

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využití zbytků z výroby tekutých ochucovadel ve výkrmu  
brojlerových kuřat**

**Diplomová práce**

**Bc. Martin Soudný, DiS.**

**Výživa zvířat a dietetika**

**Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Využití zbytků z výroby tekutých ochucovadel ve výkrmu 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 13.4.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za trpělivost, ochotu a rady při psaní mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při celé době mého studia.

# Využití zbytků z výroby tekutých ochucovadel ve výkrmu brojlerových kuřat

## Souhrn

Vzhledem k neustále se zvyšující poptávce po drůbežím mase, se chovatelé snaží o co nejvyšší přírůstky kvalitní svaloviny. To vede k používání různých doplňků krmiva, mezi které lze zařadit huminové látky. Huminové látky se ve výkrmu brojlerových kuřat začaly uplatňovat z důvodu jejich příznivých účinků na růst svalové hmoty, imunitní systém a snadnější adaptabilitu organismu.

První část literární rešerše je zaměřena na výživu brojlerových kuřat a jejich výkrm. Druhá polovina pojednává o huminových látkách, kde je představen původ, rozdělení a vliv jejich působení na živý organismus, hmotnost a kvalitu masa. Dále se lze v druhé části dočíst o výzkumech v rámci působení huminových látek na organismus zvířat, které dříve proběhly v experimentech, kde se zjišťovaly jejich pozitivní i negativní účinky.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zjistit, zdali má vliv na růst brojlerových kuřat zařazení zbytků z výroby tekutých ochucovadel do krmných směsí, které huminové látky také obsahují.

V první části proběhlo vyhodnocení procentického obsahu živin ve filtrátech z výroby tekutých ochucovadel. Praktická část této diplomové práce zkoumá vliv zbytků z výroby tekutých ochucovadel na přírůstky kuřat. Sledováno bylo celkem 6 skupin brojlerových kuřat. V každé skupině bylo 40 jedinců hybridní kombinace Ross 308. Z toho 2 skupiny byly takzvané kontrolní (K1 a K2), kterým nebyl zařazen filtrát z výroby tekutých ochucovadel do krmné směsi. Zbýlé čtyři skupiny byly pokusné (HLS1, HLS2, HK1 a HK2) a do krmné směsi byly zařazeny zbytky z výroby tekutých ochucovadel v určitém poměru z důvodu rozdílného obsahu chloridu sodného. Skupiny HLS1 a HLS2 měly obsažené v krmné směsi BR 1 a BR 2 0,9 % zbytků z výroby tekutých ochucovadel. Skupina HK1 a HK2 měla v BR 1 0,9 % zbytků z výroby tekutých ochucovadel a BR 2 0,8 %. Výkrm probíhal v Demonstrační a pokusné stáji na České zemědělské univerzitě v Praze, kde byla živá hmotnost kuřat v 10., 21., 28. a 35. dni věku zapsána do záznamového archu spolu se spotřebou a konverzí krmiva. Nutno podotknout, že výzkum probíhal souběžně a všechny skupiny zvířat měly naprosto totožné podmínky chovu.

Bylo zjištěno, že při čtvrtém vážení dosáhla nejvyšší živé hmotnosti pokusná skupina HK2, která na konci výkrmu (ve 35. dni věku) měla průměrnou živou hmotnost 2267 g při konverzi krmiva 1,55 kg na 1 kg přírůstku. Kontrolní skupina HK2 byla při čtvrtém vážení statisticky průkazná oproti kontrolním skupinám K1 a K2. Co se týče ostatních pokusných skupin, lze dle výsledků konstatovat, že všechna dosáhla vyšších přírůstků, na rozdíl od kontrolních skupin.

Lze konstatovat, že přídavek zbytků z výroby tekutých ochucovadel měl vliv na hmotnostní přírůstky brojlerových kuřat.

**Klíčová slova:** kuře, chlorid sodný, huminové látky

# Utilization of residues from the production of liquid flavorings in the fattening of broiler chickens

## Summary

Due to the increasing demand for poultry meat, breeders try to achieve the highest possible gains of quality muscle. This leads to the use of various feed supplements, which may include humic substances. Humic substances began to be used in the fattening of broiler chickens due to their beneficial effects on muscle growth, immune system and easier adaptability of the body.

The first part of the literature search is focused on the nutrition of broiler chickens and their fattening. The second half deals with humic substances, where the origin, distribution and influence of their effects on the living organism, weight and quality of meat are presented. The second part also deals with researches of the effects of humic substances on the organism of animals, which were previously conducted in experiments, where their positive and negative effects were determined.

The aim of this diploma thesis was to find out whether the inclusion of residues from the production of liquid flavorings in feed mixtures has an effect on the growth of broiler chickens, that humic substance also contained.

In the first part, the percentage of nutrients in the filtrates from the production of liquid flavors was evaluated. The practical part of this diploma thesis examines the effect of residues from the production of liquid flavorings on chicken growth. A total of 6 groups of broiler chickens were monitored. 40 individuals of the Ross 308 hybrid combination were included in each group. Two groups were control (K1 and K2), which did not include the filtrate from the production of liquid flavors in the feed mixture. The remaining four groups were experimental (HLS1, HLS2, HK1 and HK2) and residues from the production of liquid flavorings were included in the feed mixture in a certain ratio due to the different sodium chloride content. The HLS1 and HLS2 groups were fed BR 1 and BR 2 feed mixtures, which contained 0.9 % of residues from the production of liquid flavorings. The HK1 and HK2 groups were fed BR 1 (0.9 % residues from the production of liquid flavorings) and BR 2 (0.8 % residues from the production of liquid flavorings). The fattening took place in the Demonstration and Experimental Stable at the Czech University of Life Sciences in Prague, where the live weight of the chickens on the 10th, 21st, 28th and 35th day of age was recorded in the record sheet along with feed consumption and feed conversion. It should be noted that the research was executed in parallel and all groups of animals had exactly the same breeding conditions.

The HK2 experimental group reached the highest live weight at the fourth weighing, which at the end of fattening (at 35 days of age) had an average live weight of 2267 g with a feed conversion of 1.55 kg per 1 kg gain. The HK2 control group was statistically significant at the fourth weighing compared to the K1 and K2 control groups. As for the other experimental groups, it can be stated from the results that they all achieved higher increments compared to the control groups.

It can be stated that the addition of residues from the production of liquid flavorings had an effect on the weight gain of broiler chickens.

**Keywords:** chicken, sodium chloride, humic substances

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Historie chovu drůbeže.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Výživa kuřat .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Bílkoviny a dusíkaté látky .....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Aminokyseliny.....	16
3.3.2 Esenciální aminokyseliny .....	17
3.3.3 Limitující aminokyseliny.....	18
3.3.4 Syntetické aminokyseliny.....	18
<b>3.4 Lipidy .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Sacharidy .....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Minerální látky .....</b>	<b>21</b>
<b>3.7 Vitamíny .....</b>	<b>22</b>
3.7.1 Vitamíny rozpustné v tucích .....	23
3.7.2 Vitamíny rozpustné ve vodě .....	23
<b>3.8 Tekutá ochucovadla.....</b>	<b>23</b>
3.8.1 Kyselá hydrolýza.....	24
3.8.2 Enzymatická hydrolýza.....	24
<b>3.9 Huminové látky .....</b>	<b>25</b>
3.9.1 Základní rozdělení huminových látek .....	26
3.9.2 Vznik huminových látek .....	28
3.9.3 Vlastnosti huminových látek.....	29
3.9.4 Vliv huminových látek na organismus .....	30
3.9.5 Huminové látky a jejich vliv na hmotnost zvířat.....	31
3.9.6 Působení huminových látek na vlastnosti krve .....	32
3.9.7 Působení huminových látek na kvalitu masa.....	33
<b>4 Metodika.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Analyzovaný materiál .....</b>	<b>35</b>
4.1.1 Stanovení sušiny .....	35
4.1.2 Stanovení popelovin .....	35
4.1.3 Stanovení hrubé vlákniny .....	35
4.1.4 Stanovení tuku .....	35
4.1.5 Stanovení hrubého proteinu.....	36
<b>4.2 Výkrm kuřat s použitím filtrátu z výroby tekutých ochucovadel.....</b>	<b>36</b>

4.2.1	Krmné směsi použité ve výkrmu.....	37
4.3	Statistické vyhodnocení.....	37
5	Výsledky.....	38
5.1	Výsledky analýzy filtrátu z výroby tekutých ochucovadel .....	38
5.2	Výsledky výkrmu .....	39
6	Diskuze.....	48
7	Závěr .....	51
8	Literatura .....	52
9	Samostatné přílohy.....	I
9.1	Složení krmných směsí.....	I

## 1 Úvod

V České republice je obliba drůbežího masa čím dál vyšší. Toto tvrzení dokazuje každoroční zvyšování produkce drůbežího masa. Za vysokou poptávkou po drůbežím mase stojí fakt, že produkce je jednodušší na rozdíl od jiných chovů hospodářských zvířat. Dále nepředstavuje až tak vysokou ekologickou zátěž a chov není náročný na zemědělskou půdu.

V roce 2021 se celkově vyrobilo v České republice 466 856 tun masa, což je o 2,6 % více oproti roku 2020. Drůbežího masa se vyprodukovalo 177 157 tun, to je o 3,8 % více, než tomu bylo v roce 2020. Zvýšení produkce se netýkalo pouze drůbežího, nýbrž i vepřového, kde se vyrobilo 217 008 tun (+2,6 %), hovězí maso zůstalo beze změny s produkcí 72 552 tun (+0,00 %). Důvodem, proč je drůbeží maso natolik oblíbené u konzumentů, je jeho nižší cena. Mezi další výhody chovu drůbeže patří krátký reprodukční interval, kladné dietetické vlastnosti, snadná a rychlá kuchyňská úprava. Vlivem krátké doby výkrmnosti drůbeží maso neabsorbuje takové množství škodlivých látek, jako je tomu například u hovězího a tím pádem je zdravější.

Protože v roce 2006 bylo zakázáno zkrmovat kuřatům antibiotika, tak se chovatelé snaží přijít na jinou a legální alternativu. Jelikož zájem o drůbeží maso stále roste, lze předpokládat, že nárůst spotřeby se bude zvyšovat i nadále v následujících letech. To je jeden z důvodů, proč se chovatelé snaží o vyšší intenzitu produkce, aby byli schopni uspokojit již tak vysokou poptávku. Dopomáhají si k tomu zařazováním různých enzymů, probiotik, prebiotik, rostlinných výtažků a huminových a fulvinových kyselin do krmné dávky. Huminové látky jsou intenzivně zkoumaný organický materiál, u něhož se prokázal jeho pozitivní vliv na výkrm kuřat, imunitní systém, lepší přizpůsobivost a celkové zlepšení organismu. V různých pokusech se názory na huminové látky a jejich pozitivní účinky na daný organismus co se týče vlivu na zdravotní stav a parametry masa rozcházejí, nicméně v drtivé většině experimentů se prokázala vyšší produkce oproti kuřatům, kterým nebyl zařazen do krmné dávky přídatek huminových látek.

V experimentální části byl proveden pokus s použitím filtrátu z výroby tekutých ochucovadel jako doplňku výživy pro podporu produkce a zvýšení intenzity růstu brojlerových kuřat.



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

**Hypotéza:** Zbytky z výroby tekutých ochucovadel je možné použít jako krmný komponent v kompletních směsích vyrobených pro výkrm brojlerových kuřat.

**Cíl práce:** Ověření možnosti využití zbytků z výroby tekutých ochucovadel různých receptur ve výkrmu kuřecích brojlerů.

### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Historie chovu drůbeže

Drůbeží maso se ve stravě člověka objevuje již po staletí. Domestikace začala zhruba 3200 let před naším letopočtem. V této době ještě nebyla cílem chovu kura produkce masa, ale stálý přísun zvířat pro obětní účely našich předků (Bobko et al. 2021). Na území České republiky se kur poprvé objevil před více než 400 lety před naším letopočtem. V této době se ale jednalo spíše o lokální a pomalu se rozvíjející odvětví, zejména v porovnání s dnešní situací (Zelenka 2014).

K výrazné změně v počtu chovaných kusů došlo po příchodu Slovanských kmenů. Pozdější výzkumy ukázaly, že právě mezi nimi bylo drůbeží maso velice oblíbené (Zelenka et al. 2007). Na jeho popularitu poukazují zejména archeologické nálezy úlomků kostí kura, které v některých místech (například na území oblasti dnešního Brandýsa nad Labem) tvořily až 50 % všech nalezených kosterních pozůstatků. Vysoký poměr drůbežích kostí naznačuje, že se jednalo o nejčastěji chovaný druh zvířete. Pro porovnání lze uvést fakt, že kosterní pozůstatky prasat tvořily pouze 30 % nalezených fragmentů. Nalezené kosterní pozůstatky kura navíc vykazovaly známky poškození ohněm, lze tedy přepokládat, že již v této době Slované připravovali kuřecí maso opékáním na ohni (Zelenka 2014; Bobko et al. 2021). O skutečně masivní produkci drůbežího masa lze pak hovořit od roku 1945, kdy v poválečném období výrazně stouply nejen počty chovaných kusů a produkce samotná, ale i rychlost rozvoje a industrializace systému (Heilpern et al. 2021).

V průběhu dalších sedmi desetiletí oblíbenost, a tedy i míra konzumace drůbežího masa dále stoupala, jak díky jeho dostupnosti a nízkým ekonomickým nákladům na výrobu, tak i díky jeho výhodným nutričním a dietetickým vlastnostem (Ježková 2010). Výraznou změnou, ke které v průběhu poválečných let došlo, byla změna spotřebitelské preference jednotlivých drůbežích druhů. Ještě ve 40. letech minulého století představovaly husy 50 % konzumovaného masa za spotřeby 2,4 kg na osobu za rok. Ve stejné době tvořilo kuřecí maso pouze 14 % konzumovaného objemu, ale v pozdějších letech začala jeho preference převažovat. Důvodem jsou pokroky ve šlechtění, díky kterým bylo možno dosáhnout vzniku brojlerů s výrazně lepším genetickým potenciálem růstu, než měly předchozí generace chované drůbeže. Nezanedbatelný je i vliv nových technologií a zdokonalení ekonomiky chovu, které vedly ke zvýšení dostupnosti masa běžným spotřebitelům (Cömert et al. 2016; Ježková 2010; Ipek & Sozcu 2017).

Konzumace drůbežího masa se neustále zvyšuje i v dnešní době; například v roce 2010 byla spotřeba masa průměrně 24 kg na osobu a rok a o 10 let později v roce 2020 již představovala 29 kg na osobu a rok - jedná se tedy o nárůst o celých 5 kg průměrné spotřeby (Rifath & Jemziya 2021). V 50. letech minulého století se kuřata vykrmovala na hmotnost 1,5 kg za 84 dní, při spotřebě krmiva 3,2 kg. Dnes díky rozsáhlejšímu genetickému potenciálu a lepšímu welfare dosáhnou kuřata porážkové hmotnosti 2-2,3 kg za 35 dní, při konverzi krmiva 1,7-1,8 kg (Heilpern et al. 2021). K vývoji došlo i z hlediska délky výkrmu drůbeže, konkrétně kuřat (Ipek & Sozcu 2017)

Specifická plemena kuřat se začala poprvé používat ve 40. letech 20. století v Americe a také v Kanadě. V této době se oficiálně začalo říkat kuřeti určenému na výkrm brojler (Heilpern et al. 2021). Na území České republiky se tato kuřata nazývala pečínková (Ježková 2010).

V České republice se používají tři genotypy brojlerových kuřat, a to COBB 500, ROSS 308 a Hubbard Flex. Všechny genotypy těchto kuřat mají velmi podobné užitkové vlastnosti (Zelenka 2014). Kuřata jsou vykrmována po dobu zhruba 5 týdnů na porážkovou hmotnost 2-2,3 kg při konverzi krmiva 1,7 kg. Jedna z nejcennějších částí, prsní svalovina, tvoří přibližně 26 % hmotnosti jatečně upraveného těla. Výtěžnost masa jako taková se pohybuje kolem 70 % hmotnosti zvířete (Dierra & Malouin 2014).

*Tabulka 1 ukazuje v jakém kraji se vyrobilo nejvíce jatečné drůbeže v letech 2019 a 2020 dle ČSÚ (v tunách živé hmotnosti)*

Území/kraj	Výroba jatečné drůbeže		Rozdíl ( +,- )	Index ( % )
	2019	2020		
<b>Česká republika</b>	<b>262 843</b>	<b>259 267</b>	<b>- 3567</b>	<b>98,6</b>
Hl. m. Praha a Středočeský kraj	43 655	42 892	-764	98,3
Jihočeský kraj	33 002	32 239	-763	97,7
Plzeňský kraj	22 049	25 767	3718	116,9
Karlovarský kraj	587	719	133	122,6
Ústecký kraj	8448	7746	-702	91,7
Liberecký kraj	2982	2903	-79	97,4
Královohradecký kraj	10 853	12 495	1643	115,1
Pardubický kraj	51 934	49 860	-2075	96
Kraj Vysočina	7 455	7946	490	106,6
Jihomoravský kraj	59 333	54 763	-4570	92,3
Olomoucký kraj	4 139	2769	-1371	66,9
Zlínský kraj	12 204	12 092	-112	99,1
Moravskoslezský kraj	6 201	7076	875	114,1

## 3.2 Výživa kuřat

V intenzivních chovech masné drůbeže jsou v drtivé většině používány hybridní kombinace, které byly vyšlechtěny na co nejvyšší intenzitu růstu. Je důležité využít genetické předpoklady s co nejnižší konverzí krmiva. Ve výkrmu se používají hybridi, kteří vykazují výborné užitkové vlastnosti a získávají se jak pomocí liniové plemenitby, tak i prostřednictvím meziliniového křížení (Cömert et al. 2016). V posledních několika letech docházelo ke změnám a k neustálému zlepšování technologií chovu, jak pro zlepšení užitkových vlastností, tak i welfare drůbeže (Anand et al. 2021). Tyto základy chovu a pokročilé techniky ve výkrmu se snaží napodobovat i ostatní chovatelé odlišných druhů hospodářských zvířat. V intenzivním chovu drůbeže se používají zařízení, které umožňují mít úplnou kontrolu nad podmínkami vnějšího prostředí, neboť jsou nezbytné pro maximalizaci užitkovosti a v neposlední řadě docílení uspokojivých ekonomických nákladů. To zahrnuje celou řadu opatření, nicméně správná výživa s vyváženým poměrem živin má největší vliv (Kumar et al. 2021; Diktas et al. 2015). Dobře sestavená krmná dávka usnadňuje maximální využití genetického potenciálu růstu. O úspěšnosti výkrmu kuřat rozhoduje krmná dávka již na začátku výkrmu. Správná skladba a množství používaných krmiv na začátku odchovu určuje celkovou úspěšnost daného výkrmu. Výživa a krmení kuřat jsou nezbytné nejenom v průběhu jejich života, ale také i před jejich vylíhnutím (Anand et al. 2021). Podstatný vliv na výživu má takzvaný žloutkový vak, který obsahuje bílkoviny, tuky, minerální látky a v neposlední řadě vitamíny. Vstřebávání zásadních živin a prtilátek, které jsou ve žloutkovém vaku, je velice důležité pro přežití časné fáze života drůbeže (Ghayas et al. 2020). Vyrovnaná krmná dávka má největší vliv na užitkovost, zdravotní stav a rentabilitu produkce. Důvodem, proč se kuřatům podává kvalitní krmivo, je fakt, že jen za předpokladu plnohodnotné krmné dávky lze docílit vysoké intenzity růstu a dobré konverze krmiva, na kterou jsou kuřata šlechtěna. Hodnotná krmná dávka příznivě působí nejen na rychlost růstu a konverzi krmiva, ale i na jakost produktu ve spojitosti s barvou kůže, tuku, ve spojitosti se stavbou masa a jeho chutností. Dále má taktéž podstatný vliv na imunitní systém drůbeže (Moyle et al. 2014; Kumar et al. 2021). Hlavní vliv na rychlost růstu má obsah hrubého proteinu, přesněji řečeno zastoupení esenciálních aminokyselin. Brojlerová kuřata si nemohou sama syntetizovat lyzin a treonin, proto se jim musí v krmivu suplementovat (Sales 2014). Mezi další nezbytné esenciální aminokyseliny se řadí např. histidin, tryptofan, leucin, izoleucin, valin a methionin, důležitý je i serin a glycin. Mezi poloesenciální patří tyroxin a cystein. Stravitelnost jednotlivých aminokyselin v témže krmivu se může měnit a zároveň i jedna určitá aminokyselina může mít v různých typech krmiv stravitelnost rozdílnou (Muth & Zárate 2017). Aminokyseliny, které se produkují průmyslově, mají tu výhodu, že mívají stoprocentní stravitelnost, hlavně co se týče lysinu hydrochloridu a DL-methioninu, nicméně využitelnost je nižší a to z 80 %, na rozdíl od aminokyselin, které jsou vázané v bílkovinách. Při totožném zastoupení všech aminokyselin se může stát, že obsah stravitelných aminokyselin v krmivech, která jsou vyráběna podle různých receptur, se jejich obsah liší. Výroba krmiv podle zastoupení stravitelných aminokyselin v krmné dávce vede k příznivější konverzi krmiva (Diktas et al. 2015).

V krmné dávce musí být obsah ve správném poměru, což platí i pro makroprvky, mezi které patří vápník, hořčík, fosfor, sodík, draslík a chlor a z mikroprvků mangan, zinek, měď, železo a jód. Dále je potřeba hlídat i zastoupení vitamínů, které drůbež potřebuje, a to zejména A3, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, biotin, kys. listovou, nikotinovou, pantotenovou a cholin (Alnahhas et al. 2016). V intenzivním chovu drůbeže, konkrétně ve výkrmu brojlerových kuřat, jsou výhradně podávány kompletní krmné směsi, které zajišťují dokonalý poměr živin, která

kuřata potřebují ke správnému růstu. Běžně se používají směsi typu BR 1, BR 2, BR 3 a BR 4 (Zelenka 2014). V první fázi života kuřete se používá krmná směs BR 1 (startér), která se zkrmuje do 10-15 dnů věku, s obsahem nejvyššího procenta hrubého proteinu, a to mezi 22-24 %, se zastoupením 12,5-13 MJ ME a poměr živin je 54,8. Takzvaný poměr živin je množství metabolizovatelné energie (uvádí se v kJ) ku hrubému proteinu (v gmech). Uvedené dusíkaté látky by měly vždy svým obsahem odpovídat předepsanému poměru vůči energetické hodnotě krmiva. Tento vztah srovnávající dostupnou energii, označovanou coby metabolizovatelná a zastoupení hrubého proteinu, se liší dle kategorie, pro kterou je krmná dávka určena (Bailey et al. 2015; Bhatti et al. 2016). Například v komerční směsi s označením BR 1, která je předkládána masným kuřatům na začátku výkrmu, je poměr dostupné energie ku obsahu hrubého proteinu nejnižší, což odpovídá potřebám zvířat v daném věku, proto poměr živin dosahuje nízkých hodnot (Tabulka 2). Tato směs se podává kuřatům ad libitum (Heilpern et al. 2021). Smyslem této krmné směsi je nastartovat co nejdříve pokud možno co nejrychlejší růst a posílit hlavně žravost. Další dny dochází k nejintenzivnějšímu růstu, kdy roste nejen svalovina, ale tvoří se i stavba kostry, aby se svalovina měla kam upínat (Moyle et al. 2014). Následně se kuřatům podává krmná směs BR 2, která obsahuje 20-22 % hrubého proteinu, 13,3 MJ ME a poměr živin se navýší na hodnotu 63,8 (poměr živin je množství metabolizovatelné energie (uvádí se v kJ) ku hrubému proteinu (v gmech)), tato směs je kuřatům podávána po dobu 14 dnů a obsahuje vyšší množství energie a nižší obsah hrubého proteinu, než tomu bylo u BR 1 (Alnahhas et al. 2016). V poslední fázi výkrmu se používá směs, která nese označení BR 3 (finisher), obsah hrubého proteinu je 19 % a má nejvyšší živinový poměr a to 70,5 (poměr živin je množství metabolizovatelné energie (uvádí se v kJ) ku hrubému proteinu (v gmech)). Ta se podává v granulované formě až do porážky. Dalším důvodem zařazení krmiva BR 3 je nutnost použití krmné směsi bez kokcidostatika v rámci ochranné lhůty (Muth & Zárate 2017).

Hlavními důvody, proč se brojlerovým kuřatům dávají tvarované krmné směsi jsou výhody, která sypká směs nemá, mezi které patří jednodušší doprava, lepší manipulace a skladování krmiva. Pro kuřata jsou navíc granulovaná krmiva atraktivnější, a tak je podporován zvýšený příjem krmiva. Mezi další přínosy patří nižší konverze krmiva, zlepšuje se využití fosforu a dochází k lepší stravitelnosti organických látek. Mezi nevýhody granulovaných krmných směsí patří vyšší ekonomické náklady, jak v rámci investice, tak provozu (Sales 2014). Další výkrm kuřat se provádí u pomalu rostoucích hybridů, u nich je možné použít kompletní krmnou směs BR 4, která omezuje přebytečnou tvorbu tuku. V případě ukončení růstu kostry a svalové hmoty se zvyšuje procento ukládání tuku (Muth & Zárate 2017). Ve výkrmu brojlerových kuřat, a to zejména v období před porážkou, nesmí krmivo obsahovat antikokcidika, která podléhají ochranné lhůtě, kvůli které nesmí být maso po určité době od podání léčiv konzumováno. Dodržování správných poměrů živin v krmné směsi je pro účinnost výkrmu mnohem důležitější, než dodržování předepsaného množství energie a hrubého proteinu (Goel 2021). V případě, že se krmivo vyznačuje nižším obsahem energie, reagují na to kuřata vyšším příjmem krmné směsi. Pokud se v krmivu vyskytuje stejný obsah hrubého proteinu, který je předepsaný v normách, krmivo bude obsahovat užší poměr živinových látek (Ghayas et al. 2020). Pokud bude v krmivu nadbytek hrubého proteinu oproti hodnotám předepsaným v normách, bude docházet k jejich plýtvání. Stejná situace vzniká v případě podávání krmných aditiv. Pokud krmivo bude obsahovat užší poměr živin, zhorší se ekonomika chovu a jedincům se zvýší konverze krmiva a bude docházet k ukládání většího množství tuku (Heilpern et al. 2021). V případě vyššího obsahu energie v krmivu je nutné sledovat zastoupení

všech esenciálních živin, aby kuřata v případě nižšího příjmu krmiva nestrádala jejich nedostatkem. Při sestavování krmných směsí je základ obstarat v krmivu takový obsah energie a ostatních nezbytných živin, aby kuřata ve výkrmu netrpěla jejich nedostatkem (Sales 2014).

Tabulka 2 Potřeba živin v 1 kg krmné směsi pro vykrmovaná kuřata (Zelenka et al. 2007)

	Dny výkrmu						
		Od 1. do 10.	Od 11. do 24.	Od 25. až 29.	Od 43.		
	Pohlaví kuřat						
		K i S	KS i K	S	KS i K	S	K
MEn	MJ	12,6	13,3	13,3	13,4	13,4	13,4
Dusíkaté látky	g	230	210	210	190	190	180
Kys. linolová	g	12,5	12	12	10	10	10
Veškeré aminokyseliny							
Lysin	g	14,1	12,2	11,8	10,4	9,9	9,7
Methionin	g	5,3	4,6	4,5	4	3,8	3,8
Methionin + cystein	g	10,3	9,1	8,8	7,9	7,5	7,5
Threonin	g	9,4	8,3	8	7,2	6,8	6,8
Tryptofan	g	2,4	2,1	2,1	1,8	1,8	1,8
Arginin	g	14,6	12,8	12,4	11	10,5	10,4
Stravitelné aminokyseliny							
s. lysin	g	12,5	10,9	10,6	9,3	8,9	8,7
s. methionin	g	5	4,4	4,2	3,8	3,6	3,5
s. methionin + cystein	g	9,3	8,2	8	7,1	6,8	6,8
s. threonin	g	7,9	7	6,8	6	5,8	5,7
s. tryptofan	g	2,1	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5
s. arginin	g	13,1	11,5	11,2	10	9,5	9,4
Ca	g	10	9	9	8,5	8,5	8,5
P využitelný	g	5	4,5	4,5	4,2	4,2	4,2
Mg	g	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
K	g	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Na	g	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Cl	g	1,6-2,2	1-6-2,2	1,6-2,2	1,6-2,2	1,6-2,2	1,6-2,2
Mn	mg	100	100	100	100	100	100
Zn	mg	100	100	100	80	80	80
Fe	mg	80	80	80	80	80	80
Cu	mg	8	8	8	8	8	8
I	mg	1	1	1	1	1	1
Se	mg	0,2	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15
Vit. A	tis.m.j	14	12	12	11	11	11
D3	tis.m.j	5	5	5	4	4	4
E	mg	80	60	60	50	50	50
K3	mg	4	3	3	2	2	2
B1	mg	3	2	2	2	2	2
B2	mg	8	6	6	5	5	5
B6	mg	5	4	4	3	3	3
B12	mg	0,02	0,02	0,02	0,015	0,015	0,015
Biotin	mg	0,18	0,18	0,18	0,05	0,05	0,05
Kys. listová	mg	2	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5
Kys. nikotinová	mg	60	60	60	40	40	40
Kys. pantotenová	mg	16	16	16	15	15	15
Cholin	mg	1800	1600	1600	1400	1400	1400

KS – označuje společný výkrm obou pohlaví  
K – výkrm kohoutků, který probíhal odděleně  
S – výkrm slepiček, který probíhal odděleně

### 3.3 Bílkoviny a dusíkaté látky

Jsou nejdůležitější a naprosto nezbytnou živinou pro všechny druhy zvířat. Bílkoviny jsou organické sloučeniny, které se skládají z uhlíku, kyslíku, vodíku a hlavního prvku dusíku (Sarica et al. 2019). Jsou to stavební látky a jsou nepostradatelné pro růst, tvorbu svaloviny, vajec a peří. Pokud dojde k bílkovinnému deficitu, projeví se to úbytkem na váze, horším zdravotním stavem, a nebo může dojít k nižší líhivosti (Stadig et al. 2016). Tyto projevy může zapříčinit, byť jen jedna chybějící aminokyselina. Nedostatek aminokyselin může zhoršit využitelnost krmiva. Nadbytek hrubého proteinu v krmné směsi drůbeži tolik nevádí, jelikož jej využijí jako zdroj energie (Ipek & Sozcu 2017).

Pro sestavování krmných směsí jsou dusíkaté látky formulovány jako dusík stanovený metodou podle Kjeldahla, který je vynásobený koeficientem 6,25. Tento koeficient se používá, protože bílkoviny krmných směsí mají za normálních okolností 16 % hrubého proteinu (Zeman et al. 2015). Nicméně tento výpočet je nepřesný, jelikož v laboratoři se stanoví jak obsah dusíku z bílkovin, tak také obsah dusíku nebílkovinného původu, v neposlední řadě také zastoupení amoniaku. Pokud se bude stanovovat obsah hrubého proteinu po přepočtu N x 6,25, tak dojde k přepočtení reálného obsahu bílkovin ve směsi, což je důvod, proč se upravují koeficienty pro individuální součásti krmiv (Zelenka 2014). Rozhodující vliv na ekonomiku chovu a rychlost produkce masa brojlerových kuřat má bezprostředně zastoupení hrubého proteinu a energie v krmivu. Nároky na živiny jsou mnohdy popisovány jako nejnižší zastoupení dané živiny v krmné směsi pro co nejvyšší produkci. Čím lepší jsou znalosti o požadavcích na dusíkaté látky a energii, tím větší mají dopad z hlediska ekonomiky (Alabi et al. 2017). Vzhledem k velké intenzitě růstu se hmotnost kuřat od narození zvýší za 35 dní téměř 55krát. Velké procento tvoří právě svalovina, která obsahuje bílkoviny, proto je nezbytné v krmivu hlídat dostatečné množství jak esenciálního hrubého proteinu, tak i poloesenciálních a neesenciálních aminokyselin. Požadavek na obsah hrubého proteinu je víceméně potřebou aminokyselin v krmivu, jelikož aminokyseliny jsou vázány jak v bílkovině krmné směsi, tak i v peptidech, a nebo mají nižší zastoupení ve volné formě (Bhatti et al. 2016)

Aminokyseliny jsou látky měkkých tkání, jako jsou svaly a orgány, a dále jsou zastoupeny v kůži, kostech, vazivě a také peří. Velký podíl na potřebě aminokyselin má produkce enzymů, hormonů a dalších látek. Změny v potřebách aminokyselin ve směsi jsou způsobené hlavně úrovní metabolismu živin v průběhu růstu zvířat. Genetická informace mnohdy způsobuje rozdíly v účinnosti trávení, způsobu trávení živin a taktéž i v potřebě hrubého proteinu mezi různými druhy drůbeže (Torres et al. 2019). Požadavky na hrubý protein se odvíjejí i od závislosti na věku, pohlaví, růstové fázi, ve které se kuře nachází a v účinném využití krmiva. Organismus kuřat využívá živiny prioritně pro záchovu, dále k produkci peří, pro přírůstek a v neposlední řadě organismus využívá živiny pro rozvíjení prsní svaloviny (Alnahhas et al. 2016; Ahmed et al. 2015).

Mezi významná bílkovinná krmiva patří sójový extrahovaný šrot. Je nejčastěji využívaným komponentem v krmivu pro drůbež. Obsah hrubého proteinu se pohybuje mezi 44-49 % v sušině. Šrot může tvořit až 30 % krmné směsi. Tvoří se při výrobě oleje ze sóji, kde vzniká jako druhořadý výrobek (Aderinola et al. 2013).

Jako další bílkovinné krmivo se používají slunečnicové pokrutiny. Jejich výhodou je vysoký obsah bílkovin. Vlákna je složena primárně z nerozpustných cukrů, kvůli nim mají slunečnicové pokrutiny nižší hladinu metabolizovatelné energie. Tyto pokrutiny mají nedostatek lysinu. V případě doplnění lysinu a ostatních aminokyselin mohou tvořit až 30 % krmné dávky brojlerových kuřat (Abousekken et al. 2015).

Často používaným zdrojem bílkovin je i řepkový a slunečnicový extrahovaný šrot. Ze semene řepky lze získat zhruba 57 % extrahovaného šrotu. Obsahuje 32-38 % bílkovin. Kvalita se posuzuje podle odrůdy. Použitelné množství v krmné dávce je ovlivněno věkem zvířat. U mladších brojlerových kuřat se podává méně jak 3 % a u starších jedinců lze dávat maximálně 5 % (Reyes et al. 2020). Vlivem šlechtění vznikly 3 druhy řepky. První je takzvaná jednonulová. Má nižší zastoupení kyseliny erukové (povolené množství je 0,8 %). Druhý typ je dvounulová, u té došlo i k snížení glukosinulátů. Jako poslední typ je třínulová, která obsahuje nižší množství vlákniny (Petracci et al. 2013). U glukosinulátů se sleduje jejich obsah, protože ve větším množství negativně ovlivňují zdravotní stav kuřat, zejména poškozují štítnou žlázu, proto je v krmivu povoleno zastoupení této látky 20  $\mu\text{mol/g}$ , při relativní vlhkosti semene 12 %. Dvounulová řepka obsahuje vyšší množství vlákniny a to 10-12 %, naproti tomu třínulová má pouhých 4-6 % (Torres et al. 2019).

Slunečnicový extrahovaný šrot, jak už sám název napovídá, je vyráběn ze semen slunečnice. Jádro semene obsahuje 30-34 % bílkovin. Slupka je pro brojlerová kuřata obtížně stravitelná, jelikož obsahuje 25 % ligninu a 50 % celulózy. Poněvadž se slunečnicové semeno skládá hlavně ze slupky, oproti bílkovinnému jádru se tak celkově snižuje nutriční hodnota slunečnicového šrotu. Lepší variantou je proto šrot z loupané slunečnice. Do krmných směsí lze zařadit loupaný extrahovaný šrot ze 7-10 % krmné dávky (Abousekken et al. 2015; Reyes et al. 2020).

### 3.3.1 Aminokyseliny

Bílkovinné krmné směsi tvoří největší podíl energetických zdrojů ve výkrmu drůbeže. (Tekeli et al. 2014). V těle drůbeže se nachází 22 druhů aminokyselin, které jsou považovány za nezbytné. Ve výkrmu kuřata potřebují dusíkaté látky v určitém poměru, a hlavně všechny druhy aminokyselin (Aderinola et al. 2013). Pro dosažení co nejrychlejšího růstu vyžaduje tělo drůbeže pro svůj vývin vyšší denní dávku aminokyselin. Brojlerová kuřata reagují na ideální poměr bílkovin v krmivu kladně a dosahují posléze značné užitkovosti.

Mnoho bílkovin ze stravy spotřebují kuřata na produkci peří. Ve 35. dni věku představuje peří zhruba 6,5 % hmotnosti kuřat a obsah bílkovin v peří je kolem 82 % (Petracci et al. 2013). Ve výsledku to znamená, že denně kuře spotřebuje 5-6 g bílkovin na produkci peří. Z důvodu vysokého zastoupení sirných aminokyselin v peří je nutné v krmné dávce sledovat a doplňovat jejich obsah (Kasapidou et al. 2016).

Požadavky na bílkoviny jsou ovlivňovány třemi faktory. Prvním faktorem je bezpodmínečně výběr správného plemene. Genetický potenciál kuřete skrze požadavky na energii, příjem a využití krmiva určuje maximální dosažitelný limit růstu a vývinu těla (Pascalau et al. 2017).

Další faktor, který ovlivňuje potřebu bílkovin, je příjem krmiva. Hodnotné granule disponují přímým vlivem na ochotu přijímat krmivo, což je důvod, proč se účinek aminokyselin liší mezi kvalitními nebo méně kvalitními granulemi a sypkou směsí (Kasapidou et al. 2016).

V poslední řadě se jedná o prostředí, které má také velký vliv na příjem. Důležitá je kvalita budovy a celkové mikroklima, které má předcházet vzniku nemocí. Rychlý růst kuřat sebou nese i otázky, které je potřeba řešit, jelikož pro rychlý růst je potřeba velké množství



bílkovin v krmivu a dále může vést k opětovným problémům ve slepém a tlustém střevu, posléze i konečniku a negativně tak ovlivňovat zdravotní stav (Turcu et al. 2020). Je známa souvislost mezi poměrem bílkovin ve střevech a vlhkostí výkalů. Provedené pokusy ukázaly, že pokud se navýší obsah bílkovin v krmné dávce o 10 %, tak se zvýší i potřeba vody, a to o zhruba 5 % a tím pádem se z těla drůbeže bude vylučovat větší množství vody. V případě zkrmování většího množství aminokyselin mohou nastat vážné potíže v oblasti chovu. Může nastat např. hypersaturace methioninem (Tekeli et al. 2014). K tomu může dojít v případě neznalosti při stanovování zastoupení sírných aminokyselin. Jako další případ se může objevit přebytek lyzinu, který pak negativně ovlivňuje využívání argininu, kdy posléze nastane zrychlené rozkládání na látky jednodušší. V neposlední řadě má nadbytek aminokyselin při zkrmování zvířatům negativní dopad na životní prostředí. Aminokyseliny se mění na amoniak a ten je pro organismus zvířat jedovatý (Abousekken et al. 2015).

V tabulce č. 3 jsou uvedeny normy potřeby aminokyselin pro Ross 308 (Foltyn 2014)

Ross 308									
Období výkrmu (dny)		0-10		11-24		25-42		43+	
		celk.	strav.	celk.	strav.	celk.	strav.	celk.	strav.
NL	%	22-24		21-23		19-22		17-21	
Lysin	%	1,43	1,24	1,24	1,10	1,06	0,94	1,00	0,86
Methionin	%	0,51	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,38	0,35
Methionin + Cystin	%	1,07	0,94	0,95	0,84	0,83	0,73	0,79	0,69
Tryptofan	%	0,24	0,20	0,20	0,18	0,17	0,15	0,17	0,14
Threonin	%	0,94	0,83	0,83	0,73	0,72	0,63	0,68	0,60
Arginin	%	1,45	1,31	1,27	1,14	1,10	0,99	1,04	0,93
Valin	%	1,09	0,95	0,96	0,84	0,83	0,72	0,79	0,69

### 3.3.2 Esenciální aminokyseliny

Pro organismus jsou nepostradatelné, neboť si je drůbež nedokáže sama syntetizovat v takovém množství, které by pokrylo celou potřebu pro správný chod organismu (Tekeli et al. 2014). Drůbež trpí absencí takzvané transaminázy, která zajišťuje syntézu jak lyzinu, tak i threoninu, z toho důvodu se musí tyto aminokyseliny kuřatům dodávat (Aderinola et al. 2013). Při výrobě krmné směsi je nutné předem promyslet, kolik lyzinu chceme, aby přijmulo dané zvíře v každém MJ metabolizovatelné energie. Zastoupení ostatních aminokyselin v krmivu záleží na celkovém obsahu lyzinu, aby byl dodržen správný poměr, jako je obsažen v ideální bílkovině. Čím víc jsou brojlerová kuřata starší, tak u nich dochází ke snižování poměru již zmiňovaného lyzinu s ostatními esenciálními aminokyselinami. Vliv na to má růstová křivka, jelikož časem dochází k jejímu zpomalování, z tohoto důvodu je potřeba upravit dávkování lyzinu, poněvadž není potřeba ho již suplementovat v takovém množství (Tekeli et al. 2014). Jak již bylo zmíněno v sekci o výživě kuřat, mezi významné esenciální aminokyseliny patří

tryptofan, histidin, fenylalanin, leucin, izoleucin, methionin, valin a arginin. Tyto aminokyseliny je nutné dodávat, protože krmné směsi v sobě nezahrnují ketokyseliny, které mají na starosti syntézu těchto aminokyselin (Petracci et al. 2013). Co se týče valinu, leucinu a izoleucinu, tak jsou si z chemického hlediska značně blízké. Leucin a izoleucin se často stanovují společně, poněvadž je obtížné je od sebe oddělit. Methionin má důležitý vliv při methylačních reakcích, kde slouží jako nepostradatelný meziprodukt. Další výhodou methioninu je, že pomáhá ukládat bílkoviny (Pascalau et al. 2017). Dále ovlivňuje vápník a fosfor, jelikož má vliv na jejich metabolismus. Při vyšším obsahu methioninu v krmivu dochází k vyššímu poměru methioninu v krmné dávce pro brojlerová kuřata, proto docházelo ke zvýšenému výskytu vápníku a fosforu v krvi. Hlavním důvodem, proč jsou methionin a cystein označovány jako sirné aminokyseliny, je fakt, že obsahují síru (Tekeli et al. 2014). Drůbež tyto aminokyseliny využívá při obraně metabolismu proti antinutričním látkám. Má významný vliv při zrodu syntéze glutathionu, který je nezbytný v průběhu odstraňování škodlivých látek mykotoxinů (Haščík et al. 2013). V případě většího nátlaku na organismus při působení inhibitorů proteáz, je produkce sirných aminokyselin vyšší v enzymech pankreatu. Sirné aminokyseliny se také využívají jako zásobárna síry v případě, že je nutné v těle měnit toxické kyanidy na thiokyanáty, látky s nižší toxicitou (Kasapidou et al. 2016). V neposlední řadě má methionin funkci při slučování cysteinu, karnitinu, taurinu a lecitinu. Arginin slouží k prevenci plicní hypertenze, poněvadž má schopnost snižovat krevní tlak. Dále je důležitý pro intenzitu růstu, syntézu bílkovin a imunitní funkce. Je podstatný pro tvorbu prolínu a také hydroxyprolinu, který má vliv na tvorbu pojivové tkáně. Pro kuřata má arginin blahodárný vliv na přežití extrémnějších podmínek prostředí a některých druhů onemocnění. Jeho dalším účinkem je rychlejší uzdravování ran a regeneraci tkání (Aderinola et al. 2013; Reyes et al. 2020).

### 3.3.3 Limitující aminokyseliny

Pokud v krmné směsi bude málo hrubého proteinu, může se stát, že tělo drůbeže bude mít málo esenciálních aminokyselin, které jsou nezbytné pro správnou funkci metabolických procesů (Petracci et al. 2013). Tyto aminokyseliny jsou označovány jako limitující. Nedostatky pak zhoršují efektivitu celého výkrmu, a proto je důležité, sledovat hladinu esenciálních aminokyselin v krmivu, aby se zbytečně nesnižovala užitečnost (Kasapidou et al. 2016; Hajati et al. 2015).

Ideální je doplnit každou nedostatkovou aminokyselinu zvlášť, aby nedošlo k celkovému zvýšení hrubého proteinu, které negativně působí na zdravotní stav drůbeže. První limitující aminokyselinou je cystein. Ten se doplňuje prostřednictvím methioninu (Tekeli et al. 2014). Při suplementaci je nutné brát v potaz různou molekulovou hmotnost obou aminokyselin, neboť jednotka methioninu tvoří pouze 81 % hmotnosti jednotky cysteinu. Tudiž je nutné vynásobit 1 g potřebného cysteinu číslem 1,23, aby se zjistilo nezbytné množství methioninu (Kasapidou et al. 2016).

### 3.3.4 Syntetické aminokyseliny

Pokud je potřeba v krmné směsi doplnit chybějící aminokyseliny, využívají se takzvané syntetické aminokyseliny. Mohou se vyrábět chemicky při syntéze, který se tvoří smíšenina dvou optických D- a L- izomerů. Drůbeži jsou k dispozici oba izomery, nicméně většinou je pro zvířata lépe využitelná L-forma (Haščík et al. 2013). Individuální aminokyseliny se dají získávat

pomocí geneticky modifikovaných či mutantních mikroorganismů, chovaných na cukerném podkladu. Na trhu jsou dostupné různé formy aminokyselin, mezi nejrozšířenější patří L-lysin, L-threonin, DL-methionin, L-valin a L-tryptofan (Hajati et al. 2015).

Konkrétně methionin je možné nahradit hydroxyanalogem methioninu, i když ten nepatří mezi aminokyseliny, ale mezi mastné kyseliny. V těle drůbeže oxiduje na ketokyselinu, která se posléze změní na L-methionin. Na biologické procesy se spotřebuje vysoké množství hydroxyanalogu methioninu, a to až 76 % z přijatého množství (Rifath & Jemziya 2021). V současnosti se běžně doplňuje do krmných směsí lysin a methionin. Lysin se doplňuje formou L-lysinu hydrochloridu. Tato forma obsahuje 78 % L-lysinu (Turcu et al. 2020). Methionin lze doplňovat v několika variantách. Mezi první patří DL-methionin, který má tu výhodu, že má téměř 100% stravitelnost (využitelnost 80 %). Jako druhý způsob je již zmiňovaný hydroxyanalog methioninu. Jako třetí možnost se používá kyselina, která se označuje jako DL-2-hydroxy-4-(methylthio)butanová. Její výhodou je, že při jejím zkrmování nedochází k až tak velkému vylučování dusíku a má nižší toxicitu, na rozdíl od aminokyselin, které mají v sobě zahrnutou síru (Ahmed et al. 2015). Pokud se do krmné směsi doplní methionin, který byl uměle vyrobený, lze docílit totožných výsledků, jako při používání živočišných bílkovin, jelikož se liší pouze v zastoupení sírných aminokyselin (Hajati et al. 2015). Jestliže se v krmivu objevuje kukuřice nebo sója, představuje threonin v pořadí třetí limitující aminokyselinu, která se používá ve výživě kuřat. V tomto případě je použití methioninu na místě. Ze začátku se může jevit jako nákladná surovina, ale později se může velice vyplatit z hlediska ekonomiky, protože díky němu nakonec náklady mohou klesnout (Reyes et al. 2020). Mimo klasických forem aminokyselin jsou vhodné k použití i syntetické druhy valinu, threoninu a tryptofanu. Volně přístupné aminokyseliny, které se přidávají do krmiva jsou ihned absorbovány, což zapříčiní nižší syntézu bílkovin. Za nižší syntézu bílkovin může absorpce, která není synchronní s potravinovým proteinem. V dnešní době jsou stále častěji využívány syntetické aminokyseliny, díky čemuž pomalu klesá i cena krmiva (Abousekken et al. 2015).

### 3.4 Lipidy

Lipidy neboli tuky, jsou označovány jako energetické živiny a mají zásobní funkci jak v rostlinných orgánech, tak i v živočišných. Obsahují důležité vitamíny A, D, E a K, které se rozpouštějí pouze v tucích. Jejich výhodou je, že obohacují chutnost krmiva (Bjedov et al. 2011). Jestliže je snaha o co nejlepší využití genetického potenciálu zvířat, je nutné kuřatům dávat krmiva s vysokou koncentrací živin. Pro přípravu takovýchto krmiv je zapotřebí zařadit do krmné směsi tuk. Tuk patří mezi nejbohatší zdroje energie, neboť obsahuje minimálně 36 MJ/1 kg, na rozdíl od obilních šrotů, které mají pouhých 13 MJ/1 kg (Čuboň et al. 2013). V rostlinných krmivech se tuky objevují jen v minimálním množství, kde jsou označovány jako glyceridy. Glyceridy mají v sobě zahrnuté nižší množství nenasycených mastných kyselin a to z 10-15 %, na druhou stranu jejich zastoupení je poměrně i tak vysoké. Všechna zvířata mají tuk obsažený jak v orgánech, tak i v tkáních (Zaid et al. 2020). Tuk má celou řadu funkcí, a proto se dělí na tuk buněčný a zásobní. Zásobní tuk je složen zejména z triglyceridů vyšších mastných kyselin, mezi zástupce se řadí např. olejová a palmitová kyselina. Buněčný tuk má určitou strukturu, která je odlišná u různých druhů zvířat. Je obsažen v protoplazmě a jeho struktura je založena na lecitinech, mastných kyselinách, glycerinech a cholesterolu (Alnahhas et al. 2016). V neprospěch nenasycených mastných kyselin hovoří relativně brzké žluknutí v tukovaném krmivu. To se u drůbeže projevuje průjmy, zhoršenou účinností vitamínů, zhoršením

zdravotního stavu jater a žlučníku. Jako prevence je skladování krmiv v chladnějším prostředí a po co nejkratší dobu (Zeman et al. 2015).

Rostlinné oleje bývají častou součástí krmiv. Sójový olej má v sobě vyšší množství esenciálních polynenasycených mastných kyselin. Naproti tomu řepkový olej má vhodnější poměr kyselin linolové a alfa-linolenové, než tomu je u slunečnicového oleje. Menší část mastných kyselin se po oxidaci uvolní z vazeb a změní se na glycerol (Zaid et al. 2020). Jestliže dochází k zvýšenému obsahu volných mastných kyselin, může to zapříčinit předpoklad ke žluknutí. V tuku by se neměly objevovat z více než 10 % z celkové hmotnosti. Je-li třeba změřit stabilita tuku, tak je zapotřebí změřit peroxidové číslo. Toto číslo by nemělo ukázat vyšší hodnotu, než 10. Na začátku výkrmu se nezkrmuje tuky, které mají vyšší zastoupení nasycených mastných kyselin (Čuboň et al. 2013). Ani jiné druhy tuků by se neměly zařazovat do krmných směsí více než ze 2 %, později se ale může dávka zvýšit od 5 do 8 %. Významnou esenciální živinou pro brojlerová kuřata je kyselina linolová, která je důležitá pro stavbu membránového systému buněk. V případě absence této kyseliny v krmné dávce dochází ke zpomalení růstu. U jater to zapříčiňuje vyšší tučnost a zvířata jsou náchylná k respiračním onemocněním. Kyselina linolová rozhoduje v neposlední řadě o velikosti vajec (Zelenka 2014).

### 3.5 Sacharidy

Mezi nejvýznamnější sacharidy, které se řadí mezi nezbytné ve výživě brojlerových kuřat, patří škrob a cukry (Haščík et al. 2013). Mezi nejdůležitější však patří glukóza. Samotná glukóza, která se řadí mezi monosacharidy, má jen slabý výskyt v krmivech a přitom je velmi důležitá pro organismus kuřat, jelikož je nezbytná pro krevní glukózu. Drůbež vytváří glukózu štěpením polysacharidů. Mezi nejvýznamnější polysacharidy patří hexózy, kam se zařazuje škrob a celulóza. Sacharidy plní mnoho funkcí, ale hlavně plní funkci energetickou (Bjedov et al. 2011). Štěpením cukrů získá organismus drůbeže až 50 % veškeré potřebné energie. Jestliže bude v těle nadbytek sacharidů, bude se ukládat ve formě tuku. Jako prvořadá záložní látka pro rostlinu se uvádí škrob, ten tvoří 50-80 % z hmoty semen obilovin. Nachází se ve všech rostlinných krmivech. Jen minimum škrobu obsahují zelené části rostlin (Zaid et al. 2020). Pro představu, škrob je zastoupen v travách z 1 %, u jetelovin 1-3 %, zrna kukuřice 75 %, ječmene 45 %, brambor 78 % a ovsu z 38 %. Každá rostlina má jinou stavbu a rozměr škrobových zrn. Různorodé druhy škrobu nemají takzvané čisté sacharidy, jelikož každý sacharid má v sobě menší množství kyseliny fosforečné anebo v sobě může mít i mastné kyseliny (Bjedov et al. 2011). Vlákna by se dala definovat jako celulóza, která je spojená pomocí ligninu a pentozanů. Čím více je v krmivu obsažena vlákna, tím více se zhoršuje jeho stravitelnost. Nízké zastoupení vlákniny v krmivu také není vhodné, z důvodu tlumení trávení krmiva a různých metabolických poruch (Haščík et al. 2013). Z obilovin je nejvíce vlákna obsažena v ovsu, dále v otrubách a pokrutinách. Do krmných dávek se dávají jen v malém množství. U brojlerových kuřat se obsah vlákniny v krmivu pohybuje kolem 5 %. U drůbeže není vlákna až tak důležitá, jako je tomu například u přežvýkavců. Nevhodné je zkrmovat obiloviny z čerstvé sklizně, protože mají horší stravitelnost a mohou negativně ovlivnit užitkové vlastnosti (Čuboň et al. 2013). Obiloviny se v krmivech objevují z 30-70 %.

Pšenice je bezpodmínečně nejvíce používaná obilovina. Obsahuje vyšší procento hrubého proteinu a je bohatá na energii. V krmivu by měla být obsažena z 20-25 %. Nevýhodou je její vyšší obsah neškrobových polysacharidů, ale pokud se zkrmuje po 2-4 týdnech po sklizni, tak se obsah polysacharidů sníží, jinak jejich nadbytek zhoršuje užitkovost (Ježková 2010).

Kukuřice je obilovina, která je označována jako nejvhodnější zdroj energie a společně s ovsem má nejvyšší obsah tuku, uvádí se kolem 4,5 %. Mezi nevýhody patří její chudší zastoupení hrubého proteinu (9 %). V krmivu by měla být obsažena nanejvýše ze 60-70 % (Bjedov et al. 2011).

Ječmen obsahuje vyšší procento vlákniny. Na rozdíl od kukuřice a pšenice má nižší obsah energie, což se dá zlepšit navýšením tuku v krmné směsi, a má i určité druhy antinutričních látek. Nicméně do krmných směsí se přidává za přítomnosti enzymů z 30-40 %, pokud se přidává bez přítomnosti enzymů, tak jedině v nižší dávce kolem 15-20 % (Čuboň et al. 2013).

### 3.6 Minerální látky

Mimo kalorických živin v krmné dávce jako jsou bílkoviny, sacharidy a tuky jsou minerální látky též nepostradatelnou součástí výživy drůbeže. Mají mnoho funkcí pro organismus a jsou důležité pro správný vývoj jak svaloviny a kostry, tak i vajec (Aderinola et al. 2013). V případě absence minerálních látek v krmné dávce dochází k nevyrovnanému růstu kostry, který se může projevat různými deformacemi, zpomalením růstu, špatným vývojem běháků, zhoršeným pohybovým aparátem, šlach, vazů a reprodukčními problémy (Trembecká et al. 2017). Tělo drůbeže celkově obsahuje 2,2-6,4 % minerálních látek. Nejhojněji je v popelovinách z 90 % zastoupen vápník spolu s fosforem. Větší zastoupení v organismu mají takzvané makroprvky, které jsou v těle drůbeže zastoupeny z 99,96 %, patří sem vápník, fosfor, síra, sodík, chlor, draslík a jako poslední hořčík. V menším poměru jsou zastoupeny mikroprvky, pouze z 0,04 %, mezi které se zařazuje železo, zinek, měď, mangan, jod a selen. Drtivá většina minerálních látek se nachází v kostech, a to přibližně z 83 %, zbytek je rozmístěn po celém těle (Zelenka 2014).

Vápník spolu s fosforem jsou nejvíce obsažené minerální látky v krmných směsích. Při metabolickém zpracování se na sebe poutají v jistém poměru. Pokud v organismu nastane nouze o tyto 2 prvky, může dojít k rachitidě, slabší kvalitě skořápky, kulhání a hlavně může dojít k zhoršenému růstu (Ježková 2010). Pro kuřata je ideální poměr v krmivu Ca a P 2:1, u starších jedinců dokonce 3:1. U obilovin, které jsou nejvíce zastoupeny v krmné směsi je poměr těchto dvou prvků naopak, tudíž 1(Ca): 3(P) (Kumanda et al. 2019). Fosfor obsažený v obilovinách je nazýván fytátový. Má horší využitelnost a je nezbytné do krmiva přidávat takzvaný nefytátový fosfor, který je obsažen například v kostní moučce. Jako další způsob, jak zvýšit využití fytátového fosforu, je uváděno zkrmování preparátů, které obsahují mikrobiální enzym, který se nazývá fytáza. Jeho účinek spočívá ve změně sloučenin fosforu, které drůbež následně lépe využívá (Trembecká et al. 2017). Největší zastoupení vápníku je v kostře, kde tvoří až 99 % celkového množství z organismu kuřete. Je nezbytný pro správnou funkci svalstva a nervového systému. Vápník a jeho schopnost ukládat se do kostí je ovlivňována vitamínem D. Množství vápníku, které je potřebné, závisí také na druhu zvířete. Pro představu, nosná slepice potřebuje 33-40 g vápníku denně (Zelenka et al. 2007). Pro stavbu skořápky se využívá vápník ze 60-70 % z krmiva a posléze z 30-40 % z kostí. Jestliže dojde k nedostatku vápníku v krmné dávce, může se projevit křivice. Při snášce se postupně snižuje využitelnost a stravitelnost vápníku (Bjedov et al. 2011). V případě nedostatku se vápník přidává do krmiva krmným vápencem, fosforem v dihydrogenfosforečnanu vápenatém (monokalciumfosfát) či hydrogenfosforečnanu vápenatém (dikalciumfosfát). Pokud dojde k přebytku vápníku v organismu, nastane horší využití fosforu a dále se zvýší potřeba hořčíku, železa, jódu, manganu, zinku a mědi (Kumanda et al. 2019).

Sodík má zásadní vliv na organismus a životní funkce drůbeže, i když je v těle zastoupen pouze z 0,2 %. Je z 91 % obsažen v krevním séru a také v extracelulární tekutině, to je důvod, proč je nezbytný pro stabilitu osmotického tlaku. Sodík se také podílí na udržení pH krevního séra a mimo jiné i tkáňových tekutin. Má vliv na správné trávení a tvorbu buněk. Dále plní sodík důležitou roli ve využívání vody pro organismus (Ebrahimzadeh et al. 2018). V těle drůbeže se tvoří spolu s bílkoviny takzvané sodíkbílkovinné komplexy, které jsou významné pro růst a metabolismus. Nedostatek sodíku se projevuje nižší snáškou, nižší hmotností vajec, pomalejším růstem, a nebo jeho úplným zastavením a může se vyskytovat i kanibalismus, či nižší příjem krmiva. V případě vyšších dávek sodíku v krmné dávce se zvýší potřeba vody, protože sodík je vylučován močí, to má pak za následek horší kvalitu podestýlky z důvodu její vyšší vlhkosti (Kumanda et al. 2019).

Draslík je přítomný v extracelulární tekutině. Je zde jako kationt v buněčné protoplazmě. Ze 75 % z celkového obsahu v organismu se nachází ve svalech. Má vliv na trávení aminokyselin, pomáhá udržovat správný srdeční rytmus a podporuje hormonální činnost. V případě nedostatku draslíku se objevuje vyšší procento úhynu, nižší růstová schopnost, nižší snáška a slabší skořápka. Při nadbytku dochází k trávicím potížím, kanibalismu a zpomalování životně důležitých procesů (Zelenka et al. 2007).

Chlor je obsažen ve veškerých tkáních, v extracelulární tekutině a v neposlední řadě je v žaludeční šťávě (Ebrahimzadeh et al. 2018). Hraje důležitou roli v regulaci osmotického tlaku a má vliv na spouštění mnoha enzymů. Dále ovlivňuje trávicí procesy, jelikož má vliv na tvorbu kyseliny v žaludku. Způsobuje zadržování vody v těle a má vliv na regulaci pH v tělních tekutinách. V případě nedostatku chloru dochází k negativnímu ovlivňování nervového systému, to se týká zejména mladých kuřat a dále to vede k projevu nechutenství. Při deficitu chloru dochází také k nižšímu vylučování kyseliny chlorovodíkové, což vede k horšímu trávení bílkovin. Na druhé straně v případě nadbytku se může objevit acidóza, horší kvalita skořápek a dochází i k nižšímu využití některých vitamínů (Trembecká et al. 2017; Zelenka et al. 2007; Pascalau et al. 2017).

### 3.7 Vitamíny

Vitamíny jsou velmi důležitou skupinou z organických látek, které jsou nezbytné nejen pro životní funkce, a to buď přímým působením nebo pomocí enzymů. Hrají důležitou roli i pro vývoj, růst svalstva, kostí a celkový zdravotní stav. Dále se zúčastňují v menším množství při metabolických procesech, jako takzvané biokatalyzátory (Reyes et al. 2020). Co se týče vitamínů, drůbež je na jejich obsah v krmivu poměrně náročná, jelikož jejich zastoupení v krmné dávce je často kolísavé. Z tohoto důvodu jsou krmiva obohacována o syntetickou složku vitamínů, některé vitamíny je drůbež schopná si sama syntetizovat v trávicím ústrojí za pomoci využití mikroorganismů (Haščík et al. 2013). Drůbež využívá dva způsoby přijímání, první formou je přijetí již účinných látek, nebo prostřednictvím provitamínů, které se posléze syntetizují v těle na vitamíny. Při absenci konkrétního vitamínu nastává hypovitaminóza, která může nastat například i při stresu (Pascalau et al. 2017). Nedostatek vitamínu může probíhat bez jakýchkoliv příznaků, nicméně je pak vysoká pravděpodobnost snížení užitkovosti anebo zhoršených reprodukčních vlastností.

Mezi další projevy hypovitaminózy patří nedostatečné využívání živin, dále dochází ke špatné funkci některých orgánů a drůbež je méně odolná vůči infekčním nemocem (Zeman et al. 2015). Stav, kdy dochází k úplné absenci vitamínů se nazývá avitaminóza. V tomto případě

už dochází ke sníženému vstřebávání živin, zhoršené střevní mikroflóře a k poruchám žláz s vnitřní sekrecí. Vitamíny se rozdělují na dva typy, vitamíny rozpustné v tucích a ve vodě.

### 3.7.1 Vitamíny rozpustné v tucích

První typ jsou vitamíny, které se dají rozpustit v tucích. Sem patří vitamín A, který se podílí na rozmnožování, kvalitě a výši užitečnosti, růstu a zraku. Je nezbytný i pro správnou funkci nervové soustavy, kostí a podílí se i na tvorbě adrenálních hormonů, či na produkci pigmentů v peří (Reyes et al. 2020).

Vitamín D má přímý vliv na homeostázu vápníku a fosforu, dále se uplatňuje při tvorbě kostí, oplozenosti vajec, má vliv na kvalitu a tvorbu vaječné skořápky. Při jeho nedostatku se objevuje křivice. Jsou 2 formy a to vitamín D3 a D2. D3 se tvoří v kůži vlivem slunečního záření z provitaminu nebo ho drůbež přijímá přímo z krmiva syntetickou formou. Nedostatek způsobuje takzvané měknutí kostí. Vitamín D2 má nižší účinnost než vitamín D3 a obsahují ho zejména rostliny (Zeman et al. 2015).

Vitamín E, též označován jako tokoferol, se zúčastňuje v několika enzymatických procesech. Je důležitý pro reprodukci, spoluzúčastňuje se při vývoji embryí a při metabolismu tuků. V případě obohacení krmné směsi vitamínem E dochází ke zvýšení kvality masa. V případě absence u kohoutů se mohou objevit vady varlat (Haščík et al. 2013).

Vitamín K se uplatňuje při vstřebávání protrombinu v játrech a je důležitý pro krevní srážlivost. Brojlerová kuřata netrpí nedostatkem tohoto vitamínu, jelikož je hojně zastoupen v krmných směsích. Je vylučován spolu s výkaly, tudíž i podestýlka může obsahovat menší množství tohoto vitamínu a být i jeho zdrojem (Zelenka 2014).

### 3.7.2 Vitamíny rozpustné ve vodě

Mezi vitamíny rozpustné ve vodě patří skupina vitamínu B a C. Skupina vitamínů B je důležitá pro syntézu bílkovin, glycidů a tuků. Jsou potřebné k transportu minerálních látek. Významně ovlivňují reprodukční, trávicí a nervovou soustavu. Při nedostatku dochází ke snížení líhnivosti vajec či nižší intenzitě růstu (Reyes et al. 2020).

Vitamín C slouží ke správné funkci buněk a biochemických reakcí. Drůbež netrpí absencí tohoto vitamínu, poněvadž si ho dokáže vytvořit sama v játrech. Využívá se při stresových situacích, dále slouží k tvorbě vaziva a hraje roli pro obranyschopnost organismu (Ježková 2010).

## 3.8 Tekutá ochucovadla

Tekutá ochucovadla se získávají pomocí složité reakce, která se nazývá hydrolýza. Hydrolýza je takzvaný rozkladný proces, ke kterému dochází za přítomnosti vody. Při tomto procesu dochází k narušení stavby bílkovin (Radenkovs et al. 2018). Smyslem hydrolýzy bílkovin je odhalit veškeré dostupné aminokyseliny pro následné dosažení chutnosti. Daný organismus nedokáže strávit bílkoviny v prvotní podobě. Z tohoto důvodu je organismus musí vlivem trávení změnit na jednodušší látky a tím jsou aminokyseliny. Trávení jako takové se jmenuje enzymová hydrolýza, též označována jako takzvaná proteolýza (Sapan & Lundblad 2015). Mimo jiné může být proteolýza urychlována vlivem působení proteolytických enzymů,

kteře se značí taktěž jako proteázy. Proteázy působí dvěma způsoby. Jako první varianta je rychlejší rozložení peptidových vazeb. Tato metoda probíhá přímo v nitru polypeptidového řetězce, následně se tvoří peptidy různých velikostí, a nebo jako druhá možnost je pouhé odloučení koncových aminokyselin. Samotná hydrolýza bílkovin je rozkladnou reakcí v několika fázích. Jako první se tvoří polypeptidy, následně dochází k tvorbě oligopeptidů a jako finální výsledek jsou aminokyseliny. Každá fáze rozkladného procesu je urychlována jiným enzymem (Andriamihaja et al. 2013). Aminokyseliny putují do tenkého střeva, kde jsou následně absorbovány a poté jsou dopraveny pomocí lymfatického oběhu do tkání. Prostřednictvím krevního oběhu mohou být dopraveny do jater, kde posléze dochází k jejich trávení.

Dnes se tekutá ochucovadla nezískávají z živočišných bílkovin, jako tomu bylo kdysi, ale hydrolýzou z rostlinných bílkovin (Osman et al. 2016). Mezi zdroje patří například sójový šrot, rýže či pšeničný lepek. Bílkovina z rostlin, která projde procesem hydrolýzy je výrobek, který má typicky aromatickou slanou chuť. Využívá se například k dochucení omáček nebo polévek. Jsou dva způsoby výroby, a to buď kyselou nebo enzymatickou hydrolýzou (Sapan & Lundblad 2015; Radenkovs et al. 2018).

### 3.8.1 Kyselá hydrolýza

Kyselé hydrolyzáty se obecně získávají za pomoci anorganické kyseliny, mezi které patří například kyselina chlorovodíková či sírová (Kurozawa et al. 2008). Na konkrétním typu použité suroviny jsou závislé podmínky hydrolýzy. Mezi ně patří teplota, tlak a doba trvání samotné hydrolýzy. Obecně jsou využívány teploty v rozmezí 105-120 °C při tlaku, který se pohybuje od 0,15 do 0,20 MPa (Andriamihaja et al. 2013). Celý tento proces může trvat až 1 den, průměrně ale zabere 8 hodin. Po zchlazení probíhá takzvaná neutralizace materiálu. Jsou 2 anorganické sloučeniny, kterými lze daný materiál zneutralizovat při teplotě 90-100 °C. Buď se použije hydroxid sodný nebo uhličitan sodný. Neutralizace trvá 1,5-3 hodiny a surovina má pH mezi 8-13. Z důvodu stále vysokého pH se použije kyselina chlorovodíková, po které se sníží hladina pH na 4,8-5,2. Hydrolyzát je potřeba propláchnout, z důvodu eliminace uhlovodíkové frakce (Osman et al. 2016). V huminových látkách jsou obsaženy nehydrolyzovatelné části prvotních surovin, což je především celulóza, ovšem i další látky včetně ligninu a chloridu sodného. Huminové látky dále obsahují proteiny, které se vysrážely a barviva, tedy konkrétně melanoidiny, které nejsou rozpustné ve vodě a jsou výsledkem procesu neenzymového hnědnutí. Tyto zbytky materiálu, lidově řečeno odpad, se dají následně využít v zemědělství a hnojit s nimi půdu nebo je zkrmovat zvířatům. Jestliže je tento materiál skladován po dobu delší než 1 měsíc, tak hydrolyzát má světlejší barevný odstín a lepší chuť a vůni. Samotná neutralizace a posléze zrání hydrolyzátu není poslední fází výroby, materiál projde ještě jednou filtrací a následně sterilizací (Andriamihaja et al. 2013; Kurozawa et al. 2008).

### 3.8.2 Enzymatická hydrolýza

Způsob této výroby je založen na enzymech. Obecně lze říci, že enzymy patří mezi bílkoviny, které mají schopnost uskypšit chemické reakce. Enzymatická hydrolýza využívá na rozdíl od kyselé nesrovnatelně nižší teploty (Kurozawa et al. 2008). Jako první se musí promíchat daný materiál s vodou a následně dochází k pasterizaci, která dosahuje vyšších teplot v rozmezí 85 až 90 °C. Pasterizace trvá pár minut a posléze dochází k ochlazení dané



suroviny na 50 °C (Sapan & Lundblad 2015). Pak je na řadě již samotný rozkladný proces, při kterém se rozkládá bílkovina. Celý tento proces je závislý na trávicím enzymu, který byl pro rozklad dané bílkoviny využit (Radenkovs et al. 2018). Významným a zároveň nejhojněji používaným enzymem je alkaláza. Po několika hodinách je za použití kyseliny chlorovodíkové sníženo pH na hodnotu 5. Následně se přidá sůl a materiál se nechá po dobu jednoho dne odležet při 50 °C. Poté přichází na řadu zahřátí materiálu. Smyslem je neutralizace použitého enzymu. Jako poslední se využívá filtrace, kde dochází k eliminaci nerozložitelné huminové kyseliny (Osman et al. 2016).

### 3.9 Huminové látky

Huminové látky patří již desítky let mezi intenzivně zkoumané odvětví (Ahmed et al. 2015). První články se začaly objevovat v 19. století a od 60. let 20. století se zvýšil zájem o jejich využití, studium a průzkum, hlavně díky jejich pozitivním vlastnostem. Vlivem výzkumů se přišlo na jejich pozitivní účinky v oblasti průmyslového využití (Nad et al. 2021)

Huminové látky jsou nejvýznamnější organické látky, žlutého až černého zbarvení, které se tvoří pomocí biologického a chemického rozkladu organických hmot (pozůstatky rostlin a živočichů) a potenciálním působením mikroorganismů (Brenes & Roura 2010). Jejich molekulová hmotnost se pohybuje od 2 do 200 kDa.

V přírodě se hojně nacházejí v široké škále míst, mezi které patří například půdy, komposty, rašeliny, vody, ale také se vyskytují v lignitu, černém a hnědém uhlí. Jsou součástí všech druhů půd (Ahmed et al. 2015). Výše procentuálního zastoupení záleží na mnoha faktorech, jako je například podnebí, metoda obdělávání půdy a výskyt rostlin (Cowieson & Ravindran 2008). Ve stopovém množství se objevují v jílovitých půdách, v hnědozemích jsou zastoupeny z několika procent (zhruba ze 3 %), v lignitu a v hnědém uhlí se vyskytují v řádech několika desítek procent (Brenes & Roura 2010).

Hojně jsou obsaženy v rašelině, kde se vyskytuje z 10-40 % a je to druhý zdroj, který má nejbohatší obsah huminových látek (Tabulka 4). Huminové látky jsou nepostradatelnou zásobárnou organického uhlíku jak v půdě, tak ve vodě. Předpokládá se zastoupení uhlíku v huminových látkách 10x více než v živých organismech. Jsou také tvořeny jakousi směšeninou několika látek, které vznikly za pomoci dějů, nazývaných humifikace (Nad et al. 2021; Cowieson & Ravindran 2008). V přírodě ovlivňují vývin rostlin a mají významnou funkci ve složení a fyzikálně-chemických vlastnostech půdy. Kdysi se mylně předpokládalo, že huminové látky jsou makromolekulární povahy, ale pozdější výzkumy toto tvrzení vyvrátily, poněvadž molekulární hmotnost mohou mít nižší, než se původně myslelo (Ahmed et al. 2015).

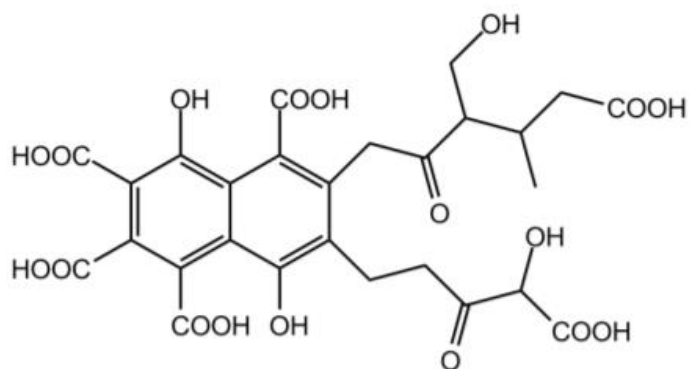
*Tabulka 4 Procentické zastoupení huminových látek dle Klučákové (2014)*

Zdroj	Hmotnostní %
Lignit	40-85
Rašelina	10-40
Hnědé uhlí	10-30
Hnůj	5-15
kompost	2-15
půdy	1-5
usazeniny	1-5
Černé uhlí	0-1

### 3.9.1 Základní rozdělení huminových látek

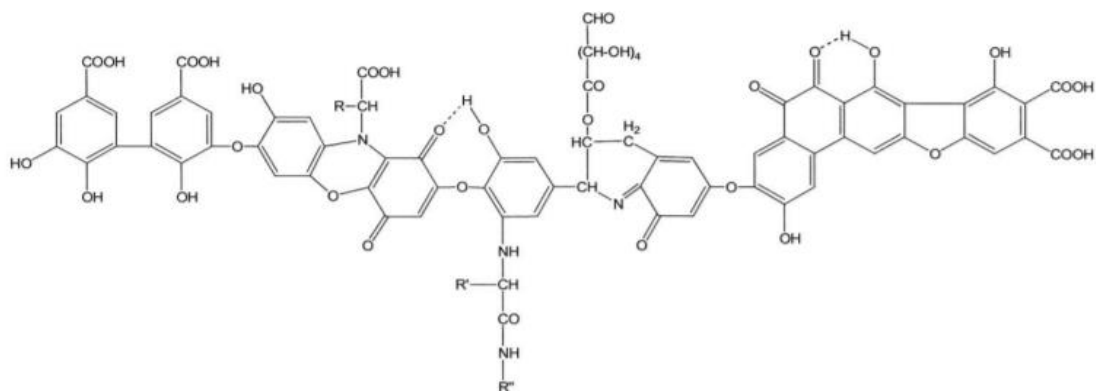
Huminové látky se rozdělují do tří základních skupin. Dělí se podle rozpustnosti ve vodném prostředí při rozdílných hodnotách pH. Fulvinové kyseliny jsou rozložitelné v celé míře pH, zatímco huminové kyseliny se rozpustí pouze v případě, když je pH zásadité a huminy jsou nerozložitelné (Yang et al. 2009).

Fulvinové kyseliny jsou složeny z několika skupin benzenkarboxylových a fenolových kyselin. Molekulová hmotnost fulvinových kyselin je nejnižší, pohybuje se okolo 2 kDa (Ragaa & Korany 2016). Hlavním důvodem snadné rozpustnosti nezávisle na hodnotě pH je vysoké zastoupení karboxylových, karboxylových a fenolických tříd a mají nižší poměr aromatických jader v porovnání s huminovými kyselinami a huminy. Mají světlou barvu, která je do žluta a je nejjasnější oproti ostatním (Ozturk et al. 2012).



Obrázek 1 Struktura Fulvinových kyselin (Stevenson 1994)

Co se týče huminových kyselin, tak dříve panoval názor, že disponují vysokou molekulovou hmotností, to dnes již neplatí. Molekulová hmotnost se pohybuje od 5 do 100 kDa. Jedná se o přirozeně se vyskytující polymery, které bývají nezbytnými například pro prekurzory ropy a uhlí (Yang et al. 2009). V případě vysokých hodnot pH jsou rozpustitelné, ale v kyselém prostředí jsou takřka nerozpustitelné (v případě nižšího pH jak 2). Mají špatnou rozpustnost kvůli polárnímu charakteru, poněvadž po protonaci dochází ke srážení karboxylových skupin. Jejich zbarvení je hnědé, až šedé (Ragaa & Korany 2016).



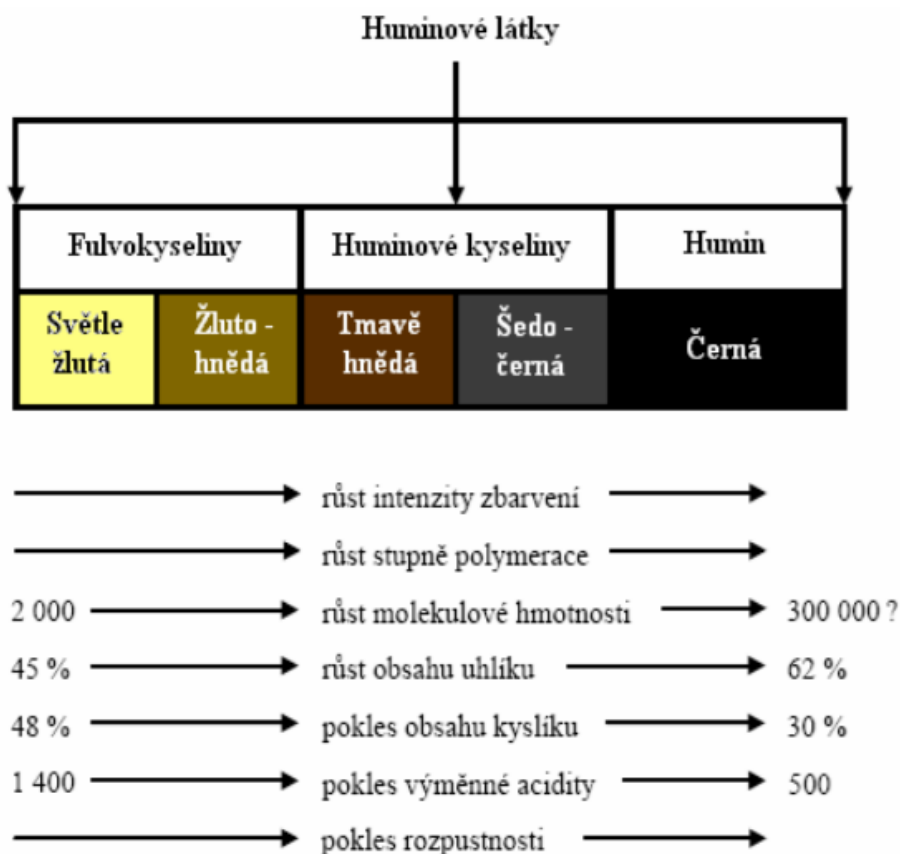
Obrázek 2 Hypotetická struktura huminových kyselin dle Stevensona (1994)

Huminy disponují nejvyšší molekulovou hmotností a to 300 kDa. Nedají se rozpustit v kyselých a ani v zásaditých roztocích. Důvodem jejich nerozpustnosti je pevné pouto s anorganickou složkou půdy. Mají černé zbarvení (Ozturk et al. 2012).

Prvek	Obsah [hm. %]
C	56,1
O	34,4
H	5,5
N	3,7

Obrázek 3 Zastoupení jednotlivých prvků v HU (Klučáková 2014)

Jednu vlastnost mají huminové látky totožnou, a to je jejich rezistence proti mikrobiálním degradacím a možnost vzniku ustálených ve vodě rozložitelných či nerozložitelných solí a komplexních sloučenin s kovovými ionty a také hydroxidy (Li et al. 2016).



Obrázek 4 Humínové látky a jejich rozdělení dle Stevenson (1994)

### 3.9.2 Vznik huminových látek

Existují 3 základní teorie vzniku. Vznik jako takový nebyl doposud nijak objasněný, nicméně se všichni shodují ve zdroji materiálů, poněvadž je tvořen z velké části z rostlin a jiných organismů. Humifikační teorie lze rozvrhnout do tří základních skupin (Dalólio et al. 2015).

#### 3.9.2.1 Ligninová teorie

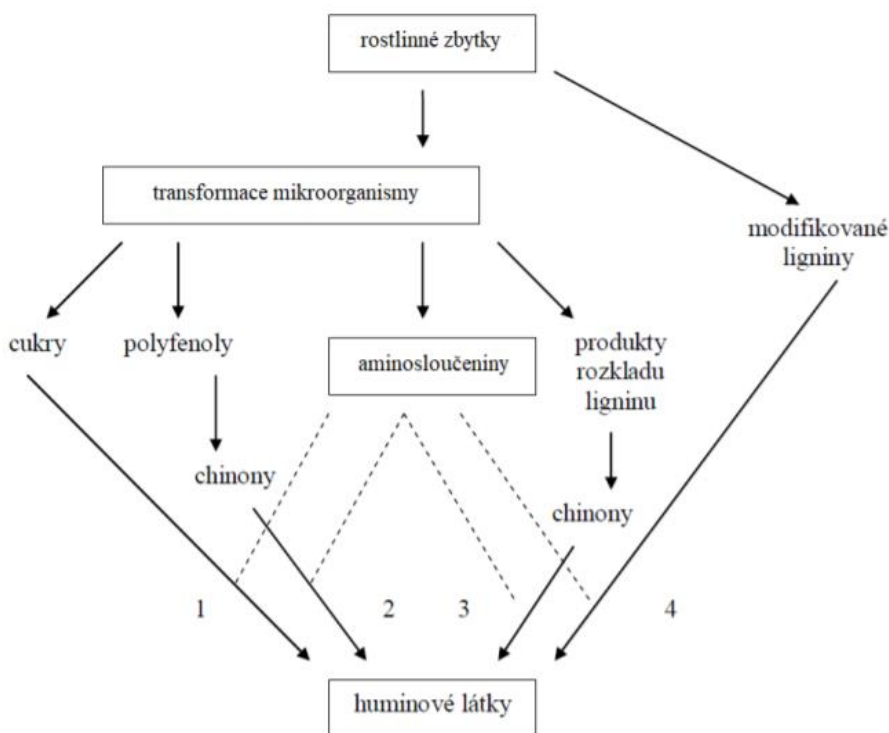
Lignin je obsažen ve dřevě společně s celulózou a hemicelulózou. Jde o rozklad organického materiálu (Mateos et al. 2012). Tato teorie vznikla na základě zdřevnatělých pozůstatků rostlin, kde se snadno a rychle rozkládají látky, mezi které patří bílkoviny, nízkomolekulární látky atd. Jde o to, že není naplno využito lignin, kutin a melanin mikroorganismy a posléze zůstávají tyto látky v půdě, poněvadž jsou nerozpustné ve vodě a patří mezi látky vysokomolekulární (Gopinger et al. 2014). Lignin spolu s kutinem a melaninem se vystavují k různým modifikacím a poté probíhá oxidace přes huminové látky a fulvokyseliny a dále ještě na menší molekuly. Pokud oxidace probíhá dál, tak se huminové látky mění na oxid uhličitý nebo na vodu (Dalólio et al. 2015).

### 3.9.2.2 Polyfenolová teorie

Považuje se za nejpravděpodobnější. Principem této teorie byl zpočátku rozklad rostlinných tkání na malé molekuly, jako jsou například fenoly nebo karboxylové kyseliny (Li et al. 2016). Z těchto látek se později vytváří huminové látky, ale ještě předtím musí vzniknout fulvokyseliny a v pohuminových látkách vznikají huminy. Zde může mít vliv i právě již zmiňovaný lignin (Gopinger et al. 2014). Začleňuje chinony, které vznikají po rozkladu ligninu pomocí mikroorganismů a nebo jsou polyfenoly vlivem oxidační reakce proměněny na chinony, ty jsou později přetvořeny na huminové kyseliny a posléze vznikají huminy (Mateos et al. 2012).

### 3.9.2.3 Melanoidonová teorie

Tato teorie je označována jako nejstarší, takzvaná Maillardova reakce podle francouzského vědce Maillarda. Principem jsou redukující cukry a aminokyseliny, které se vytvořily jako výsledky látkové přeměny mikroorganismů, kdy jsou posléze vystaveny neenzymatické polymeraci. Poté se tvoří hnědě barevné polymery obsahující dusík (Disetlhe et al. 2017).



Obrázek 5 dle Stevenson (1994)

### 3.9.3 Vlastnosti huminových látek

Mezi významné prvky huminových látek se řadí několik vlastností, mezi které patří například rozpustnost ve vodě, možnost sjednocování (agregace) a chátrání (disociace) a nebo produkovat různé komplexy, které mají kovové ionty (Nagaraju et al. 2014). Čím vyšší hodnota

pH bude, tím se zvýší produkce komplexů. Na tyto vlastnosti mají vliv humifikační procesy a záleží taktéž na jejich individuálním složení (Disetl et al. 2017). Mezi další ovlivňující prvky se řadí objem jejich částic a molekul, polarita (která je ovlivněna profilem skeletu), úroveň dispergace a zejména typy, množství a disociační způsobilost funkčních skupin. Jednotlivé vlastnosti huminových látek jsou uvedeny v tabulce (Laudadio & Tufarelli 2010).

Tabulka 5 Vlastnosti 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			

### 3.9.4 Vliv huminových látek na organismus

Průběh působení huminových látek záleží na proniknutí molekul do buňky přes endocytózu, kde nastává v trávicích vakuolách jejich přeměna a kde se vlivem slučování lyzozomů a endocytózních kapek vytváří (Arif et al. 2018). Při působení lyzozomálních enzymů se dostavuje účinek, při kterém dochází k rozkladu biopolymerů jako jsou například lipidy, bílkoviny, polysacharidy a nukleové kyseliny, které nekovalentní vazba napojuje na huminové látky (Čurlej et al. 2015). Následně dochází k tvorbě aminokyselin, sacharidů a nukleotidů. Tyto látky následně pronikají do cytoplazmy. V cytoplazmě se podílí na různých metabolických procesech. Nerozdělené zbytky označované jako jádra huminových látek se dostávají ven z buňky pomocí exocytózy (Edmonds et al. 2014). Jádra huminových látek se shromažďují v buněčné stěně a následně jsou složkou cytoplazmatické membrány. Pokud dojde ke sloučení jader s buněčnou stěnou, vznikne z buňky jakýsi filtr. Tento filtr dokáže zachytávat ionty jedovatých kovů a přemění je na cheláty. Jeho další výhodou je poutání xenobiotik a deformace radikálů, které jsou výsledkem při oxidaci lipidů (Herzig et al. 2009).

Kdysi měly huminové látky využití především v zemědělském odvětví, kde byly součástí hnojiv. V dnešní době jsou spojovány a využívány jako přídavek krmiva pro hospodářská zvířata, jako krmné aditivum (Jadůttová et al. 2019). Dříve se využívaly v případě nedostatečného příjmu živin u domácích mazlíčků, psů a koček, ale také při léčbě trávicího ústrojí. Huminové látky mají aktuálně širokou škálu využití, hlavně z hlediska léčby při výskytu

zdravotních problémů, poruch trávicího ústrojí a náhlých otrav u prasat, koní a drůbeže. Ideální dávka se pohybuje od 500 do 2000 mg/kg hmotnosti (Taklimi et al. 2012).

Byly provedeny experimenty, zdali překrmování huminových látek může mít negativní důsledky na organismus. Výsledky byly takové, že v případě zkrmování vysokých dávek dochází k nižšímu příjmu krmiva a u zvířat je vysoká pravděpodobnost výskytu pomalejšího vývinu hlavně co se týče nárůstu hmotnosti (Arif et al. 2018). Jako další nepříznivý účinek podávání krmiva s vysokým obsahem huminových látek se prokázalo, že ve výkrmu brojlerových kuřat docházelo ke snížené jatečné hmotnosti a to zhruba o 200 gramů v případě, že v krmné směsi byly obsaženy huminové látky z více než 2,5 % (Ghahri et al. 2010). Huminové látky mají možnost potlačovat vývin a šíření bakterií a plísní. Touto regulací jsou schopny omezit riziko nálezů z krmiva a tvorbu mykotoxinů. Posléze je v organismu zvířat nižší hladina toxinů. Mají v sobě obsaženy takzvané flavonoidy, o kterých se říká, že mají pozitivní vliv na léčbu zánětlivých onemocnění (Jađuttová et al. 2019). Huminové látky a huminové kyseliny mají schopnost chránit přirozeně se vyskytující ochrannou vrstvu hlenu na sliznici před infekčními patogeny a toxiny, a rovněž také dokáží omezit vstřebávání a toxické působení vznikajících škodlivých metabolitů. Tento účinek lze použít jako preventivní opatření vůči výše zmiňovaným potížím a také v případě, že se přechází na jiný typ krmiva. U huminových látek se zjistil jejich pozitivní účinek na játra, jelikož jsou schopny zmírnit následky aflatoxinu a také omezit jejich pozůstatek v nich. Zvyšují obranyschopnost vůči onemocnění a lepší transport minerálů z krve do buněk (Herzig et al. 2009; Ghahri et al. 2010; Jađuttová et al. 2019)

Zařazování huminových látek do krmiva s sebou nese i rizika ve formě zvětšování jater. U jiných orgánů, například u srdce či žaludku nebyly prokázány negativní účinky tohoto typu (Edmonds et al. 2014). To se ovšem netýká lymfoidních orgánů, poněvadž obohacováním krmných směsí o huminové látky bylo prokázáno, že v případě zvýšení jejich hmotnosti mohou ovlivňovat imunitní systém (Taklimi et al. 2012). V organismu drůbeže mají schopnost na sebe poutat kadmium a tím pádem posilují fyzický stav daného zvířete (Edmonds et al. 2014). Drůbež, která je krmena huminovými látkami dosahuje lepší konverze krmiva, vyšší snášky a hmotnosti vajec. Těchto výsledků se dosáhlo při dávkování pouze 30 gramů huminových látek na 1 tunu krmiva (Ghahri et al. 2010). Výhodou je i lepší stravitelnost a využitelnost minerálních látek, které hrají nepostradatelnou roli pro záchovu a produkci zvířat, konkrétně se jedná hlavně o vápník a fosfor. Tento fakt potvrzuje i výzkum. Drůbež tyto minerální látky potřebuje jako stavební jednotku pro výstavbu tkání a správné fungování tělních tekutin, také umožňují zachovat homeostázi vnitřního prostředí a jsou složkou aktivátorů enzymů a vitamínů (Čurlej et al. 2015). V krvi zvířat dochází k nárůstu krevních bílkovin a dochází k poklesu abdominálního tuku. Obohacování krmných směsí o huminové látky se vyplatí hlavně tehdy, když je zhoršená hygiena v celém chovu či ve stáji, a nebo v případě, že se zvířatům podává krmivo s nižší stravitelností (Jađuttová et al. 2019).

### **3.9.5 Huminové látky a jejich vliv na hmotnost zvířat**

U zvířat, v jejichž krmné dávce se nacházela určitá koncentrace huminových látek, která je u každého druhu zvířat jiná, se projeví účinky ve formě zvýšené jatečné hmotnosti. Vyšší hmotnost zapříčinila rychlejší absorpce iontů minerálů, jelikož je mohl organismus efektivněji vstřebat a posléze použít (Gómez et al. 2012). Byly provedeny různé pokusy, ve kterých se ukázalo, že za předpokladu, jestliže se přidá do krmné směsi optimální množství huminových látek a nebude docházet u jakéhokoli druhu zvířat k překrmování, lze navýšit přírůstek

například u brojlerových kuřat o necelých 5 %. S tímto tvrzením souhlasí i Classen (2017), který dělal pokusy s křepelkami. Podobného efektu se dosáhlo i u prasat. Těm bylo podáváno krmivo o obsahu 10 % huminových látek, přičemž se taktéž navýšila jejich hmotnost (Semjon et al. 2020).

Důvody, proč lze dosáhnout u zvířat tohoto efektu mohou být následující:

- Huminové látky mají pro trávicí soustavu zvířete ochranné účinky a zlepšují přeměnu krmiva a jeho využití (Pistová et al. 2016).
- Jejich přítomnost v krmivu má pozitivní vliv na střevní mikroflóru a také pomáhají likvidovat v trávicím traktu bakterie, které mají negativní vliv na organismus zvířete (Salah et al. 2015).
- Huminové látky působí, s ohledem na velkou reaktivnost karboxylových a hydroxylových skupin, jako přepravní molekuly kyslíku a elektronů. Tato vlastnost jim umožňuje mít v buněčných pochodech funkci katalyzátorů, jako je tomu například u flavinadenindinukleotidu a nikotinamidadenindinukleotidu (Nad et al. 2021)
- Huminové látky mají tendenci brzdit průchod krmiva, které jde přes trávicí ústrojí. Dále také pomáhají zintenzivňovat enzymovou aktivitu pankreatu, díky tomu se dosáhne lepší konverze krmiva a zdokonalí se trávení (Bhadori et al. 2017).

Byly provedeny pokusy, kde se huminové látky záměrně přidávaly do vody v různém poměru, od 0,005 % až do 0,05 %, aby se zjistilo, jestli to bude mít nějaký účinek. Zjistilo se, že pokud se přidalo do pitné vody 0,03 % huminových látek, tak se dosáhlo vyšších hmotností na konci výkrmu na rozdíl od kontrolní skupiny kuřat, kterým se podávala čistá voda bez přídavku huminových látek (Arafat et al. 2015).

Na druhou stranu s tvrzením, že huminové látky mají jakýkoliv vliv na rychlejší přírůstky, se neztotožňují výsledky pokusu, které prováděl Apata (2011). Do výzkumu bylo zařazeno 90 kuřat. Od prvního dne věku až do porážky (porážka byla provedena 37. den) jim bylo předkládáno krmivo o obsahu 0,7 % huminových látek. Domníval se, že vlivem přídavku huminových látek se sníží například i mortalita kuřat, ale to se nepotvrdilo. Z dosažených výsledků lze konstatovat, že krmné směsi s přídavkem huminových látek neměly v tomto pokusu na produkční parametry kuřat, které by byly statisticky významné. Byl zjištěn pouze vliv na zvýšený obsah vápníku, fosforu, chloridů, triglyceridů a glukózy v krvi. Obsah glukózy a triglyceridů dosahoval vysokých hodnot, na rozdíl od kontrolní skupiny kuřat. Naopak u cholesterolu se prokázalo, že došlo k jeho snížení. Lepší konverze krmiva, nižší mortalita, ale vyšší konečná hmotnost se nepotvrdila (Apata 2011).

### **3.9.6 Působení huminových látek na vlastnosti krve**

V krvi zvířat je důležité hlídat určité množství některých významných látek, které se podílejí na celkové kvalitě masa a zdravotním stavu. Řadí se sem glukóza, triglyceridy, peptidy a cholesterol (Salah et al. 2015). Huminové látky mohou ovlivnit koncentraci glukózy a triacylglycerolů v krvi a to jejich snížením. Na druhou stranu může dojít ke zvýšení objemu globulinů, erytrocytů, hemoglobinu a HDL cholesterolu (Chu et al. 2017).



Vlivem zkrmování huminových látek může dojít i k navýšení obsahu železa v krevní plazmě. Železo může ovlivňovat spolu se zinkem tvarování ligandu z organických komponentů, to znamená, že se huminové látky mohou významně podílet na produkci ligandu a tím pádem dochází ke snadnějšímu průniku látek skrz buněčné membrány. Cholesterol je důležitý pro celou řadu funkcí, mezi které patří již zmiňovaná buněčná membrána. Dále se uplatňuje při syntéze hormonů. Nicméně kvůli vysoké koncentraci v krvi se objevují různá onemocnění srdce a cév. (Vašková et al. 2018; Salah et al. 2015).

Taklimi et al. (2012) provedli pokus, aby se zjistilo, jaký vliv mají huminové látky na obsah vápníku v krvi u brojlerových kuřat. Tento pokus byl rozdělen do třech období. V prvním období obsahovala krmná dávka 5 g huminových látek na 1 kg krmiva. Ve druhém a třetím období se dávkovalo 7 g/1 kg krmiva. V tomto pokusu se zjistilo, že po dvou týdnech měla kuřata vyšší množství vápníku v krvi než kontrolní skupina a naopak po pěti týdnech měla hladinu nižší. Toto navýšení hodnot vápníku může být velmi prospěšné v nejdůležitější fázi výkrmu, a to ze začátku, poněvadž je to nezbytné pro celkový vývin a výtěžnost masa na konci výkrmu. Důvodem, proč se snížila po pátém týdnu věku hladina vápníku v krvi je nejspíš v chelatační způsobilosti huminových látek. Alkalická fosfatáza je enzym, který má vliv na látkovou výměnu makroenergetických fosfátových spojení a napomáhá přepravě anorganických fosfátů přes buněčnou stěnu (Salah et al. 2015). Přidání 5 g huminových látek na 1 kg krmiva způsobilo vyšší množství alkalické fosfatázy po dvou týdnech zkrmování. Naopak vysoké dávky huminových látek jako je například 25 g/1 kg krmiva způsobí nejen pokles hodnot vápníku a železa v krvi, ale i cholesterolu, triglyceridů a také alkalických fosfatáz.; Salah et al. 2015).

### **3.9.7 Působení huminových látek na kvalitu masa**

Huminové látky mají tendenci ovlivňovat nejen přírůstky a celkový vývin, ale i barvu masa, na kterou má významný vliv obsah minerálních látek v krmivu, jako je mangan, měď a v neposlední řadě železo. Pistová et al. (2016) zkoušeli přidávat do pitné vody určité množství huminových látek. Do pokusu byly zařazeny 4 skupiny brojlerových kuřat. První skupina byla takzvaná kontrolní, tudíž ta měla čistou pitnou vodu bez přídavku huminových látek. Druhé skupině se obohatila voda o 0,15 g/1 l, třetí 0,3 g/1 l a poslední čtvrté skupině 0,45 g/ 1 l. Vlivem tohoto experimentu docházelo u brojlerových kuřat ke zvýšenému množství tuku na stehnech. Bylo zjištěno, že poté, co zvířata konzumovala vodu, došlo k nárůstu obsahu železa v mase kuřat. Čím vyšší dávka byla obsažena v pitné vodě, tím vyšší obsah železa se v těle vyskytoval. Maso mělo po vizuální stránce tmavší zbarvení. Tmavší zbarvení bylo pravděpodobně ovlivněno zvýšeným koeficientem hodnot pro červenější odstín masa, to bylo nejspíše způsobeno vyšší produkcí myoglobinu. Patrně na to měl vliv vyšší obsah železa v těle zvířat, z čehož se dá usoudit, že v případě zařazení huminových látek do pitné vody se maso po vzhledové stránce změní, bude mít tmavší a hustější zbarvení na rozdíl od kuřat, která měla čistou vodu. Pistová et al. (2016) ve svém pokusu zjistili, že krmiva, ve kterých byly obsaženy huminové látky, snižovala hodnoty pH masa. Toto tvrzení se týkalo převážně prsní svaloviny. Vlivem huminových látek v souvislosti s nižšími hodnotami pH se v malé míře ovlivnila vaznost masa, nicméně je to pouze zanedbatelná změna, která není nijak podstatná. Brojlerová kuřata dosahovala vyšších hodnot obsahu bílkovin vlivem zkrmování huminových látek v prsní části svaloviny. Přídavek 10 g/1 kg krmiva zapříčinilo zvýšené množství bílkovin jak v krvi, tak i ve svalech kuřat. Například u prasat se také zjistilo, že huminové látky mají tendenci zlepšovat mramorování masa. Pro chuť, vůni, barvu, křehkost a vizuální vzhled masa je důležitá oxidace

tuků. V experimentu se přišlo na to, že při skladování dochází díky huminovým látkám k jeho nižší oxidaci. Toto tvrzení se nejvíce potvrdilo v případě dávkování 0,15 g/1l pitné vody, tudíž tu lze použít přísloví „méně je někdy více“ (Pistová et al. 2016).

## **4 Metodika**

### **4.1 Analyzovaný materiál**

#### **4.1.1 Stanovení sušiny**

Principem stanovení sušiny bylo navážení vzorku (5 g). Zkoumaný materiál se vložil do hliníkové misky, posléze se umístil na analytickou váhu. Takto připravený vzorek se vložil do vysoušecí pece při teplotě 103 °C. Samotné vysoušení trvalo 6 hodin. Po uplynutí dané doby se materiál vložil do takzvaného exsikátoru, kde docházelo k snížení teploty a následně se zvážil. V procentech se pomocí vzorce vypočetla sušina.

#### **4.1.2 Stanovení popelovin**

Pomocí tohoto ukazatele se zjistí obsah minerálních látek ve zkoumaném vzorku. Stanovení popelovin proběhlo vážkovou metodou. Nejdříve se navážilo určité množství materiálu (5 g) a posléze se vložil do porcelánové misky. Porcelánová miska s materiálem se umístila do spalovací pece a daný vzorek byl spálen při teplotě 550 °C. Tento proces trval 4 hodiny a poté se porcelánová miska vyndala a umístila se do exsikátoru. Po vychladnutí se materiál zvážil. Pro procentické stanovení popelovin byl použit výpočet.

#### **4.1.3 Stanovení hrubé vlákniny**

Stanovení hrubé vlákniny proběhlo za pomoci kyseliny sírové, destilované vody a hydroxidu sodného. Jako první se navážilo určité množství materiálu (1 g) a umístil se do sáčků, které se individuálně označily pro lepší orientaci. Sáček se vložil do přístroje ANKOM220 Fiber Analyzer (Ankom) a byla přidána kyselina sírová. Analyzovaný vzorek byl ponechán v přístroji, kde se míchal při teplotě 100 °C po dobu 45 minut. Po uplynutí této doby se odlila kyselina a sáčky se propláchly horkou vodou. Tentýž proces se opakoval ještě jednou, ale místo kyseliny sírové se použil hydroxid sodný. Sáčky byly vysoušeny při teplotě 103 °C. Po vyjmutí z exsikátoru se jednotlivý sáček vložil do porcelánové misky a po dobu 5,5 hodin byl materiál spalován. Po vyjmutí z exsikátoru se stanovil obsah hrubé vlákniny výpočtem.

#### **4.1.4 Stanovení tuku**

Pro stanovení obsahu tuků bylo potřeba mít: petroléter, extrakční skleničky, celulosové patrony a sušárnu. Ze všeho nejdřív se do celulosových patron navážil materiál o hmotnosti 5 g a ty se vložily do přístroje, který je označen jako SER 146 (Velp). V první části extrakce se patrony daly do rozpouštědla a v druhé části se vytáhly ven. Pro stanovení obsahu tuku bylo zapotřebí nechat vysušit extrakční nádobky, ve kterých byl obsažen extrahovaný tuk po dobu 1 hodiny ve vysoušecí peci. Po vyndání nádobky s tukem se posléze zvážily a obsah tuku se dopočítal výpočtem.

#### 4.1.5 Stanovení hrubého proteinu

Tento proces měl tři části a to: navážení daného materiálu, mineralizace a analýza. Ze všeho nejdřív se navážilo 0,5 g vzorku a jeho analýza probíhala dvakrát. Výsledná hmotnost materiálu byl aritmetický průměr. Poté se na porcelánovou navažovací lodičku umístil vzorek, který vážil 0,5 g a umístil se do mineralizační tuby a posléze se zvažila samotná porcelánová lodička. Do tuby, kde byl navážený materiál se přidala mineralizační tableta Kjeltabs a pak se vzorek mineralizoval při teplotě 420 °C. Mineralizace trvala necelou hodinu a dusík obsažený ve vzorku se změnil na síran amonný. Destilace a titrace amoniaku byla provedena na přístroji Kjeltec 2400 (Foss).

#### 4.2 Výkrm kuřat s použitím filtrátu z výroby tekutých ochucovadel

Ve druhé části experimentu byl proveden pokus na kuřatech, kde se jim předkládalo krmivo z výroby tekutých ochucovadel. Do výkrmu bylo zařazeno celkem 240 jednodenních kuřat, jejichž hmotnost se pohybovala kolem 38 g. Kuřata byla nesexovaná a jednalo se o hybridní kombinaci Ross 308. Celý výkrmový pokus se uskutečnil v Demonstrační a pokusné stáji na České zemědělské univerzitě v Praze na podzim roku 2021. Kuřata byla vykrmována po dobu 35 dnů.

Hned z počátku se kuřata rozdělila do šesti skupin. První dvě skupiny byly takzvané kontrolní, v každé z nich bylo 40 kuřat. Třetí a čtvrtá skupina se označovala jako HLS1 a HLS2 (pro obě skupiny bylo použito krmivo o obsahu 0,9 % zbytků z výroby tekutých ochucovadel jak pro BR 1, tak i pro BR 2) a bylo zde 40 kuřat v každé skupině. Poslední dvě skupiny nesly označení HK1 a HK2 (v BR 1 bylo obsaženo 0,9 % zbytků z výroby tekutých ochucovadel v krmné směsi a v BR 2 0,8 %), taktéž každá skupina obsahovala 40 kuřat. Procenta v závorce za skupinou označují množství použitého filtrátu z výroby tekutých ochucovadel v konkrétní krmné směsi. U skupin označených jako HK se jednalo o kukuřičný protein a u HLS o pšeničný lepek. Každá skupina se umístila do svého boxu, který splňoval podmínky pro výkrm daného počtu kuřat. Celková hustota zástavu nepřekročila hodnotu 33 kg/m<sup>2</sup>, jelikož to je hodnota ze Směrnice EU o dobrých životních podmínkách brojlerů. Do všech boxů se rovnoměrně rozmístila podestýlka do výšky 3-5 cm. Jako podestýlka byly využity hobliny. Relativní vlhkost ve stáji se pohybovala mezi 50-70 %. Intenzita světla byla nastavena na 50 luxů. Teplota ve stáji se regulovala dle věku kuřat. V prvních dnech se pohybovala na hranici 32 °C a postupně se snižovala. Ve 28. dni byla teplota ve stáji 28 °C.

Během celého výkrmu měla kuřata adlibitní přístup k vodě i krmivu. Jako krmivo byla použita granulovaná směs o velikost 3 mm. Krmná směs se vždy kuřatům umístila do červeného krmítka a postupně při jejím vyzobávání docházelo k posunu krmiva dolů vlivem gravitace, tudíž měla zásobu na několik dnů. K funkci napájení se použily kloboukové napáječky. Voda a její kvalita se pravidelně kontrolovala a jestliže napáječka obsahovala nečistoty, tak se odstranily, aby neobsahovala žádné nečistoty. Teplota vody byla závislá na teplotě prostředí.

V rámci experimentu byly provedeny celkem čtyři kontrolní vážení. První vážení se uskutečnilo 10. den věku kuřat, druhé ve 21. dni, třetí ve 28. dni a poslední proběhlo ve 35. dni. Vážení probíhalo tak, že se nejprve kuřata ručně vybrala ze svých boxů a byla umístěna do plastových přepravek. Přepravky byly umístěny vedle boxů, kde se pomocí elektronické váhy kontrolovala aktuální tělesná hmotnost jednotlivých kuřat. Hmotnosti byly zaznamenány na papír. Při každém vážení byla kuřatům vyměněna podestýlka.

#### **4.2.1 Krmné směsi použité ve výkrmu**

Pro výkrm kuřat se použily 2 základní druhy krmné směsi. Byly vytvořeny programem Optimix 2021. Krmná směs s označením BR 1 se zkrmovala do 10. dne věku, poté hned následovala BR 2. Krmná směs BR 2 se kuřatům předkládala až do konce výkrmu. V experimentu nebyla použita krmná směs BR 3, která se běžně využívá ve velkochovech. Jak již bylo popsáno výše, do krmných směsí byly zařazeny zbytky z výroby tekutých ochucovadel. Do pokusných směsí BR 1 a BR 2 pro skupinu zvířat HLS1 a HLS2 se použilo 0,9 % filtrátu. Krmná směs BR 1 pro skupinu HK1 a HK2 obsahovala 0,9 % filtrátu a v BR 2 bylo obsaženo 0,8 %. Kromě huminových látek a hydrolyzovaných aminokyselin, materiál obsahuje velké množství chloridu sodného, který je limitující pro dávkování do krmných směsí. Pro kontrolní skupiny K1 a K2 nebyly použity obohacené krmné směsi ze zbytků z výroby z tekutých ochucovadel. Celkově se pro daný experiment vyrobilo 6 krmných směsí.

### **4.3 Statistické vyhodnocení**

Pro výsledky pokusu byl použit program Statistica 12. Pro konkrétní jednotlivé statistické vyhodnocení výsledků se použila metoda rozptylu ANOVA Tukeyovou metodou. Pro grafické znázornění výsledků hmotností a přírůstků byl použit Microsoft office Excel.

## 5 Výsledky

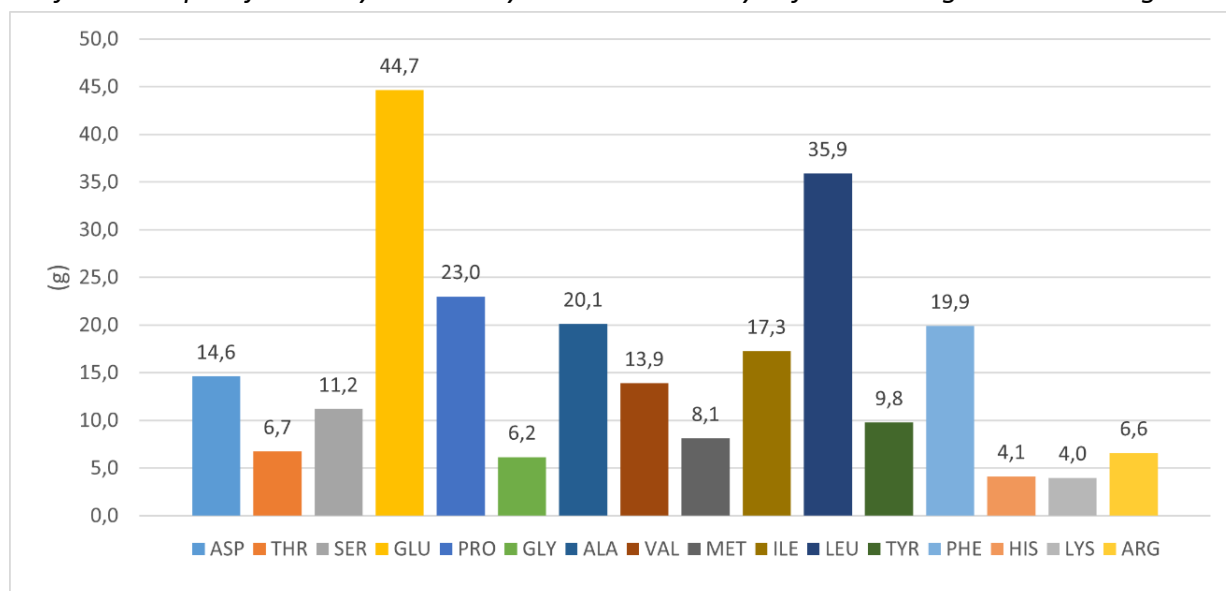
### 5.1 Výsledky analýzy filtrátu z výroby tekutých ochucovadel

V rámci pokusu se provedly analýzy zkoumaného filtrátu z výroby tekutých ochucovadel. Jednotlivé složky byly zaznamenány do tabulek či grafů.

Tabulka 6 Znárodnění procentuálního zastoupení složek ve zkoumaných filtrátech

huminy kukuřice		
sušina	92,33	%
Na	13,09	%
Cl	20,19	%
NL	43,87	%

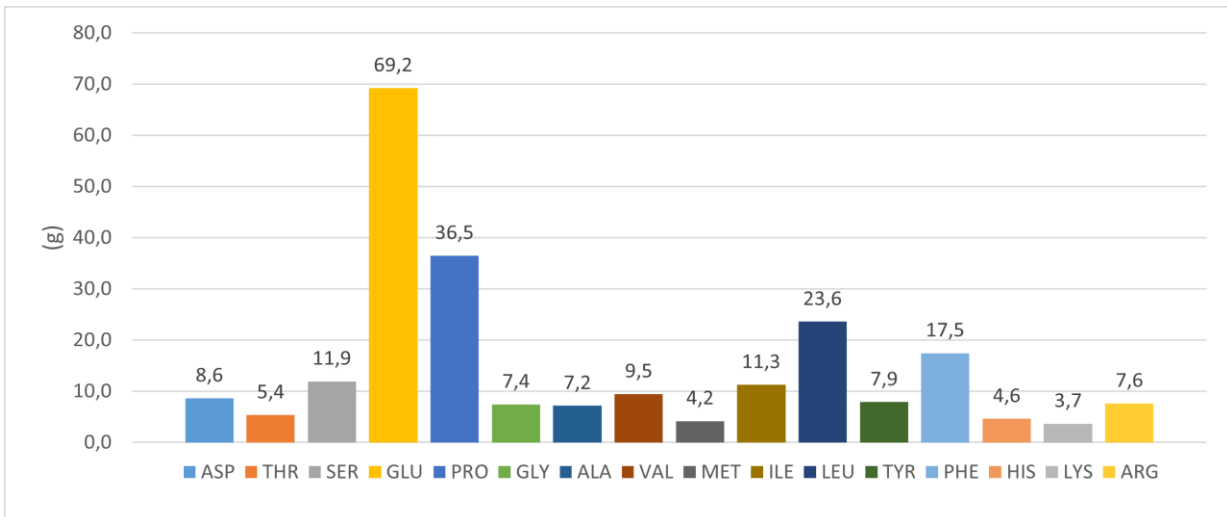
Graf 1 Zastoupení jednotlivých aminokyselin ve zkoumaných filtrátech v gramech na 1 kg krmiva



Tabulka 7 Znárodnění procentuálního zastoupení složek ve zkoumaných filtrátech

huminy lepek		
sušina	92,87	%
Na	12,01	%
Cl	18,52	%
NL	39,37	%

Graf 2 Zastoupení jednotlivých aminokyselin ve zkoumaných filtrátech v gramech na 1 kg krmiva.



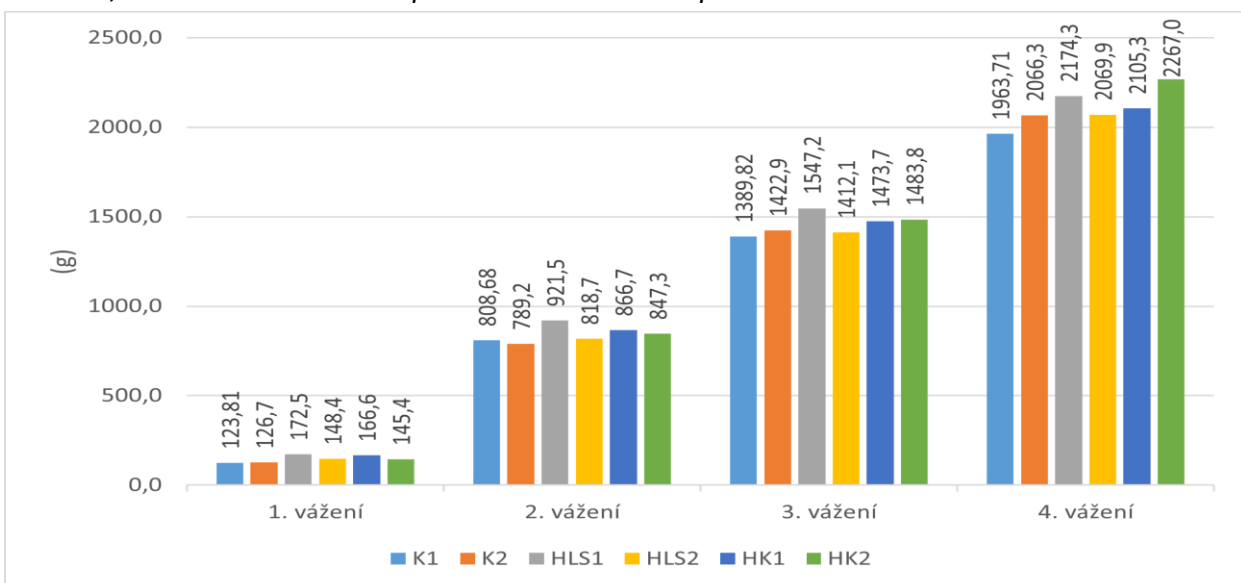
V obou případech jde o aminokyseliny, který v materiálu zbývají po hydrolýze, tedy v trávicím traktu rychleji dostupných, než ve formě vázané v proteinu.

## 5.2 Výsledky výkrmu

Během pokusu byly sledovány tři parametry: živá hmotnost, přírůstek mezi jednotlivými váženími a konverze krmiva.

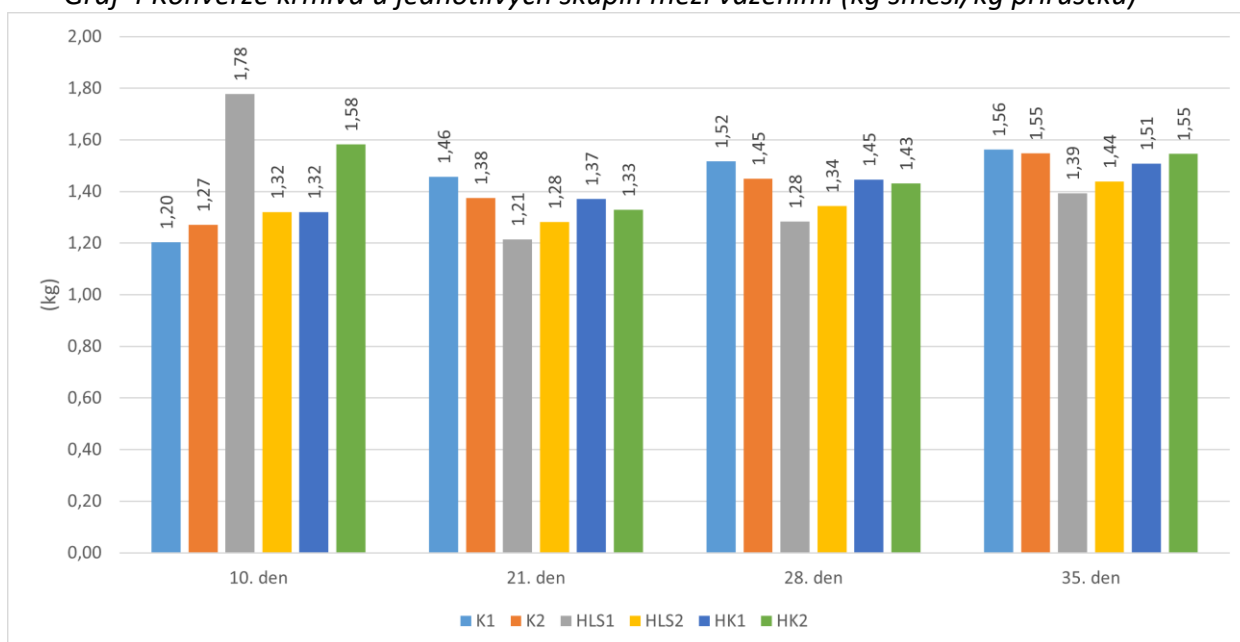
Z Grafu 3 vyplývá, že nejlepších hmotnostních výsledků dosahovala v prvních třech váženích skupina HLS1. Při posledním vážení měla nejlepší průměrnou hmotnost skupina HK2, která měla obsažené směsi z výroby tekutých ochucovadel v poměru 0,9 % v BR 1 a 0,8 % v BR 2. Výsledky kontrolních skupin K1 a K2 patřily mezi nejhorší, kromě výjimky u třetího vážení, kde skupina HLS2 dosáhla nižších výsledků než K2.

Graf 3 Znárodnění průměrné hmotnosti jednotlivých skupin mezi jednotlivými váženími; číslo nad sloupcem znázorňuje tělesnou hmotnost v gramech První vážení proběhlo v 10. dni věku, druhé ve 21. dni věku, třetí ve 28. dni věku a poslední čtvrté vážení proběhlo 35. den věku.



Konverze krmiva se během výkrmu zvyšovala kromě dvou skupin. U kontrolní skupiny K1, která měla v 10. dni vážení konverzi krmiva 1,203 kg se zhoršila na 1,563 kg při čtvrtém vážení. Kontrolní skupina K2 měla v 10. dni konverzi krmiva 1,271 kg a na čtvrtém vážení 1,548 kg. Mezi prvním a čtvrtým vážením měla skupina K1 rozdíl v konverzi krmiva o 0,360 kg a K2 o 0,277 kg. Tyto dvě kontrolní skupiny neměly obohacené krmné směsi o filtrát ze zbytků z výroby tekutých ochucovadel. Velmi vysokých hodnot při prvním vážení vykazovala skupina HLS1 (0,9 %), která měla nejvyšší konverzi krmiva a to 1,778 kg. Ve druhém vážení se její konverze snížila o 0,563 kg a pak rostla pomalu nahoru až do čtvrtého vážení. K podobné situaci došlo u skupiny nesoucí označení HK2 (0,9 %/0,8 %). Při první kontrole hmotnosti měla spotřebu krmiva na kg přírůstku 1,583 kg, následně došlo ke snížení na 1,329 kg, tudíž se snížila konverze krmiva do druhého vážení o 0,254 kg. Nejnižších rozdílů v konverzi krmiva dosáhla skupina HLS2, které se zvýšila konverze krmiva mezi prvním a čtvrtým vážení o pouhých 0,118 kg.

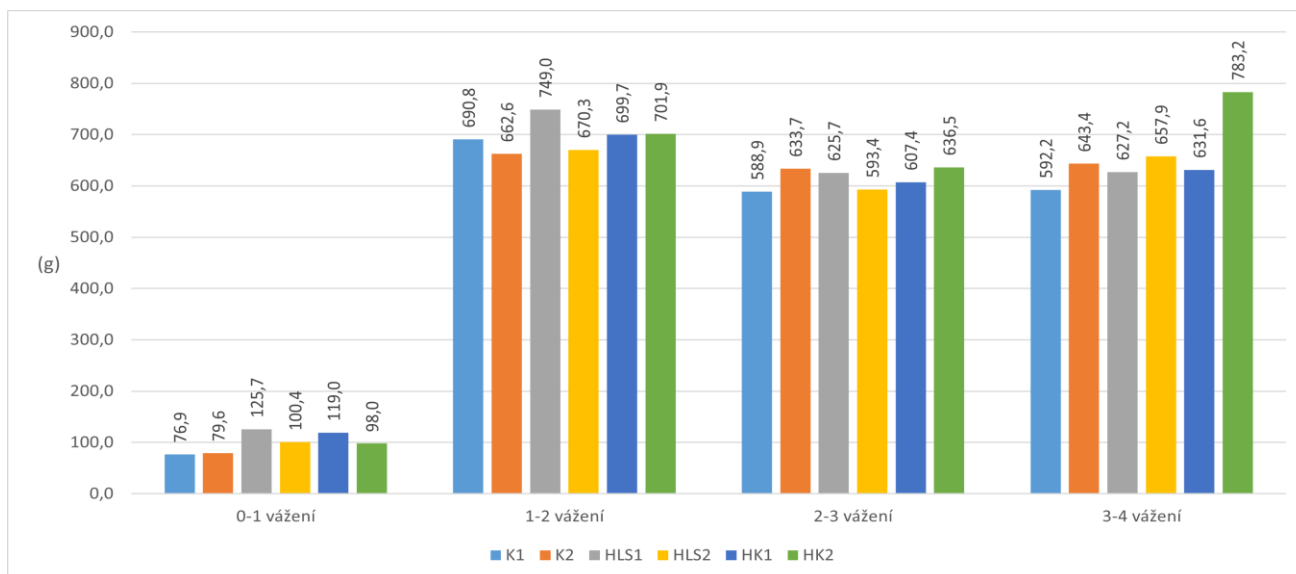
Graf 4 Konverze krmiva u jednotlivých skupin mezi váženími (kg směsi/kg přírůstku)



Posledním sledovaným parametrem v experimentu bylo měření průměrného přírůstku kuřat mezi jednotlivými váženími (Graf 5). První vážení bylo uskutečněno v 10. dni věku, druhé ve 21. dni věku, třetí ve 28. dni věku a poslední čtvrté vážení proběhlo 35. den věku. Z grafu je patrné, že nelze jednoznačně říci, jaká skupina byla nejlepší, jelikož mezi váženími docházelo ke změnám. Nicméně byly 2 skupiny, které dosahovaly nejvyšších naměřených hodnot. Na prvním a druhém vážení dosahovala nejvyšších přírůstků skupina HLS1, která je v grafu označena šedou barvou (125,69 g na prvním a 749 g na druhém vážení). Od třetího vážení (636,48 g) až do čtvrtého (783,22 g) měla nejvyšší přírůstky skupina HK2, která má zelené zbarvení.



Graf 5 Znárodnění průměrných přírůstků kuřat mezi jednotlivými váženými v gramech. První vážení bylo uskutečněno v 10. dni věku, druhé ve 21. dni věku, třetí ve 28. dni věku a poslední čtvrté vážení proběhlo 35. den věku.



V následujících šesti tabulkách jsou zobrazeny průměrné denní přírůstky individuálně pro každou skupinu zvlášť mezi jednotlivými váženými. Dále jsou zobrazeny maximální a minimální hodnoty, směrodatná odchylka (smodch) či střední chyba průměru ( $s_{\bar{x}}$ ). Pro lepší orientaci je každá tabulka barevně zbarvena jako v grafech. Do 10. (12,6 g/den) a 21. dne (68,1 g/den) věku měla nejlepší průměrné přírůstky skupina HLS1. Ve třetím vážení to byla skupina HK2, která měla průměrný denní přírůstek mezi 21. a 28. dnem 90,9 g. Mezi 28. a 35. dnem měla nejvyšší přírůstky skupina HK2, která měla průměrný denní přírůstek 111,9 g/den.

Tabulka 8 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženými pro skupinu K1

K1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	7,7 $\pm$ 0,14	62,8 $\pm$ 0,85	84,1 $\pm$ 0,90	84,6 $\pm$ 2,13
smodch	0,87	5,18	5,45	12,96
Max.	9,1	69,2	90,7	92,9
Min.	5,7	44,6	71	21,3

Tabulka 9 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženými pro skupinu K2

K2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	8 $\pm$ 0,18	60,2 $\pm$ 1,01	90,5 $\pm$ 1,83	91,9 $\pm$ 2,09
smodch	1,12	6,30	11,44	13,06
Max.	9,2	66,1	98,3	105,1
Min.	4,1	38	29,3	59,1

Tabulka 10 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženími pro skupinu HLS1

HLS1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr ± s <sub>x</sub>	12,6±0,26	68,1±1,01	89,4±0,70	89,6±0,79
smoch	1,60	6,30	4,39	4,93
Max.	14	74,6	93,6	97,4
Min.	5,9	43,5	75,6	74,3

Tabulka 11 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženími pro skupinu HLS2

HLS2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr ± s <sub>x</sub>	10±0,29	61±1,56	84,8±1,15	94±1,45
smoch	1,85	9,75	7,21	9,08
Max.	11,6	67,8	115	100,1
Min.	2,28	8,9	70	41,4

Tabulka 12 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženími pro skupinu HK1

HK1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr ± s <sub>x</sub>	11,9±0,18	63,3±1,07	86,2±2,08	89,6±2,18
smoch	1,13	6,72	13,01	13,62
Max.	12,9	69,6	95,9	104,3
Min.	6,7	41,1	30,6	50

Tabulka 13 Průměrné denní přírůstky mezi jednotlivými váženími pro skupinu HK2

HK2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr ± s <sub>x</sub>	9,8±0,18	63,9±0,52	90,9±1,06	111,9±1,69
smoch	1,14	3,24	6,56	10,41
Max.	11,4	70	97,2	122,7
Min.	7,2	57,1	75,1	74,9

V následujících tabulkách jsou zaznamenány průměrné hmotnosti kuřat dosažené mezi jednotlivými váženími. Dále jsou zobrazeny maximální a minimální hodnoty, směrodatná odchylka (smoch) či střední chyba průměru (s<sub>x</sub>).

Z pokusných skupin si vedla lépe skupina K2, která měla kromě druhého vážení vždy vyšší dosaženou hmotnost. Nejlepší průměrné hmotnosti v 10. (172,5 g), 21. (921,5 g) a 28. (1547,2 g) dni věku měla skupina HLS1, ve 35. dni to byla skupina HK2, která měla průměrnou hmotnost 2267 g.

Tabulka 14 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu K1

K1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	123,8 $\pm$ 1,40	814,6 $\pm$ 10,58	1403,4 $\pm$ 16,51	1995,7 $\pm$ 29,79
smodch	8,65	65,26	101,80	183,66
Max.	138	899	1534	2176
Min.	104	594	1094	1243

Tabulka 15 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu K2

K2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	126,7 $\pm$ 1,79	789,2 $\pm$ 12,78	1422,9 $\pm$ 24,73	2066,3 $\pm$ 35,79
smodch	11,24	79,83	154,49	223,51
Max.	139	866	1551	2287
Min.	88	518	723	1304

Tabulka 16 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu HLS1

HLS1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	172,5 $\pm$ 2,57	921,5 $\pm$ 13,63	1547,2 $\pm$ 17,37	2174,3 $\pm$ 20,76
smodch	16,04	85,16	108,48	129,64
Max.	187	1008	1659	2341
Min.	106	584	1113	1754

Tabulka 17 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu HLS2

HLS2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	147,6 $\pm$ 2,98	818,7 $\pm$ 20,04	1412,1 $\pm$ 19,66	2069,9 $\pm$ 27,56
smodch	18,60	125,12	122,80	172,13
Max.	163	909	1538	2239
Min.	70	168	973	1263

Tabulka 18 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu HK1

HK1	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	166 $\pm$ 1,82	862,3 $\pm$ 13,56	1466 $\pm$ 27,87	2093,4 $\pm$ 42,35
smodch	11,37	84,71	174,07	264,50
Max.	176	942	1613	2334
Min.	114	566	780	1177

Tabulka 19 Průměrné hmotnosti kuřat mezi jednotlivými váženími pro skupinu HK2

HK2	10. den (1. vážení)	21. den (2. vážení)	28. den (3. vážení)	35. den (4. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	145 $\pm$ 1,85	847 $\pm$ 7,58	1484 $\pm$ 14,56	2267 $\pm$ 26,04
smodch	11,41	46,72	89,79	160,50
Max.	161	931	1603	2441
Min.	119	746	1274	1799

Co se týče průměrných denních přírůstků, tak v 10. dni věku (Tabulka 20) kontrolní skupiny K1 a K2 nevykazovaly mezi sebou statisticky významný rozdíl, kdežto pokusné skupiny, kterým byl zařazen do krmné směsi filtrát z výroby tekutých ochucovadel vykazovaly všechny statisticky významný rozdíl oproti kontrolním skupinám. Jak lze vidět v tabulce, pokusná skupina HK1 nebyla statisticky významná oproti HLS1 a HK2 oproti HLS2.

Ve 21. dni věku (Tabulka 21) nedosahovaly skupiny takových statisticky významných rozdílů, jako tomu bylo v 10. dni (Tabulka 20). Dokonce většina pokusných skupin nebyla statisticky významná oproti kontrolním skupinám. HLS1 byla statisticky významná oproti skupinám K1 a K2, ale ostatní skupiny nikoliv. Dále byla skupina HLS1 statisticky významná oproti HLS2 a HK1.

Ve 28. dni věku (Tabulka 22) byly statisticky významné kontrolní skupiny K1 a K2 mezi sebou. Dále kontrolní skupina K2 byla statisticky významná oproti HLS2, K1 oproti HK2 a HLS2 oproti HK2.

U poslední kontroly denních přírůstků ve 35. dni věku (Tabulka 23) byla skupina HK2 statisticky významná oproti všem skupinám. Dále K1 byla statisticky významná proti skupině HLS2.

Tabulka 20 Tukeyův HSD test v 10. dni věku, tabulka zobrazuje průměrné denní přírůstky; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $PC = 183,11$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná den 10							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $PC = 183,11$ , $sv = 225,00$							
Č. buňky	skupina	K1	K2	HLS1	HLS2	HK1	HK2
1	K1	76,911	0,956892	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
2	K2	0,956892	79,567	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
3	HLS1	0,000020	0,000020	125,69	0,000020	0,249991	0,000020
4	HLS2	0,000020	0,000020	0,000020	100,39	0,000020	0,960474
5	HK1	0,000020	0,000020	0,249991	0,000020	119,03	0,000020
6	HK2	0,000020	0,000020	0,000020	0,960474	0,000020	97,805

Tabulka 21 Tukeyův HSD test ve 21. dni věku, tabulka zobrazuje průměrné denní přírůstky; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $PC = 44,181$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 21 den							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $PC = 44,281$ , $sv = 225,00$							
Č. buňky	skupina	K1 62,801	K2 60,233	HLS1 68,091	HLS2 61,009	HK1 63,298	HK2 63,890
1	K1		0,544097	0,007062	0,849757	0,999516	0,980990
2	K2	0,544097		0,000023	0,995613	0,322825	0,152333
3	HLS1	0,007062	0,000023		0,000056	0,018417	0,062423
4	HLS2	0,849757	0,995613	0,000056		0,651967	0,402573
5	HK1	0,999516	0,322825	0,018417	0,651967		0,998839
6	HK2	0,980990	0,152333	0,062423	0,402573	0,998839	

Tabulka 22 Tukeyův HSD test pro 28. den věku, tabulka zobrazuje průměrné denní přírůstky; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $PC = 3752,2$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná den 28							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $PC = 3752,2$ , $sv = 225,00$							
Č. buňky	skupina	K1 588,86	K2 633,69	HLS1 625,69	HLS2 593,36	HK1 603,64	HK2 636,47
1	K1		0,017922	0,092484	0,999558	0,900447	0,009962
2	K2	0,017922		0,992559	0,042392	0,253612	0,999957
3	HLS1	0,092484	0,992559		0,181599	0,605419	0,972213
4	HLS2	0,999558	0,042392	0,181599		0,976778	0,024677
5	HK1	0,900447	0,253612	0,605419	0,976778		0,173716
6	HK2	0,009962	0,999957	0,972213	0,024677	0,173716	

Tabulka 23 Tukeyův HSD test pro 35. den věku, tabulka zobrazuje průměrné denní přírůstky; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $PC = 126,14$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 35 den							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $PC = 126,14$ , $sv = 225,00$							
Č. buňky	skupina	K1 84,606	K2 91,912	HLS1 89,593	HLS2 93,978	HK1 89,637	HK2 111,89
1	K1		0,052198	0,380672	0,003769	0,370409	0,000020
2	K2	0,052198		0,943691	0,965395	0,947986	0,000020
3	HLS1	0,380672	0,943691		0,515796	1,000000	0,000020
4	HLS2	0,003769	0,965395	0,515796		0,527302	0,000020
5	HK1	0,370409	0,947986	1,000000	0,527302		0,000020
6	HK2	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	

Jako další parametr, který byl statisticky vyhodnocen byla průměrná váha každé skupiny při jednotlivém vážení.

Jak lze vidět (Tabulka 24) při 1. vážení (v 10. dni věku) u kontrolních skupin nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi sebou, ale v porovnání s ostatními se prokázalo, že jsou statisticky významné oproti kontrolním skupinám K1 a K2. Dále HLS1 nebylo statisticky významné oproti HK1 a HLS2 oproti HK2.

Při 2. vážení (21. den věku) byla skupina HLS1 statisticky významná oproti všem sledovaným skupinám (Tabulka 25). Dále u skupiny K2 se zjistil statisticky významný rozdíl oproti skupinám HK1 a HK2.

U třetího vážení (Tabulka 26) byly prokázány u skupiny HLS1 statisticky významné rozdíly oproti K1, K2 a HLS2. Dále K1 oproti HK2.

Při posledním 4. vážení se prokázala skupina HK2 statisticky významná oproti všem skupinám kromě HLS1 a kontrolní skupina K1 oproti HLS1

Tabulka 24 Tukeyův HSD test pro 1. vážení; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $P\check{C} = 186,37$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 10 den (List1 v živá hmotnost 10 den)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $P\check{C} = 186,37$ , $sv = 227,00$							
Č. buňky	skupina	K1 123,05	K2 126,67	HLS1 172,49	HLS2 147,59	HK1 166,03	HK2 144,95
1	K1		0,855171	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
2	K2	0,855171		0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
3	HLS1	0,000020	0,000020		0,000020	0,292368	0,000020
4	HLS2	0,000020	0,000020	0,000020		0,000020	0,957442
5	HK1	0,000020	0,000020	0,292368	0,000020		0,000020
6	HK2	0,000020	0,000020	0,000020	0,957442	0,000020	

Tabulka 25 Tukeyův HSD test pro 2. vážení; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $P\check{C} = 7574,3$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 21 den (List1 v živá hmotnost 21 den)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. $P\check{C} = 7574,3$ , $sv = 226,00$							
Č. buňky	skupina	K1 808,68	K2 789,23	HLS1 921,49	HLS2 818,69	HK1 862,31	HK2 847,29
1	K1		0,924242	0,000020	0,996023	0,074580	0,381327
2	K2	0,924242		0,000020	0,667614	0,002873	0,040081
3	HLS1	0,000020	0,000020		0,000023	0,032016	0,002541
4	HLS2	0,996023	0,667614	0,000023		0,231575	0,701325
5	HK1	0,074580	0,002873	0,032016	0,231575		0,974555
6	HK2	0,381327	0,040081	0,002541	0,701325	0,974555	



Tabulka 26 Tukeyův HSD test pro 3. vážení; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $P\check{C} = 18\ 195$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 28 den (List1 v živá hmotnost 28 den) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $P\check{C} = 18195$ , sv = 226,00							
Č. buňky	skupina	K1 1389,8	K2 1422,9	HLS1 1547,2	HLS2 1412,1	HK1 1465,9	HK2 1483,8
1	K1		0,890781	0,000024	0,979179	0,131162	0,028948
2	K2	0,890781		0,000686	0,999255	0,721927	0,354441
3	HLS1	0,000024	0,000686		0,000156	0,083611	0,307255
4	HLS2	0,979179	0,999255	0,000156		0,488973	0,180979
5	HK1	0,131162	0,721927	0,083611	0,488973		0,992387
6	HK2	0,028948	0,354441	0,307255	0,180979	0,992387	

Tabulka 27 Tukeyův HSD test pro 4. vážení; hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ; reziduální rozptyl  $P\check{C} = 44\ 939$ ; červené hodnoty jsou statisticky významné

Tukeyův HSD test; proměnná 35 den (List1 v živá hmotnost 35 den) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $P\check{C} = 44939$ , sv = 226,00							
Č. buňky	skupina	K1 1963,7	K2 2066,3	HLS1 2174,3	HLS2 2069,9	HK1 2093,4	HK2 2267,0
1	K1		0,275118	0,000204	0,238753	0,078383	0,000020
2	K2	0,275118		0,214905	1,000000	0,993260	0,000481
3	HLS1	0,000204	0,214905		0,249220	0,541290	0,391249
4	HLS2	0,238753	1,000000	0,249220		0,996543	0,000655
5	HK1	0,078383	0,993260	0,541290	0,996543		0,004448
6	HK2	0,000020	0,000481	0,391249	0,000655	0,004448	

## 6 Diskuze

Cílem tohoto pokusu bylo zjistit, jaký vliv má zkrmování zbytků z výroby tekutých ochucovadel ve výkrmu brojlerových kuřat a pro tento experiment se použila hybridní kombinace Ross 308. Sledovaly se přírůstky, konverze krmiva a živá hmotnost.

V experimentu se potvrdilo, že dosažená živá hmotnost u skupin, jimž se podávalo obohacené krmivo o huminové látky, dosáhlo vyšší živé hmotnosti, na rozdíl od kontrolních skupin K1 a K2, kterým se podávalo krmivo bez obsahu huminových látek.

Jak lze vidět (Graf 3) v 10. dni věku (1. vážení) měla nejvyšší dosaženou hmotnost skupina HLS 1, která dosáhla průměrné živé hmotnosti 172,5 g, té bylo podáváno krmivo o obsahu 0,9 % huminových látek. Na druhém místě byla skupina HK1, která měla průměrnou hmotnost 166,6 g. Rozdíl mezi nimi byl tedy 5,9 g. Nicméně mezi těmito skupinami nejsou statisticky významné rozdíly (Tabulka 24). Při druhém vážení ve 21. dni věku měla nejvyšší dosaženou živou hmotnost taktéž skupina HLS1 (921,5 g). Na druhém místě byla skupina HK2 (866,7 g), což je o 54,8 g méně. HK2 měla ve směsi BR 1 huminy obsažené z 0,9 % a v BR 2 z 0,8 %. Mezi těmito skupinami se potvrdil statisticky významný rozdíl (Tabulka 25). Ve třetím vážení (28. den věku) dosáhla nejvyšší průměrné živé hmotnosti skupina HLS1 (1547,2 g), za ní se umístila skupina HK2 (1483,8 g) s rozdílem hmotnosti o 63,4 g. Mezi těmito skupinami nebyl statisticky významný rozdíl (Tabulka 26). Co se týče posledního čtvrtého vážení, zde dosáhla nejvyšší průměrné hmotnosti opět skupina HK2 (2267 g), na druhém místě byla skupina HLS1 (2174,3 g) s rozdílem o 92,7 g. Mezi těmito skupinami nebyl statisticky významný rozdíl (Tabulka 27). Lze konstatovat, že nejvyšších dosažených hodnot měly skupiny s obohacenými krmnými směsmi o huminové látky (Graf 3), než kontrolní skupiny bez jejich přídatku.

Nelze ovšem předpokládat, že použití vyšších koncentrací huminových látek v krmivu by mělo lepší vliv na konečnou hmotnost brojlerových kuřat. Domníváme se, že tyto hranice ovlivňují makroprvky. Nejčastěji se jedná o sodík a chlor, přesněji řečeno jde o sůl, která je obsažená ve zbytcích z výroby tekutých ochucovadel. Ta je zde obsažená jako pozůstatek z acidobazické reakce mezi kyselinou chlorovodíkovou a hydroxidem sodným během výroby. Z těchto důvodů není možné dávkování huminových látek libovolně.

K podobnému závěru došli i Kocabagli et al. (2002), kteří zkoumali vliv huminových látek na živou hmotnost kuřat.

V rámci experimentu byla brojlerová kuřata rozdělena do čtyř pokusných skupin:

1. Skupina – neměla krmnou směs obohacenou o huminové látky
2. Skupina – těm se podávala obohacená krmná dávka o huminové látky mezi 1-21. dnem
3. Skupina – huminové látky byly zkrmovány od 22. dne do konce výkrmu (do 42. dne)
4. Skupina – těm se podávala obohacená krmná směs po celou dobu výkrmu, tedy do 42. dne

V jejich experimentu se potvrdilo, že přídavek huminových látek měl vliv na živou hmotnost brojlerových kuřat. Třetí skupina dosáhla nejlepších výsledků, poněvadž měla vyšší hmotnost o 4,8 %. Čtvrtá skupina měla vyšší přírůstky o 3,4 % a druhá skupina vykazovala nárůst hmotnosti o 2 % na rozdíl od kontrolní skupiny číslo 1. V této studii nebyly potvrzeny statisticky významné rozdíly mezi skupinami, které měly obohacené krmné směsi o huminové látky a které nikoliv. Z daného pokusu se jeví jako výhodnější varianta zkrmovat huminové látky ke konci výkrmu, jako to bylo provedeno u skupiny číslo 3.

Jak již bylo popsáno v huminových látkách a jejich vlivu na hmotnosti zvířat, to že mají huminové látky vliv na lepší přírůstky se potvrdilo i ve studii, kterou provedli Arafat et al.



(2015). Ti zkoušeli podávat huminové látky brojlerovým kuřatům do vody v poměru 0,005 % až 0,05 %. Nejlepších výsledků se dosáhlo při dávkování 0,03 % do pitné vody. V případě tohoto dávkování se prokázaly nejlepší výsledky dosažených hmotností na konci výkrmu na rozdíl od kontrolní skupiny, kterým se podávala čistá voda bez přídavku huminových látek.

Co se týče konverze krmiva, tak u kontrolních skupin se zvyšovala rychleji, než u pokusných skupin (Graf 4). Ve čtvrtém vážení měla pokusná skupina K1 konverzi krmiva 1563 g/kg přírůstků, K2 1548 g/kg. U pokusných skupin byla zjištěna nižší konverze krmiva, např. skupina HK2, která měla ve čtvrtém vážení nejvyšší živou hmotnost (Graf 3) měla spotřebu krmiva 1546 g/kg (Graf 4), což je sice o pouhé 2 gramy méně než skupina K1, ale zato dosáhla vyšších přírůstků. Domníváme se tedy, že přidáním huminových látek do krmné směsi se sníží konverze krmiva v závislosti na procentickém zastoupení huminů v krmivu.

Lepších výsledků v porovnání s kontrolními skupinami se dosáhlo při zjišťování průměrných denních přírůstků pomocí Tukeyova testu pro každou skupinu zvlášť. V 10. dni věku přírůstků u kontrolních skupin K1 a K2 se neprokázalo, že by byly statisticky významné mezi sebou. Kdežto hodnoty všech pokusných skupin byly statisticky významné oproti kontrolním skupinám (Tabulka 20). Ve 28. dni věku vykazovaly kontrolní skupiny statisticky významný rozdíl (Tabulka 22) i když byly krmeny stejnou krmnou směsí, důvodem bude složení receptury. Také byly zaznamenány významné rozdíly mezi skupinami se stejnou směsí, příčinou může být menší příjem napájecí vody.

I když brojlerová kuřata dosahovala vyšší živé hmotnosti při dávkování 0,9 % zbytků z výroby tekutých ochucovadel v krmivu, je patrné, že toto množství není zcela ideální. Hlavním důvodem, který Zelenka (2014) zmiňuje je, že toto množství nepokryje potřebu sodíku a chloru, následně je nutné tyto makroprvky doplnit pomocí chloridu sodného a uhličitanu sodného. V případě doplnění těchto látek se ale navyšuje množství položek do krmné směsi a tím pádem i míchání krmiva bude náročnější. Například u skupiny HK2, která měla nejvyšší živou hmotnost ve 4. vážení (Graf 3) byl obsah sodíku 0,16 % v BR 1 a 0,15 % v BR 2. Tyto hodnoty jsou v souladu s doporučením Zelenky (2014). Při 0,9 % obsahu zbytků z výroby tekutých ochucovadel se sice nemusely doplňovat tyto makroprvky do krmné směsi, nicméně během výkrmu měla brojlerová kuřata zvýšenou spotřebu vody a tím pádem nabývala zvýšené vlhkosti podestýlka. Tyto faktory poukazují na možnost zvýšené konzumace soli u kuřat. Jedním z faktorů, který na to mohl mít vliv je, že hodnota chloru při této koncentraci výrazně převyšuje množství, které je doporučeno podle Zelenky (2014). Nicméně v našem experimentu nebyla sledována, jaká byla spotřeba vody mezi jednotlivými skupinami ve výkrmu, jelikož v tomto pokusu nebyly monitorovány. Koncentrace sodíku a chloru v krmné směsi se mohly odlišovat i vinou lidského faktoru. Problém by mohl nastat v situaci, kdy v případě špatného promíchání soli, filtrátu a jiných složek do krmné směsi by se nedostatečně jednotlivé komponenty promíchaly mezi sebou. Následně by určitý příděl krmiva mohl obsahovat vysoké dávky chlóru, a nebo sodíku, či obojího najednou. To by pro brojlerová kuřata mohl znamenat problém, poněvadž by se u nich projevila otrava solí. Jedním z důvodů, proč kuřata ze skupiny HLS1 nedosáhla nejlepších výsledků v rámci celého výkrmu je právě již zmiňovaný vyšší obsah chloru v krmné dávce, ačkoliv rozdíly v živé hmotnosti oproti skupině HK2 ve čtvrtém vážení nebyly statisticky významné (Tabulka 27).

Jedním z důvodů, proč brojlerová kuřata dosáhla vyšších hmotností oproti pokusným skupinám, kterým nebyl přidáván filtrát z výroby tekutých ochucovadel, mohlo být zastoupení dusíkatých látek a volných aminokyselin v krmné směsi. Z esenciálních aminokyselin mohl mít vliv na růst kuřat lysin. Z neesenciálních aminokyselin byla nejvíce zastoupená kyselina glutamová (Graf 1 a Graf 2). Její vyšší množství mohlo být způsobeno takzvanou deaminací

glutaminu během hydrolýzy. Brojlerová kuřata mohla využít kyselinu glutamovou jako podstatný neurotransmitter a nebo jako zásobárnu volného dusíku, z čehož si pak mohla vytvořit neesenciální aminokyseliny. Toto využití kyseliny glutamové mohlo mít významný vliv na přírůstky kuřat.

Podstatný vliv na barvu krmiva má obsah huminových látek v krmivu. Typická barva pro huminové látky je tmavá a tím pádem dochází i k tmavšímu zabarvení krmné směsi. Tmavší barevný odstín krmiva by pro brojlerová kuřata mohl mít významný vliv na jeho příjem. Toto tvrzení platí hlavně pro kuřata, která se orientují při výběru potravy pomocí zraku.

## 7 Závěr

- V této diplomové práci, která se zabývala možnostmi využití zbytků z výroby tekutých ochucovadel byly stanovené hypotézy potvrzeny. Zbytky z výroby tekutých ochucovadel, které byly obsaženy v krmných směsích mohou být zdrojem živin pro brojlerová kuřata. Krmné směsi obohacené o filtrát z výroby tekutých ochucovadel mohou nahradit sůl v krmné dávce kuřat. Vlivem účinků, které se potvrdily v této experimentální práci lze konstatovat, že obohacené krmné směsi o filtrát zvyšovaly přírůstky brojlerových kuřat na rozdíl od pokusných skupin, kterým se zkrmovala krmná směs bez jeho přídavku. Mimo jiné se v hmotnostních přírůstcích potvrdily statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami.
- Co se týče konverze krmiva, nutno podotknout, že kromě pár výjimek měly pokusné skupiny nižší konverzi krmiva, na rozdíl od kontrolních skupin.
- Použitý filtrát z výroby tekutých ochucovadel, který byl v tomto experimentu využit pro zkrmování brojlerovým kuřatům a následné zjišťování účinků na hmotnostní přírůstky měl nejspíše díky volným aminokyselinám a huminovým látkám pozitivní vliv na užitkové vlastnosti.
- Limitující faktor pro použití krmné směsi s filtrátem z výroby tekutých ochucovadel v denní krmné dávce brojlerových kuřat ovlivňuje množství sodíku a chloru. Z tohoto důvodu nemůže být dávkování filtrátu libovolné, aby nedošlo například k intoxikaci solí u drůbeže.
- Myslíme si, že by podobný experiment pro zjištění účinků na užitkové vlastnosti měl proběhnout i na ostatních hospodářských zvířatech. Jelikož filtrát obsahuje vyšší zastoupení kyseliny glutamové, bylo by vhodné v budoucnu zrealizovat experiment ohledně chuťových preferencí u jiných druhů hospodářských zvířat.

## 8 Literatura

Abousekken MSM. 2015. Performance, immune response and carcass quality of broilers fed low protein diets contained either Moringa oleifera leaves meal or its extract. *Journal of American Science* **11**:153-164.

Aderinola OA, Rafiu TA, Akinwumi AO, Alabi TA, Adeagbo OA. 2013. Utilization of Moringa oleifera leaf as feed supplement in broiler diet. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences* **3**:94-102.

Ahmed D, Khan MM, Saeed R. 2015. Comparative analysis of phenolics, flavonoids, and antioxidant and antibacterial potential of methanolic, hexanic and aqueous extracts from *Adiantum caudatum* leaves. *Antioxidants* **4**:394-409.

Ahmed ST, Islam MM, Bostami ABMR, Mun HS, Kim YJ, Yang CL. 2015. Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum* L.) by-products. *Food Chemistry* **188**:481-8.

Alabi OJ, Malik AD, Ngambi JW, Obaje P, Ojo BK. 2017. Effect of aqueous Moringa oleifera (Lam) leaf extracts on growth performance and carcass characteristics of Hubbard broiler chicken *Brazilian Journal of Poultry Science*, **19**:273-280.

Alnahhas N, Berri C, Chabault M, Chartrin P, Boulay M, Bourin MC, Le Bihan-Duval E. 2016. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. *BMC Genetics* **17**:1-9.

Anand P, Kumar SV, Ravi K, Simmi T. 2021. Differential gene expression in duodenum of colored broiler chicken divergently selected for residual feed intake. *Tropical Animal Health and Production* **53**:59.

Andriamihaja M, Guillot A, Svendsen A, Hagedorn J, Rakotondratohanina S, Tomé D, Francois Blachier. 2013. Comparative efficiency of microbial enzyme preparations versus pancreatin for in vitro alimentary protein digestion. *Amino Acids* **44**:563-72.

Apata DF. 2011. Effect of Terminalia catappa fruit meal fermented by *Aspergillus niger* as replacement of maize on growth performance, nutrient digestibility, and serum biochemical profile of broiler chickens. *Biotechnology Research International* **2011**:1-6.

Arafat RY, Khan SH, Abbas G, Iqbal J. 2015. Effect of dietary humic acid via drinking water on the performance and egg quality of commercial layers. *American Journal Biology and life sciences* **3**:26-30.

Arif M, Rehman A, Abd El-Hack M.E, Saeed M, Khan F, Akhtar M, Swellum AA, Saadeldin IM, Alowaimer AN. 2018. Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **31**:1930-1938.

- Bahadori Z, Esmailzadeh L, Karimi-Torshizi MA, Seidavi A, Olivares J, Rojas S, Salem AZM, Khusro A, López S. 2017. The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science* **202**:74–81.
- Bailey RA, Watson KA, Bilgili SF, Avendano S. 2015. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poultry Science* **94**:2870-2879.
- Bhatti N, Hussain Z, Mukhtar M, Ali A, Imran M. 2016. Effects of vitamins E and C supplementation on the immune response of broiler chicks. *Journal of Antivirals and Antiretrovirals* **8**:151-154.
- Bjedov S, Ljubojevic DB, Milosevic N, Stanacev V, Djukic-Stojcic M, Milic D. 2011. Production performance of meat type hybrids. *Biotechnology in Animal Husbandry* **27**:1689-1696.
- Bobko M, Haščík P, Bobková A, Kňazovická V, Tóth T, Angelovičová M. 2012. Influence of different plant supplements applied in chicken nutrition on quality of their meat. *Food Sciences of Food Sciences* **1**:1020-1031.
- Brenes A, Roura E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology* **158**:1-14.
- Classen HL. 2017. Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology* **233**:13–21.
- Cömert M, Şayan Y, Kirkpınar F, Bayraktar ÖH, Mert S. 2016. Comparison of carcass characteristics, meat quality, and blood parameters of slow and fast grown female broiler chickens raised organic or conventional production system. *Asian Australas Journal Animal Science* **29**:987–997.
- Cowieson AJ, Ravindran V. 2008. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. *British Poultry Science* **49**:37-44.
- Čuboň J, Haščík P, Eliman IOE, Garlík J, Kačániová M, Mohammed HA. 2013. The influence of bee pollen on the meat chemical composition for broiler's Ross 308 muscles. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* **2**:1128-1137.
- Čurlej J, Mellen M, Marcinčák S, Belej L, Židek R, Čertík M, Klempová T. 2015. Impact of additives in broiler nutrition on the quality of breast muscles. *Folia Veterinaria* **59**:179-184.
- Dalólio FS, Vaz DP, Moreira J, Albino LFT, Valadares LR. 2015. Carcass characteristics of broilers fed enzyme complex. *Biotechnology in Animal Husbandry* **31**:153-62.
- Diarra MS, & Malouin F. 2014. Antibiotics in Canadian poultry productions and anticipated alternatives. *Frontiers in Microbiology* **5**:282.

Diktas M, Sekeroglu A, Duman M, Yildirim A. 2015. Effect of different housing systems on production and blood profile of slow-growing broilers. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **21**:521–526.

Disetlhe ARP, Marume U, Mlambo V, Dinev I. 2017. Humic acid and enzymes in canola-based broiler diets: Effects on bone development, intestinal histomorphology and immune development. *South African Journal of Animal Science* **47**:6.

Ebrahimzadeh SK, Navidshad B, Farhoomand P, Mirzaei Aghjehgheshlagh F. 2018. Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* **48**:324.

Edmonds MS, Johal S, Moreland S. 2014. Effect of supplemental humic and butyric acid on performance and mortality in broilers raised under various environmental conditions. *Journal of Applied Poultry Research* **23**:260-267.

Foltyn M. 2014. Stravitelnost aminokyselin u kuřat chovaných na maso [DSc. Práce]. Masarykova univerzita, Brno.

Ghahri H, Habibian R, Fam MA. 2010. Effect of sodium bentonite, mannan oligosaccharide and humate on performance and serum biochemical parameters during aflatoxicosis in broiler chickens. *Global Veterinaria* **5**:129–134.

Ghayas A, Hussain J, Mahmud A, Jaspal M.H. 2020. Evaluation of three fast- and slow-growing chicken strains reared in two production environments. *South African Journal of Animal Science* **50**:378–388.

Goel A. 2021. Heat stress management in poultry. *Animal physiology and animal nutrition* **105**:1136-1145.

Gómez S, Angeles ML, Mojica MC, Jalukar S. 2012. Combination of an enzymatically hydrolyzed yeast and yeast culture with a direct-fed microbial in the feeds of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **25**:665–673.

Gopinger E, Xavier EG, Lemes JS, Moraes PO, Elias MO. 2014. Carcass yield and meat quality in broilers fed with canola meal. *British Poultry Science* **55**:817-23.

Hajati H, Hassanabadi A, Golian AG, Nassiri-Moghaddam H, Nassiri MR. 2015. The Effect of Grape Seed Extract and Vitamin C Feed Supplements Carcass Characteristics, Gut Morphology and Ileal Microflora in Broiler Chickens Exposed to Chronic Heat Stress. *Iranian Journal of Applied Animal Science* **5**:155-165.

Haščík P, Garlík J, Elimam IOE, Kňazovická V, Kačániová M, Šimko M, Mellen M. 2013. Meat performance of chickens Hubbard JV after application of propolis extract. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* **3**:118-121.

Heilpern SA, Fiorella K, Cañas C, Flecker AS, Moya L, Naeem S, Sethi SA, Uriarte M, DeFries R. 2021. Substitution of inland fisheries with aquaculture and chicken undermines human nutrition in the Peruvian Amazon. *Nature food* **2**:192–197.

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 broiler tissues. *Czech Journal of Animal Science* **54**:121–127.

Chu YT, Chaur TL, Chang SC, Lee TT. 2017. Effects of *Trichoderma* fermented wheat bran on growth performance, intestinal morphology and histological findings in broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science* **16**:82–92.

Ipek A, Sozcu A. 2017. The effects of access to pasture on growth performance, behavioural patterns, some blood parameters and carcass yield of a slow-growing broiler genotype. *Journal of Applied Animal Research* **45**:464-469.

Jadúttová I, Marcinčáková D, Bartkovský M, Semjon B, Harčarová M, Nagyová A, Váczi P, Marcinčák S. 2019. Effect of dietary humic substances on fattening performance, carcass yield, biochemical blood parameters and bone mineral profile of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno* **88**:307-313.

Ježková A. 2010. Rostlinná aditiva a užitkovost brojlerů. *Náš chov* **70**:50.

Kasapidou E, Soddidou EN, Zdragas A, Papadaki C, Vafeas G, Mtlanga P. 2016. Effect of grape pomace supplementation on broiler meat quality characteristics. *European Poultry Science* **80**:135-142.

Klučáková M. 2014. Huminový svět pohledem fyzikální chemie, vědecké spisy vysokého učení technického v Brně. *Vutium Brno 2014*, ISBN 978-80-214-4945-9.

Kumanda C, Mlambo V, Mnisi C. 2019. From Landfills to the Dinner Table: Red Grape Pomace Waste as a Nutraceutical for Broiler Chickens. *Sustainability* **11**:1931.

Kumar R, Kumar K, Kumar A, Kumar S, Singh PK, Sinha RRR, Moni Ch. 2021. Nutritional and physiological responses of broiler chicken to the dietary supplementation of *Moringa oleifera* aqueous leaf extract and ascorbic acid in tropics. *Tropical Animal Health and Production* **53**:428.

Kurozawa LE, Park KJ, Hubinger MD. 2008. Optimization of the Enzymatic Hydrolysis of Chicken Meat Using Response Surface Methodology. *Food Science* **73**(5):405-412.

Laudadio V, Tufarelli V. 2010. Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (*Pisum sativum* cv. Spirale) as a substitute of soybean meal. *Poultry Science* **89**:1537-43.

Li XK, Wang JZ, Wang CQ. 2016. Effect of dietary phosphorus levels on meat quality and lipid metabolism in broiler chickens. *Food Chemistry* **205**:289-96.

- Mateos GG, Jiménez-Moreno E, Serrano MP, Lázaro RP. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research* **21**:156-74.
- Moyle JR, Arsi K, Woo-Ming A, Arambel H, Fanatico A, Blore PJ, Clark FD, Donoghue DJ, Donoghue AM. 2014. Growth performance of fast-growing broilers reared under different types of production systems with outdoor access: Implications for organic and alternative production systems. *Journal of Applied Poultry Resources* **23**:212-220.
- Muth PC, Zárate AV. 2017. Breast meat quality of chickens with divergent growth rates and its relation to growth curve parameters. *Archives Animal Breeding* **60**:427-437.
- Nad P, Marcin A, Bujňák L, Skalická M, Gancarčíková S. 2021. Evaluation of the growth performance and some blood parameters in broilers with the addition of humic substances in the diet. *Animal production* **24**:150-154.
- Nagaraju R, Reddy BSV, Gloridoss B, Suresh N, Ramesh C. 2014. Effect of dietary supplementation of humic acids on performance of broilers. *Indian Journal of Animal Science* **84**:447-52.
- Ozturk E, Ocak N, Turan A, et al. 2012. Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. *Science of Food and Agriculture* **92**:59-65.
- Pascalau S, Cadar M, Raducu C, Marchis Z. 2017. Evaluation of productive performances in Ross 308 and Cobb 500 hybrids. *ABAH Bioflux* **9**:22-27.
- Petracci M, Bianchi M, Mudalal S, Cavani C. 2013. Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science & Technology* **33**:27-39.
- Pistová V, Arpášová H, Hrnčár C. 2016. The effect of the humic acid and garlic (*Allium sativum* L) on performance parameters and carcass characteristic of broiler chicken. *Journal Central European Agriculture* **17**:1168–1178.
- Radenkovs V, Radenkova JR, Górnaš P, Seglina D. 2018. Non-waste technology through the enzymatic hydrolysis of agro-industrial by-products. *Trends in Food Science & Technology* **77**:64-76.
- Ragaa NM, Korany RMS. 2016. Studying the effect of formic acid and potassium diformate on performance, immunity and gut health of broiler chickens. *Animal Nutrition* **2**:296-302.
- Reyes P, Urquiaga I, Echeverría G, Durán E, Morales MS, Valenzuela C. 2020. Wine grape pomace flour in broiler diets effects growth and some meat characteristics. *Animal Production Science* **60**:1210.



- Rifath A, Jemziya F. 2021. The quality determination of broiler chicken thawed using different techniques. *Journal of Bangladesh Agricultural University* **19**:78-84.
- Salah H, Masour ES, Reham RR, El Hamid ESA. 2015. Study on the effect of humic acid on growth performance, immunological, some blood parameters and control intestinal closterdium in broiler chickens. *Zagazig Veterinary Journal* **43**:102-109.
- Sales J. 2014. Effect of access to pasture on performance, carcass composition, and meat quality in broilers: A meta-analysis. *Poultry Science* **93**:1523-1533.
- Sapan CV, Lundblad RL. 2015. Review of methods for determination of total protein and peptide concentration in biological samples. *Proteomics Clinical Applications* **9**:268-76.
- Sarıca M, Yamak US, Boz MA, Erensoy K, Cilavdaroglu E, Noubandiguim M. 2019. Performance of fast, medium and slow growing broilers in indoor and free-range production systems. *South African Journal of Animal Science* **49**:1127-1137.
- Semjon B, Marcinčáková D, Koréneková B, Bartkovský M, Nagy J, Turek P, Marcinčák S. 2020. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. *Poultry Science* **99**:1750–1760.
- Skybová M. 2006. Humínové kyseliny – prínos pre environmentálny výskum. *Acta Montanistica Slovaca* **11**:362-366.
- Stadig LM, Rodenburg TB, Reubens B, Aerts J, Duquenne B, Tuyttens FAM. 2016. Effects of free-range access on production parameters and meat quality, composition and taste in slow-growing broiler chickens. *Poultry Science* **95**:2971-2978.
- Stevenson FJ. 1994. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. John Wiley, New York.
- Taklimi SMSM, Ghahri H, Isakan MA. 2012. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. *Agricultural Sciences* **3**:663-668.
- Tekeli A, RuStu K, Celik H, Celik L. 2014. Dietary Inclusion of Grape Seed Oil in Functional Broiler Meat Production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **20**:924-932.
- Torres A, Muth PC, Capote J, Rodríguez C, Fresno M, Zárate AV. 2019. Suitability of dual-purpose cockerels of 3 different genetic origins for fattening under free-range conditions. *Poultry Science* **98**:6564-6571.
- Trembecká L, Haščík P, Čuboň J, Bobko M, Cviková P, Hleba L. 2017. Chemical and sensory characteristics of chicken breast meat after dietary supplementation with probiotic given in combination with bee pollen and propolis. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* **7**:275–280.

Turcu RP, Panaite TD, Untea AE, Șoica C, Iuga M, Mironeasa S. 2020. Effects of Supplementing Grape Pomace to Broilers Fed Polyunsaturated Fatty Acids Enriched Diets on Meat Quality. *Animals* **10**:947.

Vašková J, Patlevič P, Žatko D, Marcinčák S, Vaško L, Krempaská K, Nagy J. 2018. Effects of humic acids on poultry under stress conditions. *Slovenian Veterinary Research* **55**:245-253.

Yang Y, Song J, Fu R, Sun Y, Wen J. 2009. The expression of can and camk is associated with lipogenesis in the muscle of chicken. *Brazilian Journal of Poultry Science* **9**:287-92.

Zaid M, Hussain J, Mahmud A, Javed K, Shaheen MS, Usman M, Ghayas A, Ahmad S. 2020. Carcass traits, meat quality, and sensory attributes of fast-growing broilers given outdoor access at different ages. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* **44**:1039-1046.

Zelenka J, Heger J, Zeman J. 2007. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Ediční středisko Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, Brno.

Zelenka J. 2014. Výživa a krmení drůbeže. Agriprint. Olomouc

Zeman L, Štenclová H, Karásek F, Mrkvicová E, Doležal P. 2015. Zásady efektivního výkrmu brojlerů. *Krmivářství* **19**:18-19.

## 9 Samostatné přílohy

### 9.1 Složení krmných směsí

Tabulka 28 Složení krmné směsi BR1 pro kontrolní skupiny K1 a K2

Složení krmné směsi						
Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč	
79 Pšenice čzu 2020	50.710	0.000	100.000	0.00	0.00	
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	4.000	0.000	100.000	0.00	0.00	
20391 Výlisky sojové 2021	36.000	0.000	100.000	0.00	0.00	
60100 Olej řepkový	4.800	0.000	100.000	23000.00	1104.00	
70140 L-lysin.HCl 98	0.030	0.000	100.000	36500.00	10.95	
70190 L-threonin 98	0.050	0.000	100.000	79000.00	39.50	
70270 DL-methionin 99	0.160	0.000	100.000	68000.00	108.80	
80230 Vápenec	1.500	0.000	100.000	530.00	7.95	
80240 Sůl	0.300	0.000	100.000	2900.00	8.70	
80250 MCP	1.370	0.000	100.000	11000.00	150.70	
80310 Uhličitan sodný	0.080	0.000	100.000	9500.00	7.60	
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00	
Celkem		100.000				
				Cena surovin	1438.20	
				Velkoobchodní cena	2452.58	
				Prodejní cena	2452.60	

Obsah živin v 1 kg

		Výpočet	Min	Max			Výpočet	Min	Max
*MEd	MJ	12.553	12.60		TRYPTOFAN	g	2.909	2.40	
NL	g	236.026	220.00	240.00	*ARGININ	g	14.982	15.30	
Vláknina	g	19.472		40.00	K.linolová	g	24.786	12.50	
Škrob	g	295.148			Vápník	g	10.289	10.00	
LYSIN	g	13.923	13.80		P nefyt.	g	5.020	5.00	
METHIONIN	g	7.269	4.80		Sodík	g	1.629	1.60	
MET+CYS	g	9.277	9.20		Chlor	g	2.104	1.60	2.20
THREONIN	g	8.581	8.50						

Tabulka 29 Složení krmné směsi BR2 pro kontrolní skupiny K1 a K2

Složení krmné směsi						
Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč	
79 Pšenice čzu 2020	29.490	0.000	100.000	0.00	0.00	
189 Kukuřice 9,1	28.000	0.000	100.000	2500.00	700.00	
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	21.000	0.000	100.000	0.00	0.00	
20391 Výlisky sojové 2021	10.000	0.000	100.000	0.00	0.00	
20481 Pokr. sluneč. 2021	3.000	0.000	100.000	0.00	0.00	
60100 Olej řepkový	4.700	0.000	100.000	23000.00	1081.00	
70140 L-lysin.HCl 98	0.040	0.000	100.000	36500.00	14.60	
70190 L-threonin 98	0.010	0.000	100.000	79000.00	7.90	
70270 DL-methionin 99	0.130	0.000	100.000	68000.00	88.40	
80240 Sůl	0.280	0.000	100.000	2900.00	8.12	
80250 MCP	1.030	0.000	100.000	11000.00	113.30	
80292 Vápenec	1.250	0.000	100.000	1500.00	18.75	
80310 Uhličitan sodný	0.070	0.000	100.000	9500.00	6.65	
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00	
Celkem		100.000				
				Cena surovin	2038.72	
				Velkoobchodní cena	3059.11	
				Prodejní cena	3059.10	

Obsah živin v 1 kg

		Výpočet	Min	Max			Výpočet	Min	Max
*MEd	MJ	12.624	12.70		*ARGININ	g	12.223	13.46	
NL	g	208.753	190.97	210.07	K.linolová	g	21.745	11.45	
LYSIN	g	12.014	11.93		Vápník	g	8.624	8.59	
METHIONIN	g	6.641	4.39		P nefyt.	g	4.302	4.29	
MET+CYS	g	8.493	8.40		Sodík	g	1.537	1.52	
THREONIN	g	7.638	7.54		Chlor	g	2.064	1.52	2.10
TRYPTOFAN	g	2.540	2.00						

**Tabulka 30 Složení krmné směsi BR1 pro pokusné skupiny HLS 1 a HLS2**

Složení krmné směsi

Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč
79 Pšenice čzu 2020	49.510	0.000	100.000	0.00	0.00
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	2.000	0.000	100.000	0.00	0.00
20391 Výlisky sojové 2021	35.000	0.000	100.000	0.00	0.00
20481 Pokr. sluneč. 2021	3.500	0.000	100.000	0.00	0.00
50504 huminy HL lepek	0.900	0.000	100.000	0.00	0.00
60100 Olej řepkový	4.800	0.000	100.000	23000.00	1104.00
70140 L-lysin.HCl 98	0.065	0.000	100.000	36500.00	23.73
70190 L-threonin 98	0.070	0.000	100.000	79000.00	55.30
70270 DL-methionin 99	0.180	0.000	100.000	68000.00	122.40
80230 Vápenec	1.500	0.000	100.000	530.00	7.95
80240 Sůl	0.025	0.000	100.000	2900.00	0.73
80250 MCP	1.370	0.000	100.000	11000.00	150.70
80310 Uhličitan sodný	0.080	0.000	100.000	9500.00	7.60
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00
<b>Celkem</b>	<b>100.000</b>	<b>Cena surovin</b>		<b>1472.41</b>	
		<b>Velkoobchodní cena</b>		<b>2487.13</b>	
		<b>Prodejní cena</b>		<b>2877.10</b>	

Obsah živin v 1 kg

	Výpočet	Min	Max		Výpočet	Min	Max
*MED MJ	12.416	12.60		TRYPTOFAN g	2.846	2.40	
NL g	235.438	220.00	240.00	*ARGININ g	14.912	15.30	
Vláknina g	25.575		40.00	K.linolová g	25.839	12.50	
Škrob g	288.388			Vápník g	10.303	10.00	
LYSIN g	13.850	13.80		P nefyt. g	5.080	5.00	
METHIONIN g	7.471	4.80		Sodík g	1.705	1.60	
MET+CYS g	9.568	9.20		Chlor g	2.175	1.60	2.20
THREONIN g	8.674	8.50					

**Tabulka 31 Složení krmné směsi BR2 pro pokusné skupiny HLS 1 a HLS2**

Složení krmné směsi

Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč
79 Pšenice čzu 2020	27.350	0.000	100.000	0.00	0.00
189 Kukuřice 9,1	30.000	0.000	100.000	2500.00	750.00
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	20.500	0.000	100.000	0.00	0.00
20391 Výlisky sojové 2021	10.000	0.000	100.000	0.00	0.00
20481 Pokr. sluneč. 2021	3.000	0.000	100.000	0.00	0.00
50504 huminy HL lepek	0.900	0.000	100.000	0.00	0.00
60100 Olej řepkový	4.700	0.000	100.000	23000.00	1081.00
70140 L-lysin.HCl 98	0.040	0.000	100.000	36500.00	14.60
70190 L-threonin 98	0.010	0.000	100.000	79000.00	7.90
70270 DL-methionin 99	0.130	0.000	100.000	68000.00	88.40
80250 MCP	1.040	0.000	100.000	11000.00	114.40
80292 Vápenec	1.250	0.000	100.000	1500.00	18.75
80310 Uhličitan sodný	0.080	0.000	100.000	9500.00	7.60
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00
<b>Celkem</b>	<b>100.000</b>	<b>Cena surovin</b>		<b>2082.65</b>	
		<b>Velkoobchodní cena</b>		<b>3103.48</b>	
		<b>Prodejní cena</b>		<b>3103.50</b>	

Obsah živin v 1 kg

	Výpočet	Min	Max		Výpočet	Min	Max
*MED MJ	12.580	12.70		*ARGININ g	12.064	13.46	
NL g	208.310	190.97	210.07	K.linolová g	21.930	11.45	
LYSIN g	11.965	11.93		Vápník g	8.610	8.59	
METHIONIN g	6.581	4.39		P nefyt. g	4.314	4.29	
MET+CYS g	8.406	8.40		Sodík g	1.562	1.52	
THREONIN g	7.607	7.54		Chlor g	2.055	1.52	2.10
TRYPTOFAN g	2.498	2.00					

**Tabulka 32 Složení krmné směsi BR1 pro pokusné skupiny HK1 a HK2**

Složení krmné směsi

Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč
79 Pšenice čzu 2020	54.865	0.000	100.000	0.00	0.00
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	10.000	0.000	100.000	0.00	0.00
20391 Výlisky sojové 2021	25.000	0.000	100.000	0.00	0.00
50503 huminy HK kukuřice	0.900	0.000	100.000	0.00	0.00
60100 Olej řepkový	4.800	0.000	100.000	23000.00	1104.00
70140 L-lysin.HCl 98	0.165	0.000	100.000	36500.00	60.23
70190 L-threonin 98	0.110	0.000	100.000	79000.00	86.90
70270 DL-methionin 99	0.210	0.000	100.000	68000.00	142.80
80230 Vápenec	1.500	0.000	100.000	530.00	7.95
80250 MCP	1.370	0.000	100.000	11000.00	150.70
80310 Uhličitan sodný	0.080	0.000	100.000	9500.00	7.60
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00
<b>Celkem</b>	<b>100.000</b>	Cena surovin		1560.18	
		Velkoobchodní cena		2575.78	
		Prodejní cena		2965.80	

Obsah živin v 1 kg

	Výpočet	Min	Max		Výpočet	Min	Max
*MEd	MJ	12.429	12.60	TRYPTOFAN	g	2.708	2.40
NL	g	221.799	220.00	*ARGININ	g	13.340	15.30
Vláknina	g	18.463	40.00	K.linolová	g	21.601	12.50
Škrob	g	314.836		Vápník	g	10.142	10.00
LYSIN	g	13.821	13.80	P nefyt.	g	5.033	5.00
METHIONIN	g	7.477	4.80	Sodík	g	1.641	1.60
MET+CYS	g	9.231	9.20	Chlor	g	2.150	1.60
THREONIN	g	8.589	8.50				2.20

**Tabulka 33 Složení krmné směsi BR2 pro pokusné skupiny HK1 a HK2**

Složení krmné směsi

Suroviny	%	Min	Max	Kč/t	Kč
79 Pšenice čzu 2020	27.450	0.000	100.000	0.00	0.00
189 Kukuřice 9,1	30.000	0.000	100.000	2500.00	750.00
20099 SEŠ Ploskov 2021 46,4%	20.500	0.000	100.000	0.00	0.00
20391 Výlisky sojové 2021	10.000	0.000	100.000	0.00	0.00
20481 Pokr. sluneč. 2021	3.000	0.000	100.000	0.00	0.00
50503 huminy HK kukuřice	0.800	0.000	100.000	0.00	0.00
60100 Olej řepkový	4.700	0.000	100.000	23000.00	1081.00
70140 L-lysin.HCl 98	0.040	0.000	100.000	36500.00	14.60
70190 L-threonin 98	0.010	0.000	100.000	79000.00	7.90
70270 DL-methionin 99	0.130	0.000	100.000	68000.00	88.40
80250 MCP	1.040	0.000	100.000	11000.00	114.40
80292 Vápenec	1.250	0.000	100.000	1500.00	18.75
80310 Uhličitan sodný	0.080	0.000	100.000	9500.00	7.60
938603 BR výkrm	1.000	1.000	1.000	0.00	0.00
<b>Celkem</b>	<b>100.000</b>	Cena surovin		2082.65	
		Velkoobchodní cena		3103.48	
		Prodejní cena		3103.50	

Obsah živin v 1 kg

	Výpočet	Min	Max		Výpočet	Min	Max
*MEd	MJ	12.593	12.70	*ARGININ	g	12.072	13.46
NL	g	208.160	190.97	K.linolová	g	21.942	11.45
LYSIN	g	11.958	11.93	Vápník	g	8.611	8.59
METHIONIN	g	6.583	4.39	P nefyt.	g	4.317	4.29
MET+CYS	g	8.411	8.40	Sodík	g	1.529	1.52
THREONIN	g	7.606	7.54	Chlor	g	2.006	1.52
TRYPTOFAN	g	2.501	2.00				2.10