lisanetwork A, Neil A, Davor O, Thushari G, Shanika K, Philip W, Suresh KT, Susantha G. 2018. Broad spectrum protection of broiler chickens against inclusion

body hepatitis by immunizing their broiler breeder parents with a bivalent live fowl adenovirus vaccine. *Research in Veterinary Science* **118**:262-269.

Shin HK, Siba KS. 2017. Heterologous prime-boost immunization of Newcastle disease virus vectored vaccines protected broiler chickens against highly pathogenic avian influenza and Newcastle disease viruses. *Vaccine* Volume **35**:4133-4139.

Sinulingga TS, Aziz SA, Bitrus AA, Zunita Z, Abu J. 2019. Occurrence of *Campylobacter* species from broiler chickens and chicken meat in Malaysia. *Tropical Animal Health and Production* **52**:151–157.

Siyu Ch, Chao Y, Hai X, Jinlong X, Jian L, Hui Z, Jikun W, Hao L, Xiben Z, Maojun O, Zelin Ch, Weibo L, Simon PT, Xingbo Z. 2020. Transcriptome changes underlie alterations in behavioral traits in different types of chicken. *Journal of Animal Science* **98**:167-168.

Solmaz K, Ahmet N. 2018. Effects of lighting, stocking density, and access to perches on leg health variables as welfare indicators in broiler chickens. *Livestock Science* **218**:31-36.

Soo LB, Mariatti M, Nurazreena A, Badrul HY, Zuratul AAH. 2019. Effect of the calcination temperature on the properties of natural hydroxyapatite derived from chicken bone wastes. *Materialstoday: Proceedings* **16**:1876-1885.

Sophie Kittler, Ruth Mengden, Imke HEK, Anna B, Johannes W, Madeleine P, Arne J, Tatiana L, Christine R, Hansjörg L, Günter K, Corinna K. 2020. Impact of Bacteriophage-Supplemented Drinking Water on the *E. coli* Population in the Chicken Gut. *Pathogens* **9**:293-294.

Soroush Allameh, Majid Toghyani. 2019. Effect of dietary valine supplementation to low protein diets on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. *Livestock Science* **229**:137-144.

Steven JR, Dalton KB, David GM, Diana ML. 2020. Mycoinsecticide formulations of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* reduce populations of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*, in chicken-broiler houses. *Biological Control* **144**:104-234.

Steven ML, David GT, Dennis NM. 2019. Chapter 4 - Muscle growth and development and relationships to meat quality and composition. *The Science of Animal Growth and Meat Technology (Second Edition)* **1**:41-49.

Su YS, Mi JK, Hae YK. 2019. Development of a direct loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid and simple on-site detection of chicken in processed meat products. *Food Control* **98**:194-199.

Subrata C, Guru PM, Amlan KP, Pawan K, Indranil S, Saktipada P, Arup KS. 2018. Different essential oils in diets of broiler chickens: 2. Gut microbes and morphology, immune

response, and some blood profile and antioxidant enzymes. *Animal Feed Science and Technology* **236**:39-47.

Tatiane VL, Jerônimo ÁGB, Adriana CM, Fabiane LS, Alexandre MP. 2020. Low levels of protected ascorbic acid improve broiler chicken performance after long fasting on housing. *Animal Feed Science and Technology* **261**:114-395.

Tim G, Tommy L, Panagiotis S, Lily Q, Aouatif B, Dominiek M, Ilias K, Paul B, Neil F. 2020. Diagnosis of sub-clinical coccidiosis in fast growing broiler chickens by MicroRNA profiling. *Genomics Volume* **112**:3218-3225.

Victor G, Lauriano S, João RAP, Érica TV, Isabel MC, Maria PD, Ana LF. 2019. Activity of chitosan-montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary essential oil from in vitro assays to application in fresh poultry meat. *Food Hydrocolloids* **89**:241-252.

Victor OS, Joseph OA, Joseph OH, Alexander BA, Friday OZ, Tagang A. 2020. Changes in feed consumption and water intake among broiler chickens subjected to melatonin treatment during the hot-dry season. *Tropical Animal Health and Production* **52**:717:723.

Victory OS, TagangA I, Joseph OA, Ngozi EO. 2019. Evaluation of changes in tonic immobility, vigilance, malondialdehyde, and superoxide dismutase in broiler chickens administered fisetin and probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) and exposed to heat stress. *Journal of Veterinary Behavior* **31**:36-42.

Vladimir V, Lenka V, Eva V. 2019. Comparison of the frequency of patho-anatomic findings in laying hens with findings in broiler chickens and turkeys detected during post-mortem veterinary inspection. *Poultry Science* **98**:5385-5391.

Xiao S, Hasan KA, Hailin Z ,Ralph ST ,Raymond LH. 2019. Enhanced ethanol production from syngas by *Clostridium ragsdalei* in continuous stirred tank reactor using medium with poultry litter biochar. *Applied Energy* **236**:1269-1279.

Yaya W, Honghua L, Ke L, Haiyue C, Haiguang M, Xinyang D, Zhaozheng Y. 2020. Analysis of the physical meat quality in partridge and its relationship with intramuscular fat. *Poultry science* **99**:1225-1231.

Youngsub L, Sung HL, Sung JL, Ujvala DG, Sung TO, Hongyu H, Hyun SL. 2018. Effects of dietary *Allium hookeri* root on growth performance and antioxidant activity in young broiler chickens. *Research in Veterinary Science* **118**:345-350.

Zi XZ, Shuen EC, Chih FC, En CL, San YH. 2019. Genome-wide association study on the body temperature changes of a broiler-type strain Taiwan country chickens under acute heat stress. *Journal of Thermal Biology* **82**:33-42.

