

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra kvality zemědělských produktů



**Vliv huminových látek na vlastnosti masa brojlerových
kuřat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tomáš Novák

Vedoucí práce: RNDr. Milena Bušová, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv huminových látek na vlastnosti masa brojlerových kuřat" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7.4.2016 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval RNDr. Mileně Bušové, CSc. za vedení, odbornou spolupráci a vstřícný přístup při vypracování této diplomové práce. Dále děkuji doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za pomoc a konzultace spojené se senzorickou analýzou.

Vliv huminových látek na vlastnosti masa brojlerových kuřat

Souhrn

Díky velké oblibě kuřecího masa se chovatelé snaží o zlepšení výtěžnosti masa a jeho kvalitativních parametrů, což vede k aplikaci různých doplňků krmiva, mezi které mimo jiné patří i krmné přípravky na bázi huminových látek. Ty se využívají pro jejich příznivé účinky na imunitní systém, funkce metabolismu a adaptabilitu organismu zvířat.

Literární rešerše shrnuje poznatky o chovu brojlerových kuřat a jejich výkrmu. Dále pojednává o složení masa a jeho vlastnostech. Poslední část obsahuje informace o huminových látkách a jejich vlivu na živý organismus a srovnává jednotlivé poznatky o aplikaci humátových přípravků ke krmné dávce zvířat.

Praktická část této práce zkoumá vliv humátového přípravku Humafit na kvalitativní a kvantitativní parametry masa brojlerových kuřat. Sledovány byly dvě skupiny kuřat, pokusná a kontrolní, jejichž výkrm probíhal souběžně a za stejných podmínek, přičemž pokusné skupině byl podáván od 10. do 20. dne výkrmu Humafit v množství 200 ml/1000 l napájecí vody. Výzkum neprokázal statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$) v hmotnosti jatečně upravených těl kuřat, stejně jako jejich jednotlivých částí. Statisticky průkazné nebyly ani rozdíly v obsahu bílkovin v prsní svalovině kuřat a hodnotě pH prsní a stehenní svaloviny. Celkový obsah hemových barviv byl v prsní svalovině kuřat z pokusné skupiny vyšší a tento rozdíl byl statisticky významný ($p = 0,049$). Vyšší vaznost vody vykazovala prsní svalovina kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl byl ze statistického hlediska významný ($p = 0,041$). Toto zjištění koreluje s výsledky ze sensorické analýzy ($|r| = 0,691$), kde panelisté hodnotili maso kuřat z kontrolní skupiny jako šťavnatější.

Mezi vědeckými studiemi panuje nejednotnost v názoru na vliv huminových látek na organismus zvířat. Jednoznačné zhodnocení vlivu huminových látek na jakost masa brojlerových kuřat tedy není možné, protože kvalitativní a kvantitativní parametry masa hospodářských zvířat závisí na celé řadě dalších intravitálních a vnějších faktorů, které mohou ovlivnit výsledky experimentu.

Klíčová slova: kuřecí maso, huminové látky, složení masa, sensorická analýza

Influence of humic substances on the broiler chicken's meat

Summary

Due to great popularity of the chicken meat, the breeders try to improve yield of meat and its quality parameters, which leads to the application of various food additives such as those based on humic compounds. Those humic matters are used for their positive influence over the immunity system, metabolic functions and adaptability of the livestock organisms.

Literature review sums up the experience with broiler chicken breeding and feeding. Further it deals with meat composition and its characteristics. The last part contains information of humic compounds and their influence over the live organism and compares the findings about the application of humic preparation into the livestock food portion.

Practical part of this thesis researches the influence of humic preparation Humafit over the qualitative and quantitative parameters of the broiler chicken meat. Two groups of chicken were observed, experimental one and control one. Feeding of these two groups was held at the same time, whereas the experimental group was being fed with 200 ml of Humafit per 1000 l of supply water from 10th to 20th day of feeding. The research did not prove statistically important differences ($p > 0.05$) in chicken corpse weight such as in weight of each parts of the corpses.

Differences in the protein content in the breast muscle were also not statistically demonstrative such as pH value of the breast and thigh muscle. Total amount of heme pigments in breast muscle of the experimental group was higher and this difference was statistically important ($p = 0.049$). The breast muscle of chicken in the control group showed up higher binding capacity for water, this difference was statistically important ($p = 0.041$). This finding correlates with sensory analysis results ($|r| = 0.691$), when the panelists rated the meat of the control group chicken as more flavorful.

There is disunion among scientific studies in the opinion of humic compounds influence over the livestock organism. It is not possible to make a definite evaluation of humic compounds influence over the meat quality, because qualitative and quantitative parameters of the livestock meat depend on the number of intravital and external factors which can affect the experiment results.

Keywords: chicken meat, humic substances, meat composition, sensory analysis

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
2.1 Vědecká hypotéza	9
3. Literární rešerše.....	10
3.1 Chov brojlerových kuřat.....	10
3.1.1 Technologie chovu	10
3.1.2 Výživa brojlerových kuřat	10
3.1.3 Vnější faktory výkrmu.....	11
3.1.4 Ukazatelé výkrmu kuřat	12
3.2 Maso.....	13
3.2.1 Histologická stavba masa	13
3.2.2 Chemické složení masa	14
3.2.3 Vlastnosti masa	15
3.2.4 Specifické vlastnosti kuřecího masa	17
3.3 Huminové látky	18
3.3.1 Původ huminových látek	19
3.3.2 Zdroje huminových látek.....	20
3.3.3 Vlastnosti huminových látek	20
3.3.4 Dělení huminových látek.....	21
3.3.5 Působení huminových látek na živý organismus	23
3.3.6 Vliv huminových látek na přírůsteky a hmotnost zvířat	25
3.3.7 Vliv huminových látek na parametry krve	25
3.3.8 Vliv huminových látek na vlastnosti masa	26
4. Materiály a metody	29
4.1 Vzorky	29
4.1.1 Přehled vzorků	29
4.1.2 Humafit.....	29
4.2 Použité chemikálie.....	30
4.3 Přístroje	30
4.4 Metody měření.....	30
4.4.1 Stanovení celkového obsahu hemových barviv	30

4.4.2	Stanovení vaznosti masa metodou hmotnostních ztrát vývarem	31
4.4.3	Stanovení obsahu bílkovin.....	32
4.4.4	Senzorická analýza.....	32
4.4.5	Matematické metody zpracování výsledků	34
5.	Výsledky	35
5.1	Vyhodnocení výkrmu kuřat.....	35
5.2	Hmotnostní bilance	36
5.3	Vybrané parametry masa	37
5.3.1	Stanovení pH	37
5.3.2	Vaznost	37
5.3.3	Stanovení obsahu bílkovin.....	38
5.3.4	Stanovení celkového obsahu hemových barviv.....	38
5.4	Senzorická analýza	40
6.	Diskuze	43
7.	Závěr	47
8.	Seznam použité literatury.....	48
9.	Přílohy	55
10.	Seznam obrázků	57
11.	Seznam tabulek.....	58
12.	Seznam grafů	59

1. Úvod

Maso je pro své nutriční a sensorické vlastnosti tradiční a nedílnou součástí lidské stravy. V roce 2014 byla podle Českého statistického úřadu (2015) spotřeba masa na jednoho obyvatele 75,9 kg. Více než polovina (40,7 kg) spotřebovaného masa bylo vepřové, následováno masem drůbežím (24,9 kg), jehož spotřeba se již několik let drží na vysoké úrovni a dále hovězím (8,0 kg) a ostatními druhy masa (např. zvěřina).

Velká obliba a spotřeba drůbežího masa vede ke snaze chovatelů o zlepšení kvalitativních parametrů masa, zvýšení jeho výtěžnosti, zlepšení konverze krmiva a optimalizaci efektivity chovu. Za tímto účelem je využíváno řady různých přírodních doplňků krmiva, mezi které se řadí mimo jiné i humátové přípravky.

Huminové látky jsou nejrozšířenější formou organického uhlíku v půdě, sladké i slané vodě, rašelině, lignitu, hnědém uhlí či leonarditu, kde vznikají jako produkt rozkladu biologického materiálu zejména rostlinného původu. Pro své schopnosti vázat ionty toxických kovů a měnit je na stabilní chelátové komplexy a vázat molekuly xenobiotik a likvidovat volné radikály jsou hojně využívány v zemědělství či biomedicíně. Huminové látky přidávané zvířatům do diety jako doplněk krmiva mají zlepšit funkci imunitního systému, optimalizovat metabolismus zvířat a zvýšit adaptabilitu jejich organismu. Názory na účinky huminových látek na živý organismus, jejich vliv na zdravotní stav zvířat, kvalitativní a kvantitativní parametry masa a efektivitu chovu se však mezi jednotlivými studiemi rozcházejí. Tato nejednotnost je způsobena velkým množstvím faktorů ovlivňujících účinek huminových látek na živočišný organismus a faktem, že přesný mechanismus jejich působení v organismu není dosud zcela znám.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je stanovit vliv huminových látek na jakostní parametry masa brojlerových kuřat.

2.1 Vědecká hypotéza

Aplikace huminových látek během výkrmu kuřat mění jakostní a jateční parametry kuřecího masa.

3. Literární rešerše

3.1 Chov brojlerových kuřat

3.1.1 Technologie chovu

Podle Skřivana (2000) došlo v posledních desetiletích k velkému množství změn v technice i technologii chovu drůbeže. Jedná se o odvětví, které hojně využívá intenzifikační postupy produkce. Chovatelé jiných druhů hospodářských zvířat se snaží napodobit tyto postupy chovu drůbeže s využitím vysoce výkonné techniky. V chovech drůbeže se v současnosti využívá moderní technika, která umožňuje plnou kontrolu a řízení podmínek vnějšího prostředí nezbytných pro snižování nákladů na produkci a její intenzifikaci.

Brojlerová jatečná kuřata jsou šlechtěna speciálně pro produkci kuřecího masa. Tato zvířata se vyznačují rychlým růstem, vysokou konverzí krmiva a rychlou tvorbou svalové hmoty (Lichovníková, 2010).

Výkrm brojlerů probíhá především v halách bez oken, které jsou dobře větratelné a tepelně izolované. Je nezbytné, aby se snadno čistily a dezinfikovaly. Brojlerový výkrm se u nás uskutečňuje především za použití technologie trvalé podestýlky, kdy kuřata nežijí v klecích, ale na podlaze s hlubokou podestýlkou tvořenou nejčastěji dřevěnými hoblinami (Jokl et al., 1990).

3.1.2 Výživa brojlerových kuřat

Podle Ježkové (2010) patří správná výživa k hlavním předpokladům pro plné využití genetického potenciálu zvířat. Na počátku výkrmu krmení do značné míry rozhoduje o úspěšnosti výkrmu brojlerů. Šimek a Zemanová (2011) uvádí, že správná a vyrovnaná výživa rozhodujícím způsobem ovlivňuje zdravotní stav zvířat, jejich užitkovost a ekonomiku produkce.

K intenzivnímu výkrmu brojlerových kuřat chovaných ve velkochovech se využívají výhradně kompletní krmné směsi. V České republice se využívají kompletní krmné směsi určené pro výkrm brojlerových kuřat a to BR 1, BR 2, BR 3 a BR 4. K těmto směsím

se obvykle přidává pouze grit. Prvních deset dní výkrmu se používá sypká směs BR 1 s obsahem 22 – 24 % dusíkatých látek nebo BR 1 T, která navíc obsahuje 1 % tuku. Od 11. do 24. dne se zkrmuje granulovaná směs BR 2 s obsahem 21 – 23 % dusíkatých látek nebo BR 2 T s přídatkem tuku. Od 25. dne do konce výkrmu se používá směs BR 3 s 19 – 21 % dusíkatých látek. Brojlerová kuřata se krmí po celou dobu výkrmu ad libitum a vhodnější pro výkrm jsou granulované krmné směsi než směsi sypké (Ledvinka, 2009).

Pro správný růst brojlerových kuřat je velmi důležitá kvalita pitné vody a její dostupnost. Voda musí být pro zvířata k dispozici po celou dobu výkrmu. Voda by měla být čistá a bez chemických látek a minerálů. Pokud je dostupnost vody a tedy i její spotřeba omezena, kuřata přijímají méně krmiva a jejich růst může být zpomalený (Šimek a Zemanová, 2011). Výmola et al. (1994) uvádí, že spotřeba vody v poměru ke spotřebovanému krmivu je obvykle dvojnásobná oproti spotřebě krmiva. K napájení se nejčastěji využívají kloboukové a kapátkové napáječky.

3.1.3 Vnější faktory výkrmu

Během prvních dnů života kuřete, tzv. brooding period, nemohou kuřata sama regulovat svou tělesnou teplotu a jsou závislá na vnějších podmínkách. Nevhodné proudění vzduchu a příliš vysoká či nízká teplota prostředí mají negativní vliv na tělesnou teplotu kuřat, což vede k omezenému příjmu krmiva v prvních dnech výkrmu. První dny života kuřat jsou rozhodujícím faktorem pro dosažení dobrých výsledků v další fázi výkrmu (Sládek, 2010). Toto potvrzuje Salah (2010) a dodává, že v prvních dvou až třech dnech výkrmu se doporučuje teplota 35 – 36 °C, která se následně snižuje každý den o 1 až 1,5 °C až na 25 °C, což je optimální teplota prostředí po zbytek výkrmu.

Dalším důležitým faktorem výkrmu je vlhkost vzduchu, která je ovlivněna vlhkostí venkovního vzduchu, hustotou zvířat v hale, intenzitou větrání, teplotou i systémem napájení. V chovných zařízeních se sleduje jak vlhkost vzduchu, tak vlhkost podestýlky. Nízká vlhkost vzduchu pod 50 % zapříčiňuje vyšší produkci prachu a zvýšení počtu mikroorganismů ve vzduchu, což může vést, především v prvních dvou týdnech výkrmu, k respiračním onemocněním kuřat. Naopak vysoká vlhkost vzduchu způsobuje problémy hlavně v zimě, kdy je z důvodu udržení teploty omezená ventilace. Vlhkost vzduchu může při velké koncentraci zvířat dosahovat až 80 % (Lichovnicková, 2010).

Nedostatečné větrání chovných zařízení vede ke zvýšené koncentraci kontaminujících látek ve vzduchu, mezi které patří především prach, amoniak, oxid uhličitý, oxid uhelnatý a přebytečné páry. Velké množství těchto látek vede ke zhoršení dýchání, poškozují dýchací ústrojí zvířat a snižuje jejich užitkovost. Amoniak může i v malém množství (10 ppm) způsobit zhoršení zdravotního stavu kuřat, způsobit dýchací problémy a vést k větší náchylnosti ke kokcidióze. Zvyšování hladiny amoniaku má za následek nervozitu a agresivitu mezi kuřaty (Lumb, 2002).

Při výkrmu brojlerových kuřat využívají chovatelé několik typů světelných režimů, které by měly stimulovat růst zvířat. Nejčastěji používaný je nepřetržitý světelný režim, při kterém se svítí celých 24 hodin nebo 23 hodin a 1 hodina je tma. Období tmy se používá, aby si zvířata navykla na tmu pro případ výpadku elektrického proudu. Intenzita světla by měla být 20 luxů během prvního týdne výkrmu a postupně se snižovat na 5 - 10 luxů (Ledvinka et al., 2009).

3.1.4 Ukazatelé výkrmu kuřat

Mezi hlavní ukazatele efektivity výkrmu kuřat patří délka výkrmu a konverze krmiva. Maso brojlerových kuřat s velmi krátkou dobou výkrmu může mít rozdílné kvalitativní ukazatele oproti kohoutkům nosného typu, jejichž schopnost konverze krmiva a tvorby masa jsou nesrovnatelně nižší (Skřivan et al., 2000). Kvalita jatečného těla brojlerů může být ovlivněna délkou výkrmu. Se vzrůstající dobou výkrmu kuřat se zlepšuje poměr obsahu masa a kostí (Ježková, 2010). Délka výkrmu je také spojena s relativní spotřebou krmiva a ekonomikou výkrmu. Se stoupající délkou výkrmu klesá denní přírůstek a stoupá celková potřeba základních živin (Skřivan et al., 2000).

Dalším důležitým ukazatelem výkrmu je procento úhynu kuřat. Za běžných podmínek se úhyn pohybuje v rozmezí 2-5 %. Velké ekonomické ztráty způsobuje takzvaný syndrom náhlého úhynu brojlerů. Jedná se o stav, kdy zdravá a kvalitně živená zvířata náhle umírají. Syndrom náhlého úmrtí způsobuje především příliš rychlý růst a příliš velká hustota zvířat v chovných zařízeních (Lichovnicková, 2010).

3.2 Maso

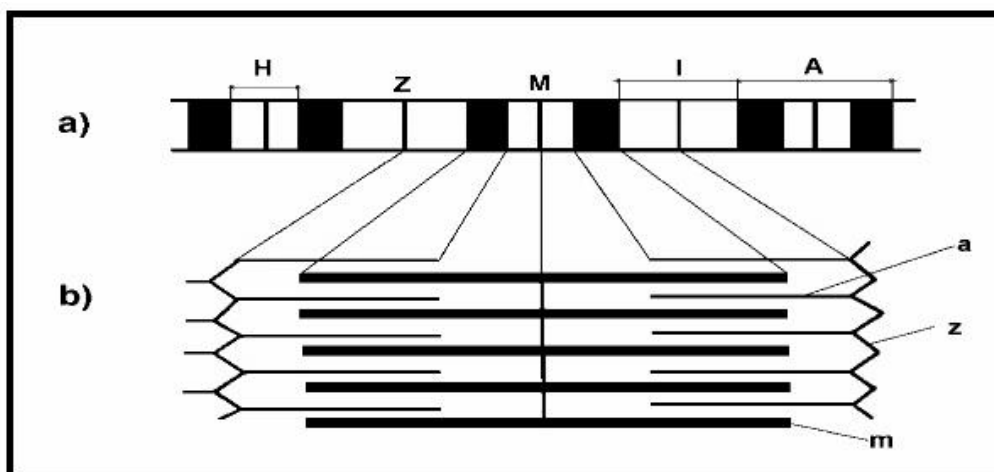
Obecně se jako maso označují všechny části těl živočichů vhodné pro výživu lidí v syrovém nebo upraveném stavu. V užším smyslu se masem však rozumí kosterní svalovina živočichů (Kadlec et al., 2009).

Histologická struktura a složení masa se mění dle funkce jednotlivých částí těla, způsobu života zvířete, průběhu posmrtných změn a závisí také na intravitálních vlivech, jako je druh zvířete, plemeno, věk, pohlaví a dalších (Ingr, 2011).

3.2.1 Histologická stavba masa

Svalovina zvířat se podle stavby a inervace dělí na svalovinu hladkou, srdeční a příčně pruhovanou kosterní, z technologického hlediska je nejdůležitější poslední jmenovaná (Hui, 2006).

Svalové vlákno je základní stavební jednotkou příčně pruhované svaloviny. Je to útvar válcovitého tvaru, jehož povrch je krytý buněčnou blánou neboli sarkolemou. Sarkoplazma (cytoplazma svalového vlákna) obsahuje jednotlivé buněčné orgány. Nejvýznamnější z nich jsou myofibrily – vlastní kontraktilní vlákna, která vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Základní stavební jednotkou myofibrily je sarkomera, složená z filament, nižších strukturálních součástí svaloviny. Jednolomné (I - isotropní) a dvojlomné (A - anisotropní) úseky představují aktinová a myosinová filamenta, která, jak můžeme vidět na Obrázku 1, jsou uložena podélně s osou myofibrily. Svalová vlákna se spojují do svazků, ty pak dále tvoří sekundární svazky neboli snopce, které tvoří sval (Steinhauser et al., 1995).



Obrázek 1 Struktura myofibrily (Kadlec et al., 2009)

3.2.2 Chemické složení masa

Svalová tkáň je obvykle tvořena přibližně ze 75 % vodou a z 20 % bílkovinami. Zbývající podíl svaloviny tvoří převážně tuk a ve velmi malé míře sacharidy (např. glykogen), volné aminokyseliny, nukleotidy a dipeptidy (Warriss, 2010).

Z technologického a nutričního hlediska jsou nejvýznamnější složkou masa bílkoviny. Podle stavby a jejich vlastností je dělíme na sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické.

Sarkoplazmatické bílkoviny mají převážně globulární stavbu a jsou obsaženy v sarkoplazmatu (Kadlec et al., 2009). Tvoří zhruba jednu třetinu bílkovin masa. Sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a ve slabých solných roztocích, řadí se mezi ně myoglobin a různé enzymy (lysosomální, mitochondriální aj.). Myoglobin je hlavním přirozeným barvivem masa (Hui, 2006).

Myofibrilární bílkoviny jsou zodpovědné za základní strukturu svalových vláken (Hui, 2006). Představují hlavní podíl bílkovin masa. Patří sem aktin (22 %), myosin (45 %), tropomyosin, troponin a další. Významnou funkcí myofibrilárních bílkovin je svalová kontrakce. Jsou důležité z technologického hlediska, vážou největší podíl vody v mase a vznik aktomyosinového komplexu v období posmrtného ztuhnutí masa významně ovlivňuje jeho vlastnosti (Kadlec et al., 2009). Myofibrilární bílkoviny jsou rozpustné v solných roztocích (Hui, 2006).

Stromatické bílkoviny řadíme mezi skleroproteiny. Mají vláknitý tvar, jsou obsaženy ve šlachách, vazivech, kůži a kostech. Nejsou rozpustné ve vodě ani v solných roztocích. Patří sem především kolagen a elastin (Hui, 2006).

Lipidy jsou zastoupeny v těle zvířat především ve formě triacylglycerolů a představují velmi koncentrovaný zdroj energie. Jejich energetická hodnota je téměř dvojnásobná oproti sacharidům a bílkovinám. Živočišné tuky tvoří chemicky velmi různorodou skupinu, jejich společným znakem je však nerozpustnost ve vodě (Warriss, 2010). Tuk je v mase nosičem chuti a jeho změnami, tedy oxidací a hydrolýzou mastných kyselin, vznikají různé produkty, které ovlivňují chuť masa (Belitz, 2009).

Minerální látky tvoří zhruba 1% hmotnosti masa (Steinhauser et al., 1995). V mase je zastoupeno mnoho minerálních látek, nejvýznamnější z nich jsou vápník, hořčík a železo. Vápník má důležitou funkci při svalové kontrakci a při srážlivých reakcích v krvi. Hořčík ovlivňuje aktivitu enzymu adenosintrifosfatázy a dalších enzymů metabolismu cukrů.

Hořčík s vápníkem se účastní vytváření příčných vazeb mezi bílkovinnými řetězci a mají význam pro strukturu masa a masných výrobků. Železo obsažené v masě je pro člověka mnohem lépe využitelné, než železo z rostlinných zdrojů. V masě je obsaženo především v hemových barvivech (Kadlec et al., 2009).

Mezi **extraktivní látky** v masě patří sacharidy, organické fosfáty a některé dusíkaté látky. Jejich obsah ve svalovině je poměrně malý. Jejich název je odvozen od jejich extrahovatelnosti vodou. (Steinhauser et al., 1995).

Sacharidy jsou v masě obsaženy v malém množství. Nejvýznamnější z nich je glykogen, který plní funkci zdroje energie pro svalovou práci, při které je aerobně odbouráván v Krebsově cyklu až na vodu a oxid uhličitý. Za určitých podmínek je glykogen odbouráván anaerobně za vzniku kyseliny mléčné. Podobným způsobem se štěpí během posmrtných změn, má proto velký technologický význam (Belitz, 2009).

Mezi extraktivní látky dále patří organické fosfáty, v masě zastoupené zejména nukleotidy, nukleovými kyselinami a jejich rozkladnými produkty. Nejvýznamnější z nich je adenosintrifosfát (ATP), který tvoří hlavní článek přenosu energie v těle (Steinhauser et al., 1995). Je to univerzální a nejdůležitější nosič v buňce, který slouží jako energetická rezerva či zdroj energie pro mnoho chemických reakcí (Alberts et al., 2005). Adenosintrifosfát je hlavním zdrojem energie pro kontrakci a relaxaci svalů za života zvířete i v průběhu posmrtných změn (Hui, 2006).

Mezi dusíkaté extraktivní látky v masě patří především volné aminokyseliny a peptidy (Kadlec et al., 2009).

3.2.3 Vlastnosti masa

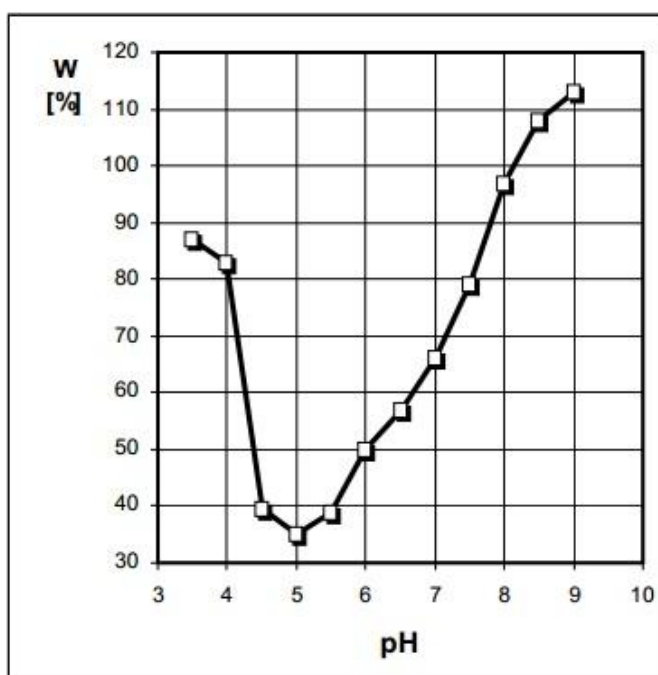
Vaznost masa můžeme definovat jako schopnost bílkovin masa vázat vodu vlastní i přidanou v průběhu zpracování. Je to vlastnost významně ovlivňující kvalitu masných výrobků i ekonomickou stránku výroby. Z technologického hlediska rozumíme vazností schopnost masa udržet za podmínek mechanického namáhání například tlakem či teplotou vodu přirozeně přítomnou v masě i vodu přidanou. Vaznost je ovlivněna intravitálními vlivy, různými přísadami i zacházením s masem. Podle toho, zda voda ze svaloviny vytéká nebo nikoliv, ji můžeme rozdělit na volnou a vázanou. Voda je v masě vázána různými způsoby a různou silou. Část vody je volně pohyblivá v mezibuněčných prostorech, část je imobilizována mezi jednotlivými strukturami svaloviny a nejpevněji

vázaná je tzv. hydratační voda. Voda je imobilizována v síti membrán a vláken strukturálních proteinů a je závislá na nábojích jejich molekul. Tyto náboje ovlivňují poměr proti sobě působících sil mezi jednotlivými segmenty svaloviny, čímž je ovlivněna velikost prostoru, do kterého se pak imobilizuje voda. Její molekuly jsou uvnitř tohoto prostoru propojeny vodíkovými můstky (Kadlec et al., 2009).

Imobilizaci vody zásadně ovlivňuje štěpení a spojování příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami:

- 1) příčné iontové vazby přes vícemocné kationty (zejména vápník, hořčík a železo)
- 2) vodíkové můstky mezi karbonylovými (např. aldehydy, ketony) a aminoskupinami
- 3) iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami
- 4) disulfidové můstky cystinu

Vaznost masa je nejnižší v izoelektrickém bodě (pH 5,0 – 5,3), ve kterém je počet kladně a záporně nabitých nábojů vyrovnaný, opačně nabitě skupiny se přitahují maximální silou a bílkoviny ztrácejí schopnost reagovat. Vaznost prudce stoupá směrem od izoelektrického bodu, v reálných podmínkách masa na bazické straně (Graf 1). K tomuto jevu dochází díky změně rozložení kladných a záporných nábojů na bílkovinné molekule, kdy se rozštěpí část příčných elektrostatických vazeb, dojde k oddálení peptidových řetězců a v prostoru mezi nimi se imobilizuje větší množství vody (Hrabě et al., 2006).



Graf 1 Vliv hodnoty pH na vaznost masa (Pipek, 1998)

Barva je důležitý znak, který jako první upoutá spotřebitele při výběru čerstvého masa a masných výrobků. Za jeho červenou barvu odpovídají především hemová barviva, tj. hemoglobin a myoglobin. Hemoglobin je červený transportní metaloprotein. Jeho hlavní funkcí v organismu živočichů je přenos kyslíku z plic do tkání a oxidu uhličitého opačným směrem. Myoglobin se skládá z bílkoviny globinu a barevného hemu, jenž obsahuje atom dvojmocného železa. Obsah hemových barviv se v mase různých živočichů pohybuje v rozmezí od 100 do 10 000 mg/kg (Kadlec et al., 2009).

Vyšší obsah hemových barviv způsobuje tmavší barvu masa, nižší obsah naopak barvu světlejší. Tmavší je zejména maso zvířat, která za života potřebovala být schopna vyvinout značnou svalovou aktivitu, a bylo u nich třeba zajistit dostatečně velkou zásobu kyslíku. Výrazně tmavé maso má zvěřina a hovězí dobytek, světlou má naopak obvykle drůbeží a rybí maso (Ingr, 2011). Průměrný obsah hemových barviv ve vybraných druzích masa je uveden v Tabulce 1, může se však v konkrétních případech velmi lišit, protože ho ovlivňuje řada intravitálních vlivů. Velké rozdíly v obsahu hemových barviv souvisejí s vykrvením zvířat, což se týká především zvěřiny (Steinhauser et al., 1995).

Tabulka 1 Obsah hemových barviv ve vybraných druzích masa (Steinhauser et al., 1995)

Druh masa	Obsah hemových barviv (mg/kg)
Vepřové	254 - 3500
Hovězí	1700 - 7500
Kuřecí	126
Koňské	3620 - 8000
Jelení	6000 - 7000
Králíčí	200

3.2.4 Specifické vlastnosti kuřecího masa

Brojlerová kuřata se vyznačují intenzivním metabolismem, který způsobuje vysokou intenzitu růstu zvířete, rané pohlavní dospívání a vysokou adaptabilitu organismu. Jejich maso má ve srovnání s masem větších zvířat nízkou energetickou hodnotou, která činí v průměru 473 kJ na 100 g masa (Simeonovová et al., 2003).

Bílkoviny kuřecího masa mají vysokou biologickou hodnotu, toto maso obsahuje všechny esenciální aminokyseliny a jejich využitelnost v organismu je vysoká. Průměrný obsah bílkovin v mase kuřat je 16 - 20 % (Staruch et al., 2009).

Obsah tuku v čisté svalovině kuřat je poměrně nízký (Tabulka 2). Množství tukových buněk závisí na pohlaví zvířete a liší se v různých částech svaloviny každého jedince. Množství tuku v organismu zvířat lze regulovat, významnou roli hraje výživa a technologie chovu. Lipidy v kuřecím masu obsahují cenné polynenasycené mastné kyseliny, mezi které patří kyselina linolová a linolenová. Průměrný obsah kyseliny linolové v kuřecím masu je 1,61 %. Kyselina linolová je nenasycená mastná kyselina se dvěma dvojnými vazbami, která patří do skupiny esenciálních mastných kyselin. Je důležitá při tvorbě biomembrán a lidský organismus ji nedokáže syntetizovat, proto je nutný její přísun potravou (Makovický et al., 2007). Průměrné zastoupení mastných kyselin v kuřecím masu je uvedeno v Tabulce 3.

Tabulka 2 Průměrné složení kuřecího masa (Hui, 2006)

Složka (%)	Celé JUT	Krk	Prsa	Stehna
Voda	69,25	73,06	74,2	75,2
Bílkoviny	19,41	15,34	23,61	20,05
Lipidy	9,28	10,57	0,95	3,88
Minerální látky	2,2	1,11	1,13	1,08

Kuřecí maso má oproti masu větších jatečných zvířat nižší obsah hemových barviv, který způsobuje jeho světlejší barvu (Tabulka 1). Více hemových barviv a tmavší barvu zpravidla vykazuje stehenní svalovina, světlejší naopak svalovina prsní (Steinhauser et al., 1995).

Tabulka 3 Průměrné zastoupení mastných kyselin v kuřecím masu (Makovický et al., 2007)

Složka (%)	Celé JUT	Krk	Prsa	Stehno
Nasycené mastné kyseliny	2,98	3,5	0,23	1,26
Monoenové kyseliny	4,1	4,7	0,29	1,36
Polyenové kyseliny	1,75	1,95	0,17	0,66

3.3 Huminové látky

Huminové látky jsou pravděpodobně nejrozšířenější formou organického uhlíku na zemském povrchu. Jsou pokládány za nejdůležitější zdroj organického uhlíku v půdním i vodním prostředí (Senesi et Loffredo, 1999). Mají klíčovou úlohu v přírodě, protože přispívají k růstu rostlin, jsou zodpovědné za strukturu a fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a jsou spojené s většinou jevů, které v půdě nastávají. Představují specifickou skupinu vysokomolekulárních a nízkomolekulárních organických látek o molekulové hmotnosti od 2 do 200 kDa (Stevenson, 1994). Jsou to směsi molekul přírodních látek vznikajících

chemickým a biologickým rozkladem organických zbytků v půdě, tedy jejich humifikací (Kocabagli et al., 2002). Množství uhlíku vázaného na huminové látky v půdě, rašelině a uhlí je téměř čtyřnásobné než množství uhlíku vázaného v organické hmotě všech rostlin a živočichů na celém světě (Islam et al., 2005).

Huminové látky se podle složení daným původem či nalezištěm liší svou barvou, vyskytují se ve škále od žluté až po tmavou, hnědočernou barvu (Stevenson, 1994). Obecné složení huminových látek je 38,4 % huminových kyselin, 27,8 % fulvinových kyselin, 18,8 % vlhkosti, 3,6 % bílkovin, 1,9 % popela, 0,05 % tuku a 8,45 % ostatních látek (Wang et al 2007).

Huminové látky jsou pro své vlastnosti hojně využívány v zemědělství, průmyslu či biomedicíně (Šamudovská et al., 2010).

3.3.1 Původ huminových látek

Existuje několik teorií vzniku huminových látek, například degradační (ligninová) nebo syntetická (polyfenolová) teorie. Podle degradační teorie vznikají huminové látky mikrobiálním rozkladem odumřelého rostlinného materiálu, kdy z těžko rozložitelných látek jako je lignin, melanin nebo kutin vznikají vysokomolekulární huminy. Tyto kyseliny jsou oxidací postupně transformovány přes huminové kyseliny na fulvokyseliny a dále na ještě menší molekuly. Pokud tento mechanismus dále pokračuje, jsou huminové látky postupně rozloženy až na oxid uhličitý a vodu. Syntetická teorie vychází z předpokladu, že rostlinné tkáně jsou nejprve degradovány na malé molekuly (karboxylové kyseliny, fenoly atd.), ze kterých se pak syntézou tvoří huminové látky. Nejprve podle této teorie tedy vznikají fulvokyseliny, pak huminové kyseliny a nakonec huminy (McDonald et al., 2004). Pravděpodobné je, že oba mechanismy existují vedle sebe, nebo se různě prolínají. Například degradací ligninu nejprve vzniknou malé molekuly, ze kterých se syntetizují huminové kyseliny, které jsou pak oxidací a fragmentací přeměněny na fulvokyseliny. Ve vodních ekosystémech zřejmě dominuje degradační mechanismus, zatímco v terestrických ekosystémech převažuje syntéza (Pivokonský et al., 2010).

3.3.2 Zdroje huminových látek

Přestože název napovídá spojitost především s půdním prostředím, huminové látky můžeme najít nejen v půdě, rašelině, lignitu či hnědém uhlí, ale patří také mezi hlavní organickou složku mořské i sladké vody, kalů a sedimentů. Podařilo se je izolovat i z těl živých organismů (např. hnědých řas) (Stevenson, 1994). Obsah huminových látek v těchto matricích kolísá od stopových množství v písčítých a jílovitých půdách až po desítky procent (3 – 10 %) v hnědém uhlí. Velmi vysoký obsah (až 85 %) huminových látek byl zjištěn v lignitu, rašelině a oxyhumolitu (Šamudovská et al., 2010).

3.3.3 Vlastnosti huminových látek

Vlastnosti huminových látek, jako je rozpustnost ve vodě, schopnost agregace a disociace, nábojové poměry či schopnost vytvářet komplexy s kovovými ionty, úzce souvisejí s jejich složením, které je ovlivněno humifikačními procesy. Vedle těchto procesů jsou jejich vlastnosti také významně ovlivněny velikostí jednotlivých molekul a částic, stupněm jejich dispergace (pravé nebo koloidní roztoky), polaritou, která je dána charakterem skeletu (aromatický či alifatický) a hlavně druhy, počty a disociačními schopnostmi funkčních skupin (Pivokonský, 2010). Charakteristické vlastnosti jednotlivých huminových látek můžeme vidět v Tabulce 4.

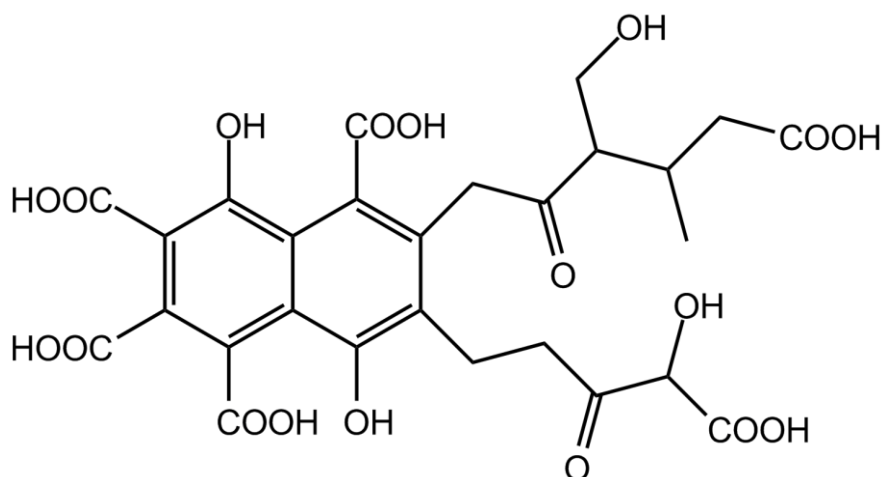
Tabulka 4 Charakter huminových látek (Skybová, 2006)

Vlastnosti	Fulvokyseliny	Humatomelánové	Huminové kyseliny		Huminy
		Hnědé		Šedé	
Barva	Žlutá-žlutohnědá	Hnědá	Tmavě hnědá	Hnědočerná	Černá
Obsah C [%]	43 - 52	58 – 62	50 - 60	58 - 62	> 60
Obsah N [%]		0,5 - 2	4.5	3.5	5.8
Molekulová hmotnost	800 – 900 ----- → Narůstající ----- → do 100 000				Různá
Vnitřní vazby	Slabé ←-----→ Silné				
Funkční skupiny	Více ←----- cca 25 % -----→ Méně				
Kyselý charakter	Silný ←-----→ Slabý				
Pohyblivost	Vysoká ←-----→ Nízká				
Výskyt	Kyselé půdy s nízkou biologickou aktivitou	Půdy bohatých na živiny s vyšší biologickou aktivitou			

3.3.4 Dělení huminových látek

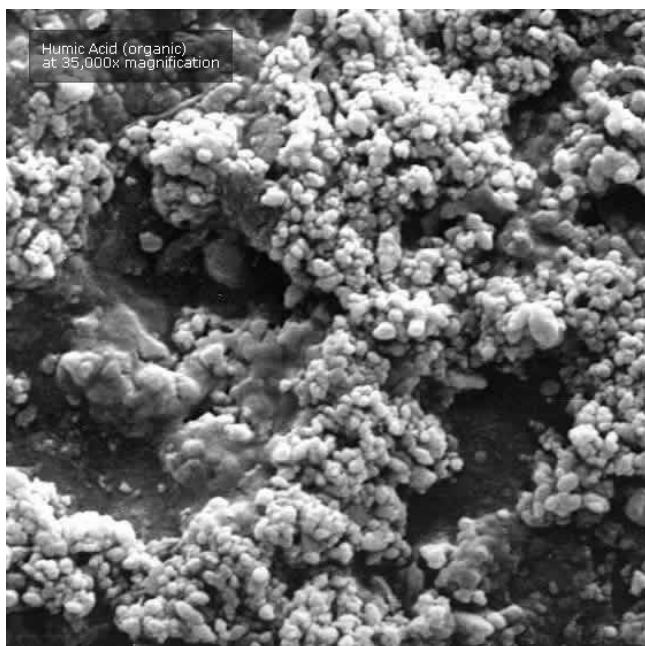
Huminové látky lze rozdělit podle chemických a fyzikálně-chemických vlastností na humusové kyseliny (huminové kyseliny, fulvokyseliny, humatomelanové kyseliny), huminy a humusové uhlí (Nicolaou et al., 2001). Většina autorů však rozlišuje jen tři skupiny huminových látek, a to huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy (Pivokonský, 2010).

Fulvinové kyseliny se skládají z různých druhů benzenkarboxylových a fenolových kyselin. Jejich molekuly tvoří polymerní strukturu a jsou vzájemně vázány vodíkovými můstky (Obrázek 2). Obsahují větší množství kyselých funkčních skupin (především karboxylových) a menší množství uhlíku než huminové kyseliny (Fasurová et al., 2010). Proto jsou biologicky aktivnější než huminové kyseliny (Bai et al., 2013). Fulvinové kyseliny jsou rozpustné ve vodě nezávisle na hodnotě pH a mají menší molekulovou hmotnost okolo 2 kDa. Mají oproti ostatním složkám huminových látek vyšší obsah kyslíku, jenž se pohybuje v rozmezí 45 – 48 %, obsah dusíku je menší než 4 % (Islam et al., 2005).



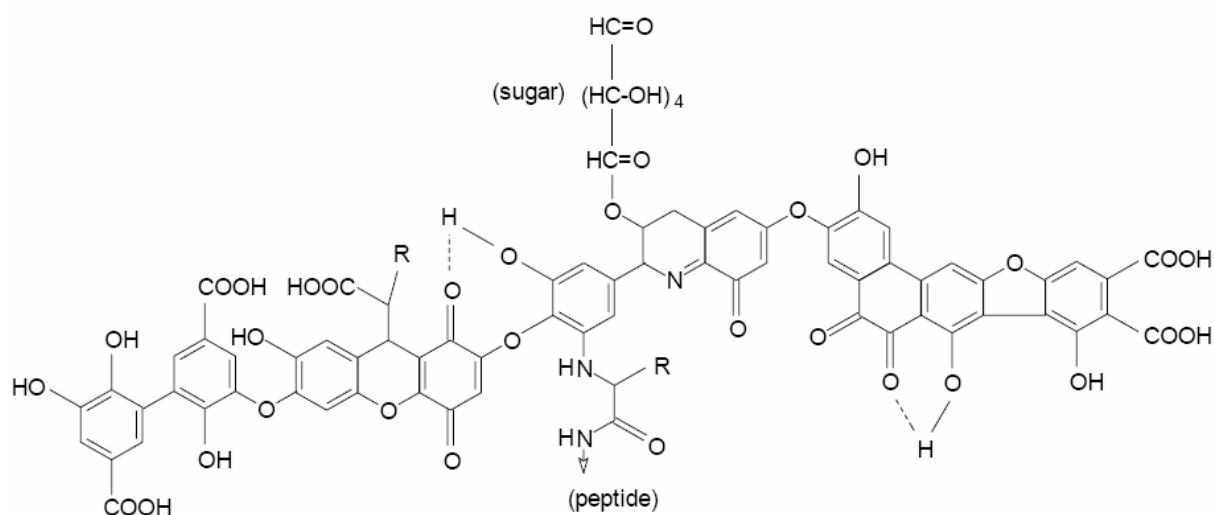
Obrázek 2 Struktura fulvinové kyseliny (Stevenson, 1994).

Huminové kyseliny jsou všudypřítomné přirozeně se vyskytující polymery, které jsou důležitými prekurzory kerogenů, bitumenů, ropy a uhlí. Zvyšují půdní úrodnost, urychlují fotodegradaci pesticidů a snižují toxicitu těžkých kovů. Snižují účinnost produkce oxidů hliníku a produkci karcinogenů při rafinaci vody po těžbě rud (Skybová, 2006). Rozpustnost huminových kyselin stoupá se zvyšujícím se pH. Srážejí se i ve slabě kyselém prostředí. Mají střední molekulovou hmotnost mezi 5 a 100 kDa (Islam et al., 2005). Strukturu huminové kyseliny při zvětšení 35 000 x můžeme vidět na Obrázku 3.



Obrázek 3 Huminová kyselina při zvětšení 35 000 x (Skybová, 2006)

Huminové kyseliny jsou všeobecně považovány za komplexní aromatické makromolekuly, ve kterých spojení mezi aromatickými skupinami zajišťují aminokyseliny, aminocukry, peptidy a alifatické sloučeniny. Hypotetická struktura huminové kyseliny (Obrázek 4) obsahuje volné a vázané fenolické -OH skupiny, chinonové struktury, dusíkové a kyslíkové atomy ve funkci můstků a karboxylové skupiny umístěné na aromatických cyklech (Skybová, 2006).



Obrázek 4 Předpokládaná struktura huminové kyseliny (Stevenson, 1994).

Huminy jsou látky složené z frakcí huminových polymerů, vytvářejících silné vazby s minerály (Fasurová et al., 2010). Huminy mají velkou molekulovou hmotnost, která

se pohybuje kolem 300 kDa, a nejsou rozpustné ve vodě. Obsah kyslíku v těchto látkách je nižší než 32 %, naopak obsah dusíku je vyšší než 4 % (Islam et al., 2005).

3.3.5 Působení huminových látek na živý organismus

Mechanismus účinku huminových látek spočívá ve vstupu jejich molekul do buňky endocytózou, kde se transformují v trávicích vakuolách, které vznikají spojením endocytózních kapek s lyzozomy. Účinkem lyzozomálních enzymů dochází k rozkladu biopolymerů (polysacharidy, bílkoviny, lipidy, nukleové kyseliny), které jsou navázány na huminové látky nekovalentní vazbou. Výsledkem tohoto procesu jsou aminokyseliny, sacharidy, či nukleotidy, které prostupují do cytoplazmy, v níž se účastní metabolických procesů. Jádro huminových kyselin (nerozštěpené zbytky) vychází z buňky exocytózou. Tyto zbytky se lokalizují v buněčné stěně a stávají se součástí cytoplazmatické membrány. Spojením jader s buněčnou stěnou se z povrchu buňky stane aktivní filtr, který je schopný vázat ionty toxických kovů a měnit je tak na stabilní chelátové komplexy. Dokáže vázat i molekuly xenobiotik a likvidovat volné radikály, které vznikají v buňce jako důsledek oxidace lipidů (Senesi et al., 1994).

V minulosti byly huminové látky hojně využívány především v zemědělství jako složky hnojiv, v současné době po nich však roste poptávka jako po doplňku krmiva pro zvířata. Toto souvisí se zákazem zkrmování antibiotik hospodářskými zvířaty (Kaya et al., 2009). Huminové látky byly ve veterinární medicíně využity poprvé jako součást terapie při léčbě poruch trávicího traktu, zejména průjmových onemocnění a podvýživy u psů a koček (Aksu, 2005). V současné době jsou huminové látky z hlediska veterinárního lékařství využívány zejména u drůbeže, prasat a koní pro léčbu průjmu, dyspepsie a akutních intoxikací (Šamudovská et al., 2010).

Islam (2005) uvádí, že při zkoumání toxicity huminových látek na živý organismus byla prokázána jejich zdravotní nezávadnost a byla stanovena bezpečná denní dávka, která činí množství do 50 mg/kg živé hmotnosti. Byl hodnocen vliv huminových látek na parametry krve, endokrinní a kardiovaskulární systém a životně důležité orgány.

Bylo zjištěno, že příliš vysoké dávky huminových látek mohou mít negativní vliv na konverzi krmiva a denní přírůstek drůbeže (Ozturk et al., 2010). Další studie uvádí možný nepříznivý vliv podávání krmiva s vysokou koncentrací huminových látek na výslednou hmotnost kuřecích brojlerů. Brojleři, kteří byli krmeni vysokými koncentracemi huminových

látek (2,5 % v krmné dávce) měli ve výsledku průměrně o 0,2 kg nižší jatečnou hmotnost než kontrolní skupina (Rath et al., 2006).

Humínové látky mají schopnost inhibovat růst patogenních bakterií (např. *Clostridium albicans*, *Enterococcus cloacae*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*) a plísní, čímž snižují hladinu mykotoxinů a riziko alimentárních onemocnění. Součástí humínových látek jsou flavonoidy, kterým je přisuzován účinek tlumení zánětů. Humínové kyseliny v gastrointestinálním traktu chrání mukózní sliznici před infekcemi a toxiny a zároveň snižují resorpci toxických metabolitů. Tohoto efektu lze využít preventivně a při přechodu zvířat na nové krmivo. Humínové látky mají pozitivní vliv na činnost jater, zvýšenou odolnost vůči stresu, zvýšení permeability buněčné stěny a tím pádem zlepšení přenosu minerálních látek z krve do buněk, či zlepšení funkce imunitního systému (Islam et al., 2005).

Abdel-Mageed (2012) uvádí, že krmivo doplněné o humínové látky může zvyšovat hmotnost jater. Parametry dalších orgánů, jako jsou žaludek a srdce, nebyly přidavkem humínových látek nijak ovlivněny. Přídavek humínových látek ovlivňuje také lymfoidní orgány. Změny v jejich hmotnosti mohou být ukazatele možného vlivu humínových látek na imunitní systém zvířat.

Humínové látky v těle drůbeže váží kadmium a podporují tak celkové zdraví zvířete (Herzig et al., 2009). Humínové látky zlepšují konverzi krmiva a pozitivní vliv byl zaznamenán i na produkci a hmotnost vajec, a to při podávání humínových látek v množství 30 g/t krmiva (Kaya et al., 2005). Přídavek humínových látek v krmivu zlepšuje absorpci minerálů nezbytných pro život zvířete, jako je například vápník či fosfor, které jsou důležité pro stavbu tkání a správnou funkci tělních tekutin, pomáhají udržovat homeostázi vnitřního prostředí a jsou součástí aktivátorů vitaminů a enzymů. Zvyšuje také koncentrace krevních bílkovin, snižuje obsah abdominálního tuku, snižuje LDL cholesterol v krvi zvířete a tím pádem i jeho obsah v mase (Ozturk et al., 2012).

Efekt přídavku humínových látek do krmiva coby antimikrobiálních aditiv je zřejmější v případech, kdy zvířata nemají optimální podmínky, například při podávání hůře stravitelného krmiva nebo při zhoršených podmínkách hygieny chovu. Prostorů výkrmu, dávkování humínových látek, forma, ve které jsou obsaženy a způsob podání jsou faktory, které ovlivňují jejich působení na organismus zvířat (Lee et al., 2003).

3.3.6 Vliv huminových látek na přírůstky a hmotnost zvířat

Morales et al. (2011) uvádí, že hospodářská zvířata krmená směsí s přidavkem huminových látek mají vyšší jateční hmotnost v důsledku zrychlení vstřebávání iontů minerálů a jejich využití v organismu.

Kocabagli et al. (2012) ve svém pokusu zjistil, že přidavek humátového preparátu do krmiva vedl k lepší konverzi krmiva a vyššímu přírůstku hmotnosti během výkrmu kuřat a to až o 4,8 % oproti kontrolní skupině. K podobnému závěru dospěl Avci et al. (2007), který prokázal tento efekt u křepelek.

Wang et al. (2008) prokázal, že prasata, kterým bylo přidáváno do krmiva 10 % huminových látek, mají vyšší hmotnostní přírůstek.

Tento jev lze vysvětlit několika způsoby:

- Huminové látky mají pro gastrointestinální trakt zvířete protektivní vlastnosti a zlepšují konverzi krmiva a využitelnost (Islam et al., 2005);
- Přídavek huminových látek ovlivňuje střevní mikrofloru a nežádoucí bakterie v zažívacím traktu zvířete jsou lépe ničeny. Tím se zlepší využitelnost dodaných živin k růstu (Huck et al., 1991);
- Huminové látky působí vzhledem k velké reaktivitě karboxylových a hydroxylových skupin jako transportní molekuly kyslíku a elektronů. Díky této vlastnosti mohou fungovat jako katalyzátory v buněčných pochodech podobně jako $FADH_2$ a NADH koenzymy (Vucskits et al., 2010).

Podle Ozturka et al. (2010) huminové látky zpomalují pasáž krmiva přes trávicí trakt a zvyšují enzymovou aktivitu pankreatu, což může vést ke zlepšení trávení a konverzi krmiva. Byl sledován vliv přídavku huminových látek do pitné vody na přírůstky u brojlerových kuřat. V tomto pokusu byly brojlerům přidávány huminové látky v množství 150 ppm, 300 ppm a 450 ppm. Nejlepších výsledků bylo dosaženo s přidavkem 300 ppm, vyšší množství huminových látek už mělo negativní vliv na výslednou hmotnost brojlerů.

3.3.7 Vliv huminových látek na parametry krve

Důležitými parametry ve vztahu ke zdravotnímu stavu zvířete a kvalitě masa je koncentrace některých látek v krvi. Mezi tyto látky patří glukóza, některé peptidy, triglyceridy

a cholesterol. Podle Ozturka et al. (2012) má podávání huminových látek vliv na pokles hladiny triacylglycerolů a glukózy v krvi a naopak zvýšení HDL cholesterolu, globulinů, hemoglobinu a celkového počtu erytrocytů. Ipek et al. (2008) zaznamenal zvýšení obsahu železa v plazmě následkem podávání přídatku huminových látek. Železo a zinek jsou prvky schopné aktivně se účastnit formování ligandu z organických složek. Huminové látky tedy mají schopnost pomáhat tvořit ligandy a usnadňovat transport látek přes buněčné membrány.

Cholesterol je důležitý pro tvorbu buněčných membrán a syntézu hormonů. Jeho vysoká hladina v krvi zvířat je však spojována s kardiovaskulárními onemocněními. Příklad přidavek huminových látek do diety koz v množství 1, respektive 4 g/kg živé hmotnosti měl za následek pokles celkového cholesterolu o 1,73, respektive 1,19 %. V případě LDL cholesterolu došlo k poklesu o 1,77 %, respektive 1,23% (Degirmencioglu, 2014).

Šamudovská et al. (2010) zkoumala vliv huminových látek na koncentraci vápníku v krvi. Brojlerová kuřata byla krmena dietou s přídatkem huminových látek v množství 5g/kg krmiva v první fázi a 7 g/kg krmiva ve druhé a třetí fázi výkrmu. Koncentrace vápníku byla po čtrnácti dnech výkrmu vyšší a po 35. dnu výkrmu nižší než u skupiny zvířat bez přídatku humátů. Zvýšení obsahu vápníku v první fázi výkrmu může být jeden z rozhodujících faktorů ovlivňujících růst zvířete a výnos masa (Kadam et al., 2009). Ke snížení obsahu vápníku mohlo dojít v důsledku chelatační schopnosti huminových látek (Klocking, 1994). Alkalická fosfatáza je enzym, který ovlivňuje metabolismus makroenergetických fosfátových vazeb a napomáhá transportu anorganických fosfátů přes buněčnou membránu. Příklad přidavek huminových látek v množství 5 g/kg krmiva měl u brojlerových kuřat vliv na zvýšení koncentrace tohoto enzymu po čtrnácti dnech výkrmu (Šamudovská et al., 2010).

Rath et al. (2006) naopak uvádí, že huminové látky kromě vlivu na snížení koncentrace celkového cholesterolu a triglyceridů mají vliv i na snížení obsahu vápníku, železa, alkalické fosfatázy a dalších látek. Toto však může být způsobeno vysokou koncentrací až 2,5 % huminových v krmné dávce.

3.3.8 Vliv huminových látek na vlastnosti masa

Barvu masa mohou ovlivnit minerální prvky jako železo, měď či mangan obsažené v huminových látkách (Wang et al., 2010).

Ozturk et al. (2010), zaznamenal vliv suplementace huminových látek na barvu masa brojlerových kuřat. Brojlerům byly v napájecí vodě podávány huminové látky v množství

0, 150, 300 a 450 ppm. Podávání huminových látek v napájecí vodě vedlo ke zvýšení obsahu železa v mase brojlerů (tabulka 5). Zvýšení hodnoty koeficientu pro červenou barvu je způsobeno zvýšenou tvorbou myoglobinu, který masu dodává tmavší barvu. K tomuto došlo pravděpodobně v důsledku zvýšení koncentrace železa. Přídavek huminových látek vedl k tmavší a sytější barvě masa (Ozturk et al., 2012). Přídavek huminových látek do krmné dávky obecně přispívá k vyššímu obsahu železa v mase (Hermida et al., 2006).

Ozturk et al. (2010) dále zjistil, že huminové látky způsobují mírné snížení pH masa (Tabulka 5). Tento vliv byl významný především u prsní svaloviny.

Tabulka 5 Vliv přídavku huminových látek na barvu a pH masa brojlerových kuřat (Ozturk et al., 2010)

Koncentrace huminových látek (ppm)	Maso	0	150	300	450
Celková světlost	Prsní	50,3	50,7	50,8	51,7
	Stehenní	57	58,1	59,8	60,1
Červená barva	Prsní	2,6	2,93	2,96	3,3
	Stehenní	5,51	6,08	6,44	6,52
pH	Prsní	5,68	5,59	5,68	5,67
	Stehenní	5,37	5,34	5,31	5,33

Vliv huminových látek na vaznost masa nebyl dosud prokázán. Ozturk et al. (2010) uvádí, že mírné změny pH v důsledku podávání huminových látek v menší míře ovlivňují i vaznost masa, tento efekt však nebyl statisticky významný.

U kuřecích brojlerů byl prokázán vliv huminových látek na zvýšení obsahu bílkovin v prsní svalovině. Přídavek 1 % humátů v krmné dávce měl za následek zvýšení obsahu bílkovin jak ve svalovině, tak v krvi zvířat (Stepchenko et al., 1991). Naopak u králíků byl zjištěn pokles celkového obsahu bílkovin ve svalovině při suplementaci přípravku z rostlinného oleje s přídavkem 10 % huminových látek (Místa, 2012).

Podávání různých koncentrací huminových látek v napájecí vodě u brojlerů se projevilo zvýšením množství tělesného tuku, přičemž zvýšení bylo výraznější u stehenní svaloviny oproti svalovině prsní (Ozturk et al., 2010). U prasat bylo naopak prokázáno, že přídavek 10 % huminových látek do krmné dávky způsobuje pokles hřbetního sádla oproti kontrolní skupině až o 0,5 cm. Dále bylo zjištěno, že maso takto krmených zvířat vykazuje lepší mramorování než maso zvířat kontrolní skupiny (Wang et al., 2008).

Pro senzorickou jakost masa je významným faktorem oxidace tuků, za kterou jsou zodpovědné reaktivní formy kyslíku, které mají velmi krátký poločas rozpadu, a proto není možné je měřit přímo. Míra oxidace se proto zjišťuje metodou TBARS, kde se měří množství

produktů vznikajících oxidačním stresem (Oldham et al., 1998). Pokus, ve kterém byly kuřecím brojlerům podávány huminové látky v množství 0,1%, 0,2 % a 0,3% ukázal, že přídavek huminových látek snižuje oxidaci tuků během skladování, přičemž nejnižší hodnoty oxidace vykazovala skupina s přídavkem 0,1 % huminových látek. Stehenní svalovina je zpravidla tučnější než prsní a proto měla obecně hodnoty TBARS vyšší. Přesný mechanismus účinku huminových látek proti oxidaci tuků není znám (Aksu et al., 2005).

4. Materiály a metody

4.1 Vzorky

4.1.1 Přehled vzorků

V experimentu byl sledován vliv přípravku Humafit na kvalitativní a kvantitativní parametry masa brojlerových kuřat. Vzorky poskytla firma Lukrom, spol. s r.o. ze svého závodu Farma Králov, specializovaného na výkrm brojlerů. Jednalo se o hybridy Cobb 500. Kuřata byla vykrmována po dobu 36,6 dne od 5. 11. do 14. 12. 2015 ve dvou halách Králov I a Králov II, přičemž v hale Králov II byl kuřatům přidáván ke krmivu humátový přípravek a hala Králov I sloužila jako kontrolní. Počáteční stav zvířat v obou halách byl shodně 19 500 kusů. Přípravek Humafit byl kuřatům v hale Králov II podáván po dobu deseti dnů a to od 10. do 20. dne výkrmu, dále byly obě skupiny krmeny standardní krmnou směsí až do dne porážky. Přípravek byl aplikován přes medikátor do napájecí vody v množství 200 ml na 1000 litrů vody.

Podrobné vyhodnocení výkrmu kuřecích brojlerů je uvedeno v tabulce 6. Následné analýzy byly prováděny v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze na jatečně upravených tělech celkem dvaceti kuřat, která byla náhodně vybrána po deseti kusech z každé haly na porážkové lince firmy Raciola v Uherském Brodě. Záměrem podávání přípravku Humafit bylo zvýšení užitečnosti a zlepšení zdravotního stavu brojlerů.

4.1.2 Humafit

Humátový přípravek Humafit podávaný kuřatům ze sledované skupiny je dodáván ve formě polydisperzních ve vodě rozpustných granulí humátu sodného získaného z Leonarditu. Přípravek obsahuje humát a fulvát sodný v množství 700 g/kg, soli křemičitých kyselin, draslík, vápník, křemík, hořčík a další mikronutrienty. Humafit se používá jako krmná přísada při chovu zvířat. Dle tvrzení výrobce má na organismus biostimulační, imunostimulační a adaptogenní účinky, zvyšuje hladinu hemoglobinu v krvi zvířat, normalizuje obsah bílkovin, lipidů, lipoproteinových komplexů, minerálů a vitamínů.

Humafit je registrován jako krmná surovina u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského Ministerstva zemědělství České republiky (Přeslička, 2014).

4.2 Použité chemikálie

Aceton, p. a., Lach-ner, s r. o.

Hydrogenuhličitan draselný (KHCO_3), p. a., Lach – ner, s r. o.

Hydroxid sodný (NaOH), p. a., Lach – ner, s r. o.

Katalyzátor – 1000 KjelTabs, ST, Thompson & Capper LTD, UK

Katalyzátor - 3,5g (K_2SO_4), 3,5mg Se

Kyselina boritá (H_3BO_3), p. a., Lach – ner, s r. o.

Kyselina chlorovodíková (HCl), 35%, p. a., Lach-ner, s r. o.

Kyselina sírová (H_2SO_4) 96 %, p. a., Lach – ner, s r. o.

Metyloranž, p. a., Lach – ner, s r. o.

Petrolether, 40 – 65 °C, p. a., Lach-ner, s r. o.

4.3 Přístroje

Kjeltec Auto Destillation 2200, Foss Tecator

pH – metr Gryf 259

Spektrofotometr Spekol 11

a ostatní běžné vybavení laboratoře.

4.4 Metody měření

4.4.1 Stanovení celkového obsahu hemových barviv

Celkový obsah hemových barviv byl stanoven Hornseyovou metodou. Při stanovení koncentrace hemových barviv dochází přidávkem okyseleného acetonu za přítomnosti světla k uvolnění hemu a oxidaci centrálního atomu železa (z Fe^{2+} na Fe^{3+}). Tím vzniká hemin, který se extrahuje do acetonu. Celková koncentrace hemových barviv se stanovuje měřením absorbance procházejícího světla při vlnové délce 640 nm a následným výpočtem za použití průměrné zaokrouhlené molekulové hmotnosti převažujícího myoglobinu.

Do zkumavky bylo naváženo 2,5 g vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 10 ml okyseleného acetonu. Extrakce probíhala 60 minut za občasného protřepání. Po této době byl vzorek zfiltrován. Absorbance byla měřena při 640 nm proti okyselenému acetonu.

Celkový obsah hemových barviv (c_{HB}) byl vypočítán podle vztahu:

$$c_{HB} = \frac{A_{640} \cdot f \cdot M_r}{a \cdot b \cdot n} \quad [\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}]$$

kde je A_{640}	absorbance při vlnové délce 640 nm
f	zředovací faktor (12,87 ml)
M_r	průměrná relativní molekulová hmotnost myoglobinu (tj. 17 000)
a	absorpční koeficient (0,48 mol.cm ⁻¹)
b	tloušťka kyvety (10 mm)
n	navážka vzorku

(Pipek, 1991)

4.4.2 Stanovení vaznosti masa metodou hmotnostních ztrát vývarem

Ke stanovení vaznosti metodou hmotnostních ztrát vývarem bylo využito tepelného namáhání vzorku. Kvantifikace se provádí stanovením podílu uvolněné kapaliny po tepelném opracování za definovaných podmínek. Takto připravený vzorek je možné použít ke stanovení stupně vybarvení.

Asi 40 g masového homogenátu o zadaném složení bylo naváženo do speciální zvážené zkumavky. Po pečlivém očištění vnitřních stěn od zbytků homogenátu byla zkumavka znovu zvážena a těsně uzavřena hliníkovou fólií. Takto připravená zkumavka byla umístěna do předehřáté lázně. Tepelné opracování proběhlo při teplotě 80 °C po dobu 30 minut. Ihned po dokončení tepelného opracování byla uvolněná kapalina odstraněna. Po vychladnutí se zvážil zbylý pevný podíl ve zkumavce.

Hmotnostní ztráty vývarem byly vypočteny z rozdílu hmotností podle vzorce:

$$V = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde je m_1 hmotnost prázdné zkumavky [g]

m_2 hmotnost zkumavky se vzorkem před tepelným opracováním [g]

m_3 hmotnost zkumavky se vzorkem po odstranění uvolněné kapaliny (vývaru) [g]

(Pipek, 1991)

4.4.3 Stanovení obsahu bílkovin

Dusíkaté látky byly stanoveny titračně acidimetricky po mineralizaci vzorku horkou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru převedením na síran amonný, vytěsněním amoniaku hydroxidem sodným a jeho předestilováním do kyseliny borité. Obsah dusíkatých látek byl vypočítán ze zjištěného dusíku vynásobením uzančným přepočítávacím faktorem

S přesností na 0,001 g byl do mineralizační tuby navážen 1 g vzorku, přidány dvě katalyzátorové tablety a 20 ml koncentrované kyseliny sírové. Obsah tuby byl důkladně promíchán a umístěn do mineralizačního bloku, kde byl zajištěn ohřev na 420° C a po dobu 90 minut probíhala mineralizace až do okamžiku vyčechení kapaliny. Obsah mineralizační tuby se nechal zchladnout. Po vychladnutí a automatickém přidání 60 ml destilované vody proběhla automatická destilace vodní parou za přídavku 70 ml 40 % hydroxidu sodného, vzniklý amoniak byl jímán do předlohy s 30 ml 1 % kyseliny borité a Tashiro indikátorem. Množství amoniaku bylo stanoveno titrací 0,2 N kyselinou sírovou (ČSN 46 1011-18, 2003).

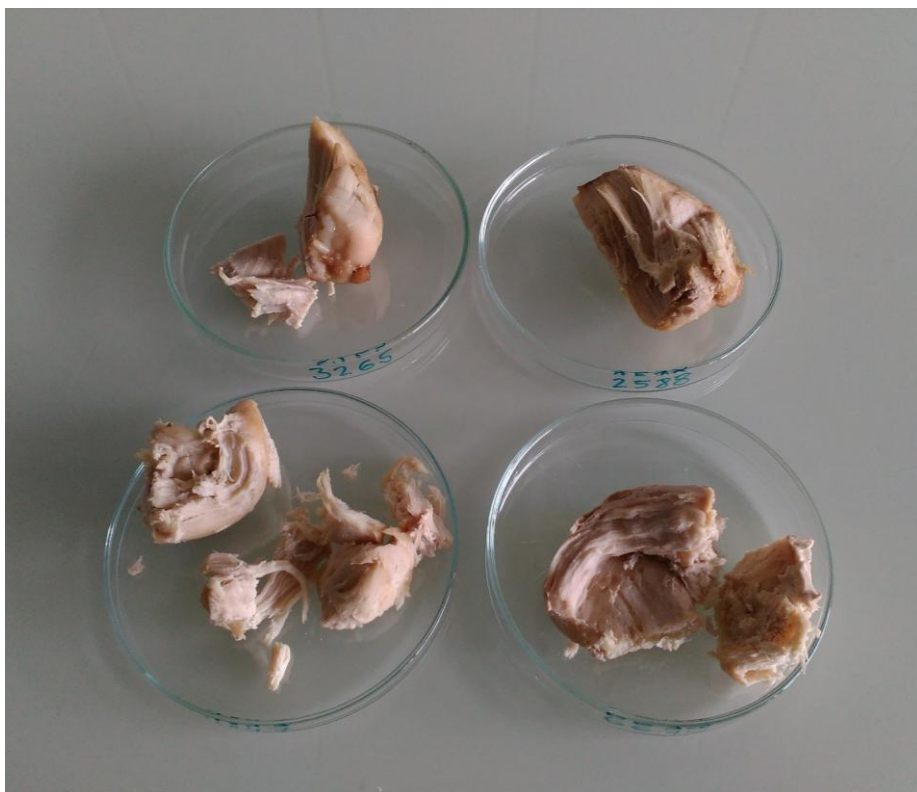
4.4.4 Senzorická analýza

Pro senzorickou analýzu bylo vybráno maso z kuřecích prsou. Bylo hodnoceno celkem deset různých vzorků prsou, přičemž pět z nich bylo vybráno ze skupiny krmené s přídavkem huminových látek a dalších pět z kontrolní skupiny. Kuřecí prsa byla tepelně upravena v termostatu při 180° C po dobu 60 minut vcelku v uzavřené nádobě. Hodnotitelům byla podávána při teplotě 70° C.

Pro hodnocení byla zvolena metoda senzoričského profilu podle ČSN EN ISO 13299 (2010) a párová preferenční zkouška, při které dochází k porovnání organoleptických vlastností dvou vzorků a stanovení rozdílu mezi nimi podle preference jednoho z nich (ČSN EN ISO 5495, 2009).

Panel byl složen z deseti školených hodnotitelů, 8 žen a 2 mužů. Všichni byli před provedením senzoričského hodnocení seznámeni s průběhem analýzy, metodou hodnocení i s konkrétními vzorky. Jako chuťový neutralizátor bylo použito bílé pečivo a čistá voda.

Kuřecí prsa byla rozdělena na čtyři stejnoměrné části. Každá z těchto částí byla označena čtyřmístným kódem a vzorky byly rozděleny do dvojic, kde jeden vzorek byl ze skupiny krmené humáty a druhý ze skupiny kontrolní. Hodnotitelům byla vždy předložena jedna tato dvojice, každý ze vzorků na samostatné Petriho misce (Obrázek 5). Každý hodnotitel analyzoval nejprve jednu dvojici vzorků a posléze dvojici druhou. Celkově bylo hodnoceno 40 kusů vzorků.



Obrázek 5 Vzorky připravené pro senzoričskou analýzu (foto: Autor)

Odpovědi jednotlivých hodnotitelů byly zaznamenány do papírových formulářů (Obrázek 6), které obsahovaly 100 mm dlouhé orientované grafické nestrukturované stupnice. Na tyto stupnice hodnotitelé znaménkem zaznamenali odpovídající intenzitu či příjemnost

vjemu. Vyhodnocení probíhalo změřením a porovnáním daných úseků u jednotlivých deskriptorů (Ježek, 2014). Hodnocen byl celkový vzhled a barva vzorků, dále vůně a její příjemnost, šťavnatost, žvýkatelnost a nakonec chuť, její příjemnost a intenzita dílčích chutí. Nakonec byla hodnocena celková přijatelnost. Hodnocená dílčí chuť byla drůbeží a případné další pachuti.

Jako poslední byl proveden párový preferenční test, jehož cílem bylo zjistit, zda hodnotitelé zaznamenají rozdíl mezi kontrolní a testovanou skupinou, tedy jestli huminové látky ovlivňují senzoričnou jakost masa. Panelisté určovali, zda byl mezi dvojicí hodnocených vzorků rozdíl. V případě, že rozdíl zaznamenali, zvolili vzorek, který preferovali před vzorkem druhým.

4.4.5 Matematické metody zpracování výsledků

Výsledky měření byly zpracovány v programu MS Excel 2007. U všech měření byly stanoveny průměrné hodnoty a směrodatné odchylky pro obě skupiny vzorků. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programu Statistica 12 pomocí T-testu nezávislých vzorků a analýzy rozptylu metodou ANOVA. Byla zvolena 5% hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), veškeré statistické vyhodnocení tedy proběhlo s 95% spolehlivostí. U vybraných parametrů byl pro zjištění možné korelace mezi naměřenými výsledky stanoven korelační koeficient. Grafické znázornění bylo provedeno v programech MS Excel 2007 a Statistica 12.

Při vyhodnocení výkrmu kuřat byl vypočítán Index efektivnosti výkrmu. Čím vyšší hodnota indexu je, tím je výkrm pro podnik přínosnější. Srovnávané hodnoty jsou hmotnost zvířat, stáří, počet kusů při naskladnění, hmotnost při vyskladnění, spotřeba krmení a počet vyskladněných kusů.

Výpočet indexu podle vzorce:

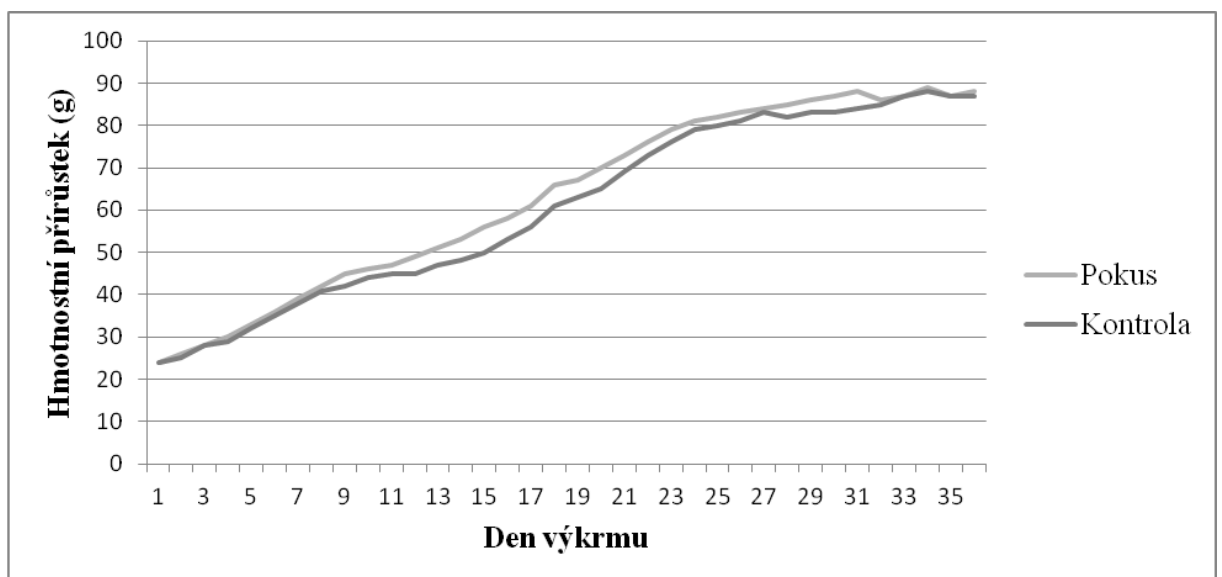
$$IEV = \frac{\frac{\text{vyskladněná hmotnost}}{\text{počet naskladněných kusů}} \times \text{hmotnost 1 kusu}}{\frac{\text{celková spotřeba směsi}}{\text{počet vyskladněných kusů}} \times \text{doba výkrmu (dny)}} \times 100$$

5. Výsledky

Tato diplomová práce je zaměřena na zhodnocení vlivu huminových látek na kvalitativní a kvantitativní parametry masa kuřecích brojlerů. Chovatel provedl závěrečné vyhodnocení výkrmu kuřat. Námi byla vyhodnocena hmotnostní bilance jatečně upravených těl kuřat ze dvou skupin – 10 kusů kuřat z pokusné skupiny krmené s přidavkem huminových látek (dále „Pokus₁₋₁₀“) a 10 kusů kuřat z kontrolní skupiny (dále „Kontrola₁₋₁₀“), dále stanovení pH, stanovení celkového obsahu hemových barviv a stanovení vaznosti masa při tepelném opracování a to vždy na prsní a stehenní svalovině. Dále byl na prsní svalovině kuřat z obou skupin stanoven obsah bílkovin. Chemicko-fyzikální charakteristiky byly doplněny o senzorickou analýzu tepelně upraveného prsního masa.

5.1 Vyhodnocení výkrmu kuřat

V průběhu výkrmu byly chovatelem sledovány denní hmotnostní přírůstky kuřat v pokusné skupině krmené humáty i v kontrolní skupině (Graf 2). Mírně vyšší hmotnostní přírůstky vykazovala kuřata z pokusné skupiny krmené humáty, tento rozdíl však nebyl statisticky významný ($p > 0,05$).



Graf 2 Průměrný denní hmotnostní přírůstek kuřat v pokusné a kontrolní a hale

Po vyskladnění kuřat bylo chovatelem provedeno vyhodnocení jejich výkrmu. Byla sledována délka turnusu, počet zvířat v hale, celková hmotnost zvířat při vyskladnění,

průměrná hmotnost zvířat při vyskladnění, procento úhynu zvířat, spotřeba krmné směsi na kilogram přírůstku a na kilogram produkce a byl stanoven index efektivnosti výkrmu. Výsledky vyhodnocení výkrmu jsou uvedeny v Tabulce 6. Kuřata ze skupiny krmené humáty měla při vyskladnění o 3 % vyšší průměrnou živou hmotnost a v průběhu výkrmu měla mírně zvýšenou spotřebu krmné směsi na jeden kilogram přírůstku, stejně tak na jeden kilogram produkce. Zpracovaná data z vyhodnocení výkrmu byla poskytnuta firmou Lukrom, spol. s r.o., stanovení směrodatné odchylky a významnosti rozdílů v jednotlivých parametrech ze statistického hlediska tedy nebylo možné.

Tabulka 6 Závěrečné vyhodnocení výkrmu kuřat provedené firmou Lukrom, spol. s r.o.

Vyhodnocení výkrmu kuřat		
	Pokus	Kontrola
Délka turnusu (dny)	36,6	36,6
Počáteční stav zvířat v hale (ks)	19500	19500
Konečný stav zvířat v hale (ks)	18598	18590
Celková hmotnost zvířat (kg)	40370	39750
Průměrná hmotnost 1 ks při vyskladnění (kg)	2,22	2,16
Úhyn zvířat (%)	4,7	4,6
Spotřeba krmné směsi na 1 kg přírůstku (kg)	1,78	1,72
Spotřeba krmné směsi na 1 kg produkce (kg)	1,8	1,77
Index efektivnosti výkrmu	321	318

5.2 Hmotnostní bilance

Jatečně opracovaná těla deseti brojlerových kuřat z pokusné skupiny a deseti kuřat z kontrolní skupiny byla v naší laboratoři zvážena, rozbourána a poté byly zváženy jejich jednotlivé části. Maso z prsou a vykostěných stehen bylo dále využito pro měření dalších parametrů masa. Hmotnostní bilance naměřené u obou skupin kuřat jsou zaznamenány v tabulce 7. Průměrná hmotnost jatečně upravených těl z pokusné skupiny byla o 4,8 % vyšší než ze skupiny kontrolní. Toto potvrdilo i vážení jednotlivých částí těl, kde hmotnost prsní svaloviny sledované skupiny byla v průměru až o 5 % vyšší než u skupiny kontrolní. V žádném z měření však nebyl rozdíl mezi sledovanou a kontrolní skupinou statisticky průkazný ($p > 0,05$).

Tabulka 7 Hmotnostní bilance vzorků jatečně opracovaných těl a jejich jednotlivých částí

	Hmotnost ± směrodatná odchylka (g)	
	Pokus₁₋₁₀	Kontrola₁₋₁₀
Celková hmotnost	1740,3 ± 157,8	1657,0 ± 113,5
Prsa s kostí	612,5 ± 50	571,5 ± 36,2
Pravé stehno s kostí	268,4 ± 37,4	259,3 ± 22
Levé stehno s kostí	268,4 ± 31,9	253,8 ± 16,75
Prsa bez kosti	493,9 ± 36,4	464,8 ± 38,9
Prsa - kost	116,9 ± 19,2	105,1 ± 14,3
Pravé stehno bez kosti	175,5 ± 19,3	163,2 ± 11,4
Pravé stehno - kost	88,3 ± 27,8	89,9 ± 15,2
Levé stehno bez kosti	175,1 ± 20,6	164,5 ± 11,1
Levé stehno - kost	88,4 ± 13,9	92,1 ± 12,8
Játra	45,8 ± 5,2	46,7 ± 3,1

5.3 Vybrané parametry masa

5.3.1 Stanovení pH

Hodnoty pH, uvedené v tabulce 8, jsou průměrem dvou měření provedených 24 hodin po porážce vpichovým pH metrem ve svalovině deseti kuřat z pokusné skupiny a deseti kuřat ze skupiny kontrolní. Mezi kontrolní a pokusnou skupinou nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl v hodnotě pH, a to jak u prsní, tak u stehenní svaloviny ($p > 0,05$).

Tabulka 8 Hodnoty pH prsního a stehenního masa z pokusné a kontrolní skupiny

Druh svaloviny	pH ± směrodatná odchylka	
	Pokus₁₋₁₀	Kontrola₁₋₁₀
Prsní	6,09 ± 0,1	6,02 ± 0,09
Stehenní	6,45 ± 0,09	6,49 ± 0,09

5.3.2 Vaznost

Hmotnostní ztráty vývarem byly měřeny ve dvou opakováních na prsní a stehenní svalovině deseti kuřat z pokusné skupiny a deseti kuřat z kontrolní skupiny. Průměrné hodnoty z obou měření jsou uvedeny v Tabulce 9. V případě prsní svaloviny vykazovaly vyšší hmotnostní ztráty vývarem a tím pádem nižší vaznost vody vzorky ze skupiny kuřat krmených humáty. Rozdíl v naměřených hodnotách byl ze statistického hlediska významný

($p = 0,041$). V případě stehenní svaloviny měla mírně zvýšené hmotnostní ztráty vývarem svalovina kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl však nebyl oproti prsní svalovině statisticky významný ($p > 0,05$).

Tabulka 9 Hmotnostní ztráty vývarem prsní a stehenní svaloviny kuřat

Druh svaloviny	Hmotnostní ztráty vývarem (%) \pm směrodatná odchylka	
	Pokus ₁₋₁₀	Kontrola ₁₋₁₀
Prsní	20,52 \pm 2,65 a	17,9 \pm 2,39 a
Stehenní	21,41 \pm 4,05	22,52 \pm 3,52

a – rozdíl ve výsledcích byl ze statistického hlediska významný ($p < 0,05$)

5.3.3 Stanovení obsahu bílkovin

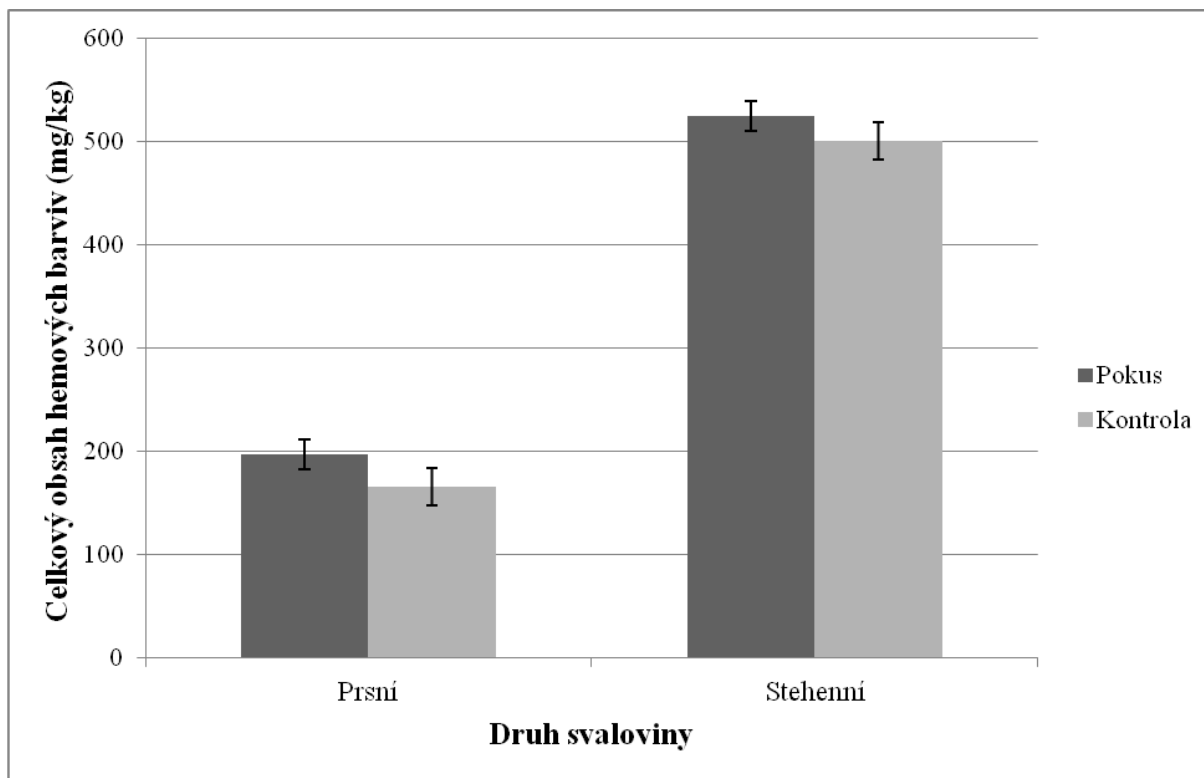
Hodnoty průměrného obsahu bílkovin v prsní svalovině deseti kuřat z pokusné skupiny a deseti kuřat z kontrolní skupiny jsou uvedeny v Tabulce 10. Stanovení bylo provedeno ve dvou opakováních. Mezi hodnotami obsahu bílkovin v prsní svalovině skupiny krmené s přísádkem huminových látek a kontrolní skupiny nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$).

Tabulka 10 Průměrný obsah bílkovin v prsní svalovině kuřat

Druh svaloviny	Obsah bílkovin (%) \pm směrodatná odchylka	
	Pokus ₁₋₁₀	Kontrola ₁₋₁₀
Prsní	22,34 \pm 0,68	22,49 \pm 0,86

5.3.4 Stanovení celkového obsahu hemových barviv

V Tabulce 11 jsou uvedeny průměrné hodnoty celkového obsahu hemových barviv v prsní a stehenní svalovině deseti kuřat z pokusné a deseti kuřat z kontrolní skupiny. Měření potvrzuje, že stehenní svalovina brojlerových kuřat má vyšší obsah hemových barviv než svalovina prsní (Graf 3).



Graf 3 Celkový obsah hemových barviv v prsním a stehenním mase kuřat z pokusné a kontrolní skupiny

U pokusné skupiny krmené humáty bylo naměřeno průměrné zvýšení množství hemových barviv v prsní svalovině o 15 % oproti skupině kontrolní. Tento rozdíl je ze statistického hlediska významný ($p = 0,049$). K mírnému zvýšení (o 4,5 %) celkového množství hemových barviv došlo v pokusné skupině i v případě stehenní svaloviny, zde však rozdíl nebyl statisticky významný ($p > 0,05$). Byla zjištěna středně silná korelace ($|r| = 0,66$) mezi celkovým obsahem hemových barviv a hodnocením celkové intenzity barvy masa při senzorické analýze.

Tabulka 11 Celkový obsah hemových barviv v prsní a stehenní svalovině kuřat

Druh svaloviny	Obsah hemových barviv (mg/kg) ± směrodatná odchylka	
	Pokus ₁₋₁₀	Kontrola ₁₋₁₀
Prsní	196,9 ± 33,4 a	165,9 ± 28,8 a
Stehenní	525,1 ± 36,3	501,4 ± 36,7

a – rozdíl ve výsledcích byl ze statistického hlediska významný ($p < 0,05$)

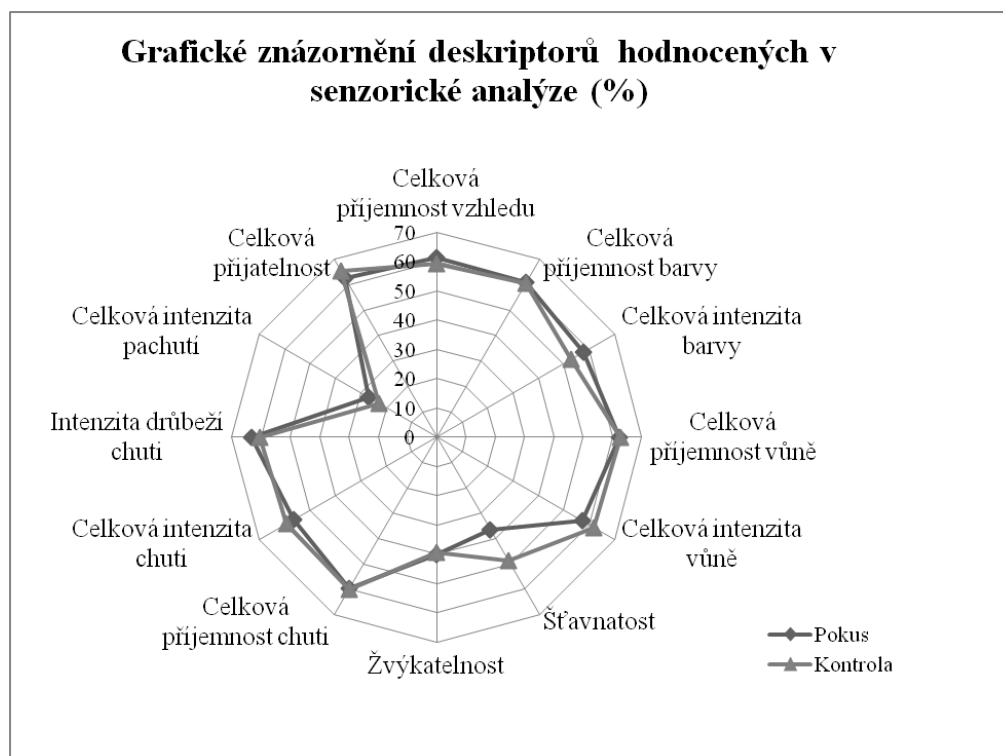
5.4 Senzorická analýza

Vyhodnocení výsledků jednotlivých deskriptorů sledovaných při senzorické analýze kuřecích prsou pěti kuřat z pokusné a pěti kuřat z kontrolní skupiny můžeme vidět v Tabulce 12 a Grafu 4.

Tabulka 12 Výsledky senzorické analýzy vyjádřené průměrnou hodnotou a směrodatnou odchylkou pro jednotlivé deskripty

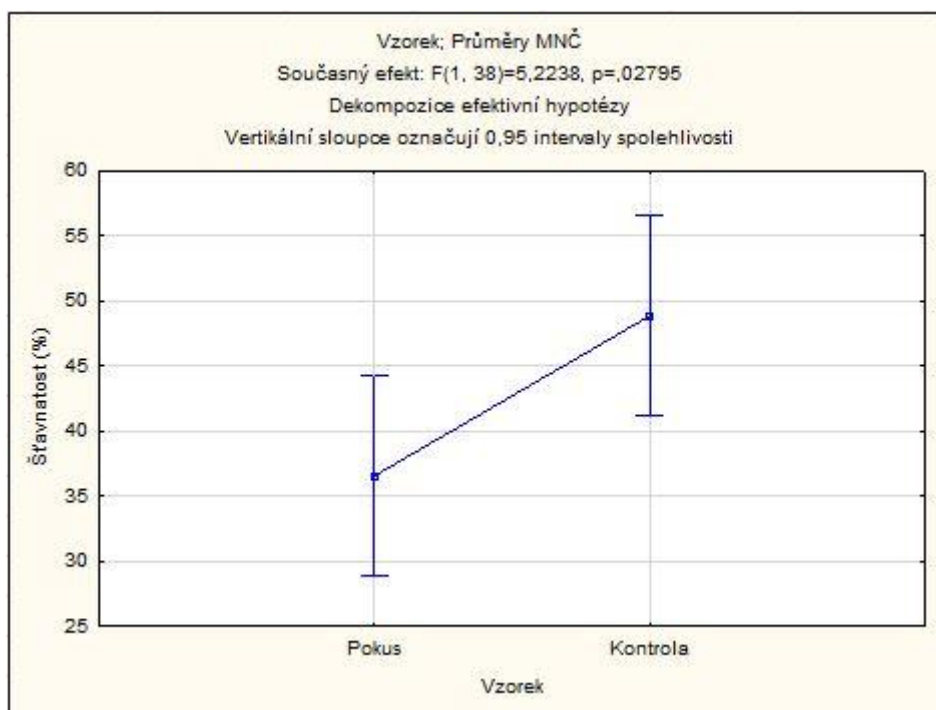
Deskripty	Průměr ± směrodatná odchylka	
	Pokus ₁₋₅	Kontrola ₁₋₅
Celková příjemnost vzhledu	61 ± 19	59 ± 19
Celková příjemnost barvy	60 ± 19	61 ± 16
Celková intenzita barvy	58 ± 16	53 ± 17
Celková příjemnost vůně	62 ± 17	63 ± 17
Celková intenzita vůně	57 ± 17	62 ± 16
Šťavnatost	37 ± 15 a	49 ± 19 a
Žvýkatelnost	40 ± 18	39 ± 15
Celková příjemnost chuti	60 ± 18	60 ± 15
Celková intenzita chuti	57 ± 16	59 ± 17
Intenzita drůbeží chuti	63 ± 14	60 ± 16
Celková intenzita pachutí	27 ± 22	23 ± 21
Celková přijatelnost	63 ± 17	65 ± 11

a – rozdíl ve výsledcích byl ze statistického hlediska významný ($p < 0,05$)



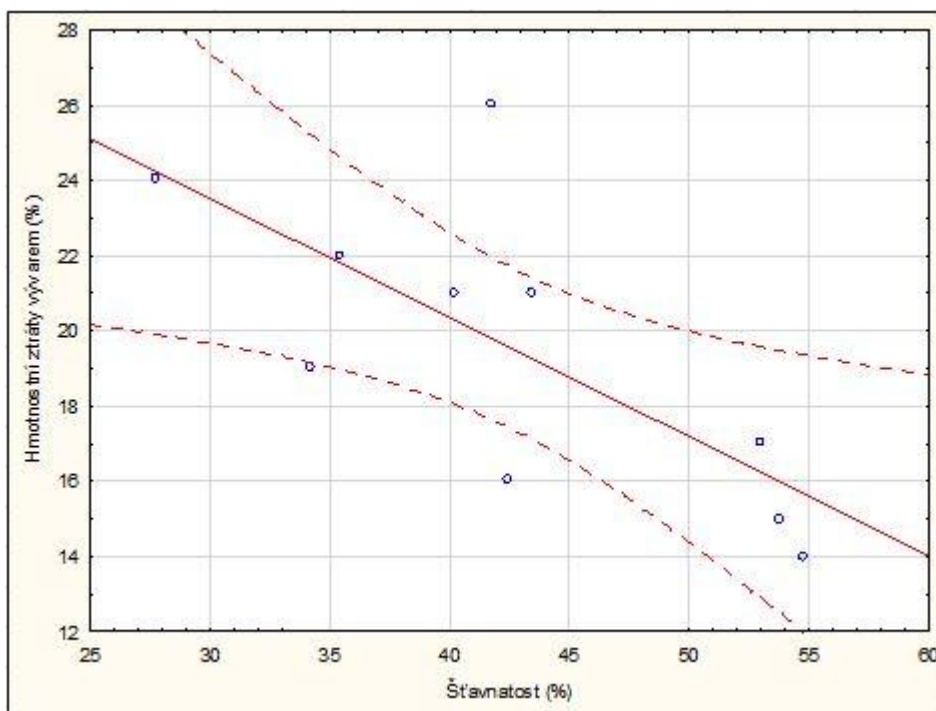
Graf 4 Znázornění deskriptorů senzorické analýzy prsího masa pokusné a kontrolní skupiny

Z hlediska celkové přijatelnosti vzorku bylo hodnotiteli preferováno maso kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl však nebyl statisticky významný ($p > 0,05$). Párový preferenční test dokázal, že rozdíl mezi vzorky prsou z pokusné a kontrolní skupiny je průkazný, když byl všemi hodnotiteli mezi dvojicí předložených vzorků zaznamenán rozdíl. Z dvaceti předložených dvojic byl hodnotiteli 15x zvolen jako lepší vzorek maso kuřat z kontrolní skupiny. V případě celkové intenzity vůně a chuti hodnotitelé také dávali přednost masu z kontrolní skupiny, naopak z hlediska intenzity drůbeží chuti dosahovalo vyšších hodnot maso kuřat ze skupiny krmené humáty. Ani tyto rozdíly se však neukázaly jako významné ze statistického hlediska ($p > 0,05$). Jako šťavnatější se dle hodnotitelů jevílo maso kuřat z kontrolní skupiny (Graf 5), tento výsledek byl statisticky významný ($p = 0,028$).



Graf 5 Statistické vyhodnocení šťavnatosti vzorků masa kuřat z pokusné a kontrolní skupiny metodou ANOVA

Výpočtem byla zjištěna silná korelace ($|r| = 0,717$) mezi sensorickým hodnocením šťavnatosti masa a vazností vody stanovenou hmotnostními ztrátami vývarem (Graf 6). Panelisty byla nejčastěji v mase zaznamenána kovová pachut'. V případě kuřat ze sledované skupiny to bylo osmkrát z dvaceti předložených vzorků, v případě kontrolní skupiny pouze třikrát. U sledované skupiny krmené s přidavkem huminových látek byla hodnotiteli zaznamenána také pachut' starší drůbeže či hořká pachut'.



Graf 6 Grafické znázornění korelace mezi šťavnatostí masa a hmotnostními ztrátami vývarem ($|r| = 0,717$)

Korelační analýzou byly zjišťovány vzájemné vztahy mezi jednotlivými senzorickými deskriptory a také vztahy mezi deskriptory a hodnocením vzorků z pokusné a kontrolní skupiny (Tabulka 13). Z korelační analýzy vyplývá, že na celkovou přijatelnost vzorku má největší vliv ($r = 0,5602$) celková příjemnost chuti. Nejsilnější kladná korelace byla zjištěna mezi celkovou příjemností vzhledu a celkovou příjemností barvy ($r = 0,7779$). Z posuzovaných deskriptorů má na celkovou intenzitu chuti největší vliv intenzita drůbeží chuti ($r = 0,7404$) a celkovou příjemnost chuti nejvíce ovlivňuje celková příjemnost vzhledu ($r = 0,6391$).

6. Diskuze

Cílem experimentu bylo zhodnocení vlivu přídavku huminových látek ke krmivu na kvantitativní a kvalitativní parametry masa brojlerových kuřat. Vyhodnocena byla hmotnostní bilance jatečně opracovaných těl kuřat z pokusné i kontrolní skupiny, dále byly stanoveny vybrané parametry masa významné pro jeho jakost a technologické vlastnosti – obsah bílkovin, vaznost masa, celkový obsah hemových barviv a pH a to u prsního a stehenního masa. Za účelem zjištění, zda huminové látky ovlivňují senzoričnou jakost masa, byla provedena senzoričká analýza tepelně upraveného prsního masa.

Průměrná jatečná hmotnost kuřat z pokusné skupiny krmené humáty byla o 4,8 % vyšší než kuřat ze skupiny kontrolní. Rozdíly ve hmotnosti byly patrné i u rozbouraných částí těl (Tabulka 7), kdy průměrná hmotnost prsní svaloviny kuřat z pokusné skupiny byla o 5% vyšší než v případě kontrolní skupiny. K podobnému závěru došel Morales et al. (2011), podle kterého mají hospodářská zvířata, kterým byly přidávány huminové látky, vyšší jatečnou hmotnost v důsledku zrychlení některých dynamických procesů v těle, jako je vstřebávání iontů minerálů, jejich fixace ve specifických orgánech či tekutinách a následné vylučování.

Kocabagli et al. (2002) sledovali vliv přídavku huminových látek na jatečnou hmotnost kuřecích brojlerů.

Zvířata byla rozdělena do čtyř sledovaných skupin:

- 1. skupina** – bez přídavku huminových látek
- 2. skupina** – přídavek huminových látek od 0. do 21. dne výkrmu
- 3. skupina** – přídavek huminových látek od 22. do 42. dne
- 4. skupina** – přídavek huminových látek během celého výkrmu, tedy od 0. do 42.

V tomto pokusu bylo zjištěno, že zvířata ve 3. skupině měla vyšší přírůstek hmotnosti o 4,8 %, ve 4. skupině o 3,38 % a ve 2. skupině o 2 % oproti kontrolní 1. skupině. Rozdíl v hmotnosti brojlerů krmených s přídavkem huminových látek a brojlerů, kterým tyto látky nebyly přidávány do krmiva, však nebyl statisticky významný. Jako nejefektivnější bylo z hlediska nárůstu hmotnosti a konverze krmiva podávání huminových látek v závěru výkrmu.

K podobnému závěru došel i Edmonds (2014), podle něhož měl přídavek 300 ppm huminových látek do pitné vody pozitivní vliv na jatečnou hmotnost kuřecích brojlerů v porovnání s kontrolní skupinou bez přídatku humátů.

Těmto tvrzením odporuje Rath et al. (2006), kteří uvádějí, že přídavek huminových látek do krmných směsí brojlerových kuřat snižuje výslednou hmotnost kuřat, přestože konverze krmiva je u testovaných skupin lepší. K podobným výsledkům došli i Schuhmacher et Gropp (2000).

Dle údajů chovatele, podle kterých měla kuřata krmená humáty o 4 % větší spotřebu krmné směsi na 1 kg přírůstku můžeme usuzovat, že huminové látky měly v tomto případě negativní vliv na konverzi krmiva. Wang et al. (2008) však uvádějí, že prasata krmená směsí s přídatkem huminových látek měla prokazatelně lepší konverzi krmiva a větší přírůstky než skupina kontrolní. Autor si tento jev vysvětluje příznivým vlivem humátů na gastrointestinální trakt zvířat a schopností huminových látek působit jako katalyzátory buněčných pochodů. Ozturk et al. (2010) shodně uvádějí, že huminové látky zpomalují pasáž krmiva přes trávicí trakt a zvyšují enzymovou aktivitu pankreatu, což může vést ke zlepšení trávení a konverzi krmiva.

Nejednotnost v názorech na vliv aplikace huminových látek na jatečnou hmotnost zvířat může být dána rozdílným složením humátového přípravku nebo krmné směsi, rozdíly v podmínkách výkrmu i odlišnou fyziologií jednotlivých druhů zvířat, ale i různých hybridů v rámci druhu. Výsledný efekt aplikace huminových látek může být také ovlivněn tím, v jaké fázi výkrmu a po jak dlouhou dobu jsou humáty zvířatům přidávány.

Hodnoty pH naměřené v prsní a stehenní svalovině kuřat z pokusné a kontrolní skupiny jsou uvedeny v tabulce 8. Při tomto měření nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$) mezi oběma skupinami a to ani v případě prsní, ani stehenní svaloviny. Dle výsledků se tedy můžeme domnívat, že přídavek huminových látek do krmné dávky kuřat nemá vliv na hodnotu pH jejich masa. Ozturk et al. (2010) však uvádějí, že v jejich experimentu přídavek huminových látek vedl ke zvýšení pH ve stehenní svalovině. Hodnota pH v prsní svalovině, stejně jako v našem případě, ovlivněna přídatkem humátů nebyla.

Podle Kroliczewské et al. (2005) hodnota pH přímo reflektuje obsah kyselin ve svalu a ovlivňuje mimo jiné vaznost, což je schopnost svalových bílkovin vázat vodu. Vaznost může být kromě hodnoty pH ovlivněna i fyzikálními a chemickými změnami ve struktuře svalu.

V případě našeho experimentu vykazovaly nižší vaznost vody vzorky prsní svaloviny ze skupiny kuřat krmných humáty oproti kontrolní skupině, přičemž rozdíl v naměřených hodnotách byl ze statistického hlediska významný ($p = 0,041$). Oproti tomu u stehenní svaloviny byla zjištěna mírně snížená vaznost vody u kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl však nebyl statisticky významný ($p > 0,05$). Podle Lonergana et al. (2003) může být větší rozdíl u prsní svaloviny způsoben vyšší citlivostí této svalové partie danou rozdílným složením svalových vláken prsní a stehenní svaloviny. Ozturk et al. (2012) uvádějí, že přídavek huminových látek nemá ze statistického hlediska významný vliv na schopnost masa vázat vodu.

Průměrný obsah bílkovin naměřený v prsní svalovině zvířat z obou testovaných skupin je uveden v Tabulce 10. Mezi naměřenými hodnotami obsahu bílkovin v prsní svalovině skupiny krmné s přídavkem huminových látek a kontrolní skupiny nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). K podobnému závěru dospěli i Ozturk et al. (2010), kteří uvádějí, že přídavek huminových látek do krmiva brojlerových kuřat neměl průkazný vliv na obsah bílkovin v prsní ani ve stehenní svalovině. Žádný statisticky významný vliv huminových látek na obsah bílkovin v kuřecím mase neprokázal ani Mišta (2012), který použil dávkování 10 % huminových látek na kilogram krmiva. Tyto výsledky se rozcházejí se zjištěním Stepchenka et al. (1991), který uvádí průkazně pozitivní vliv huminových látek na obsah bílkovin v prsní svalovině brojlerových kuřat.

V jednotlivých experimentech mohly být použity různé hybridy brojlerových kuřat, mohla se lišit krmná směs, kterou byla kuřata krmena, složení humátového přípravku i další podmínky výkrmu, které mohly ovlivnit výsledný obsah bílkovin v kuřecím mase.

Při stanovení celkového obsahu hemových barviv byl u pokusné skupiny krmné humáty naměřen průměrný nárůst celkového obsahu hemových barviv v prsní svalovině o 31 mg/kg, což představuje zvýšení o 15 % oproti skupině kontrolní (Tabulka 11). Tento rozdíl byl statisticky významný ($p = 0,049$). I v případě stehenní svaloviny kuřat došlo ke zvýšení celkového obsahu hemových barviv u pokusné skupiny, nárůst zde činil v průměru 24 mg/kg. Vzhledem k tomu, že stehenní svalovina brojlerových kuřat má obvykle vyšší celkový obsah hemových barviv než svalovina prsní, tento nárůst představoval průměrně pouze 4,5 % z obsahu hemových barviv a nebyl prokázán jako statisticky významný ($p > 0,05$). Vliv na nárůst celkového obsahu hemových barviv v kuřecím mase uvádí ve své studii i Wang et al. (2010). Tento jev vysvětlují příznivým působením některých minerálů (např. železa, mědi nebo manganu) obsažených ve struktuře huminových látek na obsah

hemových barviv a barvu masa. I podle Zhanga et al. (2002) může být vyšší obsah hemových barviv způsoben zlepšením krvetvorby, ke které dochází při příjmu krmiva bohatého na železo.

Při senzoričké analýze byl párovým preferenčním testem zjištěn průkazný rozdíl mezi masem kuřat z pokusné a kontrolní skupiny. Lze se tedy domnívat, že přidavek huminových látek do diety ovlivňuje senzoričkou jakost kuřecího masa. Lawlor et al. (2003) potvrzuje, že rozličná krmiva a doplňky krmiva používané ve výkrmu brojlerových kuřat mohou ovlivnit senzoričkou jakost masa.

Nelze však statisticky prokázat preferenci masa kuřat z jedné či druhé skupiny. Z hlediska celkové přijatelnosti vzorku hodnotitelé preferovali maso kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl však nebyl statisticky významný ($p > 0,05$). Jako šťavnatější se dle hodnotitelů jevílo také maso kuřat z kontrolní skupiny, tento výsledek se ukázal jako statisticky významný ($p = 0,018$). Byla vypočtena silná korelace ($|r| = 0,717$) mezi senzoričkým hodnocením šťavnatosti masa kuřat z pokusné i kontrolní skupiny a vazností vody stanovenou hmotnostními ztrátami vývarem. V mase kuřat ze sledované skupiny krmené humáty byla u osmi z dvaceti předložených vzorků zaznamenána kovová pachuť, což může být způsobeno zvýšeným celkovým obsahem hemových barviv. Středně silná korelace ($|r| = 0,657$) byla zjištěna také mezi celkovým obsahem hemových barviv a celkovou intenzitou barvy hodnocenou senzoričkou analýzou. Celková intenzita barvy byla vyšší u pokusné skupiny krmené humáty, ač tento rozdíl nebyl statisticky významný ($p > 0,05$). Toto zjištění je v souladu se studií Ozturka et al. (2010), kteří tvrdí, že aplikace huminových látek do krmiva kuřat může vést k tmavší a intenzivnější barvě jejich masa.

7. Závěr

V této diplomové práci byl hodnocen vliv humátového doplňku krmiva Humafit na kvalitativní a kvantitativní parametry masa brojlerových kuřat. Vybrané ukazatele byly sledovány na jatečně upravených tělech kuřat ze dvou výkrmových hal – kontrolní skupiny se standardní dietou a pokusné skupiny krmené s přidavkem humátu. Humafit byl kuřatům z pokusné skupiny podáván po dobu deseti dnů od 10. do 20. dne výkrmu přes medikátor do napájecí vody v množství 200 ml na 1000 l vody.

Během výzkumu nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$) v hmotnosti jatečně upravených těl kuřat ani jejich jednotlivých částí, stejně jako v obsahu bílkovin v prsní svalovině kuřat z pokusné i kontrolní skupiny. Statisticky významné rozdíly nevykazovaly ani hodnoty pH naměřené v prsní i stehenní svalovině kuřat z obou skupin 24 hodin po porážce. Celkový obsah hemových barviv byl v prsní svalovině kuřat z pokusné skupiny vyšší a tento rozdíl byl statisticky významný ($p = 0,049$). Vyšší obsah hemových barviv koreluje ($|r| = 0,657$) se sensorickým hodnocením prsní svaloviny, hodnotitelé zaznamenali vyšší celkovou intenzitu barvy u prsního masa kuřat z pokusné skupiny krmené humáty. Menší hmotnostní ztráty vývarem a tím pádem vyšší vaznost vody vykazovala prsní svalovina kuřat z kontrolní skupiny, tento rozdíl byl ze statistického hlediska významný ($p = 0,041$). Toto zjištění koreluje s výsledky ze sensorické analýzy ($|r| = 0,717$), kde panelisté hodnotili maso kuřat z kontrolní skupiny jako šťavnatější.

Mezi vědeckými studii panuje nejednotnost v názoru na vliv huminových látek na organismus zvířat a výsledky jednotlivých výzkumů se značně odlišují. Jednoznačné zhodnocení vlivu huminových látek na jakost masa brojlerových kuřat tedy není možné, protože kvalitativní a kvantitativní parametry masa kuřat závisí na celé řadě dalších intravitálních a vnějších faktorů, které mohou ovlivnit výsledky experimentu. Může se jednat o rozdíly ve složení humátového přípravku, ve složení krmné směsi nebo rozdíly ve vnějších podmínkách výkrmu. Výsledný efekt aplikace huminových látek může být také ovlivněn tím, v jaké fázi výkrmu a po jak dlouhou dobu jsou humáty zvířatům podávány.

8. Seznam použité literatury

- Abdel Mageed, M. A. A. 2012. Effect of Dietary Humic Substances Supplementation on Performance and Immunity of Japanese Quail. *Egyptian Polutry Science*. 32 (3). p. 645 – 660.
- Aksu, M. I., Karaoglu, M., Kaya, M., Esenbuga, N., Macit, M. 2005. Effect of Dietary Humate on the pH, TBARS and Microbiological Properties of Vacuum and Aerobic - Packed Breast and Drumstick Meats of Broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85. p. 1485 – 1491.
- Alberts, B., Bray, D., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2005. *Základy buněčné biologie – Úvod do molekulární biologie buňky*. Espero Publishing. Ústí nad Labem. s. 740. ISBN: 80-902906-2-0.
- Avci, M., Denek, N., Kaplan, O. 2007. Effects of Humic Acid at Different Levels on Growth Performance, Carcass Yields and Some Biochemical Parametres of Quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6 (1). p. 1 – 4.
- Bai, H. X., Chang, Q. F., Shi, B. M., Shan, A. S. 2013. Effect of Fulvic Acids on Growth Performance and Meat Quality in Growing – Finishing Pigs. *Livestock Science*. 158. p. 118 – 123.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. 2009. *Food chemistry*. Springer Berlin Heidelberg. Berlin. p. 1070. ISBN: 978-354069933-0.
- Český statistický úřad. Spotřeba potravin 2014 [online]. 3.12.2015 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2014>>.
- ČSN EN ISO 13299. *Senzorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny pro vytvoření senzorického profilu*. 2010. Český normalizační institut. Praha.
- ČSN EN ISO 5495. *Senzorická analýza - Metodologie - Párová porovnávací zkouška*. 2009. Český normalizační institut. Praha.

- ČSN 46 1011-18 (461011). Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin - Část 18: Zkoušení obilovin - Stanovení obsahu dusíkatých látek. 2003. Český normalizační institut. Praha.
- Degirmencioglu, T. 2014. Using Humic Acids in Diets for Dairy Goats. *Animal Science Papers and Reports*. 32 (1). p. 25 – 32.
- Edmonds, S.M., Johal, S., Moreland, S. 2014. Effect of supplemental humic and butyric acid on performance and mortality in broilers raised under various environmental conditions. *Poultry Science*. 23. p. 260 – 267.
- Fasurová, N., Pospíšilová, L. 2010. Characterization of soil humic substances by ultraviolet - visible and synchronous fluorescence spectroscopy. *Journal Central Europe Agriculture*. 11 (3). p. 351 – 358.
- Hermida, M., Gonzalez, M., Miranda, M., Rodriguez – Otero, J. L. 2006. Mineral Analysis in Rabbit Meat from Galicia. *Meat Science*. 73. p. 635–639.
- Herzig, I., Navrátilová, M. Totušek, J., Suchý, P., Večerek, V., Blahová, J., Zralý, Z. 2009. The Effect of Humic Acid on Zinc Accumulation in Chicken Tissues. *Czech Journal of Animal Science*. 54 (3). p. 121 – 127.
- Huck, J. A., Porter, N., Bushed, M.E. 1991. Effect of humates on microbial activity. *Journal of General Microbiology*. 137. p. 2321–2329.
- Hui, Y.H. 2006. Food biochemistry and food processing. Blackwell Publishing. Hoboken. p. 292-335. ISBN: 978-04-7027-757-7.
- Hrabě, J., Březina, P., Valášek, P. 2006. Technologie výroby potravin živočišného původu. UTB ve Zlíně. Zlín. s. 180. ISBN: 80-7318-405-2.
- Ingr, I. 2011. Produkce a zpracování masa. MZLU. Brno. s. 202. ISBN: 978-80-7375-510-2.
- Ježková, A. Rostlinná aditiva a užitkovost brojlerů. 2010. *Náš chov*. 70 (7). s. 50.
- Ipek, H., Avcı, M., Iriadam, M., Kaplan, O., Denek, N. 2008. Effect of Humic Acid on Some Haematological Parameters, Total Antioxidant Capacity and Laying Performance in Japanese Quails. *Archiv fur Geflugelkunde*. 72. p. 56–60.

- Islam, K. M. S., Schuhmacher, A., Gropp, J. M. 2005. Humic Acid in Animal Agriculture. Pakistan Journal of Nutrition. 4 (3). p. 126 – 134.
- Ježek, F. 2014. Senzorická analýza potravin – Návody na cvičení. VFU Brno. Brno. s. 79. ISBN: 978-80-7305-725-1.
- Jokl, Z., et al. Rukověť zootechnika. 1990. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 271. ISBN: 80-209-0076-4.
- Kadam, A. S., Nikam, M. G., Patodkar, V. R., Muglikar, D. M., Lonkar, V. D., Yadav, G. B., Maini, S., Ravikanth, K., Meshram, M. D. 2009. Influence of Herbal Early Chick Nutritional Supplement on the Growth Performance, Serum Biochemicals and Immune Response of Broiler Chicken. International Journal of Poultry Science. 8. p. 349-354.
- Kadlec, P. a kol. 2009. Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin. KEY Publishing s.r.o. Ostrava. s. 556. ISBN: 978-80-7418-051-4.
- Kaya, C. A., Tuncer, S. D. 2009. The Effects of Humates on Fattening Performance, Carcass Quality and Some Blood Parametres of Broilers. Journal of Animal and Veterinary Advances. 8 (2). p. 281 – 284.
- Klocking, R. 1994. Humic Substances as Potential Therapeutics. In: Senesi, N., Miano, T. M. (Eds.). Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health. Elsevier. Amsterdam. p. 1245-1257. ISBN 978-0444895936.
- Kocabagli, N., Alp, M., Acar, N., Kahraman, R. 2012. The Effects of Dietary Humate Supplementation on Broiler Growth and Carcass Yield. Poultry Science. 81. p. 227 – 230.
- Kroliczewska, B., Zawadzki, W. 2005. The influence of skullcap root addition (*Scutellaria baicalensis* radix) on calcium, inorganic phosphorus, magnesium and iron levels in broiler chicken serum. Elect J Polish Agriculture University (8) 22 p. 23-24.
- Lawlor, J.B., Sheehan, E.M., Delahunty, C.M., Kerry, J.P., Morrissey, P.A., 2003. Sensory Characteristics and Consumer Preference for Cooked Chicken Breasts from Organic, Corn-fed, Free-range and Conventionally Reared Animals. International Journal of Poultry Science. 2 (6). p. 409 – 416.

- Ledvinka, Z., Zita, L., Tůmová, E. 2009. Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. s. 86. ISBN: 978-80-213-1921-9.
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., Beynen, A. C. 2003. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*. 44. p. 450–457.
- Lichovnicková, M. 2010. Welfare ve výkrmu brojlerů. *Farmář*. 16 (9), s. 32-35.
- Lonergan, S.M., Deeb, N., Fedlet, C.A., Lamont, S.J. 2003. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. *Poultry Science*. 35(82) p. 46-48.
- Lumb, S. Birds require a breath of. *World poultry* [online]. květen 2002, 18 (5), [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <<http://www.worldpoultry.net/chickens/housing/broiler/birds-like-a-breath-of-fresh-air-5973.html>>.
- Makovický, P., Levkut, M., Chrenková, M. 2007. Tukové bunky a interstícium ako aktívna zložka kostrových svalov hydiny. *Maso*, 17 (6). s. 56-58.
- McDonald S., Bishop A. G., Prenzler P. D., Robards K. 2004. Analytical chemistry od freshwater humic substances. *Anal. Chim. Acta*. 527 p. 105-124.
- Mišta, D., Rzasa, A., Szmańko, T., Zawadzki, W., Styczyńska, M., Pinal, A., Króliczewska, B. 2012. The Effect of Humic-Fatty Acid Preparation on Production Parameters and Meat Quality of Growing Rabbits. *Annals of Animal Science*. 12 (1). p. 117 – 126.
- Morales, O.Y., Navarrete, J. M., Gracia, I., Macias, L., Rivera, M., Sanchez, F. 2011. Effect of Fulvic Acids on the Electrolytes Physiology Invertebrates. *Nuclear Instrument Methods*. 652. p. 838–840.
- Nicolaou, A.D., Lekas, T.D., 2001. The role of organic matter during formation of chlorinated by-products: a review. *Acta hydrochim hydrobiol*. 29. p. 63 – 77.
- Oldham, K. M., Bowen, P. E. 1998. Oxodative Stress in Critical Care: Is Antioxidant Supplementation Beneficial? *Journal of the American Dietetic Association*. 98 (8). p. 1001 – 1008.

- Ozturk, E., Ocak, N., Coskun, I., Turhan, S., Erener, G. 2010. Effects of Humic Substances Supplementation Provided Through Drinking Water on Performance, Carcass Traits and Meat Quality of Broilers. *Journal of Animal physiology and Animal Nutrition*. 94. p. 78 – 85.
- Ozturk, E., Ocak, N., Turan, A., Erener, G., Altop, A., Cankaya, S. 2012. Performance, Carcass, Gastrointestinal Tract and Meat Quality Traits, and Selected Blood Parameters of Broilers Fed Diets Supplemented with Humic Substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92. p. 59 – 65.
- Pipek, P. 1998. *Základy technologie masa*. VVŠ PV Vyškov. s. 334. ISBN: 80-7231-010-0.
- Pipek, P. 1991. *Návody pro laboratorní cvičení z technologie neúdržných potravin*. 2. vyd. Praha. Vysoká škola chemicko-technologická. 155 s. ISBN 80-7080-104-2.
- Pivokonský, M., Pivokonská, L., Bubáková, P., Janda, V. 2010. Úprava vody s obsahem huminových látek. *Chemické listy*. 104. s. 1015 – 1022.
- Rath, N. C., Huff, W. E., Huff, G. R. 2006. Effects of Humic Acids on Broiler Chickens. *Poultry Science*. 85. p. 410 – 414.
- Přeslička, M. 2014. Použití humátů v živočišné produkci ReConsulting, a.s. [online]. Leden 2014. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <<http://www.humaty.cz/zivocisna-vyroba/>>.
- Salah, H. M. Thermal influences on poultry. *World poultry* [online]. březen 2001, 17 (3), [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <<http://www.worldpoultry.net/chickens/housing/broiler/thermal-influences-on-poultry-5975.html>>.
- Senesi, N., Miano, T. M. 1994. *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. Elsevier. Amsterdam. p. 1245-1257. ISBN 978-0444895936.
- Senesi, N., Loffredo, E. 1999. *The Chemistry of Soil Organic Matter*. CRC Press, Boca Raton. p. 242 - 345. ISBN: 958-99-708-7798-6.
- Schuhmacher, A., Gropp, J. M. 2000. Effect of Humic Acids on Health State and Performance of Weaners. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*. 9. p. 77.

- Simeonová, J. 2003. Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. MZLU. Brno. s. 241. ISBN: 80-7157-405-8.
- Skřivan, M., et al. 2000. Drůbežnictví. Agrospoj. Praha. s. 152. ISBN: 80-239-4225-5.
- Sládek, J. 2010. Představení systému HatchBrood - dokonalé kontroly první fáze výkrmu. Drůbežář. 4 (1). s. 12.
- Skybová, M. 2006. Humínové kyseliny - prínos pre environmentálny výskum. Acta Montanistica Slovaca. 11 (2). p. 362 – 366.
- Staruch, L., Pipek, P. 2009. Nutriční postavení masa ve výživě IV. Maso. 16 (4). s. 30 – 35.
- Steinhauser, L., Beňovský, R., Bystrický, P., Cabadaj, R., Černý, H., Dvořák, J., Ingr, I., Kerekréty, J., Kubíček, K., Máté, D., Minks, J., Nagy, J., Novák, P., Pipek, P., Simeonovová, J., Sovjak, R., Steinhauserová, I., Straková, E., Suchý, P., Šubrt, J., Švický, E., Večerek, V., Vrchlabský, J., Zabloudil, F. 1995. Hygiena a technologie masa. LAST. Tišnov. s. 634. ISBN: 80-900260-4-4.
- Stepchenko, L. M., Zhorina, L. V., Kravtsova, L. V. 1991. The effect of sodium humate on metabolism and resistance in highly productive poultry. Nauchnye Doklady Vyssei Shkoly Biologicheskíe Nauki. 10. p. 90–95.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions. 2nd ed. John Wiley & Sons. New York. p. 512. ISBN: 978-0-471-59474-1.
- Šamudovská, A., Demeterová, M. 2010. Effect of Diet Supplemented with Natural Humic Compounds and Sodium Humate on Performance and Selected Metabolic Variables in Broiler Chickens. Acta Vet. Brno. 79. p. 385 – 393.
- Šimek, M., Zemanová, D. 2011. Výživa a krmení drůbeže. Farmář. 16 (2). s. 34-36.
- Výmola, J., et al. 1994. Technologické postupy při chovu drůbeže. Apros. Praha. s. 264. ISBN: 80-901100-4-5.
- Vucskits, A. V., Hullár, I., Bersényi, A., Andrásföszky, E., Kulcsár, M., Szabó, J. 2010. Effect of Fulvic and Humic Acids on Performance, Immune Resoinse and Thyroid Function in Rats. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 94. p. 721 – 728.

- Wang, Q., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Kim, H. J., Cho, J. H., Kim, I. H. 2007. Effects of Supplemental Humic Substances on Growth Performance, Blood Characteristic and Meat Quality in Finishing Pigs. *Livestock Science*. 117. p. 270 – 274.
- Warriss, P. D. 2010. *Meat science: an introductory text*. CABI Publishing. Wallingford. p. 310. ISBN: 0-85199-424-5.
- Zhang, K. Y., Chen, D. W., Hu, Z. Y. 2002. Factors for Influencing Pork Quality. *Journal of Sichuan Agricultural University*. 20. p. 67–74.

9. Přílohy

HODNOCENÍ KUŘECÍHO MASA

Jméno a příjmení:..... **Zdravotní stav:**.....

Datum:..... **Hodina:**..... **Vzorek č.:**.....

Úkol: Ochutnejte předložený vzorek masa. K hodnocení použijte grafické stupnice. Hodnocení zaznamenejte čárkou na úsečce.

CELK. PŘÍJEMNOST
VZHLEDU: _____
odporná _____ velmi příjemná

CELK. PŘÍJEMNOST
BARVY: _____
odporná _____ velmi příjemná

CELK. INTENZITA
BARVY: _____
neznatelná _____ velmi silná

CELK. PŘÍJEMNOST
VŮNĚ: _____
odporná _____ velmi příjemná

CELK. INTENZITA
VŮNĚ: _____
neznatelná _____ velmi silná

ŠŤAVNATOST: _____
velmi suchý _____ velmi šťavnatý

ŽVÝKATELNOST: _____
velmi snadná _____ velmi obtížná

CELK. PŘÍJEMNOST
CHUTI: _____
odporná _____ velmi příjemná

CELK. INTENZITA
CHUTI: _____
neznatelná _____ velmi silná

INTENZITA DRŮBEŽÍ
CHUTI: _____
neznatelná _____ velmi silná

CELK. INTENZITA
PACHUTÍ: _____
neznatelná _____ velmi silná

Uveďte prosím, jaké pachutě jste zaznamenali:.....

CELKOVÁ
PŘIJATELNOST: _____
zcela nepřijatelný _____ vynikající

Mezi dvojicí předložených vzorků byl rozdíl: Ano Ne

Pokud jste odpověděli ano, byl lepší vzorek č.:.....

Obrázek 6 Formulář pro senzoryckou analýzu (Ježek, 2014)

Tabulka 13 Korelační vztahy mezi jednotlivými deskriptory

	Vzorek	Celková příjemnost vzhledu	Celková příjemnost barvy	Celková intenzita barvy	Celková příjemnost vůně	Celková intenzita vůně	Šťavnatost	Žvýkatelnost	Celková příjemnost chuti	Celková intenzita chuti	Intenzita drůbeží chuti	Celková intenzita pachutí	Celková přijatelnost
Vzorek	x	-0,0574	-0,0044	-0,1552	0,0119	0,1382	0,3476	-0,0236	0,0077	0,0790	-0,1024	-0,1017	0,0961
Celková příjemnost vzhledu	-0,0574	x	0,7779	0,3754	0,3683	0,3657	0,2560	-0,0974	0,6391	0,3739	0,4739	-0,1059	0,3184
Celková příjemnost barvy	-0,0044	0,7779	x	0,2436	0,2563	0,4327	0,1697	-0,0332	0,4798	0,2568	0,3116	0,1335	0,1813
Celková intenzita barvy	-0,1552	0,3754	0,2436	x	0,3058	0,5345	0,3130	-0,2585	0,4952	0,5917	0,4913	0,0409	0,1925
Celková příjemnost vůně	0,0119	0,3683	0,2563	0,3058	x	0,2991	-0,0206	-0,0255	0,5413	0,2837	0,4913	0,0475	0,3978
Celková intenzita vůně	0,1382	0,3657	0,4327	0,2991	0,2991	x	0,3960	-0,2389	0,4187	0,1518	0,2831	0,0475	0,1544
Šťavnatost	0,3476	0,2560	0,1697	-0,0206	-0,0206	0,3960	x	-0,1920	0,1848	0,1518	0,0673	-0,0021	0,3284
Žvýkatelnost	-0,0236	-0,0974	-0,0332	-0,2585	-0,0255	-0,2389	-0,1920	x	-0,0490	-0,1483	-0,1329	-0,1387	0,0980
Celková příjemnost chuti	0,0077	0,6391	0,4798	0,2479	0,5413	0,0792	0,1848	-0,0490	x	0,2682	0,4815	-0,3651	0,5603
Celková intenzita chuti	0,0790	0,3739	0,2568	0,4952	0,2837	0,4187	0,1518	-0,1483	0,2682	x	0,7404	-0,1953	0,3330
Intenzita drůbeží chuti	-0,1024	0,4739	0,3116	0,5917	0,4913	0,2831	0,0673	-0,1329	0,4815	0,7404	x	-0,1926	0,4503
Celková intenzita pachutí	-0,1017	-0,1059	0,1335	0,0409	-0,4971	0,0475	-0,0021	-0,1387	-0,3651	-0,1953	-0,1926	x	-0,3537
Celková přijatelnost	0,0961	0,3184	0,1813	0,1925	0,3978	0,1544	0,3284	0,0980	0,5603	0,3330	0,4503	-0,3537	x

10. Seznam obrázků

Obrázek 1	Struktura myofibrily.....	13
Obrázek 2	Struktura fulvinové kyseliny.	21
Obrázek 3	Huminová kyselina při zvětšení 35 000 x.....	22
Obrázek 4	Předpokládaná struktura huminové kyseliny.	22
Obrázek 5	Vzorky připravené pro senzorickou analýzu.....	33
Obrázek 6	Formulář pro senzorickou analýzu	55

11. Seznam tabulek

Tabulka 1	Obsah hemových barviv ve vybraných druzích masa	17
Tabulka 2	Průměrné složení kuřecího masa	18
Tabulka 3	Průměrné zastoupení mastných kyselin v kuřecím mase.....	18
Tabulka 4	Charakter huminových látek	20
Tabulka 5	Vliv přídavku huminových látek na barvu a pH masa brojlerových kuřat	27
Tabulka 6	Závěrečné vyhodnocení výkrmu kuřat provedené firmou Lukrom, spol. s r.o....	36
Tabulka 7	Hmotnostní bilance vzorků jatečně opracovaných těl a jejich jednotlivých částí	37
Tabulka 8	Hodnoty pH prsního a stehenního masa z pokusné a kontrolní skupiny	37
Tabulka 9	Hmotnostní ztráty vývarem prsní a stehenní svaloviny kuřat	38
Tabulka 10	Průměrný obsah bílkovin v prsní svalovině kuřat	38
Tabulka 11	Celkový obsah hemových barviv v prsní a stehenní svalovině kuřat.....	39
Tabulka 12	Výsledky senzorické analýzy vyjádřené průměrnou hodnotou a směrodatnou odchylkou pro jednotlivé deskriptory.....	40
Tabulka 13	Korelační vztahy mezi jednotlivými deskriptory	56

12. Seznam grafů

Graf 1	Vliv hodnoty pH na vaznost masa.....	16
Graf 2	Průměrný denní hmotnostní přírůstek kuřat v pokusné a kontrolní a hale	35
Graf 3	Celkový obsah hemových barviv v prsním a stehenním mase kuřat z pokusné a kontrolní skupiny	39
Graf 4	Znázornění deskriptorů sensorické analýzy prsního masa pokusné a kontrolní skupiny.....	40
Graf 5	Statistické vyhodnocení šťavnatosti vzorků masa kuřat z pokusné a kontrolní skupiny metodou ANOVA	41
Graf 6	Grafické znázornění korelace mezi šťavnatostí masa a hmotnostními ztrátami vývarem ($ r = 0,717$)	42