

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Pastevní výkrm kuřat a kvalita masa**

**Diplomová práce**

**Bc. Eliška Suchanová**

**Výživa a potraviny**

**Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D.**

© 2023 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Patevní výkrm kuřat a kvalita masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala za nesmírnou ochotu, cenné připomínky, rady a odborné vedení paní Ing. Michaelae Englmaierové, Ph.D. při psaní méj diplomové práce.

# Pastevní výkrm kuřat a kvalita masa

## Souhrn

Přístup kuřat na pastvu může vést ke zvýšení kvality produktů. Ze studií vyplývá, že maso kuřat chovaných na pastvě může být zdraví prospěšnější kvůli nižšímu obsahu tuku a vyššímu zastoupení karotenoidů, vitaminů a n-3 mastných kyselin. Zároveň lze při správném chovu zajistit zdraví a welfare drůbeže.

Pastevní vegetace je bohatým zdrojem karotenoidů, vitaminů a n-3 polynenasycených mastných kyselin. Proto bylo cílem práce zhodnotit jaký má vliv systém ustájení na ukazatele kvality masa středně rostoucích kuřat. Pro zvýšení spotřeby pastevního porostu kuřaty byla aplikována restrikce cereální krmné směsi.

Pro pokus byl vybrán středně rostoucí genotyp Hubbard JA 757. Kuřata byla rozdělena do 4 skupin dle systému ustájení (pastva/podestýlka) a dávkování krmné směsi (*ad libitum*/restrikce 20 %). Dvě skupiny kuřat byly po celou dobu pokusu chovány v boxech na podestýlce (hustota osazení 10,5 ks/m<sup>2</sup>). Další dvě skupiny byly nejprve po dobu 4 týdnů věku chovány na podestýlce v boxech a následně byly přesunuty do mobilních boxů na pastevní porost (hustota osazení 6,4 ks/m<sup>2</sup>) v areálu Výzkumného ústavu živočišné výroby, v.v.i. v Praze – farma Netluky.

Významná interakce mezi dávkováním krmné směsi a systémem ustájení se projevila zejména u obsahu luteinu (P<0,001), zeaxantinu (P<0,001), kyseliny  $\alpha$ -linolenové (P<0,001) a n-3 mastných kyselin (P<0,001), kdy nejvyšší zastoupení těchto látek obsahovalo maso kuřat chovaných na pastvě krmených s úrovní restrikce 20 %. Důvodem může být zvýšená konzumace pastvy v závislosti na omezení krmné dávky. Nicméně vyšší obsah polynenasycených mastných kyselin v maso kuřat z pastvy měl za následek nižší oxidační stabilitu masa (den 0. P=0,006; den 5. P<0,001). Toto maso je tedy náchylnější k oxidaci a k sensorickým změnám v chutia vůni. Nejvyšší intenzitu vůně (P<0,001) a příjemnost vůně (P<0,001) mělo maso kuřat chovaných na pastvě s restrikcí na úrovni 20 % a na podestýlce krmených *ad libitum*. Křehkost masa (P<0,005) byla také ovlivněna oběma faktory (systém ustájení a krmnou dávkou). Nejkréhčí maso vykazovalo maso kuřat chovaných na pastvě a krmených *ad libitum*, avšak obdobných hodnot dosahovalo i maso kuřat chovaných na podestýlce s restrikcí na úrovni 20 %.

Restrikci je vhodné aplikovat při výkrmu na pastvě, aby došlo ke zvýšení příjmu pastevního porostu kuřaty a obohacení tak masa o zdraví prospěšné látky (maso lze pak považovat za funkční potravinu), ale musí být realizována s rozvahou, aby nedošlo k významnému snížení ukazatelů užitkovosti.

**Klíčová slova:** kuře, vitaminy, karotenoidy, n-3 mastné kyseliny, pastevní porost

# Fattening of chickens on pasture and meat quality

## Summary

Chickens access to a pasture can lead to an increase of products. quality Many studies show that chickens meat, which were raised on a pasture, should be more beneficial to health due to its lower fat content and higher representation of carotenoids, vitamins and n-3 fattyacids. At the same time, the health and welfare of poultry can be ensured with proper breeding.

Pasture vegetation is a rich source of carotenoids, vitamins and n-3 polyunsaturated fatty acids. Therefore the aim of the study was to evaluate the influence of the housing system on meat quality indicators of medium-growing chickens. To increase the consumption of pasture vegetation by chickens restriction of cereal mixed feed was applied.

Medium-growing genotype Hubbard JA 757 was chosen for the experiment. The chickens were divided into 4 groups according to the housing system (pasture/litter) and the dosage of the mixed feed (*ad libitum*/restriction 20%). Two groups of chickens were kept in boxes on litter throughout the experiment (stocking density 10.5 pcs/m<sup>2</sup>). The other two groups were first reared on litter in boxes for 4 weeks of age and then moved to mobile boxes on pasture (stocking density 6.4 pcs/m<sup>2</sup>) of the Institute of Animal Science in Prague – Netluky farm.

A significant interaction between the dosage of mixed feed and the housing system was found especially in content of lutein (P<0.001), zeaxanthin (P<0.001),  $\alpha$ -linolenic acid (P<0.001) and n-3 fatty acids (P<0.001), when the highest representation of these substances were contained in the meat of chickens which were kept on pasture and fed with restriction of 20%. The reason may be the increasedconsumption of pasture depending on limitation of feed dose. However, a higher content of polyunsaturated fatty acids in the meat of pastured chickens resulted in a lower oxidative stability of meat (day 0. P=0.006; day 5. P<0.001). This meat is therefore more susceptible to oxidation and to senzoric changes in taste and aroma. Highest aroma intesity (P<0.001) and pleasantness of aroma ( P<0.001) had the meat of chickens which were fattened on pasture with restriction level of 20% and on litter fed *ad libitum*. Tenderness of meat (P<0.005) was influenced by both factors (housing system and feed dosage). The meat of chickens raised on pasture and fed *ad libitum* showed the most tender meat, but meat of chickens fattened on litter with restriction at the level of 20% reached similar values.

The restriction is suitable for chickens fattening on a pasture to achieve higher consumption of pasture vegetation and thus enrich the meat with health-promoting substances (meat can then be considered a functional food) but it must be implemented with balance in order to avoid a significant reduction in performance indicators.

**Keywords:** chicken, vitamins, carotenoids, n-3 fatty acids, pasture herbage

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
3. Literární rešerše .....	10
<b>3.1. Kvalita a vlastnosti masa.....</b>	<b>10</b>
3.1.1. Fyzikálně-chemické vlastnosti.....	10
3.1.2. Chemické vlastnosti.....	11
3.1.3. Senzorické vlastnosti .....	15
3.1.4. Mikrobiální vlastnosti.....	17
<b>3.2. Charakteristika genotypů kuřat chovaných pro výkrm .....</b>	<b>18</b>
3.2.1. Rychle rostoucí genotypy .....	18
3.2.2. Středně rostoucí genotypy .....	19
3.2.3. Pomalu rostoucí genotypy .....	20
<b>3.3. Pastva .....</b>	<b>21</b>
3.3.1. Vybavení pastevního výběhu.....	22
3.3.2. Enviromentální a ekonomické dopady .....	24
<b>3.4. Restrikce krmiva .....</b>	<b>25</b>
3.4.1. Restrikce a welfare .....	26
<b>3.5. Vliv pastvy na kvalitu masa .....</b>	<b>27</b>
3.5.1. Fyzikálně-chemické vlastnosti.....	27
3.5.2. Cholesterol a mastné kyseliny .....	27
3.5.3. Antioxidanty .....	28
3.5.4. Senzorické vlastnosti .....	29
3.5.5. Mikrobiální vlastnosti.....	30
<b>3.6. Vliv konzumace masa kuřat vykrmovaných na pastvě na lidské zdraví.....</b>	<b>31</b>
4. Metodika.....	33
4.1. Kuřata, ustájení a krmení .....	33
4.2. Fyzikální analýzy.....	34
4.3. Chemické analýzy .....	35
4.4. Senzorická analýza.....	37
4.5. Statistická analýza.....	37
5. Výsledky .....	38
5.1. Jatečný rozbor .....	38
5.2. Obsah karotenoidů a vitaminů a oxidační stabilita tuků v prsním svalstvu	40

<b>5.3. Koncentrace vybraných mastných kyselin .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4. Senzorické hodnocení kvality prsního svalstva .....</b>	<b>43</b>
<b>6. Diskuze.....</b>	<b>44</b>
<b>7. Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>8. Literatura.....</b>	<b>48</b>

## 1. Úvod

V současné době je pozornost spotřebitelů zaměřena na kvalitu výrobků. Roste poptávka po drůbežím mase s nižší intenzitou růstu. Tato kuřata se většinou používají k extenzivnímu výkrmu, který může zahrnovat volný výběh s pastevní vegetací. Přístup na pastvu může zajistit čerstvou trávu, jetele a byliny, stejně jako hmyz, který je ceněn z hlediska živin (bílkovin a tuků) a dalších prospěšných látek, jako je chitin nebo kyselina laurová, které stimulují přirozenou imunitu. Konzumace pastvy a druhová skladba rostlin může příznivě ovlivnit kvalitu masa kuřat chovaných ve volném výběhu. Pastva zejména zvyšuje obsah antioxidantů (vitaminů a karotenoidů) a minerálních látek (Sossidou et al. 2011; Dal Bosco et al. 2016). Dále lze tímto způsobem chovu zvýšit hladinu n-3 polynenasycených mastných kyselin v mase (Michalczuk et al. 2016) s potenciálními přínosy pro lidské zdraví, ale také silnějšími sklony k možné oxidaci a žluknutí. Vitamin E a další antioxidanty přítomné v pastevním porostu zvyšují oxidační stabilitu masa a prodlužují tak jeho trvanlivost a zachování jeho sensorických vlastností. Venkovní systémy s možností pastvy mohou přispět k welfare kuřat a také šetřit náklady na krmivo (Englmaierová et al. 2021).

Výběh s pastevní vegetací je nedílnou součástí i ekologické produkce, o kterou rovněž roste zájem ze strany spotřebitelů. V posledním desetiletí byl ve Spojených státech amerických zaznamenán u ekologického trhu nárůst o 20 % ročně (Fanatico et al. 2005). V Evropě je ekologická produkce drůbeže regulována různými národními a mezinárodními pravidly, které se týkají volby genotypu. Nařízení Rady ES 1804/99 a doporučení uvedené v práci Verhoog et al. (2004) navrhuje používat místní pomalu rostoucí a středně rychle rostoucí genotypy pro jejich vyšší aktivitu a schopnost využívat venkovní plochy a pastviny (Dal Bosco et al. 2012).

Příjem pastvy kuřaty závisí na genotypu kuřat, složení a dávkování krmné směsi. Pomalu rostoucí kuřata jsou aktivnější než rychle rostoucí kuřata a vykazují vysokou fyzickou aktivitu, a tedy i schopnost pastvy. Lorenz & Grashorn (2012) odhadli, že přibližně 10 až 15 % celkového příjmu krmiva může pocházet z pastvy kuřat.

Bohužel pomalu rostoucí kuřata vykazují velmi špatnou užitkovost a použití takových genotypů v komerční produkci by bylo nerentabilní. Jednou z možností by mohlo být vytvoření zkřížených linií schopných zvýšit živou hmotnost a účinnost krmiva a zároveň zachovat vhodné chování při pastvě. Možnost pastvy má relevantní účinky jak na kvalitu produktu, tak na zdraví zvířat. Zlepšuje oxidační stabilitu masa a hraje důležitou roli v imunitním systému kuřat. Z kvalitativního hlediska se očekává, že kuřata chovaná na pastvě budou spásat různé složení a množství píce, která by mohla změnit profil mastných kyselin v jejich mase a tím i zlepšit nutriční hodnotu masa (Dal Bosco et al. 2012).



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

Pastevní vegetace je bohatým zdrojem karotenoidů, vitaminů nebo n-3 polynenasycených mastných kyselin, a proto lze očekávat, že se tyto látky při výkrmu kuřat ve venkovních výbězích s možností pastvy uloží do masa a ovlivní tak jeho kvalitu. Vyšší schopnost pást se vykazují pomalu a středně rostoucí genotypy. Pro zvýšení spotřeby pastevní vegetace by mohla posloužit restrikce krmiva.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv restrikce při výkrmu středně rostoucích kuřat na podestýlce a v mobilních boxech umístěných na pastevním porostu na ukazatele kvality masa.

## 3. Literární rešerše

### 3.1. Kvalita a vlastnosti masa

Dvěma nejdůležitějšími jakostními znaky drůbežího masa jsou vzhled a struktura. Vzhled je rozhodující jak pro prvotní výběr výrobku spotřebitelem, tak pro konečnou spokojenost s výrobkem. Textura je nejdůležitější senzoricou vlastností ovlivňující konečné hodnocení kvality. Mezi kvalitativní znaky vzhledu patří barva kůže, barva masa, růžovost vařeného masa a vzhledové vady, jako jsou otlaky a krvácení. Vzhledem k tomu, že vzhled je pro výběr spotřebitele velmi důležitý, vynakládají producenti drůbeže velké úsilí na to, aby vyráběli produkty s barvou vhodnou pro daný trh a aby se vyhnuli vzhledovým vadám, které by negativně ovlivnily výběr produktu nebo jeho cenu (Fletcher 2017).

#### 3.1.1. Fyzikálně-chemické vlastnosti

##### 3.1.1.1. Vaznost masa

Vaznost vody se řadí mezi jednu z nejdůležitějších vlastností masa, jelikož je nezbytná pro přípravu křehkých, šťavnatých pokrmů a výrobě masných výrobků. Jedná se o schopnost masa vázat vodu přirozeně se vyskytující ve svalové tkáni, tak i vodu přidanou, která následně významně ovlivňuje kvalitu masa. Zejména při skladování a zpracování. Vaznost může být ovlivněna mnoha faktory, mezi které lze zařadit správné zacházení s masem, nebo přidání různých druhů přísad (např. polyfosfáty). Mnohé z těchto faktorů lze technologicky ovlivnit, a tak dosáhnout vysoké vaznosti masa (Pipek & Jirotková 2001).

Vaznost vody je vyjádřena jako podíl vody vázané (hydratační imobilizované) ku celkovému obsahu vody v mase. Volnou vodu obsaženou v mase lze vytěsnit pomocí mechanické a tepelné síly, ale vodu, která je vázaná mezi filamenty v myofibrilách, nelze vytěsnit, tudíž je její obsah poměrně stálý. Nejvyšší vaznost má maso po porážce. Následkem tvorby kyseliny mléčné a odbourávání ATP dochází k prudkému snížení pH, a tím ke snížení vaznosti vody. Vaznost vody je i ovlivněna řadou dalších fyzikálně-chemických vlastností. Jednou z nich je hodnota pH, která ovlivňuje disociaci funkčních skupin bílkovin. V izoelektrickém bodě (pH 5 – 5,3) je vaznost vody nejnižší. Přídavkem solí se zvyšuje iontová síla roztoku, a tím i vaznost vody v mase. Mezi další faktory patří posmrtné změny, kdy dochází k vytvoření aktomyosinového komplexu, čímž dochází ke snížení pH v mase. Dále vaznost vody ovlivňují dvojmocné kationty, které ovlivňují tvorbu právě aktomyosinového komplexu, a tím také snižují vaznost vody. Vaznost lze na druhou stranu zvýšit přidáním jiných bílkovin (hrachová, sójová, pšeničná). Avšak bílkoviny samy bobtnají, a tím zabraňují nadbytečnému vytěsnění vody z masa (Dal Bosco et al. 2021).

### 3.1.1.2. Hodnota pH

Pokles pH po porážce je jednou z nejdůležitějších vlastností při přeměně svaloviny na maso, protože má vliv na strukturu, barvu a vaznost masa (Devatkal et al. 2019).

Normální hodnoty konečného pH masa u brojlerových kuřat na úrovni prsního svalstva jsou přibližně 5,8 až 5,9. Čím více se pH odchyluje od této hodnoty, tím se vyskytuje více vad masa a snižuje se i výtěžnost (Qiao et al. 2001; Duclos et al. 2007).

Vady masa jsou úzce spojeny s odchylkami hodnot pH. Maso s vysokými hodnotami pH (>6,1) vykazuje fyzikálně – chemické vlastnosti, které vedou k DFD syndromu (maso je tmavé, suché a tuhé), zatímco maso s nízkou hodnotou pH (<5,7) je spojeno s kyselým masem, který se označuje jako syndrom PSE (maso je bledé, měkké a vodnaté) (Fletcher 2002; Woelfel et al. 2002). Výskyt těchto vad je úzce propojený právě s vazností vody a barvy masa, které ovlivňují celkovou kvalitu produktu.

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují pH drůbežního masa, ale tím nejvýznamnějším je předporážkový stres. Zvířata vystavená stresu před porážkou mají obvykle vysokou teplotu a rychlou glykolýzu (pokles pH). Dochází k nahromadění kyseliny mléčné a vyčerpání ATP. Kombinace těchto podmínek má za následek rychlou přeměnu svaloviny na maso a tím dochází k poškození svalových vláken (Shawkat et al. 2008).

## 3.1.2. Chemické vlastnosti

### 3.1.2.1. Cholesterola mastné kyseliny

Potraviny s vysokým obsahem cholesterolu, jako jsou vejce, mléko, maso a jejich zpracované výrobky, pokud jsou vystaveny působení vzduchu, vysokým teplotám, světlu, záření nebo jakékoli kombinaci těchto faktorů během zpracování nebo skladování, mohou představovat důležitý zdroj oxidů cholesterolu ve stravě (Baggio et al. 2002). Tyto sloučeniny mohou být spojeny se vznikem řady onemocnění, která mohou způsobit jejich nežádoucí biologické účinky, jako jsou aterogenní, mutagenní, karcinogenní a cytotoxické účinky a inhibice sterolů (Kinsella et al. 1990).

Obsah cholesterolu v syrovém a vařeném mase a drůbežích výrobcích se pohybuje od 40 do 90 mg/100 g. Obecně má syrové drůbeží maso přibližně 27 až 90 mg cholesterolu/100 g a vařené drůbeží maso obsahuje přibližně 59 až 154 mg/100 g. Obsah cholesterolu je závislý na oblasti, z které maso pochází a zda bylo mechanicky nebo ručně vykostěno. Všeobecně platí, že maso, které bylo vykostěno ručně a pochází z oblasti prsou, má nižší obsah cholesterolu (Dinh et al. 2011).

Přirozeně se vyskytující cis vícenenasycené mastné kyseliny, hlavně n-3, se považují za hypocholesterolemické, protože jsou v nich obsaženy látky snižující agregaci plaků, snižují množství triacylglyceridů a následně snižují riziko kardiovaskulárních onemocnění. Mastné kyseliny n-6 a n-3 jsou výchozími mastnými kyselinami pro tvorbu cholesterolu. Eikosanoidy vzniklé z n-6 mastných kyselin mají metabolické vlastnosti opačné než ty, které jsou odvozeny z n-3 mastných kyselin. Proto je vyvážený příjem n-6 a n-3 velmi důležitý (Simopoulos 2000).

Nasycené mastné kyseliny jsou považovány za hypercholesterolemické a v tomto ohledu jsou nejznepokojivější tyto mastné kyseliny: kyseliny myristová, laurová a palmitová. Z nenasyčených mastných kyselin jsou nejobávanější trans mastné kyseliny, které vznikají hlavně při zpracování a hydrogenaci tuků a olejů, ty si zaslouží zvláštní pozornost, protože jsou pokládány za více aterogenní než nasycené mastné kyseliny (Baggio et al. 2002).

Drůbež je považována za jeden z hlavních zdrojů polynenasycených mastných kyselin (PUFA), zejména n-3 PUFA (Heranto et al. 2018), které jsou jedním z nejdůležitějších faktorů určující kvalitu živočišných produktů. Tuky obsažené v drůbežím mase jsou biologicky dostupnější, než tuky z hovězího a vepřového masa (Aumaître 1999). Avšak i v drůbežím mase se obsah lipidů a složení svalové tkáně může výrazně lišit, a to přímo ovlivňuje oxidaci tuků při skladování. Oxidace PUFA zhoršuje barvu a chuť masa a je zodpovědná za jeho žluklou chuť, což snižuje kvalitu drůbežího masa (Adeyemi & Olorunsanya 2012). Ačkoli standardní drůbeží maso obsahuje nízké hladiny EPA (kyselina eikosapentaenová) a DHA (kyselina dokosaheptaenová), může jejich obsah ovlivnit několik faktorů, jako je pohlaví, krmivo, systém ustájení a genotypy (Arakawa & Sagai 1989). Genotyp je důležitým faktorem ovlivňujícím složení mastných kyselin v drůbežím mase, a to následovně: obvykle vyšší procento n-3 PUFA produkují pomalu rostoucí kuřata ve srovnání s rychle rostoucími (Mancinelli et al. 2021).

Složení lipidů ve svazech kuřat lze upravit pomocí doplňku antioxidantů (např. tokoferolů, lykopenů nebo Se-sloučenin) do krmné dávky, rostlinnými oleji a rybí moučkou nebo rybím tukem bohatým na dusíkaté látky a polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (Rozbicka-Wieczorek et al. 2014). Avšak při začlenění rostlinných olejů do stravy drůbeže, bylo zjištěno snížení kvality chuti v důsledku celkově větší náchylnosti k oxidaci lipidů v mase.

Pastva je dobrým zdrojem kyseliny  $\alpha$ -linolenové a konzumace pastevního porostu u přežvýkavců vede k vyššímu obsahu této mastné kyseliny v mase a zároveň snižuje poměr n-6/n-3 mastných kyselin, také poskytuje antioxidanty včetně vitaminu E, které udržují hladiny PUFA v mase a zabraňují oxidaci a zhoršení kvality během zpracování (Wood et al. 2004). Pastevní porost je tedy dobrým zdrojem tokoferolů a tokotrienolů, přírodních diterpenů s aktivitou vitaminu E, což je primární antioxidant rozpustný v tucích v biologických systémech. Je také známo, že tokotrienoly pomáhají snižovat hladiny cholesterolu v plazmě (Ponte et al. 2008a).

### 3.1.2.2. Antioxidanty

Antioxidanty se přidávají do čerstvého a zpracovaného masa a masných výrobků, aby zabránily oxidaci lipidů, zpomalily vývoj nežádoucích příchutí a zlepšily barevnou stálost. V potravinářském průmyslu je lze rozdělit na přírodní a syntetické antioxidanty. U syntetických antioxidantů je možný výskyt toxikologických a karcinogenních účinků. Potravinářský průmysl tak nyní volí přírodní produkty před syntetickými (Kumar et al. 2015; Englmaierová & Skřivan 2018).

### 3.1.2.3. Vitaminy

Vitaminy jsou prvky výživy, které jsou nezbytné pro základní činnosti, jako je vývoj, růst a metabolismus buněk. Kromě těchto konvenčních funkcí mají vitaminy A, D, E a C zásadní roli v normální funkci imunitního systému, protože je známo, že jejich nedostatek zhoršuje vrozené a adaptivní reakce hostitele. Suplementace těchto vitaminů drůbeži napomáhá imunitnímu systému v boji proti mikrobiálním patogenům a zároveň snižuje škodlivé účinky spojené se stresem a posiluje reakce na vakcíny (Shajadoost et al. 2021).

Vitamin A, který je důležitý pro udržení integrity epiteliálních buněk, přispívá k mnoha funkcím souvisejících s imunitou, jako je posílení slizniční imunity a snížení volných radikálů u kuřat. Vitamin D je také dobře známý pro své protizánětlivé účinky, protože snižuje hladinu prozánětlivých cytokinů, jako je interleukin a interferon v lidských T buňkách (Khan et al. 2012). Vitamin E vyvolává silné antioxidační a protizánětlivé účinky a také zvyšuje počet a funkčnost buněk imunitního systému a stimuluje uvolňování protilátek v reakci na očkování kuřat. V drůbežím masu hraje nezastupitelnou roli jako antioxidant a chrání mastné kyseliny před oxidací. Vitamin C je dobře známý pro své antioxidační a protizánětlivé účinky, díky čemuž je prospěšný v případech oxidačního stresu, infekcí a zánětů u kuřat (El-Senousey et al. 2018). Obsah vitamínu C je v masu všeobecně nízký. V kuřecím masu se jeho obsah pohybuje od 0,20 do 2,5 mg/100g svaloviny. Množství lipofilních vitaminů je závislé na tom, z které části těla maso pochází. Se zvyšujícím se podílem tuku ve svalovině roste obsah lipofilních vitaminů. V čisté svalovině se nachází zhruba 0,21 mg/100 g vitamínu E a 0,002 mg/100 g vitamínu D (Shajadoost et al. 2021).

Kuřecí maso je zejména dobrým zdrojem vitaminů ze skupiny B. Obsahuje vitamin B3 (niacin), vitamin B5 (kyselina pantotenová), vitamin B6 (pyridoxin) a vitamin B12 (kobalamin), který se vyskytuje především v produktech živočišného původu. V čisté svalovině kuřecího masa se nachází 0,09 mg/100 g riboflavinu, 0,81 mg/100 g pyridoxinu, 9,6 mg/100 g niacinu (Kubcová-Beránková 2009). Tyto vitaminy jsou nezbytné pro správné fungování základních fyziologických a metabolických funkcí v organismu (Schüep & Rettenmaier 1994).

#### 3.1.2.4. Karotenoidy

Karotenoidy jsou jedním z nejrozšířenějších a všudypřítomných pigmentů rozpustných v tučích, které produkují širokou škálu barev. Univerzálně se vyskytují v různých rostlinách, mikrořasách, bakteriích a houbách. V poslední době se výrazně zvýšil zájem o použití karotenoidů jako krmných složek kvůli jejich bioaktivním a zdraví prospěšným vlastnostem. Doplnění stravy o karotenoidy nejen zlepšuje produkční výkonnost a zdraví drůbeže, ale také zlepšuje kvalitu vajec a masa. Obsah karotenoidů je obdobně jako vitaminy závislý na obsahu tuku v mase, jelikož se jedná o lipofilní barviva, čímž následně ovlivňují barvu masa a kůže. V čisté svalovině kuřecího masa se nachází zhruba 0,03 mg/100 g karotenoidů (Nabi et al. 2020). Karotenoidy se také přidávají do krmné dávky kuřat, aby zlepšily senzorické vlastnosti masa. Zejména se jedná o barvu masa, kdy mu dodávají zlatavou barvu. Lutein (3,3'-dihydroxy- $\alpha$ -karoten) a zeaxantin (3,3'-dihydroxy- $\beta$ -karoten) jsou dva hlavní pigmentové oxykarotenoidy, jsou rostlinného původu a mají žlutooranžovou barvu (Kerry et al. 2000). Kuřata, která byla krmena krmnou dávkou obohacenou o xantofyly obsahovala v prsní svalovině 4,3 mg/100 g luteinu a 0,83 mg/100 g zeaxantinu (Pérez-Vendrellet al. 2001). Množství těchto karotenoidů v kuřecím mase je důležité pro lidskou výživu, jelikož se ukládají v oční sítnici, a tak ji chrání před jejím poškozením a šedým zákallem (Skřivan et al. 2015a).

Lykopen je přírodní karotenoid, který se nachází především v rajčatech a jejich produktech. Lipofilní frakce extrahované z rajčat jsou směsí různých sloučenin, včetně lykopenu,  $\beta$ -karotenu, luteinu,  $\alpha$ -tokoferolu, vitamínu C a kyseliny listové. Kvůli vysokému obsahu lykopenu a dalších biologicky aktivních sloučenin, byla rajčata považována za funkční potravinu (Abushita et al. 2000; Lin et al. 2014). Lykopen je nejsilnější antioxidant ze všech karotenoidů a podílí se na vytváření antioxidantní bariéry v lidském těle. Zabraňuje kardiovaskulárním onemocněním, rakovině, a to zejména prostaty a děložního čípku. Snižuje hladinu LDL cholesterolu a snižuje výskyt aterosklerózy (Lin et al. 2014). Na druhou stranu přídavek lykopenu k vitamínu E snižoval obsah toho vitamínu, ale naopak zvyšoval obsah vitamínu A v mase (Skřivan et al. 2015b).

Alfa-karoten a  $\beta$ -karoten jsou v zásadě považovány za prekurzory vitamínu A. Aktivita provitaminu A je schopnost přírodních karotenoidů tvořit retinol (vitamin A) působením enzymu dioxygenázy (Lintig & Vogt 2000). Jakýkoli pigment obsahující ve své struktuře alespoň jeden nezměněný  $\beta$ -iononový kruh lze považovat za karotenoid provitaminu A (Send & Sundholm 2007).

### 3.1.3. Senzorické vlastnosti

Lipidy, bílkoviny a další složky potravin, jako jsou hemové pigmenty, jsou oxidovány během zpracování, skladování a kulinářské přípravy potravin a drůbežích výrobků, což způsobuje změny jejich sensorických vlastností a nutriční hodnoty (Carvalho et al. 2017).

#### 3.1.3.1. Barva masa

Barva je důležitá jak pro výběr konečným spotřebitelem, tak i při rozhodování o uvedení výrobku na trh. Oxidace pigmentů vede k barevným modifikacím (Estévez 2015). Barva drůbežního masa závisí na koncentraci myoglobinu a chemickém stavu, přičemž je ovlivněna řadou faktorů, jako je stáří ptáků, pohlaví, genetický původ, výživa, intramuskulární tuk, vlhkost masa, podmínky před porážkou a konečné zpracování masa (Fletcher 2002).

Přeměna svaloviny na maso zahrnuje řadu chemických a biochemických kroků, které ovlivňují barvu drůbežního masa. Barva drůbežního masa závisí zejména na koncentraci a chemickém stavu masných pigmentů, zejména: myoglobinu, hemoglobinu, cytochromu C a jejich derivátů, přítomnosti ligandů, které tvoří komplexy. Fyzikální vlastnosti masa, jako je rozptyl a absorpce světla, mají rovněž vliv na barevnou dispozici (Carvalho et al. 2017).

Jak bylo uvedeno, myoglobin je hlavním nositelem zbarvení masa. Je tvořen polypeptidovým řetězcem, globinem a obsahuje četné histidinové zbytky. Obsahuje také prostetickou skupinu, která se nachází uvnitř hemu (hydrofobní části). Globinový řetězec propůjčuje hemu rozpustnost ve vodě a chráního před poškozením, proto si protein může zachovat svoji funkčnost (Mancini & Hunt 2005). Ve svalech plní myoglobin funkci při transportu kyslíku, což umožňuje udržovat fyziologické funkce. Dále plní úlohu hlavního pigmentu a to tak, že je schopen absorbovat viditelné světlo. Barva čerstvého masa je definována relativním množstvím čtyř redoxních myoglobinů, mezi které patří: deoxymyoglobin, oxymyoglobin, karboxymyoglobin a metmyoglobin. Oxymyoglobin a karboxymyoglobin poskytují třešňově červenou barvu, deoxymyoglobin dává masu až purpurově červenou barvu (Cornforth & Hunt 2008). Hnědá barva masa vzniká při oxidační přeměně železnatého kationtu na železitý. S tímto jevem se lze nejčastěji setkat při tepelné úpravě, kdy dochází ke změně barvy masa.

### 3.1.3.2. Chut' a vůně masa

Chut' a vůně určují chování spotřebitelů při nákupu masa a jejich preference. Předpokládá se, že chut' kuřecího masa je ovlivněna řadou předporážkových a porážkových faktorů, včetně plemene, krmiva, porážkového stárnutí, způsobem tepelné úpravy atd. Kromě toho je kuřecí maso náchylnější ke zhoršení kvality zejména v důsledku oxidace lipidů s následnými nepříjemnými příchutěmi a aromaty (Jayasena et al. 2013; Carvalho et al. 2017).

Během skladování v chladu se koncentrace metabolitů v mase rychle mění. Odbourávání adenosintrifosfátu (ATP), příbuzných chuťových nukleotidů a potenciálních redukčních fosforylovaných cukrů bylo považováno za podmínku pro tvorbu chuti (Aliani et al. 2013). Posmrtné změny ve svalu včetně degradace cytoskeletálních bílkovin také určují následnou přeměnu masa a vznik charakteristické chuti (Qian et al. 2020). Výslednou chut' dále ovlivňují faktory, jako je teplota, doba a nástroje pro vaření.

Hlavní prekurzory chuti, které se vyskytují v kuřecím mase jsou složky rozpustné ve vodě (volné aminokyseliny, 5'-nukleotidy, nízkomolekulární peptidy, anorganické soli a metabolity nukleových kyselin) a lipidy (intramuskulární tuk). Látky rozpustné ve vodě, včetně chuťových nukleotidů a některých volných aminokyselin jsou zodpovědné za chut' umami kuřecího masa. Byly identifikovány těkavé sloučeniny, včetně 2-methyl-3-furanthiolu, 2-furfurylthiolu, methionolu, 2,4,5-trimethyl-thiazolu, nonanolu, 2-trans-nonenalu a dalších sloučenin, které jsou důležité pro chut' kuřete. Za nejdůležitější chemickou sloučeninu pro rozvoj chuti kuřete se však považuje 2-methyl-3-furanthiol (Jayasena et al. 2013). Předpokládá se, že hlavní příčinou zhoršení chuti v kuřecích výrobcích je nedostatek  $\alpha$ -tokoferolu v kuřecím mase (Choe et al. 2010).

V mase se vyskytuje až 500 těkavých látek, které jsou zodpovědné za charakteristickou vůni kuřecího masa. Oxidace lipidů a řada komplexních biochemických reakcí jsou základem tvorby charakteristického aroma kuřecího masa. Zhang et al. (2018) ve svém výzkumu zjistili, že nejsilnějšími pachovými látkami ve vzorcích masa byl 1-okten-3-on, (E, E) -2,4-dekadienal a (E, Z)-2,6-nonadienal. Prostřednictvím analýz bylo zjištěno, že heptanal, benzaldehyd, (Z)-2-decenal, (E, E) -2,4-dekadienal, 1-pentanol, 2-undekanon, 2-pentyl-furan také přispívají k charakteristickému aromatu (Xu et al. 2021).

### 3.1.3.3. Textura a křehkost masa

Textura (křehkost) masa je jednou z nejdůležitějších organoleptických vlastností ovlivňující přijatelnost a spokojenost spotřebitelů s masnými výrobky, a také ovlivňuje budoucí rozhodnutí o opakovaném nákupu (Miller et al. 2001). Křehkost masa je ovlivněna typem ztuhlosti, stárnutím, chlazením, zmrazováním a způsobem skladování (O'Sullivan 2017).



Křehkost je důsledkem postmortálních fyzikálně-chemických a biochemických změn ve svalovině, které působí především na myofibrilární strukturu. Po porážce je svalovina stále roztažná a pružná až do nástupu ztuhlosti, kdy dochází ke snížení energie až k jejímu úplnému vyčerpání (Aberle et al. 2001). Vznik ztuhlosti je způsoben tvorbou nevratného aktomyozinového komplexu ve svalu, což vede ke zkrácení délky sarkomer. Zkrácení sarkomer během *rigor mortis* způsobuje ztuhnutí svalu na začátku posmrtného procesu. Brzy po ukončení ztuhlosti začíná proces křehnutí a vede k postupnému snižování houževnatosti svalu. Doba potřebná k dosažení maximální křehlosti, se značně liší mezi jednotlivými druhy zvířat. Panuje všeobecná shoda, že proteolytické enzymatické systémy jsou zodpovědné za postupující proces křehnutí v mase (Min & Ahn 2012). Při zrání masa se uplatňují čtyři proteolytické enzymatické systémy (katepsiny, kaplainsy, proteazomy a kaspázy), které odbourávají myofibrilární proteiny a mají tak vliv na křehkost masa (Kameník 2016).

Proteolytická degradace myofibrilárních a cytoskeletálních proteinů, jako jsou desmin, vinkulin, nebulin, titin, dystrofin a troponin-T, způsobuje ztrátu strukturální integrity myofibril, čímž se zvyšuje křehkost masa (Koochmarai et al. 2002). Etherový extrakt také může zvýšit šťavnatost a jemnost masa.

Vliv na křehkost masa mají svalová vlákna, kdy natažená svalovina, která má delší sarkomery zvyšuje křehkost masa. Velikost svalových vláken je ovlivněna genotypem, kdy vyšší hodnoty tloušťky bílých svalových vláken mají pozitivní vliv na křehkost masa, ale negativní vliv na jeho šťavnatost (Englmaierová et al. 2017). Při skladování v podmínkách, kde je vysoký obsah kyslíku, klesá křehkost a šťavnatost masa v důsledku oxidačních reakcí (O'Sullivan 2017).

### **3.1.4. Mikrobiální vlastnosti**

Maso a masné výrobky hostí bakterie, které se mohou během skladování množit. Mezi nimi mohou patogenní, kazící nebo prospěšné bakterie vyvíjet různé aktivity, které mohou ovlivnit nutriční a bezpečnostní vlastnosti masa. Degradace složek masa a produkce metabolitů může skutečně poskytnout živiny důležité pro nutriční kvalitu masa, ale může také vést k přítomnosti nežádoucích molekul, jako jsou například biogenní aminy (Zagorec & Champomier-Vergès 2022). Rovněž se zde uvažuje o rostoucím problému antimikrobiální rezistence mezi patogeny spojenými s drůbeží (Mead 2004).

Maso je vhodný substrát pro množení různých patogenních mikroorganismů, jelikož je bohaté na živiny, má vysoký obsah vody a pro mikroorganismy má vhodné pH prostředí. Při vyhovujících teplotách se mikroorganismy v mase rychle množí a svojí proteolytickou, sacharolytickou a lipolytickou činností způsobují jeho kažení, které má vliv na sensorické změny a nutriční hodnoty (Gill 2003).

#### 3.1.4.1. Primární kontaminace

K primární kontaminaci masa dochází za života zvířete. Jedná se především o infekci virulentními patogenními mikroby. Mezi které se řadí např. mikroorganismy rodu *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Clostridium* a *Staphylococcus*. Do organismu zvířete se dostávají skrze kontaminaci střevní mikroflóry potravou, otevřené rány, nebo mikrobiální kontaminací (Mead 2004).

#### 3.1.4.2. Sekundární kontaminace

Po smrti zvířete při jatečném zpracování, bourání, nebo další manipulaci s masem může dojít k sekundární kontaminaci. Toto je však hlídáno normami, vyhláškami a pravidelnými kontrolami, které mají za účel zajistit bezpečnost a zdravotní nezávadnost potravin, a tak chránit spotřebitele před možným rizikem při styku s potravinou. Avšak sám spotřebitel musí dbát zásadních hygienických postupů při úpravě a zpracování masa, jelikož každý syrový výrobek je zdrojem kontaminace a může být původcem alimentárních onemocnění. Problémem je také křížová kontaminace, kdy může dojít ke kontaminaci zdravotně nezávadné potravinou skrze různá zařízení, nástroje, nebo prostřednictvím špatné hygieny (Heranto et al. 2018).

### 3.2. Charakteristika genotypů kuřat chovaných pro výkrm

Produkce drůbeže je založena na systémech intenzivního chovu využívajících rychle rostoucí genetické linie s vysokou výtěžností prsního svalstva, které poskytují produkty stále kvality (Petracci et al. 2014). Spotřebitelé oceňují uspokojivé sensorické a nutriční vlastnosti drůbežního masa, ale stále více se obávají intenzivních výrobních systémů.

Rozlišují se tři základní genotypy brojlerových kuřat. Rychle rostoucí kuřata mají denní přírůstek větší než 35 g za den, zatímco pomalu rostoucí kuřata mají maximální denní přírůstek za den menší než 20 g. Středně rostoucí kuřata se vyznačují mírným denním přírůstkem hmotnosti od 20 do 35 g za den (Dal Bosco et al. 2012).

Genotyp kuřat tudíž hraje zásadní roli v produktivitě kuřat a krmná strategie může ovlivnit celkovou produkci (Tůmová et al. 2021). Chov brojlerových kuřat se liší podle jejich genotypu, který může mít značný vliv na rozdíly v kvalitě masa. Například zvýšená aktivita zvířat může změnit množství svalového tuku a barvu (Almasi et al. 2015).

#### 3.2.1. Rychle rostoucí genotypy

V posledních letech došlo k výraznému nárůstu poptávky po drůbežím mase kvůli jeho nízké ceně, dobrému nutričnímu profilu a vhodnosti pro další zpracování. Tato rostoucí poptávka vedla k postupnému zlepšování genetické selekce a k produkci rychle rostoucích brojlerů, avšak to vedlo k výskytu několika spontánních idiopatických svalových abnormalit spolu se zvýšenou náchylností ke stresem vyvolané myopatii (Petracci et al. 2014).

Existují však negativní důsledky při výběru kuřat pro intenzivní růst. Rychle rostoucí kuřata mohou být náchylná k syndromu náhlé smrti, ascitu a poškození nohou a kardiovaskulárním poruchám. Dalším potenciálním nepříznivým účinkem selekce na rychlost růstu je nižší kvalita masa a zvýšené riziko svalových abnormalit, jako je bledé, měkké a exsudativní maso, obří svalová vlákna, „woodenbreast“ a bílé pruhy na prsním svalstvu (Soglia et al. 2016). Rychle rostoucí genotypy vykazují nižší obsah bílkovin v mase než pomalu rostoucí genotypy, což může souviset s věkem při porážce, jelikož obsah bílkovin roste se stárnutím zvířete (Chodová et al. 2021).

Porážková hmotnost rychle rostoucích hybridů jsou přibližně 2 kg, kterých dosáhnou za 32 dnů. Rychlý nárůst hmotnosti je jistě nepřirozený, typickému čistému plemeni obvykle trvá asi 20 týdnů, než dosáhne požadované hmotnosti. Rychlý nárůst svalové hmoty kuřata zatěžuje, tudíž jsou méně aktivní než pomalu rostoucí kuřata. Aby byl naplno využit genetický potenciál, je důležité zajistit kromě dostatku vody a výživy, která je často obohacená o vitaminy a kokcidiostatika i vnější faktory. Nejdůležitějším z nich je osvětlení, teplota, hustota osazení a větrání (Daniels 2014).

#### 3.2.1.1. Coob 500

Hybrid Coob 500 je efektivní řada masných kuřat. Byl vyšlechtěn na bázi selektovaných linií Kornišky a Plymutky firmou Coob. Inc. v USA ve státě Massachusetts a je výhradně chován společností Coob-Vantress INC. Od roku 1977 se začal hybrid chovat pro masný průmysl. Tito brojleři mají bílou barvu opeření, rychle rostou a mají poklidný temperament (Žatko & Malík 1982). Cobb 500 dosahuje vysokých denních přírůstků při použití levnějších krmiv s nižšími hladinami živin, čímž je možné dosáhnout nižších nákladů na kilogram hmotnosti. Ve srovnání s ostatními kříženci mají brojleři Cobb 500 vyšší produktivitu a kratší dobu výkrmu. Za 30 dní je průměrná hmotnost 2,0 kg (Cobb-Vantress 2022).

#### 3.2.1.2. Ross 308

Ross je dalším výkonným brojlerem. Ross byl vyšlechtěn anglickou firmou Ross a od 70. let je u nás používán na produkci kuřecího masa. Vyznačuje se dobrou výkoností a má příznivé jatečné a ekonomické ukazatele (Žatko & Malík 1982). Má válcovitý tvar těla s bílou barvou opeření a dobrou tělesnou konfiguraci. Charakteristické znaky pro hybrida Ross je především rychlý růst, nízká konverze krmiva a vysoká výtěžnost. Ve 32 dnech hybridi dosahují hmotnosti přibližně 2 kg s konverzí krmiva 1,4 kg na 1 kg živé hmotnosti (Aviagen 2016).

### 3.2.2. Středně rostoucí genotypy

Kuřata se střední intenzitou růstu jsou vitální, odolná a schopná se přizpůsobit venkovním podmínkám. Jsou tedy vhodná pro chov ve volném výběhu (Almasi et al. 2015). Avšak jsou mnohdy chovaná i volně v halách.

### 3.2.2.1. Hubbard JA 757

Kuřata Hubbard JA 757 jsou původem z Francie. Jejich rodičovský chov v České republice provozuje MTD Ústrašice. Délka výkrmu se pohybuje okolo 49 dnů a porážková hmotnost činí 2,1 kg. Vyznačují se pevnější svalovinou a výraznými chuťovými vlastnostmi. Kuřata se vyznačují rychlým růstem, bílým opeřením a velmi dobrým osvalením. Jsou využívána pro extenzivní výkrm v klecích nebo halách, tak i pro ekologický chov (Englmaierová 2019).

### 3.2.3. Pomalu rostoucí genotypy

Pomalu rostoucí brojleři nabízejí diferenciaci na trhu s kuřecím masem pro spotřebitele, kteří mají odlišné preference na základě vnímání vyšších indexů welfare a ochoty zaplatit za produkt vyšší cenu (Singh et al. 2021). Rozšíření pomalu rostoucích plemen brojlerů lze přičíst vlastnostem, které naznačují lepší welfare, jako je lepší zdraví běháků, adaptabilita na různé podmínky chovu a nižší úhyn (Wilhelmsson et al. 2019). Některé studie zjistily, že pomalu rostoucí brojleři jsou vhodné pro chov ve volném výběhu, nebo na pastvě, mají lepší kvalitu masa, nižší požadavky na živiny a náklady na chov (Attia et al. 2017; Englmaierová et al. 2021).

Pomalu rostoucí genotypy mají vyšší příjem krmiva, a tudíž vysokou konverzi krmiva, což zvyšuje ekonomické náklady pro chov. Jsou aktivnější, robustnější a často mají barevné peří. Pokud jsou chovány v rámci ekologického chovu je stanovený minimální věk při porážce (81 dní). Pokud není tento limit dodržen, nelze chov považovat za ekologický (Kaspříková 2007; Englmaierová et al. 2021). Hybridi s nižší intenzitou růstu dosahují za standardních podmínek hmotnost 2 kg ve věku 56 dní. Udává se, že tato kuřata mají obecně menší podíl prsní svaloviny, vyšší podíl stehen a křídel v porovnání s rychle rostoucími protějšky (Rayner et al. 2020). Prsní maso pomalu rostoucích hybridů obsahuje významně více bílkovin a méně intramuskulárního tuku, proto je i v současné době preferováno spotřebiteli.

Maso pomalu rostoucích genotypů ve srovnání s komerčními genotypy se vyznačuje vysokou koncentrací celkových PUFA, a to jak v celkovém obsahu, tak v různých frakcích (n-3 a n-6). Příjem pastvy zvyšuje příjem  $\alpha$ -linolenové mastné kyseliny, antioxidantů a fytoestrogenů. Dále se uvádí, že linolová mastná kyselina moduluje estrogenové receptory a konverzi na n-3 PUFA s delším řetězcem (Dal Bosco et al. 2012). Pomalu rostoucí kuřata chovaná na pastvě také vykazují vyšší obsah vitaminů a karotenoidů v masu. Na druhou stranu Debut et al. (2003) ve své studii uvádí, že pomalu rostoucí kuřata se hůře vypořádala s manipulací a transportem před porážkou než rychle rostoucí, což mělo za následek zrychlenou posmrtnou glykolýzu a snížení kvality masa.

### 3.2.3.1. Dominant

Finální hybridi Dominant jsou šlechtěni v České republice společností Dominant Genetika s.r.o. a patří mezi hybridy s kombinovanou užitkovostí. Společnost vyšlechtila více genotypů, které se liší barvou opeřením, tak i užitkovými vlastnostmi. Zejména jsou vyznačovány vysokou imunitou, adaptací na vnější faktory a nenáročností. Hmotnost jedince ve věku 5 měsíců činí přibližně 2,5 kg (LaGuardia 2021).

### 3.2.3.2. CobbSasso 150

CobbSasso je vhodnou volbou pro spotřebitele, kteří se zajímají o pomaleji rostoucí barevné kuře. Robustnost, zdraví a pohoda brojlerů se ideálně hodí pro tradiční volný výběh a ekologické zemědělství, stejně jako pro méně intenzivní produkci v halách. Spáření rustikální hnědé samice a bílého samce dává brojlerovi charakteristický vzhled a vynikající růstovou výkonnost.

Jak už bylo zmíněno hybrid CobbSasso se dá chovat v mnoha systémech ustájení. Ve vnitřních prostorách po dobu 49 dnů, pro volný chov více než 56 dní a pro ekologický systém více jak 70 dní. Mají vysokou kvalitu jatečně upraveného těla s dobrou zmasilostí a vysokou jatečnou hmotností (Cobb-Vantress 2022).

## 3.3. Pastva

V posledních letech roste poptávka spotřebitelů po drůbeži z volného výběhu a ekologického chovu. Mnoho chovatelů využívá alternativní systémy, včetně hal s venkovním výběhem a menších přenosných boxů, které lze otáčet na pastvině. „Drůbež na pastvě“ označuje rozsáhlý výrobní systém, ve kterém se ohrádky nebo přístřešky často přesouvají, aby byl umožněn pravidelný přístup k čerstvé píce. Mnoho alternativních produkčních systémů zahrnuje venkovní přístup, ale ne vždy je možno pastevní porost plně využít kvůli sezónním změnám (Woo-Ming et al. 2018).

Při stanovování norem pro hospodářská zvířata jsou hlavním zájmem dobré životní podmínky zvířat. Z praktického hlediska je účelem zajistit zvířeti tzv. pět svobod (welfare hospodářských zvířat). Drůbež chovaná na pastvinách je obecně vnímána jako drůbež šetrná k dobrým životním podmínkám, a proto by měla splňovat všech pět svobod. Přístup do venkovního prostředí poskytuje ptákům dostatek prostoru, čerstvého vzduchu, přímého slunečního světla a umožňuje jim projevit přirozené chování jako je: popelení, hrabání, hledání potravy, běhání, létání atd. a může také poskytovat prospěšné živiny z píce (Sossidou et al. 2011). Pastevní systém chovu kuřat je založený na pomalu (nebo středně pomalu až pomalu) rostoucím genotypu, který je dobře přizpůsoben chovu mimo halu (Skřivan et al. 2015b).

Pastva je vhodným zdrojem několika bioaktivních sloučenin (např. PUFA, vitaminů a pigmentů), které pozitivně ovlivňují vlastnosti masa a mohou následně ovlivnit snížení rizika vzniku civilizačních onemocnění u lidí (Englmaierová et al. 2017).

Oxidace masa může být při příjmu trávy nízká, protože zelená píce má vysoké hladiny tokoferolů a tokotrienolů (Kerry et al. 2000), karotenoidů, vitaminu C a polyfenolů (Sossidou et al. 2011; Mugnai et al. 2013). Violaxantin je dle studie Dal Bosco et al. (2016) nejvíce zastoupený karotenoid na pastvě, následovaný  $\beta$ -karotenem a luteinem, zatímco krmivo pro drůbež obsahuje hlavně zeaxantin a lutein. Dal Bosco et al. (2016) ve svém výzkumu dále zjistili, že celkový obsah karotenoidů byl téměř šestkrát vyšší ve vzorcích pastevního porostu ve srovnání s krmivem. Pastva má také vyšší obsah tokoferolů, tokotrienolů (hlavně  $\alpha$ -tokoferolu,  $\alpha$ -tokotrienolu a  $\beta$ + $\gamma$ -tokotrienolu), chlorofylu a flavonoidů oproti krmivu. Obsah polynenasycených mastných kyselin z řady n-3 je vyšší v pastevním porostu než v komerčním krmivu, zatímco obsah n-6 je vyšší v krmivu.

Nevýhodou chovu kuřat na pastvě může být znehodnocení půdy na pozemku, pokud není výběh po určitých časových intervalech přemístěn. Následkem dochází k vyčerpání píce, čímž i k omezenému přístupu k prospěšným živinám. Dále dochází k nahromadění exkrementů, a tím se i zvyšuje riziko vzniku onemocnění a parazitárních nákaz. Mezi další problém vyskytující se ve volném chovu kuřat patří klovaní peří. Zejména k němu dochází, pokud se velké množství kuřat vyskytuje v malém prostoru. Proto jsou kuřatům často kauterizovány zobáky, to ale na druhou stranu omezuje zvířeti projevovat své přirozené chování při hledání potravy. Také dochází k častějšímu výskytu zlomenin kostí oproti klecovému chovu. Některé studie prokázaly i vyšší úhyn při chovu kuřat na pastvě, než v klecových chovech (Sossidou et al. 2011). Vysoký úhyn může být důsledkem mnoha různých faktorů: riziko predace a udušení zvířat. Pohyb kuřat ve venkovním prostoru zvyšuje i endo-parazitární napadení. Především se jedná o *Pasteurella multocida*, *Escherichia coli*, *Brachyspira* a *Histomonas meleagridis*. Kuřata jsou také vystavována poměrně častému riziku onemocnění ptačí chřipky, která je způsobena chřipkovými viry typu A. Poměrně častým problémem je tzv. "kontaktní dermatitida", která způsobuje záněty kůže na úrovni hlezna, v prsní krajině a na nášlapných plochách běháků (Pagazaurtundua & Warriss 2006).

### 3.3.1. Vybavení pastevního výběhu

Zařízení na pastvě musí kuřatům poskytnout zdroj potravy, vody, stínu a úkrytů. Jako úkryt, nebo zdroj stínu může posloužit vysoká tráva, keře a stromy. Při zřizování pastevního výběhu je tedy důležité se zaměřit na tyto body, které zajistí delší setrvání kuřat ve výběhu a jejich pobyt v odlehlejších částech výběhu (Englmaierová 2019).

Kuřata chovaná na pastvě mohou být vystavena rizikům predátorů, ať už se jedná o dravce, lišky, nebo psy, které kuřata napadají. Nemusí často jít o zdroj potravy, ale také tito predátoři mohou způsobit paniku u drůbeže, a tak i zvýšit další ztráty. Proto je důležité zvolit vhodné oplocení a místo pastvy, tak aby nebyla v blízkosti lesa, stromů či keřů. Důležitá je také rotace pastevního systému, která umožňuje obnovu porostu po spasení a snižuje výskyt patogenů. Nejčastěji se provádí přesunem boxů, nebo kuřat do nového prostoru. Rotace by měla být prováděna minimálně každé dva nebo tři měsíce. Pokud se drůbež nepřemísťuje z jednoho výběhu do druhého dostatečně často, ničí drůbeží exkrementy zeleň. Častá rotace ale naopak obohacuje půdu živinami (i když nerovnoměrně). Dlouhodobá pastva kuřat může neúměrně zvýšit koncentraci fosforu v půdě (Skřivan et al. 2015a).

Hustota venkovního osazení a velikost skupiny by měly být vyvážené s ohledem na typ půdy, růst travního porostu, vliv na životní prostředí a zdraví a dobré životní podmínky kuřat. Sossidou et al. (2015) uvádí, že venkovní plocha by měla činit 4 m<sup>2</sup>/kuře. Pro pastevní chov kuřat jsou vhodné přístřešky správně rozmístěné na pastvě, popřípadě systém chovu kuřat v mobilních boxech bez podlahy (Englmaierová 2019). Mobilní boxy, jak popisuje ve své studii Eleroglu et al. (2013), jsou vhodné jak pro ochranu drůbeže, tak pro jejich krmení a pastvu. Ve svém výzkumu využili pastvu o rozloze 100 m<sup>2</sup>, přičemž použili mobilní kotce pro kuřata (1,5 m × 1,5 m), kdy každá jednotka kotce obsahovala 20 kuřat s hustotou osazení 10 kuřat na m<sup>2</sup>. Englmaierová et al. (2021) ve svém výzkumu použili mobilní boxy bez podlahy s hustotou osazení 0,154 m<sup>2</sup> na kuře o rozměrech 3,0 × 3,6 × 0,6 m, kdy celková plocha činila 10,8 m<sup>2</sup>.

Pastva je důležitým zdrojem potravy, ale nahradí pouze 10-15 % živin z krmné směsi. Úroveň restrikce se liší podle mnoha faktorů, ať už jde o genotyp, stáří a kvalitu porostu (Lorenz & Grashorn 2012). Obecně platí, že starý porost je pro kuřata špatně stravitelný, proto je důležité jim poskytnout čerstvou píci. Vysoká tráva také není vhodná, jelikož se v ní vyskytuje vyšší množství parazitů a zadržuje vlhkost, navíc může být zachycena v trávicím traktu kuřat a způsobit jim tak trávicí problémy. Pastevní porost je nejen bohatý na různé traviny, jeteloviny a byliny, ale je i dobrým zdrojem hmyzu, který je zdrojem minerálů, bílkovin, vitaminů a mastných kyselin. Hmyz obsahuje chitin a antimikrobiální látky, které zvyšují obranyschopnost organismu. Pastevní porost se během roku mění, proto je nutné brát složení pastvy v úvahu a přizpůsobit tomu tak krmnou směs (Englmaierová & Skřivan 2018).

Chov kuřat na pastvě je náročný na práci a složitý kvůli nekontrolovatelnému chovu. Hlavním problémem takto chovaných kuřat jsou vnější podmínky. Hlavní proměnnou mohou být povětrnostní podmínky, které mohou šířit nákazy různého původu. Nejnáročnější období je na přelomu jara a léta, kdy jsou aktivní komáři a mouchy jako přenašeči různých chorob. Stojatá voda a nedostatečně zařízený odtok vody po silných deštích, také zvyšují riziko možné nákazy. Proto je nezbytné nastavit dobré pastevní hospodaření, tak aby byla zachována vysoká úroveň zdraví a pohody kuřat (Sossidou et al. 2011).

### 3.3.2. Enviromentální a ekonomické dopady

Podle politiky EU se jedná o udržitelný systém živočišné výroby, který dobře integruje s ostatními zemědělskými podniky a má environmentální, ekonomické a sociální přínosy pro zemědělce i společnost. Počet ekologicky chovaných hospodářských zvířat se v posledním desetiletí zvýšil a očekává se, že trh s ekologickými masnými výrobky výrazně poroste (Castellini & Dal Bosco 2017).

Studie prokázaly, že chov kuřat na pastvě má značné výhody. Kuřata chovaná na pastvě mohou regulovat výskyt škůdců a plevelu. Jak už bylo zmíněno, drůbeží exkrementy obohacují půdu o živiny. Na leteckém snímku uvedeném níže je patrný tmavší odstín zelené v místech, kde byly posunovány mobilní boxy s kuřaty oproti okolní ploše. Pastvina se nachází v Netlukách (fotografie 1).



**Fotografie 1.** Obohacení půdy o živiny

[<https://mapy.cz>]

Zároveň vlivem hrabání obracejí půdu a míchají trus do zeminy, čímž zvyšují organickou hmotu a zlepšují úrodnost půdy (Sossidou et al. 2011). Avšak v nadměrném množství působí trus jako znečišťující látka, která vyplavuje dusík a fosfor do půdy, povrchových a podzemních vod. Nadměrný chov kuřat ve volném výběhu přináší i řadu dalších negativních důsledků, jako např. zničení vegetace, zhutnění půdy, a dokonce i okyselení půdy (Yu et al. 2021). Podle Dr. Rity Schenckové z organizace z Institutu pro výzkum životního prostředí a vzdělávání, může chov hospodářských zvířat na pastvě snížit emise skleníkových plynů. Zelená vegetace odčerpává ze vzduchu oxid uhličitý a bezpečně ho ukládá zpátky do půdy. Tento proces se nazývá “sekvestrace uhlíku“ (Robinson 2022).



V praxi se zavádějí diverzifikované systémy, kdy je drůbež integrována s jinými druhy. Různé druhy hospodářských zvířat mohou být chovány pohromadě, aby se vzájemně doplňovaly. Avšak je nutné dbát na to, aby určití endoparazité nezačali svůj životní cyklus v jednom druhu a nedokončili jej u jiného. Diverzifikované zemědělství je důležitou součástí udržitelného zemědělství a drůbež lze integrovat s chovem dobytka a pěstováním plodin a zeleniny v permakulturních systémech, které integrují principy přírodních systémů se zemědělstvím (Fanatico 2006).

Z ekonomického hlediska je pastevní výkrm finančně náročnější, jelikož je nutné zvolit vhodný genotyp kuřete (pomalu rostoucí nebo středně rostoucí), který má delší dobu výkrmu, ale i vyšší konverzi krmiva. Vstupní náklady jsou nižší, a proto je pastevní chov atraktivnější pro menší chovatele drůbeže. Navíc pastevní chov může poskytnout i sociální výhody, jako je etika práce v rodině, zapojení komunity a zlepšení životního stylu. Výrobní náklady na maso z drůbeže chované na pastvě jsou vyšší než náklady na maso z konvenčně chované drůbeže, ale produkce masa z drůbeže chované na pastvě roste. V některých zemích/oblastech díky dobré poptávce spotřebitelů dosahuje až prémiových cen (Castellini & Dal Bosco 2017).

### **3.4. Restrikce krmiva**

Přístup kuřat na pastvu umožňuje ušetřit náklady na krmivo tím, že část živin je uhrazena díky příjmu pastevního porostu. Pro pastevní výkrm se využívají pomalu rostoucí a středně rychle rostoucí genotypy, které mají vyšší pohybovou aktivitu, a tudíž mají schopnost pást se. Restrikce u pasoucích se kuřat vede k významně vyšší spotřebě pastevního porostu (Englmaierová & Skřivanová 2019). Lorenz & Grashorn (2012) uvádějí, že z celkového příjmu krmiva 10-15 % činí pastevní vegetace a spotřeba pastevního porostu průměrně na den je u kuřat 2-5 g sušiny. Přestože je spotřeba pastevního porostu všeobecně nízká, omezení krmiva na bázi obilovin vede ke zvýšení podílu pastevního porostu z celkového příjmu krmiva. Avšak příjem pastvy je závislý na množství a kvalitě podávaného krmiva (Li et al. 2007).

Vědci se obecně shodují na tom, že omezené krmení v jakékoli formě snižuje tělesnou hmotnost a zpožďuje pohlavní dospělost, závisí na míře, době a intenzitě restrikce. Limitovaný příjem krmiva dále negativně ovlivňuje jatečnou výtěžnost a podíl prsní svaloviny z jatečně opracovaného trupu, ale podíl stehen se zvyšuje s rostoucí úrovní restrikce krmiva. Což může být zapříčiněno vyšší pohybovou aktivitou při hledání potravy. Omezení krmení snižuje příjem živin a energie (kcal ME/kg sušiny), v důsledku čehož ptáci výrazně méně rostou a vydávají tak větší podíl energie a živin z potravy na metabolické a fyziologické funkce. Konverze krmiva je všeobecně vyšší, což může být způsobeno suboptimálními podmínkami prostředí, kterým jsou kuřata ve volném výběhu vystavena. Kuřata spotřebovávají energii ke kompenzaci nevhodných teplot, vlhkosti a intenzity světla (Ponte et al. 2008c).

S rostoucí restrikcí se zvyšuje počet svalových vláken, ale snižuje se jejich plocha a průměr. Maso takto vykrmovaných kuřat je všeobecně tužší, což je dáno právě vyšší pohybovou aktivitou kuřat a typem svalových vláken. V řadě studií bylo prokázáno, že omezení krmiva snižuje celkový tělesný tuk (Li et al. 2007; Yang et al. 2010). Pastva zvyšuje obsah karotenoidů, luteinu, zeaxantinu, n-3 mastných kyselin a snižuje poměr n-3 a n-6. Poměr těchto mastných kyselin má být ve výživě člověka do 1:5, proto se jedná o důležitý faktor z hlediska lidského zdraví, co se týče výskytu kardiovaskulárních onemocnění, jelikož nerovnováha mezi n-3 a n-6 mastnými kyselinami může být faktor přispívající k patogenezi mnoha onemocnění, včetně rakoviny či zánětlivých a autoimunitních onemocnění (Ponte et al. 2008b; Englmaierová & Skřivanová 2019). Kromě toho vede restrikce krmiva ke snížení cholesterolu v krvi.

Pokud jde o kvalitu masa, restrikce krmiva o 20 % je pro výkrm kuřat na pastvě prospěšná. Vyšší míra restrikce nevede k dalšímu zlepšení kvality masa (Englmaierová et al. 2021).

#### **3.4.1. Restrikce a welfare**

Omezení krmení má významné přínosy pro welfare. V důsledku kladení nároků na vysokou jatečnou hmotnost brojlerových kuřat se lze setkat s řadou zdravotních problémů. Mezi ně patří metabolické problémy jako jsou ascity (hromadění tekutiny v tělní dutině) a infekční onemocnění, neinfekční problémy s kostrou, jako je dyschondroplazie holenní kosti a další. Omezení krmiva vede k určitému snížení výskytu těchto onemocnění. Restrikce také vede k lepší reakci protilátek a odolnosti vůči nemocem. Také se výrazně snižuje úhyn ve srovnání s kuřaty plně krmenými (Mench 2002; De Jong et al. 2012).

Navzdory prokázaným pozitivním vlivům na zdraví a reprodukci přibývá více důkazů, že omezení krmiva má také negativní vliv na welfare. Drůbež obvykle tráví značnou část dne činnostmi spojenými s hledáním potravy, a pokud mají možnost volby, dávají přednost práci, aby získaly alespoň část denního příjmu krmiva, než aby jim bylo poskytnuto. Brojleři s omezeným přísunem krmiva však spotřebují krmnou dávku za velmi krátkou dobu, méně než 15 minut (Sahraei 2012). Chovatelé uvádějí řadu změn chování u brojlerů s omezeným přísunem krmiva, které svědčí o nuditě a frustraci z krmení. Po zavedení restrikce jsou samci s omezeným krmením agresivnější než samci s plným krmením. Slepice a kuřice s omezeným přístupem jsou aktivnější a vykazují také vysokou míru stereotypního orálního chování a chůze. Existují také důkazy o tom, že kuřata s omezeným přísunem krmiva trpí chronickým hladem, jak uvádějí chovatelé těchto brojlerů (Mench 2002).

### **3.5. Vliv pastvy na kvalitu masa**

V posledních letech ve Spojených státech a v Evropě neustále roste zájem spotřebitelů o speciální drůbeží produkty pocházející z volného výběhu nebo ekologických produkčních systémů. Spotřebitelská preference pro speciální produkty z drůbeže souvisí s vyšší kvalitou a bezpečností masa získaného z takových systémů ve spojení s vysokými standardy dobrých životních podmínek zvířat (Ponte et al. 2008b).

#### **3.5.1. Fyzikálně-chemické vlastnosti**

Obecně platí, že složení jatečně upravených těl kuřat závisí na jejich genetické výbavě, krmivu, systému ustájení a také podmínkách prostředí. Kromě toho rozdíly ve fyzikálních a chemických vlastnostech souvisí i s věkem v okamžiku porážky, pohlavím a pohlavní zralostí kuřat, jejich růstovým potenciálem a vývojem svalů (Da Silva et al. 2017).

Uvádí se, že pH svalstva určují některé fyzikálně-chemické vlastnosti masa, jako je barva, schopnost zadržovat vodu, mikrobiální stabilita, tepelné ztráty a také křehkost tepelně opracovaného masa (Katekhaye 2019). Hodnota pH slouží jako důležitý faktor pro zjištění vady DFD, kdy hodnoty vyšší než 6,2 naznačují výskyt této vady masa. Hodnoty pH prsního svalstva kuřat jsou všeobecně nižší, což odráží lepší podmínky welfare, snížený stres před porážkou, a tedy sníženou spotřebu glykogenu (Ponte et al. 2008c). Castellini et al. (2002) ve svém výzkumu naměřili nižší pH u kuřat chovaných na pastvě než u kuřat chovaných v uzavřených systémech. Hodnota pH se také odvíjí od úrovně restrikce krmiva, kdy nejnižší pH se vyskytuje s úrovní restrikce 30 % (Englmaierová & Skřivanová 2019). Husak et al. (2008) uvádějí vyšší hodnotu pH s tmavší barvou, zatímco nižší pH se světlejší barvou masa.

Důležitým atributem je také schopnost masa zadržovat vodu. Kvalitu masa lze měřit podle úbytku vody při odkapávání nebo vaření. Pokud je schopnost zadržovat vodu nízká, celé maso a dále zpracované výrobky postrádají šťavnatost (Fanatico et al. 2005). Maso pocházející z kuřat z volného výběhu z pomalu rostoucích genotypů má vyšší schopnost zadržovat vodu než maso z komerčně chovaných kuřat. Zlepšení schopnosti zadržovat vodu je pozorováno se zvyšující se hodnotou pH (Katekhaye 2019; Çapan & Bağdatli 2021). Ačkoliv Fanatico (2006) zjistili, že systém chovu ve venkovním prostředí vedl k výrazně nižší schopnosti masa vázat vodu. Tyto rozpory mohou být způsobeny rozdíly ve výživě, délce trvání pokusu a vnějších podmínkách.

#### **3.5.2. Cholesterol a mastné kyseliny**

Vyšší obsah cholesterolu se odvíjí od stáří a genotypu kuřat. Obecně platí, že pomalu rostoucí kuřata obsahují nižší hladiny cholesterolu než rychle rostoucí genotypy. Není však známo, zda tento jev je důsledkem vysokých hladin cholesterolu v krmivu, nebo výsledkem genotypu jako takového. Avšak Ponte et al. (2008c) ve své studii uvádějí, že příjem pastvy neměl žádný vliv na celkovou koncentraci cholesterolu v mase.

Obsah mastných kyselin v kuřecím masu je ovlivněn genotypem, který hraje důležitou roli ve složení mastných kyselin v masu. Toto zjištění nabývá velkého významu, protože spotřebitelé, kteří dbají na výživu, mají větší poptávku po masu s příznivým zastoupením mastných kyselin. Pomalu rostoucí genotypy kuřat mají geneticky danou vyšší účinnost ukládání kyseliny eikosapentaenové a dokosaheptaenové díky genu FADE, který se podílí na tvorbě řetězců n-3 a n-6. Zkrmování pastvy také pozitivně ovlivňuje obsah kyseliny  $\alpha$ -linolenové ve svalovině (Katekhaye 2019).

Maso kuřat zkrmující pastvu se vyznačuje nižším obsahem SFA (nasycené mastné kyseliny) a n-6 PUFA (polynenasycené mastné kyseliny) a vyšším obsahem MUFA (mononenasycené mastné kyseliny) a n-3 PUFA. V důsledku snížení obsahu n-6 PUFA a zvýšeného obsahu n-3 PUFA je poměr n-6/n-3 významně nižší. Pravděpodobně je to způsobeno vyšším obsahem vlákniny a větším množstvím fosfolipidů a další strukturou buněčné membrány (Simopoulos 1998).

### 3.5.3. Antioxidanty

Pastevní vegetace a krmivo pro drůbež mají odlišné složení. Zejména pastevní porost má nízký obsah sušiny a vysoký obsah vlákniny, stejně jako zvýšené množství tokoferolů, karotenoidů a flavonoidů ve srovnání s krmivem. Čerstvá píče má přibližně 6krát více  $\alpha$ -tokoferolů a 2krát až 8krát více karotenoidů než standardní krmivo pro drůbež. V souladu s tím je konzumace pastevní vegetace pro bio kuřata a kuřata z volného chovu zásadní jako zdroj antioxidantních sloučenin, protože některé zákony a vyhlášky zakazují přidávání syntetických vitaminů do krmiv (Dal Bosco et al. 2016).

Antioxidanty mají významný vliv na oxidační stabilitu masa. Je prokázáno, že přístup kuřat na pastvu významně zvyšuje obsah luteinu a zeaxantinu v masu. Při zavedení limitovaného krmení s restrikcí krmiva 30 % u chovu kuřat na pastvě vykazovalo maso nejnižší oxidační stabilitu (Englmaierová & Skřivanová 2019). Snížení oxidační stability masa mohlo být způsobeno vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin, které se hojně vyskytují v porostu. Možnost přístupu kuřat na pastvu také pozitivně ovlivňuje obsah retinolu,  $\alpha$ -tokoferolu a snižuje obsah  $\gamma$ -tokoferolu. Prevalence  $\alpha$ -tokoferolu v masu je dobře známá a je způsobena více než 10násobnou preferencí proteinu vázajícího tokoferol pro  $\alpha$ -tokoferol ve srovnání s  $\gamma$ -homology, což jsou nejběžnější molekuly vitamínu E v rostlinných komponentech (Hewavitharana et al 2004). Naopak Ponte et al. (2008c) uvádí, že vitamin E, který se hojně vyskytuje v pastevním porostu, v masu není významně zastoupený. Pravděpodobně je to důsledkem využití pro metabolické procesy zvířete.

### 3.5.4. Senzorické vlastnosti

Konkurenční boj mezi velkými společnostmi a intenzivní chov brojlerových kuřat přispěly k tomu, že se k rozvoji nových trendů ve spotřebě kuřecího masa zvýšila poptávka po maso z produkčních systémů, které zajišťují potravinovou bezpečnost, dobré životní podmínky zvířat v kombinaci s odpovědností vůči životnímu prostředí, zdraví spotřebitelů a sensorickou kvalitou (Zanusso & Dionello 2003).

Produkce kuřat ve volném výběhu je jedním z nejslibnějších segmentů drůbežářského odvětví, kde výroba probíhá na základě pomalu rostoucích genotypů kuřat. Maso z kuřat vykrmovaných na pastvě vykazuje odlišné sensorické vlastnosti než maso z kuřat chovaných v uzavřených chovech. Zejména se vyznačuje výraznou chutí, tmavší barvou a pevnější texturou (Da Silva et al. 2017).

V sensorickém hodnocení se Ponte et al. (2008b) zaměřili zejména na křehkost, šťavnatost, chuť a celkovou přijatelnost. Podle zjištěných údajů neměl vliv pastvy významný dopad na křehkost, šťavnatost a chuť masa. Kromě toho panel posuzovatelů nebyl schopen rozlišit maso, které pochází z komerčního a volného chovu. Podle předpokladů bylo zjištěno, že maso pocházející od konvenčních kuřat z volného výběhu poražených v 81. dni bylo klasifikováno jako méně křehké ve srovnání s masem kuřat rychle rostoucího genotypu (Ross) poražených v 35. dni. Rozdíly v citlivosti mohou být způsobeny tím, že rychlý růst kuřat vede k větším svalovým vláknům a rozdílům v proteolytickém potenciálu. Je však možné, že za určitých podmínek jsou rozdíly ve struktuře nevýrazné a spotřebitelé je nerozlišují (Gordon & Charles 2002; Fanatico et al. 2005). Předpokládá se, že starší kuřata mají méně křehké a tužší maso a intenzivnější chuť masa, protože chuť se zvyšuje poté, co dojde k inflexi růstu (Farmer 1999; Katekhaye 2019).

Barva masa kuřat chovaných na pastvě má oproti masu kuřat chovaných ve vnitřních prostorách žlutý a červenější vzhled, což může být způsobeno zkrmováním pastevního porostu. Jelikož pigmenty rozpustné v tucích (zejména karotenoidy) se ukládají v tukové tkáni, a tak ovlivňují barvu masa. Zvýšení zarudnutí může být způsobeno díky zvýšenému obsahu myoglobinu, ke kterému může dojít v důsledku zvýšené fyzické aktivity spojené s nízkou hustotou osazení ptáků a volným chovem. Vliv na obsah myoglobinu má i stáří kuřat, kdy obvykle vyšší koncentrace myoglobinu mají starší kuřata (Fanatico et al. 2005; Michiels et al. 2014).

### 3.5.5. Mikrobiální vlastnosti

Zpracovaná kuřecí jatečně upravená těla a syrové kuřecí výrobky jsou často kontaminovány významnými patogenními mikroorganismy, které mají vliv na zdraví lidí. Obvykle jsou spojeny s krvácením svaloviny a hodnotou pH, která tak podporuje množení mikroorganismů a může dojít ke křížové kontaminaci v důsledku vystavení jatečně upravených těl exkrementům a patogenům (Da Silva et al. 2017). Obecně platí, že kuřata chovaná na pastvě vykazují vyšší mikrobiální náchylnost, důvodem je působení mnoha faktorů, ať už se jedná o stáří zvířete, jelikož patogeny mají delší období pro kolonizaci, vnější podmínky (oblast chovu, počasí), krmivo, voda a kontakt s jinými organismy (Salaheen et al. 2015).

Přítomnost koliformních bakterií v potravinách je považována za užitečný ukazatel postsanitární kontaminace, která představuje špatnou hygienu při zpracování a skladování potravin. Přestože u jatečně upravených těl kuřat není standartní množství aerobních mezofilních bakterií, počet mezofilních bakterií vykazuje vyšší míru kontaminace u brojlerových kuřat chovaných na pastvě. Vysoká hodnota bakterií této skupiny v potravinách zapříčiňuje rychlou zkázu a svědčí o špatném zpracování během výrobního procesu (Çapan & Bağdatlı 2021).

*Salmonella* a *Campylobacter* jsou dva zoonotické patogeny odpovědné za téměř 75 % všech laboratorně potvrzených alimentárních onemocnění. Drůbež a drůbeží výrobky jsou hlavními zdroji těchto dvou patogenů a konzumace (nebo nesprávné zacházení) syrových drůbežích produktů je hlavní příčinou střevních onemocnění (Thomas et al. 2020). Gastrointestinální trakt drůbeže se může kolonizovat těmito patogeny a během zpracování může dojít ke kontaminaci syrových produktů, pokud dojde k protržení gastrointestinálního traktu (Salaheen et al. 2015).

Celkově vykazují běžně chovaná brojlerová kuřata lepší mikrobiologickou kvalitu, menší kontaminaci termotolerantními koliformními a mezofilními bakteriemi a nižší procento výskytu salmonel. Bailey & Cosby (2005) zjistili, že se u 31 % jatečně upravených těl kuřat chovaných na pastvě vyskytuje kontaminace salmonelami, protože takto chovaná kuřata jsou vystavena kontaktu s volně žijícími kuřaty, hmyzem, výkaly hlodavců a dalšími potenciálními nositeli salmonel.

Potenciál přenosu alimentárních patogenů (*Campylobacter* a *Salmonella*) na člověka prostřednictvím produktů z drůbeže z volného výběhu je reálný. Je jasné, že prevalence patogenů může být různá a bude se značně lišit podle podmínek na farmě (Ponte et al. 2008a).

### 3.6. Vliv konzumace masa kuřat vykrmovaných na pastvě na lidské zdraví

Vysoká nutriční hodnota, nízká energetická hodnota, nízký obsah tuku, žádoucí organoleptické vlastnosti a velký potenciál pro fortifikaci produktů zvyšují zájem spotřebitelů o drůbeží maso a jeho produkty. Dosud dostupné výsledky výzkumů ukazují rozdíly ve fyzikálně-chemických vlastnostech masa mezi rychle a pomalu rostoucími kuřaty. Maso pomalu rostoucích kuřat se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin a nízkým obsahem tuku požadovaným spotřebiteli (Michalczuk et al. 2016).

Z nutričního hlediska je kuřecí maso významným zdrojem bílkovin s vysokou biologickou hodnotou (treonin, lysin, methionin, cystein a tryptofan) (Ariza et al. 2022). Obsahuje také mnoho hodnotných mikroživin, jako je vitamin A, thiamin, železo, fosfor a kyselinu nikotinovou (Kobliz 2011). Nízká energetická hodnota navíc řadí kuřecí maso mezi zdraví prospěšné potraviny, které se využívají ve zdravé výživě díky sníženému obsahu tuku a vyššímu podílu polynenasycených mastných kyselin (Da Silva et al. 2017).

Da Silva et al. (2017) prokázali, že brojlerová kuřata chovaná na pastvě vykazovala vyšší obsah bílkovin a nižší obsah tuku než běžně chovaná kuřata v hale na podestýlce. Vyšší obsah bílkovin v mase brojlerových kuřat z volného výběhu může souviset se sníženým obsahem tuku u těchto kuřat. Mnoho autorů se také shoduje, že vysoký obsah bílkovin pravděpodobně souvisí s větší aktivitou kuřat ve volném výběhu při hledání potravy (Michalczuk et al. 2016). Ačkoliv je obsah tuku v mase kuřat na pastvě nižší, jeho obsah se zvyšuje se stářím zvířete. Tento jev ve své studii dokládají Husaket al. (2008) a Castellini et al. (2002), kteří zjistili, že maso kuřat z volného chovu je tučnější, což může být způsobeno genotypem, pohlavím, a zejména věkem, jak již bylo zmíněno.

Omezení příjmu tuků a cholesterolu se považuje za důležitá opatření k prevenci obezity a hypercholesterolemie, což jsou stavy, které jsou považovány za závažné. Předurčují k různým chronickým onemocněním oběhového systému. Zdá se, že existují také vztahy mezi vysokým příjmem tuků, zejména nasycených tuků, a vysokou hladinou cholesterolu a zvýšeným rizikem některých druhů rakoviny, zejména rakoviny tlustého střeva, prsu a prostaty (Chizzolini et al. 1999).

Produkce masa s vyšší nutriční hodnotou a zdravým profilem mastných kyselin je proto důležitým tématem pro průmysl drůbežního masa. Velká pozornost je věnována esenciálním mastným kyselinám, linolové a  $\alpha$ -linolenové, které si člověk neumí syntetizovat, a proto jsou zásadní složkou lidské stravy. Dostupnost pastvy zlepšuje obsah n-3 mastných kyselin v mase. Vysoká koncentrace kyseliny  $\alpha$ -linolenové v krmivu zvyšuje její koncentraci v mase (Rymer & Givens 2005). Jak kyselina linolová, tak kyselina  $\alpha$ -linolenová mohou být přeměněny elongací a desaturací na své metabolity s dlouhým řetězcem, jako je kyselina eikosapentaenová, kyselina dokosapentaenová, kyselina dokosahexaenová a kyselina arachidonová. Několik pokusů prokázalo, že je možné obohatit drůbeží maso a vejce prostřednictvím dietetických strategií (Fraeye et al. 2012; Rossi et al. 2013) nebo pomocí volného výběhu/organického chovu. Dal Bosco et al. (2012) zjistili, že pomalu rostoucí

genotypy se zdají mít vyšší účinnost kyseliny eikosapentaenové a dokosahexaenové, než je tomu u jiných genotypů. Rovněž maso z kuřat chovaných na pastvě vykazuje nižší trombogenní a aterogenní index a lepší poměr mezi n-6 a n-3 mastnými kyselinami, který by měl být podle světové zdravotnické organizace do hodnoty pět. Tyto faktory jsou významné z hlediska lidského zdraví, jelikož slouží jako biomarkery aterogenních onemocnění, pomocí kterých lze stanovit riziko výskytu aterosklerózy a kardiovaskulárních onemocnění. Mastné kyseliny n-3, především dokosahexaenová, se podílejí na vzniku mozkových struktur a kognitivních funkcí. Kyselina  $\alpha$ -linolenová je jednou z prvních makroživin, u nichž experimenty prokázaly vliv na strukturu a funkci mozku. Její nejdůležitější účinky spočívají v tom, že tvoří součást membrán (Bourre 2005).

Cholesterol je důležitá molekula, která hraje roli ve struktuře membrány a zároveň je prekurzorem pro syntézu molekul, jako jsou steroidní hormony, vitamin D a žlučové kyseliny. Cholesterol lze získat přímo ze stravy nebo jej lze syntetizovat v buňkách z dvou uhlíkatých acetátových skupin acetyl-CoA. Obsah cholesterolu je ovlivněn genotypem a stářím kuřat. Jak již bylo zmíněno vyšší hladiny cholesterolu mají rychle rostoucí kuřata oproti pomalu rostoucím genotypům. Ačkoliv se jedná o důležitou molekulu, je důležité dbát na denní příjem z hlediska lidského zdraví, jelikož nadměrný příjem cholesterolu může zvýšit podíl LDL cholesterolu, a tak negativně ovlivnit lidské zdraví, kdy může způsobit riziko kardiovaskulárních onemocnění, především arteriosklerózu (Ponte et al. 2008b).

Maso kuřat chovaných na pastvě se vyznačuje vysokým obsahem antioxidantů v porovnání s kuřaty chovanými ve vnitřních prostorách. Například vitamin E je exogenní antioxidant, který obsahuje 8 izoform: 4 tokoferoly ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - a  $\delta$ -tokoferol) a 4 tokotrienoly ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - a  $\delta$ -tokotrienol). Doplnění stravy vitaminem E zvyšuje jeho hladinu v membránách živočišných buněk a umožňuje vyloučení několika různých reaktivních kyslíkových molekulárních látek (Mattioli et al. 2017). Významný vliv na snížení oxidace lipidů a zachování nutriční hodnoty během skladování má  $\alpha$ -tokoferol. Společně s  $\gamma$ -tokotrienolem a  $\beta$ -karotenem působí synergicky a zabraňují tvorbě radikálů v organismu, které se mohou podílet na snižování hladiny antioxidantů a na fyziologických i patologických dějích v biologickém systému (Dal Bosco et al. 2016). Drůbeží maso je také významným zdrojem vitaminu A. Vitamin A a karotenoidy (sloučeniny provitaminu A) jsou také důležité antioxidanty rozpustné v tucích. Vitamin A je endogenní a hojně se vyskytuje v živočišných tkáních a pochází z metabolismu rostlinných karotenoidů (Mattioli et al. 2021).



## 4. Metodika

### 4.1. Kuřata, ustájení a krmení

Pro pokus byl vybrán středně rostoucí genotyp kuřat Hubbard JA 757 o počtu 280 kusů. Kuřata byla rozdělena do 4 skupin po 70 kusech podle krmné dávky (*ad libitum*/ restrikce 20 %) a podle systému ustájení (pastva/podestýlka). Dvě skupiny kuřat byly po celou dobu pokusu chovány v boxech na podestýlce s hustotou osazení 10,5 ks/m<sup>2</sup>. Další dvě skupiny byly po dobu 28 dní (4 týdny věku) chovány v boxech na podestýlce a následně byly přesunuty do mobilních boxů s hustotou osazení 6,4 ks/m<sup>2</sup> na pastvu v areálu Netluky. Boxy se dvakrát denně posouvaly. Pokus byl ukončen v 56. dni věku kuřat.

Do 28. dne věku byla kuřata krmena BR1 (starter) *ad libitum*, následně od 29.-42. dne věku byla krmena BR2 (grower) a od 43.-56. dne věku byla krmena směsí BR3 (finisher). Krmivo BR2 a BR3 bylo zkrmováno *ad libitum*, nebo s restrikcí 20 %. Množství podávaného krmiva pro restringované skupiny bylo počítáno od spotřeby krmiva *ad libitum* krmných skupin, zvláště pro podestýlkový a pastevní chov. Složení krmných směsí je uvedeno v tabulce č.1. Obsah metabolizované energie byl v jednotlivých směsích 12,3; 12,1; 12,0 MJ/kg, obsah dusíkatých látek 206; 178; 171 g/kg a poměr nenasycených mastných kyselin n-6 a n-3 7,4, 7,2 a 7,1. Přístup k vodě byl neomezený. Pastevní část pokusu byla uskutečněna v měsíci říjnu za sledovaných teplot, které se průměrně pohybovaly okolo 11°C. Hlavní složkou pastevní vegetace byly byliny: *Lolium perenne* (jílek vytrvalý), *Festuca pratensis* (kostřava luční) a *Trifolium pratense* (jetel luční). Obsahy mastných kyselin, luteinu, zeaxantinu,  $\alpha$ - a  $\gamma$ -tokoferolu byly měřeny na začátku a na konci pastevního období a jsou uvedeny v tabulce č.2.

**Tabulka 1.** Složení krmných směsí

<b>Komponenta (%)</b>	<b>BR1</b>	<b>BR2</b>	<b>BR3</b>
Sójový extrudovaný šrot	36,00	27,25	25,00
Kukuřice	14,00	13,00	16,95
Pšenice	46,20	56,00	55,00
Chlorid sodný	0,30	0,30	0,30
Dihydrogenfosforečnan vápenatý	1,30	1,10	1,00
Vápenec mletý	1,70	1,85	1,25
Vitaminominerální doplněk	0,50	0,50	0,50

**Tabulka 2.** Chemická analýza lyofilizovaného pastevního porostu

Ukazatel	1. týden pastevního období	4. týden pastevního období
$\alpha$ -Tokoferol (mg/kg sušiny)	108,20	92,50
$\gamma$ -Tokoferol (mg/kg sušiny)	9,80	8,60
Lutein (mg/kg sušiny)	86,10	65,20
Zeaxantin (mg/kg sušiny)	59,60	51,00
Poměr n-6/n-3	0,35	0,36

V průběhu pokusu byl sledován zdravotní stav, příjem krmiva/pastvy a celková pohoda zvířat. Příjem pastvy byl hodnocen modifikovanou metodou Dal Bosco et al. (2014). Vzorky pastevního porostu byly odebrány ze čtvercové plochy (50 × 50 cm). Nejprve byl vzorek porostu odebrán před umístěním mobilní ohrádky s kuřaty a pak po jejím přemístění na jinou pozici. Na konci pokusu byla všechna kuřata zvážena a pro analýzu bylo z každé skupiny na základě průměrné hmotnosti vybráno 8 reprezentativních kusů, které byly poraženy. Jatečná těla byla zbavena běháků, hlavy a vnitřností. Jatečně opracované trupy byly následně uskladněny v chladicím boxu při teplotě 4 °C po dobu 24 hodin. Jatečný rozbor byl proveden po úplném vychlazení. Svalovina z oblasti stehen byla oddělena od trupu v kyčelním kloubu. Pro další analýzy bylo odebráno maso z oblasti prsou (*pectoralis major*), které bylo odděleno na hrudi od ramenního kloubu a od hrudní kosti. Jatečná výtěžnost byla stanovena jako podíl hmotnosti jatečně opracovaného trupu ze živé hmotnosti.

## 4.2. Fyzikální analýzy

Hodnota pH byla měřena po 24 hodinách od *post mortem* prostřednictvím 330i pH metru (WTW, Weilhem, Německo). Odkap šťávy z masa byl stanoven u vzorků masa o hmotnosti přibližně 150 g po 24hodinovém uskladnění v lednici při teplotě 4 °C. Z výsledků byl stanoven procentuální rozdíl mezi hmotností masa před a po jeho skladování. Barva masa a kůže byla měřena pomocí přístroje Minolta Specra Magic TM NX (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonsko) po 24 hodinách *post mortem* a byla vyhodnocena na základě hodnot L\* (bledost), a\* (červenost) a b\* (žlutost). Síla stříhu u masa byla zjišťována Warner-Bratzlerovým nožem na přístroji Instron Model 3342 (Instron, Norwood, USA).

### 4.3. Chemické analýzy

Vzorky pro chemickou analýzu byly zváženy a následně zhomogenizovány. Do hliníkových misek bylo naváženo 30 g čerstvého masa. Sušina byla stanovena usušením vzorků v sušárně při teplotě  $103 \pm 2$  °C do konstantní hmotnosti.

Obsah bílkovin byl stanoven mineralizací rozemletého usušeného vzorku o hmotnosti 0,5 g v mineralizační tubě. Vzorek byl zalit kyselinou sírovou (10 ml) a následně peroxidem vodíku (2 ml). Do každé tuby byla vložena selenová katalyzační tableta. Celý blok s mineralizačními tubami byl vložen do mineralizačního bloku, kde probíhala mineralizace 45 minut při teplotě 420 °C. Po ukončení mineralizace a zchladnutí bylo ke vzorkům přidáno 50 ml destilované vody a následně byly vzorky destilovány prostřednictvím analyzátoru Kjeltec Auto 1030 (FOSS Tecator AB, Švédsko).

Obsah intramuskulárního tuku v mase byl stanoven metodou extrakce petroléterem prostřednictvím přístroje Soxtec 1043 (FOSS Tecator AB, Švédsko). Do patron byla navážena navážka sušiny vzorku o hmotnosti 3 g. Patrony byly vloženy do přístroje a pod ně byly umístěny kelímky se 60 ml petroléteru. Následně probíhala teplá a studená extrakce. Po uplynutí extrakce byly kelímky s tukem vyndány a vloženy na jednu hodinu do sušárny při teplotě 135 °C. Výsledek byl průměrem dvou stanovení a byl vyjádřen v g/kg.

Pro stanovení cholesterolu v mase, lipidy byly zmýdelněny a nezmýdelněná část byla extrahována diethyletherem v souladu s ISO3596:2011. Silylové deriváty byly připraveny pomocí TMCS a HMDS silylačních činidel (Sigma-Aldrich, Praha, Česká republika) a kvantifikovány na plynovém chromatografu vybaveném kapilární kolonou SAC-5 (Supelco, Bellefonte, USA), která pracovala izotermicky při 285 °C. Složení mastných kyselin bylo stanoveno po extrakci celkových lipidů chloroform metanolem (Folch, et al. 1957). Byla provedena alkalická transmethylace mastných kyselin (Raes et al., 2003). Plynová chromatografie methylesterů byla provedena za použití chromatografu HP 6890 (Agilent Technologies, Inc.) s naprogramovanou 60 m kapilární kolonou DB-23 a plamenovým ionizačním detektorem. Mastné kyseliny byly identifikovány podle jejich retenčních časů ve srovnání se standardy. Aterogenní (AI) a trombogenní index (TI) byl vypočten v souladu s metodikou Ulbricht & Southgate (1991). Poměr mezi hypocholesterolemickými a hypercholesterolemickými mastnými kyselinami (HH) byl spočítán dle vzorce uveřejněném ve studii Santos-Silva et al. (2002).

Obsah tokoferolů ( $\alpha$ -tokoferol a  $\gamma$ -tokoferol) a retinolu v mase byl kvantifikován podle evropských norem EN 12822 (2000) a EN 12823-1 (2000) pomocí kapalinové chromatografie HPLC (VP series, Shimadzu, Kyoto, Japonsko). Lutein a zeaxantin byly také stanoveny prostřednictvím HPLC podle metody Froescheis et al. (2002). Gram zhomogenizovaného vzorku byl vložen do plastové zkumavky společně s 20 ml acetonu. Po rozmixování směsi (2 minuty ve vortexu), byl vzorek zchlazen v ledu (10 minut) a následně byl odstředěn při 13000 g při teplotě 4 °C po dobu 10 minut. Supernatant byl následně převeden do skleněné baňky a zbytek se stejným způsobem znovu extrahoval. Spojené extrakty byly odpařeny do sucha při teplotě 50 °C s profouknutím N<sub>2</sub>, zbytek byl rozpuštěn ve 2 ml směsi ethanolu a vodě v poměru 1:1 (v/v), následně se dvakrát extrahoval s hexanem (2 a 4 ml). Každý krok extrakce byl proveden mixováním ve vortexu (2 minuty), odstředěním při 13000 g (10 minut, 4 °C). Po odpaření spojených organických fází do sucha (50 °C) a profouknutím N<sub>2</sub> byl zbytek rozpuštěn v 1 ml směsi hexanu a dichlormethanu v poměru 1:1 (v/v). Úměrný podíl 60 ml byl analyzován na HPLC. Byla použita kolona Kinetex C18 (100 × 4,6 mm, 2,6  $\mu$ m, Phenomenex, Torrance, CA, USA). Gradientová eluce zahrnovala jako mobilní fázi A acetonitril: voda: ethylacetát v poměru 88:10:2 a jako mobilní fáze B byl použit acetonitril: voda: ethylacetát v poměru 88:0:15.

Oxidační stabilita lipidů byla měřena v čerstvém a 5 dní skladovaném mase z prsou při teplotě 4 °C. Pro analýzu peroxidace lipidů byla použita metoda dle Czauderna et al. (2021). Vzorek o hmotnosti 0,5 g byl zmýdlen působením 5 ml 1 M hydroxidu draselného společně s 50  $\mu$ l 0,02 M BHT (2,6-di-tert-butyl-p-cresol) v methanolu. Směs byla poté přemístěna do plastové zkumavky a po dobu jedné hodiny byla vložena do vodní lázně (60 °C), kde byla za temna kontinuálně míchána. Následně se vzorek nechal přirozenou cestou zchladit (samovolné chladnutí na vzduchu při pokojové teplotě) a poté byla ke vzorku přidána koncentrovaná kyselina chlorovodíková, která vzorek okyselila přibližně na hodnotu pH 2. Následně byl takto připravený vzorek vložen do odstředivky, kde byl 10 minut odstřeďován. Po odstředění byl odebrán supernatan (500  $\mu$ l) k němuž byl přidán roztok DNPH (2,4-dinitrophenylhydrazin). Směs byla dále za temna po dobu jedné hodiny intenzivně míchána při teplotě 50 °C. Čirý roztok byl poté převeden do vialky z které bylo odpipetováno 40  $\mu$ l roztoku. Takto připravený vzorek byl připraven a vložen do kolony kapalinové chromatografie vybavené detektorem s diodovým polem (HPLC, VP series, Shimadzu, Kyoto, Japonsko). Byla použita kolona Phenomenex C18 (Synergi 2.5  $\mu$ m, Hydro-RP, 100 A, 100 mm × 3 mm). Vzorky byly analyzovány prostřednictvím binárního gradientu acetonitrilu ve vodě. Solvent A se sestával z vody a acetonitrilu v poměru 95:5 (v/v), solvent B z acetonitrilu. Látky, které byly reaktivní s kyselinou triobarbiturovou byly vyjádřeny v miligramech MDA (malondialdehyd) na kilogram (Englmaierová & Skřivanová 2019).

#### **4.4. Senzorická analýza**

Prsní svalstvo pro senzorickou analýzu bylo před analýzou uchováváno ve zmraženém stavu (- 20 °C). Pro hodnocení byl použit postup Bureše & Bartoňe (2014). Kuřecí prsa bez kůže byla hodnocena panelem složeným z deseti školených hodnotitelů. Hodnocení se provádělo v senzorické laboratoři vybavené kabinkami. Vzorky byly vařeny při teplotě 180 °C po dobu 1 hodiny bez koření a dalších přísad. Vzorky byly nařezány na přibližně 2 cm × 2 cm × 2 cm velké kostky a byly vloženy do skleněných nádob s víčky označenými třemi číslicemi náhodných čísel. Servírovány byly při teplotě 50 °C. Pro hodnocení byla použita devítibodová stupnice: nejméně příjemné (1) a nejvíce příjemné (9).

#### **4.5. Statistická analýza**

Naměřené hodnoty byly zpracovány dvoufaktoriální analýzou variace (ANOVA) pomocí general linear modelu (GLM) programem SAS. Hlavními efekty byly systém ustájení (U), dávkování krmné směsi (R) a vzájemná interakce mezi systémem ustájení a dávkováním krmné směsi (U × R). Hodnota  $P \leq 0,05$  byla považována za průkaznou. Průkaznost rozdílů mezi jednotlivými skupinami je označena různými koeficienty v podobě písmen. Výsledky v tabulkách jsou prezentovány formou průměru.

## 5. Výsledky

### 5.1. Jatečný rozbor

V tabulce č. 3 jsou uvedeny parametry užitkovosti, jatečného rozboru a fyzikální ukazatele kvality prsního svalstva. Nejvyšší živé hmotnosti v 56. dnu dosahovala kuřata chovaná na pastvě krmená *ad libitum* ( $P=0,033$ ). Tento parametr byl také významně ovlivněn krmnou dávkou ( $P<0,001$ ), kdy kuřata krmená *ad libitum* vykazovala vyšší živou hmotnost v 56. dni v porovnání s restringovanými skupinami. Průměrná spotřeba pastvy v 50. den byla vyšší u kuřat krmených dávkou sníženou o 20 %, kdy tato skupina kuřat byla vlivem omezení krmné dávky nucena vyhledávat potravu na pastvě. Hmotnost jatečně upraveného těla byla významně ovlivněna krmnou dávkou ( $P<0,001$ ), kdy kuřata krmená s úrovní restriktce 20 % vážila téměř o 330 g méně než kuřata krmená *ad libitum*. U jatečné výtěžnosti byla zaznamenána interakce krmné techniky a systému ustájení ( $P=0,049$ ). Nejnižší jatečnou výtěžnost vykazovala kuřata, která byla chována na pastvě a krmená s restrikcí 20 %. Důvodem může být využití živin pro pohybovou aktivitu kuřete a snížení krmné dávky. Podíl prsou z JOT byl příznivě ovlivněn výkrmem na pastvě ( $P=0,015$ ) a adlibitním krmením ( $P=0,005$ ). Naopak v případě podílu stehen z JOT ( $P=0,003$ ) byl zaznamenán pozitivní vliv restriktce s úrovní 20 %, kdy kuřata byla snížením krmné dávky donucena k vyšší pohybové aktivitě při hledání krmiva, a tudíž došlo k nárůstu svalové hmoty v oblasti stehen. Hodnota pH byla měřena po 24 hodinách od porážky. U všech skupin byla naměřena hodnota nižší než 6,2 z čehož vyplývá, že maso nepodléhalo vadě DFD. Nejvyšší ztráty vody odkapem ( $P=0,036$ ), na rozdíl od ostatních skupin, vykazovalo maso kuřat chovaných na pastvě a krmených *ad libitum*. Pastva významně zvýšila hodnoty červenosti kůže ( $a^*$ ,  $P=0,034$ ) a žlutosti masa na řezu ( $b^*$ ,  $P=0,005$ ). Tento jev je ovlivněn vyšším obsahem karotenoidů v pastevní vegetaci. Kuřata krmená *ad libitum* měla nižší hodnoty světlosti kůže ( $P=0,006$ ) než ta, kterým bylo krmivo restringováno na úrovni 20 %. Kuřata vykrmovaná na podestýlce vykazovala vyšší křehkost masa po uvaření ( $P<0,001$ ), než kuřata chovaná na pastvě.

**Tabulka č. 3** Užiteklost, jatečný rozbor a fyzikální ukazatele kvality prsního svalstva

Ustájení (U)	Podestýlka		Pastva		Průkaznost		
	AL	R80	AL	R80	U	R	UxR
Krmná technika (R)	AL	R80	AL	R80	U	R	UxR
Živá hmotnost 56. den (g)	3124 <sup>b</sup>	2757 <sup>c</sup>	3255 <sup>a</sup>	2663 <sup>c</sup>	NS	<0,001	0,033
Příjem pastvy/ks/den - 50. den (g sušiny)	-	-	2,63	3,50			
Hmotnost JOT (g)	2218	1983	2334	1908	NS	<0,001	NS
Jatečná výtěžnost (%)	73,8 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	73,4 <sup>a</sup>	69,5 <sup>b</sup>	0,015	<0,001	0,049
Podíl prsou z JOT (%)	25,4	22,8	28,4	24,9	0,015	0,005	NS
Podíl stehen z JOT (%)	28,0	29,5	27,1	29,6	NS	0,003	NS
pH - 24 hod.	5,29	5,29	5,29	5,38	0,048	0,040	NS
Ztráta vody odkapem (%)	0,52 <sup>b</sup>	0,62 <sup>b</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	NS	NS	0,036
Barva kůže							
L*	66,3	70,6	66,9	72,2	NS	0,006	NS
a*	-0,36	0,40	1,15	1,55	0,034	NS	NS
b*	10,4	11,3	13,3	12,6	NS	NS	NS
Barva masa na řezu							
L*	53,8	51,9	54,3	53,6	NS	NS	NS
a*	-2,58	-2,11	-2,14	-2,00	NS	NS	NS
b*	4,92	5,37	5,91	7,18	0,005	NS	NS
Síla stříhu (Warner-Bratzlerův nůž, N)	17,5	15,8	21,1	21,1	<0,001	NS	NS

<sup>ab</sup>Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; NS = neprůkazný; JOT = jatečně opracovaný trup.

## 5.2. Obsah karotenoidů a vitaminů a oxidační stabilita tuků v prsním svalstvu

Tabulka č. 4 uvádí obsah vybraných karotenoidů, vitaminů a je zde také zmíněna oxidační stabilita tuku v prsním svalstvu. Statisticky významné interakce byly zaznamenány u luteinu ( $P < 0,001$ ) a zeaxantinu ( $P < 0,001$ ), kdy kuřata chovaná na pastvě a krmna restrikcí s úrovní 20 % dosahovala nejvyšších hodnot. Pastva zvyšovala obsah retinolu ( $P < 0,001$ ), ale snižovala obsah  $\gamma$ -tokoferolu ( $P < 0,001$ ). Limitované krmení snížilo obsah  $\alpha$ - a  $\gamma$ -tokoferolu ( $P = 0,003$  a  $P < 0,001$ ) v masě. Vyšší oxidační stabilitu mělo čerstvé ( $P = 0,006$ ) a 5 dní skladované ( $P < 0,001$ ) maso kuřat vykrmovaných na podestýlce. Důvodem může být, že maso kuřat vykrmovaných na pastevní porostu obsahuje vyšší zastoupení nenasycených mastných kyselin, na které je pastevní vegetace bohatá. Zároveň je pastva zdrojem vitaminu E a karotenoidů, které mají antioxidační vlastnosti a do určité míry zvyšují oxidační stabilitu nenasycených mastných kyselin.

**Tabulka č. 4** Obsah karotenoidů a vitaminů a oxidační stabilita tuků v prsním svalstvu (mg/kg)

Ustájení (U)	Podestýlka		Pastva		Průkaznost		
	AL	R80	AL	R80	U	R	UxR
Krmná technika (R)							
Lutein	0,044 <sup>bc</sup>	0,032 <sup>c</sup>	0,056 <sup>b</sup>	0,094 <sup>a</sup>	<0,001	0,001	<0,001
Zeaxantin	0,032 <sup>bc</sup>	0,021 <sup>c</sup>	0,038 <sup>b</sup>	0,069 <sup>a</sup>	<0,001	0,018	<0,001
Retinol	0,038	0,043	0,053	0,050	<0,001	NS	NS
$\alpha$ -Tokoferol	3,77	3,43	4,38	3,37	NS	0,003	NS
$\gamma$ -Tokoferol	0,213	0,195	0,195	0,143	<0,001	<0,001	NS
MDA 0. den	0,335	0,322	0,369	0,369	0,006	NS	NS
MDA 5. den	0,352	0,371	0,428	0,434	< 0,001	NS	NS

<sup>abc</sup>Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; NS = neprůkazný  
Obsah látek reaktivních s kyselinou thiobarbiturovou byl vyjádřen v miligramech malondialdehydu (MDA) na kilogram masa



### 5.3. Koncentrace vybraných mastných kyselin

Pastva příznivě ovlivňuje obsah nenasycených mastných kyselin a upravuje poměr mezi n-6 a n-3 polynenasycených mastných kyselin. Proto se následující část zabývá koncentracemi vybraných mastných kyselin v mase. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány u kyseliny  $\alpha$ -linolenové ( $P < 0,001$ ), kdy až několikanásobně vyšších hodnot dosahovalo maso kuřat chovaných na pastvě s aplikací limitovaného krmení. Restringovaná skupina kuřat z pastvy také dosahovala nejvyšší koncentrace kyseliny dokosaheptaenové ( $P = 0,042$ ). Zatímco obsah kyseliny eikosapentaenové ( $P = 0,011$ ) byl příznivě ovlivněn pouze formou ustájení na pastvě. Pastva také zvyšovala obsahy všech vybraných mastných kyselin: nasycených mastných kyselin ( $P = 0,001$ ), mononenasycených mastných kyselin ( $P < 0,001$ ) a polynenasycených mastných kyselin ( $P < 0,001$ ). Statisticky významné interakce byly u sumy polynenasycených mastných kyselin ( $P = 0,014$ ), n-3 ( $P < 0,001$ ) a n-6 ( $P = 0,044$ ), kdy jednoznačně nejvyšší koncentrace těchto mastných kyselin byly u skupiny kuřat, která byla chovaná na pastvě a krmena s restrikcí na úrovni 20 %. Pastevní ustájení kuřat a restrikce krmiva snížily poměr mezi n-6 a n-3 ( $P < 0,001$ ), aterogenní index ( $P < 0,001$ ) a trombogenní index ( $P = 0,002$ ). Poměr mezi hypocholesterolemickými a hypercholesterolemickými mastnými kyselinami byl ovlivněn jak systémem ustájení, tak i krmnou dávkou, kdy kuřata chovaná na pastvě nebo krmena restrikcí s úrovní 20 % vykazovala vyšší hodnoty tohoto poměru v mase. Vyšší obsah cholesterolu ( $P = 0,033$ ) v mase se vyskytoval u kuřat krmených *ad libitum*.

**Tabulka č. 5** Koncentrace vybraných mastných kyselin (mg/100g), sumy jednotlivých kategorií mastných kyselin (mg/100g), indexy mastných kyselin a obsah cholesterolu (mg/kg) v prsním svalstvu

Ustájení (U)	Podestýlka		Pastva		Průkaznost		
	AL	R80	AL	R80	U	R	UxR
Krmná technika (R)							
ALA	2,0 <sup>c</sup>	0,8 <sup>c</sup>	13,7 <sup>b</sup>	36,5 <sup>a</sup>	<0,001	<0,001	<0,001
EPA	0,177	0,205	0,240	0,287	0,011	NS	NS
DHA	3,88 <sup>b</sup>	3,46 <sup>b</sup>	4,40 <sup>b</sup>	5,54 <sup>a</sup>	0,002	NS	0,042
SFA	176	103	209	184	0,001	0,003	NS
MUFA	119	69	234	190	<0,001	0,005	NS
PUFA	109 <sup>bc</sup>	77 <sup>c</sup>	143 <sup>b</sup>	187 <sup>a</sup>	<0,001	NS	0,014
n3	10,4 <sup>c</sup>	8,0 <sup>c</sup>	22,2 <sup>b</sup>	51,3 <sup>a</sup>	<0,001	0,002	<0,001
n6	98 <sup>b</sup>	69 <sup>c</sup>	121 <sup>ab</sup>	129 <sup>a</sup>	<0,001	NS	0,044
n6/n3	9,5 <sup>a</sup>	8,8 <sup>b</sup>	5,5 <sup>c</sup>	2,7 <sup>d</sup>	<0,001	<0,001	<0,001
AI	0,662 <sup>a</sup>	0,470 <sup>b</sup>	0,433 <sup>c</sup>	0,353 <sup>d</sup>	<0,001	<0,001	<0,001
TI	1,23 <sup>a</sup>	1,08 <sup>b</sup>	0,84 <sup>c</sup>	0,56 <sup>d</sup>	<0,001	<0,001	0,002
HH	1,50	1,93	2,16	2,71	<0,001	<0,001	NS
Cholesterol	371	315	353	345	NS	0,033	NS
Tuk (g/kg DM)	26,0	25,0	31,6	21,0	NS	NS	NS

<sup>a-f</sup>Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; ALA =  $\alpha$ -linolenová; EPA = eikosapentaenová; DHA = dokosahexaenová; SFA = nasycené mastné kyseliny; MUFA = mononenasycené mastné kyseliny; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; AI = aterogenní index; TI = trombogenní index; HH = poměr mezi hypocholesterolemickými a hypercholesterolemickými mastnými kyselinami; NS = neprůkazný

## 5.4. Senzorické hodnocení kvality prsního svalstva

Nejvyšší intenzitu vůně ( $P < 0,001$ ) a příjemnost vůně ( $P < 0,001$ ) mělo maso kuřat chovaných na pastvě s restrikcí na úrovni 20 % a na podestýlce krmených *ad libitum*. Křehkost masa ( $P = 0,005$ ) byla statisticky ovlivněna interakcí mezi systémem ustájení a krmnou dávkou. Za nejkřehčí bylo považováno maso z pastevního chovu kuřat krmených *ad libitum*, avšak srovnatelných hodnot dosahovalo i maso kuřat chovaných na podestýlce s restrikcí na úrovni 20 %. Jako šťavnatější ( $P < 0,001$ ) bylo rovněž označeno maso z obou těchto skupin kuřat. Ostatní parametry (intenzita chuti, příjemnost chuti, celková přijatelnost) nevykazovaly průkazných rozdílů.

**Tabulka č. 6** Senzorické hodnocení kvality prsního svalstva

Ustájení (U)	Podestýlka		Pastva		Průkaznost		
	AL	R80	AL	R80	U	R	UxR
Krmná technika (R)							
Intenzita vůně	6,03 <sup>a</sup>	5,08 <sup>b</sup>	5,33 <sup>b</sup>	6,04 <sup>a</sup>	NS	NS	<0,001
Příjemnost vůně	5,99 <sup>ab</sup>	5,14 <sup>b</sup>	5,58 <sup>b</sup>	6,50 <sup>a</sup>	0,019	NS	<0,001
Křehkost	5,89 <sup>b</sup>	6,25 <sup>ab</sup>	6,72 <sup>a</sup>	6,01 <sup>b</sup>	NS	NS	0,005
Šťavnatost	4,47 <sup>b</sup>	5,11 <sup>a</sup>	5,49 <sup>a</sup>	4,55 <sup>b</sup>	NS	NS	<0,001
Intenzita chuti	5,76	5,67	5,99	6,12	NS	NS	NS
Příjemnost chuti	5,76	5,67	5,76	6,14	NS	NS	NS
Celková přijatelnost	5,83	5,66	5,89	5,93	NS	NS	NS

<sup>ab</sup>Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; NS = neprůkazný  
Stupnice byla devítibodová – nejnižší hodnoty jsou nejméně příjemné (1) a nejvyšší nejvíce příjemné (9)

## 6. Diskuze

Omezení krmiva mělo negativní vliv na živou hmotnost kuřat v 56. dni, kdy kuřata krmená s úrovní restriktce 20 % vykazovala podstatně nižší živou hmotnost, než kuřata krmená *ad libitum*. Sníženou živou hmotnost u kuřat s restrikcí potvrzuje ve své studii Ponte et al. (2008a), který uvádí, že tato kuřata nebyla schopna kompenzovat sníženou užitkovost v důsledku omezení krmiva zvýšením příjmu pastvy, a proto byl pozorován pokles rychlosti růstu. Vysoký obsah vlákniny v biomase také mohl zapříčinit omezení příjmu krmiva a využití živin kuřaty. Kuřata ve volném výběhu krmená s úrovní restriktce 20 % vykazovala vyšší příjem pastvy, jelikož byla vlivem snížení krmné dávky nucena vyhledávat potravu na pastvě. Výsledky se shodují se studii Dal Bosco et al. (2014) a Englmaierová et al. (2021), kteří navíc uvádějí, že příjem pastvy se zvyšoval s úrovní restriktce. Omezení příjmu krmiva mělo negativní vliv na hmotnost JOT a jatečnou výtěžnost. Jatečná výtěžnost byla dále negativně ovlivněna přístupem na pastvu. Nejnižší jatečnou výtěžnost měla restringovaná kuřata z pastvy. Toto zjištění koresponduje s výsledky Castellini et al. (2002) a Sun et al. (2012). Nejpravděpodobnějším vysvětlením je, že kuřata z volného výběhu jsou aktivnější a následně spalují více kalorií (Stadig et al. 2016). Všeobecně se udává, že vláknina může ovlivnit vývoj a velikost orgánů trávicí soustavy u kuřat brojlerů (Brenes et al. 1993), což má významný vliv na jatečnou výtěžnost. Je také známo, že kuřata s nižší živou hmotností, kterou lze přičíst nižšímu příjmu živin díky omezení krmiva, mají obvykle nižší jatečnou výtěžnost (Havenstein et al. 2003). Toto zjištění odpovídá studii Ponte et al. (2008c), který poukázal na to, že omezení příjmu krmiva i možnost pastvy měly negativní vliv na jatečnou výtěžnost. Naproti tomu Fanatico et al. (2005) nezjistili žádné rozdíly v jatečné výtěžnosti kuřat chovaných na pastvě a na podestýlce. Na druhé straně Ponte et al. (2008a) pozorovali zvýšení jatečné výtěžnosti u brojlerů vykrmovaných na pastvě. Ustájení na pastvě v mobilních boxech zvýšilo podíl prsou z JOT. Lei & Van (1997) shodně uvádějí, že vyšší pohybová aktivita má za následek vyšší podíl prsní svaloviny. Studie provedené Castellini et al. (2002) a Englmaierovou et al. (2021) také potvrzují, že přístup kuřat na pastvu zvyšuje výtěžnost prsou. V této práci se zvyšoval podíl stehen restrikcí na úrovni 20 %, což má také za následek vyšší pohybová aktivita kuřat při hledání potravy (Englmaierová et al. 2021). Hodnota pH byla ovlivněna jak restrikcí, tak systémem ustájení, kdy nižších hodnot pH dosahovaly skupiny kuřat chovaných na podestýlce oproti pastevnímu výkrmu a krmené *ad libitum* ve srovnání s restrikcí. Naproti tomu Ponte et al. (2008c) uvádí větší pokles pH u masa kuřat krmených pastevní vegetací ve srovnání s kuřaty bez přístupu na pastvu, kteří byli vystaveni limitovanému krmení. Předpokládá se, že je to způsobeno menším stresem před porážkou u kuřat z volného výběhu, protože jsou lépe schopna se vyrovnat se stresem, a proto ve svalech zůstává více glykogenu (Stadig et al. 2016). Výkrm kuřat v mobilních boxech na pastvě krmených *ad libitum* výrazně zvýšil ztráty odkapem. Toto zjištění je v souladu se studii Englmaierová et al. (2021) a Sun et al. (2012). Výsledky kolorimetrického hodnocení kůže z prsou prezentované jako hodnoty CIELAB L\* (světlost), a\* (červenost) a b\* (žlutost) prokázaly, že maso kuřat chovaných na pastvě dosahovalo vyšších hodnot červenosti kůže a žlutosti masa na řezu. Ponte et al. (2008c) také zjistili, že maso takto chovaných kuřat vykazuje vyšší hodnoty světlosti, kdy světlejší barva masa může souviset s nižší hodnotou pH (Stadig et al. 2016). Vyšší hodnoty červenosti

kůže a žlutosti masa na řezu prsní svaloviny byly pravděpodobně způsobeny příjmem pastevní vegetace bohaté na karotenoidy, které se ukládají v tukové tkáni. Toto zjištění koresponduje s mnoha studiemi Castellini et al. (2002), Fanatico et al. (2005) a Stadig et al. (2016). Síla stříhu vařeného masa stanovená pomocí Warner-Bratzlerova nože byla vyšší u kuřat chovaných na pastvě. Křehčí maso tedy měla kuřata z podestýlky. Tento výsledek ve své studii potvrzuje Sun et al. (2012), Michalczuk et al. (2014) a Englmaierová et al. (2021), zatímco Castellini et al. (2002) ve své studii zaznamenali opačné výsledky.

Pastva je významným zdrojem antioxidantů, které se u pasoucích se kuřat a slepic ukládají v mase a vejcích (Castellini et al. 2006). Mezi ně se řadí vitamin E a karotenoidy, které obvykle snižují citlivost nenasycených mastných kyselin k oxidaci. Snižování krmné dávky vedlo k vyšší konzumaci pastvy, což se projevilo vyšším obsahem karotenoidů v mase a zhoršení oxidační stability masa (Englmaierová et al. 2021). Nižší oxidační stabilita u masa kuřat, která se pásala je zapříčiněna vyšším podílem nenasycených mastných kyselin v mase, které oxidují snadněji než nasycené. Maso kuřat chovaných na pastvě je významným zdrojem PUFA, což vede k vyššímu indexu peroxidace ve srovnání s kuřaty chovanými na podestýlce. Tento efekt by mohl být pravděpodobně způsoben i vyšší aktivitou pasoucích se kuřat (Dal Bosco et al. 2016). Toto potvrzuje studie Michalczuka et al. (2014). Rovnováha mezi oxidačním stresem způsobeným kinetickou aktivitou a antioxidační kapacitou je velmi dynamická rovnováha, ve které hraje důležitou roli genetika, složení krmné dávky a pastevní vegetace. Kuřata chovaná na pastvě vykazovala vyšší obsah luteinu, zeaxantinu a retinolu, ale naopak nižší obsah  $\gamma$ -tokoferolu. Dal Bosco et al. (2016) ve své studii uvádějí vysoké množství tokoferolů a tokotrienolů v mase z kuřat chovaných na pastvě. Zejména velmi vysoké hladiny  $\alpha$ -tokoferolu, hlavního homologu vitamínu E. Obdobné výsledky ohledně obsahu tokoferolů v mase potvrzuje studie Englmaierové et al. (2021), avšak ve studii Ponte et al. (2008b) došlo kromě snížení  $\gamma$ -tokoferolu i ke snížení  $\alpha$ -tokoferolu.

Spotřeba pastvy pozitivně ovlivnila i profil mastných kyselin v mase brojlerů. Došlo k významnému zvýšení většiny polynenasycených mastných kyselin. Především byla zvýšena koncentrace n-3 mastných kyselin ( $\alpha$ -linolenová, eikosapentaenová, dokosahexaenová) v prsní svalovině (Stadig et al. 2016). Ukládání kyseliny  $\alpha$ -linolenové a konverze tohoto n-3 prekurzoru na jeho deriváty, svědčí o vytvoření vhodnějšího poměru mezi n-6 a n-3 mastnými kyselinami, který je důležitý z hlediska lidského zdraví (Ponte et al. 2008b; Sun et al. 2012; Michalczuk et al. 2014). Toto zjištění dokládá i studie Dal Bosco et al. (2016), kdy profil PUFA masa vykázal vyšší hladinu n-6, a to jak v prsou, tak v stehnech u skupiny ustájené v hale, zatímco maso kuřat z volného výběhu mělo vyšší obsah n-3 mastných kyselin. Obsah cholesterolu byl příznivě ovlivněn u kuřat s restrikcí na úrovni 20 %, kdy takto krmená kuřata dosahovala nižšího obsahu cholesterolu v mase. Naopak, Ponte et al. (2008b) uvedli, že celková koncentrace cholesterolu byla vyšší v mase kuřat, která byla krmena limitovanou krmnou dávkou.

Senzorické hodnocení masa z oblasti prsou bylo zaměřeno na křehkost, šťavnatost, chuť, vůni a celkovou přijatelnost. Vysoká intenzita a příjemnost vůně byla stanovena u skupiny kuřat chovaných na pastvě a krmených restrikcí s úrovní 20 %. Obdobných výsledků dosahovala i skupina kuřat chovaných na podestýlce krmená *ad libitum*. Avšak Mancinelli et al. (2021) uvádějí, že maso z volného výběhu je bohaté na polynenasycené mastné kyseliny, které se oxidací přeměňují na těkavé organické sloučeniny (alkany, aldehydy, ketony a alkoholy), které mohou negativně ovlivňovat vůni masa (Mancinelli et al. 2021). Za nejkřehčí maso bylo považováno maso kuřat ustájených na pastvě a krmených *ad libitum*. Obecně platí, že maso z volného výběhu je považováno jako méně křehké v porovnání s chovem na podestýlce (Chen et al. 2013). Tyto výsledky dokládá studie Ponte et. al (2008c), kdy panel hodnotitelů vyhodnotil maso kuřat chovaných na pastvě jako méně křehké. Tento výsledek je v souladu i s jinými výzkumy, které ukazují, že přístup kuřat na pastvu vede k masu, které je tužší než maso z výkrmu v hale (Castellini et al. 2002, Santos et al. 2005, Fanatico et al. 2007). Nejvyšších hodnot šťavnatosti dosahovalo maso kuřat chovaných na pastvě a krmených *ad libitum*, to koresponduje se studií Stadig et al. (2016) a Castellini et al. (2002), avšak zjištění je v rozporu s výzkumem Fanatico et al. (2007), kteří naopak považují maso z venkovního chovu jako maso suché. Tento jev lze částečně vysvětlit velikostí prsního filé. Protože filety z oblasti prsou pomalu rostoucích kuřat jsou menší, tenčí a mají relativně větší plochu ve vztahu ke svalové hmotě, která je v kontaktu se vzduchem, což pravděpodobně způsobuje i vyšší ztrátu odkapem, a tudíž dochází ke snížení šťavnatosti masa (Fanatico et al. 2005). Chuť masa se zvyšuje s věkem, pravděpodobně kvůli zvýšené koncentraci nukleotidů ve svalech, které se po smrti rozkládají na kyselinu inosinovou a hypoxantin, které zvýrazňují chuť masa (Aberle et al. 2001). Pomalu rostoucí genotypy by měly mít chuť masa sladší a intenzivnější než maso z kuřat chovaných na podestýlce. Na základě tohoto zjištění lze předpokládat, že maso kuřat chovaných na pastvě by mělo mít příznivou chuť, avšak v této práci nebyly prokázány průkazné rozdíly. Mimo to bylo vysledováno, že zkrmování různých druhů píce může ovlivnit chuť masa. Pozitivním ovlivněním chuti může být například rozmarýn, který zvýrazňuje chuť masa. Avšak různé byliny, které se nacházejí na pastvě mohou i negativně ovlivnit chuť a zapříčinit tak cizí příchutě a pachy (Duckett & Kuber 2001; Gordon & Charles 2002). Castellini & Dal Bosco (2017) a Fanatico et al. (2007) neprokázali významné rozdíly v celkové přijatelnosti, intenzitě a příjemnosti chuti obdobně jako v této práci. Panel posuzovatelů nebyl ve studiích schopen rozlišit rozdíly mezi venkovním a vnitřním chovem. Rozdíly byly neprůkazné, tudíž lze předpokládat, že ani sám spotřebitel nedokáže stanovit rozdíl, a tudíž je možné, že maso kuřat chovaných na pastvě určuje jako celkově přijatelnější z hlediska svého přesvědčení.

## 7. Závěr

Podle očekávaných předpokladů skutečně došlo k obohacení masa o karotenoidy, vitaminy a n-3 mastné kyseliny u kuřat, která byla chovaná na pastvě a krmena formou *ad libitum*, nebo u nich byla aplikována restrikce na úrovni 20 %. Tímto došlo ke zvýšení kvality jakostních ukazatelů, mezi které se řadí i nutriční hodnoty masa. Maso kuřat chovaných na pastvě vykazovalo významně vyšší obsah karotenoidů (luteinu a zeaxantinu), které se ukládají do tukové tkáně a mohou ovlivnit barvu masa. Vyšší obsah těchto karotenoidů dodává masu žlutooranžovou barvu.

Největší rozdíl mezi skupinami (podestýlka/pastva) se vyskytoval především v obsahu významných nutričních složek (karotenoidy, retinol,  $\alpha$ -tokoferol a n-3 mastné kyseliny), kde maso kuřat chovaných na pastvě jednoznačně dosahovalo lepších výsledků, ale vlivem vyššího obsahu n-3 mastných kyselin došlo ke snížení oxidační stability masa. Antioxidanty hrají důležitou roli v zachytávání volných radikálů, které mohou způsobit fyziologické a patologické děje v mase.

Důležitou mastnou kyselinou v mase je především kyselina  $\alpha$ -linolenová, jejíž zdrojem je pastevní vegetace a jejíž elongací dochází k vytvoření nenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (kyselina eikosapentaenová a dokosaheptaenová). Pro lidský organismus jsou tyto kyseliny nezbytné, jelikož si je organismus nedokáže sám syntetizovat a je tedy nutné je přijímat formou potravy. Pastva také upravuje poměr mezi n-6 a n-3 mastnými kyselinami a snižuje aterogenní a trombogenní index. Tyto faktory jsou důležité z hlediska lidského zdraví, protože lze díky nim stanovit riziko aterosklerózy a kardiovaskulárních onemocnění.

Nejvyšší intenzitu vůně a příjemnost vůně mělo maso kuřat chovaných na pastvě s restrikcí na úrovni 20 % a na podestýlce krmených *ad libitum*. Nejkřehčí maso vykazovalo maso kuřat chovaných na pastvě krmených *ad libitum*, avšak obdobných hodnot dosahovalo i maso kuřat chovaných na podestýlce s restrikcí na úrovni 20 %.

Restrikce měla podpůrný vliv na spotřebu pastevního porostu, což se odrazilo na kvalitě masa vyšším obsahem karotenoidů,  $\alpha$ -tokoferolu a n-3 mastných kyselin. Restrikci je vhodné aplikovat při výkrmu na pastvě, aby došlo ke zvýšení příjmu pastevního porostu kuřaty a obohacení tak masa o zdraví prospěšné látky (maso lze pak považovat za funkční potravinu), ale musí být realizována s rozvahou, aby nedošlo k významnému snížení ukazatelů užitkovosti.

## 8. Literatura

Aberle ED, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW.2001. Principles of meat science. Kendall Hunt Publishing. Doboque USA.

Abushita AA, Daood HG, Biacs PA.2000. Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors. Journal of Agricultural and Food Chemistry **48**(6):2075-2081.

Adeyemi KD, Olorunsanya AO.2012. Effect of tomato (*Lycopersicon esculentum*) powder on oxidative stability and sensory characteristics of broiler meat. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development **12**(6):1-15.

Aliani M, Farmer LJ, Kennedy JT, Moss BW, Gordon A. 2013. Post-slaughter changes in ATP metabolites, reducing and phosphorylated sugars in chicken meat. Meat Science **94**(1):55-62.

Almasi A, Andrassyne BG, Milisits G, Kustosne PO, Suto Z. 2015. Effects of different rearing systems on muscle and meat quality traits of slow-and medium-growing male chickens. British Poultry Science **5**:320-324.

Arakawa K, Sagai M.1989. Species differences in lipid peroxide levels in lung tissue and investigation of their determining factors. Lipids **21**:769-775.

Ariza GA, González FJN, Arbulu AA, Jurado JML, Bermejo JVD, Vallejo MEC.2022. Variability of meat and carcass quality from worldwide native chicken breeds. Foods **11**:1-19.

Attia YA, Mohammed A, Al-Harhi, El-Shafey AS, Rehab YA, Kim WK.2017. Enhancing tolerance of broiler chickens to heat stress by supplementation with vitamin E, vitamin C and/or probiotics. Annals of Animal Science **17**(4):1155-1169.

Aumaître A.1999. Quality and safety of animal products. Livestock Production Science **59**(2-3):113-124.

Aviagen.2016. Ross 308 FF. Ross, An Aviagen Brand. Available from <https://en.aviagen.com/> (accessed December 2022).

Baggio SR, Vicente E, Bragagnolo N.2002. Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid composition in turkey meat. Journal of Agricultural and Food Chemistry **50**(21):5981-5986.

Bailey JS, Cosby DE.2005. Salmonella prevalence in free-range and certified organic chickens. Journal of Food Protection **68**:2451-2453.

Bourre JM.2005. Where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: what is actually useful? The Journal of Nutrition, Health & Aging **9**(4):1-11.



Brenes A, Smith M, Guenter W, Marquardt RR.1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat – and barley-based diets. *Poultry Science* **72**:1731-1739.

Bureš D, Bartoň L.2014. Organoleptické vlastnosti hovězího masa při odlišné době zrání. *Náš chov* **74**(10):32-34.

Çapan B, Bağdatlı A.2021. Investigation of physicochemical, microbiological and sensorial properties for organic and conventional retail chicken meat. *Food Science and Human Wellness* **10**(2):183-190.

Carvalho R, Shimokomaki M, Estévez M.2017. Poultry meat color and oxidation. Pages 133-157 in Petracci M, Berri C, editors. *Poultry Quality Evaluation*. Woodhead Publishing, Spain.

Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C, Pedrazzoli A.2006. Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal of Animal Science* **5**:39-42.

Castellini C, Dal Bosco A.2017. Animal welfare and poultry meat in alternative production systems (and ethics of poultry meat production). Pages 335-357 in Petracci M, Berri C, editors. *Poultry Quality Evaluation*. Woodhead Publishing, USA.

Castellini C, Mugnai C, Dal Bosco 2002. A. Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic systém. *Italian Journal of Food Science* **14**:401-412.

Cobb-Vantress. 2022. Cobb broiler. Performance & Nutrition Supplement. Available from <https://www.cobb-vantress.com/> (accessed November 2022).

Cornforth D, Hunt M.2008. Low-oxygen packaging of fresh meat with carbon monoxide: meat quality, mikrobiology and safety. American Meat Science Association. White Paper Series, USA.

Czauderna M, Kowalczyk J, Marounek M.2021. The simple and sensitive measurement of malondialdehyde in selected specimens of biological origin and some feed by reversed phase high performace liquid chromatography. *Journal of Chromatography B-Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences* **879**:2251-2258.

Da Silva DCF, Arruda AMV, Gonçalves AA.2017. Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology* **54**:1818-1826.

Dal Bosco A, Mattoli S, Mancinelli AC, Cotzzolo E.2021. Extensive rearing systems in poultry production: The right chicken for the right farming system. *Animals* **11**(e281) DOI: 10.3390/ani11051281.

Dal Bosco A, Mugnai C, Mattioli S, Rosati A, Ruggeri S, Ranucci D, Castellini C.2016. Transfer of bioactive compounds from pasture to meat in organic free-range chickens. *Poultry Science* **95**(10):2464-2471.

- Dal Bosco A, Mugnai C, Rosati A, Paoletti A, Caporali C, Castellini C.2014. Effect of range enrichment on performance, behaviour and forage intake of free range chickens. *Journal of Applied Poultry Research* **23**(2):137-145.
- Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C.2012. Fatty acid composition of meat and estimated indices of lipid metabolism in different poultry genotypes reared under organic system. *Poultry Science* **91**(8):2039-2045.
- Daniels T.2014. *Fast Food: Raising Broiler Chickens*. Poultry keeper, UK. Available from <https://poultrykeeper.com/keeping-chickens/raising-broiler-chickens/> (accessed December 2022)
- De Jong I, Berg C, Butterworth A, Estevéz I. 2012. Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. *Support Publisher* **295**:1-116.
- Debut M, Berri C, Baeza E, Sellier N, Arnould C, Guemene D, Jehl N, Boutten B, Jeco Y, Beaumont C, Bihan-Ducval E.2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science* **82**(12):1829-1938.
- Devatkal SK, Naveena BM, Kotaiah T.2019. Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers. *Poultry Science* **98**(11):6177-6186.
- Dinh TTN, Thompson LD, Galyean ML, Brooks JC, Patterson KY, Boylan LM.2011. Cholesterol content and methods for cholesterol determination in meat and poultry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **10**(5):269-289.
- Duckett SK, Kuber PS.2001. Genetic and nutritional effects on lamb flavor. *Journal of Animal Science* **79**:249-259.
- Duclos MJ, Berri C, Bihan-Duval EL.2007. Muscle growth and meat quality. *Journal of Applied Poultry Research* **16**:107-112.
- Eleroglu H, Yildirin A, Isikli ND, Sekeroglu A, Duman M.2013. Comparison of meat quality and fatty acid profile in slow-growing chicken genotypes fed diets supplemented with *Origanum vulgare* or *Melissa officinalis* leaves under the organic system. *Italian Journal of Animal Science* **64**:365-403.
- El-Senousey HK, Wang JY, Chen B, Atta AM, Mohamed FR, Nie QH.2018. Effects of dietary vitamin C, vitamin E, and alpha-lipoic acid supplementation on the antioxidant defense system and immune-related gene expression in broilers exposed to oxidative stress by dexamethasone. *Poultry Science* **97**(1):30-38.
- Englmaierová M, Skřivan M, Skřivanová E, Čermák L.2017. Vliv genotypu na fyzikální ukazatele a sensorické hodnocení kvality masa pomalu rostoucích kuřat chovaných na pastvě. Pages 38-42 in Straková E, Suchý P, editors. *Česká akademie zemědělských věd*, Brno.

- Englmaierová M, Skřivan M, Taubner T, Skřivanová V, Čermák L.2021. Effect of housing system and feed restriction on meat quality of medium-growing chickens. *Poultry Science* **100**(e101223) DOI: 10.1016/j.psj.2021.101223.
- Englmaierová M, Skřivan M.2018. The effect of alfalfa and ascorbic acid on performance and egg quality. *World Poultry Science* 5:425.
- Englmaierová M, Skřivanová V.2019. Vliv pastvy a limitovaného krmení na kvalitu masa kuřat. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. v Uhřetěvesi, Česká republika.
- Englmaierová M.2019. Kvalita masa pomalu rostoucích hybridů kuřat a pastevní výkrm. *Výživa a potravinářství* **4**:100-104.
- Estévez M.2015. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry Science* **94**(6):1368-1378.
- Fanatico A.2006. Alternative poultry production systems and outdoor access. *Attra Publication* **51**:1-24.
- Fanatico AC, Pillai LC, Emmert PB, Owens CM.2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: meat quality. *Poultry Science* **84**:1785-1790.
- Fanatico AC, Pillai PB, Emmert JL, Gbur EE, Meullenet JF, Owens CM.2007. Sensory attributes of slow – and fast-growing chicken genotypes raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science* **86**(11):2441-2449.
- Farmer LJ.1999. Poultry meat flavour. *Poultry Meat Science* **25**:127-158.
- Fletcher DL.2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* **58**:131-145.
- Fletcher DL.2017. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* **58**:2.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley HG.1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* **226**:497-509.
- Fraeye I, Bruneel CH, Lemahieu CH, Buyse J, Muyleart K, Foubert I.2012. Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Research International* **48**(2):961-969.
- Froescheis O, Moalli S, Liechti H, Bausch J.2002. Determination of lycopene in tissues and plasma of rats by normal – phase high – performance liquid chromatography with photometric detection. *Journal of Chromatography B* **739**:291-299.
- Gill CO.2003. Visible contamination on animals and carcasses and the microbiological condition of meat. *Journal of Food Protection* **67**(2):413-419.
- Gordon SH, Charles DR.2002. Niche and organic chicken products. Nottingham University Press. Nottingham UK.

Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA.2003. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science* **82**:1509-1518.

Heranto BS, Nurmalasari CDA, Nuhriawangsa AMP, Cahyadi M, Kartikaari LR.2018. The physical and microbiological quality of chicken meat in the different type of enterprise poultry slaughterhouse: a case study in Karanganyar District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **102**(e012051) DOI: 10.1088/1755-1315/102/1/012051/meta.

Hewavitharana AK, Lanari MC, Becu C.2004. Simultaneous determination of vitamin E homologs in chicken meat by liquid chromatography with fluorescence detection. *Journal of Chromatography A* **1025**:313-317.

Husak RL, Mugnai C, Dal Bosco A.2008. A survey of commercially available broilers originating from organic, free-range and conventional production systems for cooked meat yields, meat composition and relative value. *Poultry Science* **87**(11):2367-2376.

Chen X, Jiang W, Tan HZ, Xu GF, Zhang XB, Wei S, Wang XQ.2013. Effects of outdoor access on growth performance, carcass composition, and meat characteristics of broiler chickens. *Poultry Science* **92**(2):435-443.

Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidini S.1999. Caloric value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science & Technology* **10**:119-128.

Chodová D, Tůmová E, Ketta M, Skřivanová V.2021. Breast meat quality in males and females of fast-, medium-and slow-growing chickens fed diets of 2 protein levels. *Poultry Science* **100**(e100997) DOI: 10.1016/j.psj.2021.01.020.

Choe JH, Nam K, Jung S, Kim B, Yun HJ, Jo C. 2010. Differences in the quality characteristics between commercial Korean native chickens and broilers. *Korean Journal of Food Science of Animal Resour* **30**:13-19.

Jayasena DD, Ahn DU, Nam KC, Jo C.2013. Flavour chemistry of chicken meat: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **26**(5):732-742.

Kameník J.2016. Zralé maso-chutné maso. *Vesmír*, Praha.

Kaspříková L.2017. Chov hospodářských zvířat a ekologické zemědělství. *Hnutí DUHA*, Brno.

Katekhaye A.2019. Review on slow and fast growing chicken varieties physicochemical qualities. *Agricultural Reviews* **40**(2):150-156.

Kerry JP, Buckley DJ, Morrissey PA.2000. Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality. Pages 380-383 in Decker EA, Faustman C, Lopez-Bote CJ, editors. *Wiley-Intererscience, A John Wiley & Sons, Inc. Publication, Canada.*

- Khan RU, Rahman ZU, Nikousefat Z, Javdani M, Tufarelli V, Dario C, Selvaggi M, Laudadio V.2012. Immunomodulating effects of vitamin E in broilers. *World's Poultry Science Journal* **68**(1):31-40.
- Kinsella JE, Lokesh B, Stone RA.1990. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition* **52**:1-17.
- Kobliz MGB.2011. *Mate´rias-primas aliment´icias: composicaõ e controle de qualidade* (Raw materials for food: composition and quality control. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Koohmaraie M, Kent MP, Shackelford SD, Veiseth E, Wheeler TL.2002. Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship? *Meat Science* **62**:52-345.
- Kubcová Beránková J.2009. Nutriční vlastnosti drůbežího masa. *Potravinářská Revue* **1**:18-20.
- Kumar Y, Yadav DN, Ahmad T, Narsaiah K.2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **14**(6):796-812.
- LaGuardia B.2021. What is Dominant CZ Chicken. *Argiculture & Livestock Guide, USA*. Available from <https://putakputak.com/poultry/chickens/what-is-dominant-cz-chicken/> (accessed November 2022)
- Lei S, Van B.1997. Influence of activity and dietary energy on broiler performance, carcass yield and sensory quality. *British Poultry Science* **38**:183-189.
- Li Y, Yuan L, Yang X, Ni Y, Zhao R.2007. Effects of early and late feed restriction on myofiber types and expression of growth--related genes in gastrocnemius of broiler chickens. *Acta Zoologica Sinica* **52**(6):1133-1141.
- Lin HY, Huang BR, Yeh WL, Lee CH, Huang SS, Lai CH, Lin H, Lu DY.2014. Antineuroinflammatory effects of lycopene via activation of adenosine monophosphate-activated protein kinase- $\alpha$ 1/heme oxygenase-1 pathways. *Neurobiology of Aging* **35**(1):191-202.
- Lintig J, Vogt K.2000. Filling the gap in vitamin A research, molecular identification of an enzyme cleaving  $\beta$ -carotene to retinal. *Journal of Biological and Chemistry* **275**(16):11915-11920.
- Lorenz C, Grashorn MA.2012. Method to estimate feed intake from pasture in broilers and laying hens. *Archiv Für Geflügelkunde* **77**:160-165.
- Mancinelli AC, Silletti E, Mattioli S, Dal Bosco A, Sebastiani B, Menchetti L, Koot A, Ruth S, Castellini C.2021. Fatty acid profile, oxidative status, and content of volatile organic compounds in raw and cooked meat of different chicken strains. *Poultry Science* **100**(2):1273-1282.

- Mancini RA, Hunt MC.2005. Current research in meat color. *Meat Science* **71**(1):100-121.
- Mattioli S, Dal Bosco A, Ruggeri S, Martino M, Moscati L, Pesca C, Castellini C.2017. Adaptive response to exercise of fast-growing and slow-growing chicken strains: Blood oxidative status and non-enzymatic antioxidant defense. *Poultry Science* **96**(11):4096-4102.
- Mattioli S, Mancinelli AC, Menchetti L, Dal Bosco A, Madeo L, Amato MG, Moscati L, Cotozzolo E, Ciarelli C, Anglecci E, Castellini C.2021. How the kinetic behavior of organic chickens affects productive performance and blood and meat oxidative status: a study of six poultry genotypes. *Poultry Science* **100**(e101297) DOI: 10.1016/j.psj.2021.101297
- Mead GC.2004. Microbiological quality of poultry meat: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science* **6**(3):135-142.
- Mench JA.2002. Broiler breeders: feed restriction and welfare. *World's Poultry Science Journal* **58**(2)23-29.
- Michalczuk M, Łukasiewicz M, Zdanowska-Sąsiadek Ź, Niemiec J.2014. Comparison of selected quality attributes of chicken meat as affected by rearing systems. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* **64**:121-126.
- Michalczuk M, Zdanowska-Sąsiadek Ź, Damaziak K, Niemiec J.2016. Influence of indoor and outdoor systems on meat quality of slow-growing chickens
- Michiels J, Tangliabue MM, Akbarian A, Ovyň A, De Smet S.2014. Oxidative status, meat quality and fatty acid profile of broiler chickens reared under free-range and severely feed-restricted conditions compared with conventional indoor rearing. *Avian Biology Research* **7**(2):74-82.
- Miller MF, Carr MA, Ramsey CB, Crockett KL, Hoover LC.2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science* **79**:8-3062.
- Min B, Ahn DU.2012. Sensory properties of packaged fresh and processed poultry meat. Pages 112-153 in Kerry JP, editors. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Woodhead Publishing, Great Britain.
- Mugnai C, Sossidou EN, Dal Basco A, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C.2013. The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **94**(3):459-467.
- Nabi F, Arain AM, Rajput N, Alagawany M, Soomro J, Umer M, Soomro F, Wanf Z, Ye R, Liu J.2020. Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **104**(6):1809-1818.

O'Sullivan MG.2017. Chapter 11 - Sensory properties affecting meat and poultry quality. Pages 225-257 in O'Sullivan M, editors. A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development. Woodhead Publishing, UK.

Pagazaurtundua A, Warriss PD.2006. Levels of foot pad dermatitis in broiler chickens reared in 5 different systems. *British Poultry Science* **47**: 529-532.

Pérez-Vendrell AM, Hernánder JM, Llauradó L, Schierle J, Brufau J.2001. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science* **80**(3):320-326.

Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C.2014. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* **71**(2):363-374.

Pipek P, Jirotková D.2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb. České Budějovice, Jihočeská univerzita.

Ponte PIP, Alves SP, Bessa RJB, Ferreira LMA, Gama LT, Brás JLA, Fontes CMGA, Prates JAM.2008a. Influence of pasture intake on the fatty acid composition, and cholesterol, tocopherols, and tocotrienols content in meat from free-range broilers. *Poultry Science* **87**(1):80-88.

Ponte PIP, Prates JAM, Crespo JP, Mourão JL, Alves SP, Bessa RJB, Chaveiro-Soares MA, Gama LT, Ferreira LMA, Fontes CMGA.2008b. Restricting the intake of a cereal-based feed in free-range-pastured poultry: Effects on performance and meat quality. *Poultry Science* **87**(10):2032-2042.

Ponte PIP, Rosado CMC, Crespo JP, Crespo DG, Mourão JL, Chaveiro-Soares MA, Brás JLA, Mendes I, Gama LT, Prates JAM, Ferreira LMA, Fontes CMGA.2008c. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science* **87**(1):71-79.

Qian S, Li X, Wang H, Wei X, Mehmood W, Zhang Ch, Blecker Ch. 2020. Contribution of calpain to protein degradation, variation in myowater properties and the water-holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Chemistry* **324**(e126892) DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126892.

Qiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcutt J.2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science* **80**:676-680.

Raes K, De Smet S, Balcaen A, Claeys E, Demeyer D.2003. Effects of diets rich in N-3 polyunsaturated fatty acids on muscle lipids nad fatty acids in Belgian Blue double-muscle young bulls. *Reproduction Nutrition Development* **43**:331-345.

Rayner AC, Newberry RC, Vas J, Mullan S.2020. Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. *Scientific Reports* **10**(e15151) DOI: s41598-020-72198-x.

- Robinson J.2022. Pasture Perfect. *Mother Earth News* **28**:46-51.
- Rossi M, Nys Y, Anton M, Bain M, De Ketelaere B, De Reu K, Dunn I, Gautron J, Hammersho M, Hidalgo A.2013. Developments in understanding and assessment of egg and egg product quality over the last century. *World's Poultry Science Journal* **69**(2):412-429.
- Rozbicka-Wieczorek AJ, Wiesyk E, Brzóska F, Śliwinski B, Kowalczyk J, Czaudera M.2014. Fatty acid profile and oxidative stress of thigh muscles on chickens fed the ration enriched in lycopene, selenium compounds or fish oil. *Annals of Animal Science* **14**(3):595-609.
- Rymer C, Givens DI.2005. n-3 fatty acid enrichment of edible tissue of poultry: A review. *Lipids* **40**(2):121-130.
- Sahraei M.2012. Feed restriction in broiler chickens production. *Biotechnology in Animal Husbandry* **28**(2):333-352.
- Salaheen S, Chowdhury N, Hanning I, Biswas D.2015. Zoonotic bacterial pathogens and mixed crop-livestock farming. *Poultry Science* **94**(6):1398-1410.
- Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Fortes CMS, Carrilho ENVM.2005. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola* **7**:85-92.
- Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F.2002. Effects of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science* **77**:187-194.
- Send R, Sundholm D.2007. The role of the  $\beta$ -Ionone ring in the photochemical reaction of rhodopsin. *The Journal of Physical Chemistry* **111**(1):27-33.
- Shajadoost B, Yitbarek A, Alizadeh M, Kulkarni RR, Astill J, Boodhoo N, Sharif S.2021. Centennial review: Effects of vitamins A, D, E, and C on the chicken immune system. *Poultry Science* **100**(e100930) DOI: 10.1016/j.psj.2020.12.027.
- Shawkat A, Kang GH, Joo ST.2008. A review: Influences of pre-slaughter stress on poultry meat quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **21**(6):912-916.
- Schüep W, Rettenmaier R.1994. Analysis of vitamin E homologs in plasma and tissue: High-performance liquid chromatography. *Methods in Enzymology* **234**:294-302.
- Simopoulos AP.1998. The return of w3 fatty acids into the food supply: Land-based animal food. *Nutrition and Health* **38**(55):12-224.
- Simopoulos AP.2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science* **79**:961-970.



- Singh M, Lim AJ, Muir WI, Groves PJ.2021. Comparison of performance and carcass composition of a novel slow-growing crossbred broiler with fast-growing broiler for chicken meat in Australia. *Poultry Science* **100**(e100966) DOI: 10.1016/j.psj.2020.12.063.
- Skřivan M, Englmaierová M, Skřivanová E.2015a. Uplatnění selenu, přírodních a syntetických karotenoidů a vitamínu C ve výživě nosnic a brojlerových kuřat. Vědecký výbor výživy zvířat, Výzkumný ústav živočišné výroby Praha.
- Skřivan M, Englmaierová M.2019. Fraktury kostí u slepic, vážný problém v halových systémech chovu. *Drůbežář hydínář* **13**(3):16-18.
- Skřivan M, Pickinpaugh SH, Pavlů V, Skřivanová E, Englmaierová M.2015b. A mobile system for rearing meat chickens on pasture. *Czech Journal of Animal Science* **60**(2):52-59.
- Soglia F, Laghi L, Canonico L, Cavani C, Petracchi M.2016. Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. *Food Research International* **89**:1071-1076.
- Sossidou EN, Dal Bosco A, Castolini C, Grashorn MA.2015. Effects of pasture management on poultry welfare and meat quality in organic poultry production systems. *World's Poultry Science Journal* **71**(2):375-384.
- Sossidou EN, Dal Bosco A, Elson HA, Fontes CMGA.2011. Pasture-based systems for poultry production: implications and perspectives. *World's Poultry Science Journal* **67**(1):47-58.
- Stadig LM, Rodenburg TB, Reubens B, Aerts J, Dequenne B, Tyuttens FAM.2016. Effects of free-range access on production parameters and meat quality, composition and taste in slow-growing broiler chickens. *Poultry Science* **95**(12):2971-2978.
- Sun T, Long RJ, Liu ZY.2012. The effect of a diet containing grasshoppers and access to free-range on carcass and meat physicochemical and sensory characteristics in broilers. *British Poultry Science* **54**:130-137.
- Thomas C, Idler Ch, Ammon Ch, Amon T.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**(8):110-118.
- Tůmová E, Chodová D, Skřivanová E, Laloučková K, Šubrtová-Salmoová H, Ketta M, Machander V, Cotozolo O.2021. Research Note: The effects of genotype, sex, and feeding regime on performance, carcasses characteristic, and microbiota in chickens. *Poultry Science* **100**(2):760-764.
- Ulbricht TLV, Southgate DAT.1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet* **338**:985-992.

Verhood H, Lund V, Alrøe HF.2004. Animal welfare, ethics and organic farming. Pages 73-94 in Vaarts M, Roderick S, Lund V, Lockeretz W, editors. Animal health and welfare in organic agriculture. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Wilhelmsson S, Yngvesson J, Jönsson L, Gunnarsson S, Wallenbeck A.2019. Welfare Quality® assessment of a fast-growing and a slower-growing broiler hybrid, reared until 10 weeks and fed a low-protein, high-protein or mussel-meal diet. *Licestock Science* **219**:71-79.

Woelfel RL, Owens CM, Hirschler EM, Martinez-Dawson R, Sams AR.2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science* **81**:579-584.

Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* **66**(1):21-32.

Woo-Ming A, Arsi K, Moyle JR, Gaunsalis VB, Owens CM, Clark FD, Fanatico A, Upadhyay A, Donoghue DJ, Donoghue AM.2018. Meat quality characteristics of fast-growing broilers reared under different types of pasture management: Implications for organic and alternative production systems. *Journal of Applied Poultry Research* **27**(2):215-222.

Xu N, Ye J, Li L, Wang X, Wang P, Han M, Xu X.2021. Exploration of flavor and taste of soft-boiled chicken at different post-mortem aging time: Based on GC-IMS and multivariate statistical analysis. *Food Bioscience* **43**(e101326) DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101326.

Yang X, Zhuang J, Rao K, Li X, Zhao R.2010. Effect of early feed restriction on hepatic lipid metabolism and expression of lipogenic genes in broiler chickens. *Research in Veterinary Science* **89**(3):438-444.

Yu Ch, Yang Ch, Du H, Qui M, Li Q, Peng H, Zhang Z, Song X, Xiong X, Xia B, Yang L, Chen J, Du L, Jiang X.2021. Pastures planting can ease the conflict between free-range chicken production and the stocking environment. *Web of Conferences* **245**(e02029) DOI: 10.1051/e3sconf/202124502029.

Zagorec M, Champomier-Vergès MC.2022. Microbiological issues affecting nutrition/safety of meat. Reference Module in Food Science, Elsevier, France.

Zanusso JT, Dionello NJN.2003. Produção avícola alternativa— análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. *Revis Bras Agrociência* **9**:191–194.

Zhang M, Chen X, Hayat K, Duhoranimana E, Zhang X, Xia S, Yu J, Xing F.2018. Characterization of odor-active compounds of chicken broth and improved ediflavor by thermal modulation in electrical stewpots. *Food Research International* **109**:72-81.

Žatko T, Malík V.1982. Najvýkonnejšie plemená a typy hydiny. *Príroda*, Bratislava