

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

FAPPZ



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Huminové látky ve výživě drůbeže

Bakalářská práce

Terezie Straková

Chov hospodářských zvířat

Ing. Vladimír Plachý Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Huminové látky ve výživě drůbeže" jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Plachého, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.04.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Vladimírovi Plachému, Ph.D., za ochotu, trpělivost a množství rad, které mi poskytl při tvorbě bakalářské práce.

Huminové látky ve výživě drůbeže

Souhrn

Práce se zabývala využitím huminových látek ve výživě hospodářsky chované drůbeže. Při studii bylo zjištěno, že huminové látky reagovaly různými způsoby, a to pozitivně, neutrálně nebo negativně na parametry užitkovosti. U brojlerových kuřat byl vyzkoumán spíše negativní vliv na užitkovost. A to z důvodu snížení živé hmotnosti, a naopak ke zvýšení příjmu krmiva. I když některé studie ukázaly, že při vyšším množství huminové kyseliny se zvýšil i hmotnostní přírůstek. Také velice záleželo, v jaké podobě byly huminové látky podány. Z experimentu bylo zřejmé, že huminové látky v krmivu byly více účinné než ve vodě. Například při suplementaci 0,7 % huminových látek v krmivu se zvýšil výtěžek jatečně upraveného těla ze 73,81 % (skupina bez suplementace) na 74,07 %. U kohoutů byl stanoven pozitivní vliv díky suplementaci huminové kyseliny na reprodukční parametry. Během experimentu byl použit herbicid (Roundup), který snížil životaschopnost spermií. Pokud byla použita huminová kyselina, výrazně se tím zvýšila životaschopnost spermií. Pozitivní vliv huminové kyseliny, na produkční parametry, byl projeven také u krůt. Kde byla zvýšena živá hmotnost, tloušťka skořápky, míra plodnosti a líhivosti. Hmotnost byla vyšší při suplementaci huminové kyseliny a to o 243,75 g. Vědci tento pozitivní vliv připisovaly k důsledku stabilizace střevní mikroflóry a následně lepšího využití živin krmiva. A to vše díky huminové kyselině. U bažantů se projevil vliv huminových látek neutrálně až negativně na užitkové parametry. Při suplementaci 0,5 % huminových látek v krmivu nebyl prokázán příznivý vliv na spotřebu krmiva, konverzi živin, množství vyprodukovaných vajec a jejich hmotnost. V některých studiích docházelo i k poklesu hmotnosti a produkce vajec. Z podstatné většiny výzkumů bylo u křepelk docíleno podobných výsledků jako u bažantů, tedy nijak příznivých. Vědci došli k závěru, že huminové látky mají příznivý vliv na parametry užitkovosti u hospodářsky chované drůbeže.

Klíčová slova: Huminy, výživa drůbeže, produkce, křepelky, bažanti, krůty, huminové látky

Humic substances in poultry nutrition

Summary

The work dealt with the use of humic substances in the nutrition of farmed poultry. The study found that humic substances reacted in different ways, positively, neutrally or negatively to performance parameters. In broiler chickens, a rather negative effect on performance was investigated. This is to reduce live weight and, conversely, to increase feed intake. Although some studies have shown that higher amounts of humic acid also increase weight gain. It also mattered in what form the humic substances were administered. It was clear from the experiments that the humic substances in the feed were more affective than in the water. For example, supplementation with 0.7 % of humic substances in feed increased carcass yield from 73.81 % (non-supplementation group) to 76.56 %. Humic substances have also been shown to neutralize the toxicity of aflatoxin in the poultry body. Thanks to humic acid, there was no reduction in live weight and increased mortality. The greatest positive effect on production was seen in laying hens. An increase was found in egg production, egg weight, but also in yolk color and shell quality. Supplementation with 6 mg of humic acid in the feed increased production from 68.80 % (non-supplementation group) to 74.07 %. A positive effect on humic acid supplementation on reproductive parameters was determined for turkeys. A herbicide (Roundup) was used during the experiment, which reduced sperm viability. When humic acid was used, it significantly increased sperm viability. The positive effect of humic acid on production parameters was also manifested in turkeys. Where live weight, shell thickness, fertility and hatchability were increased. The weight was higher when supplementing humic acid by 243.75 g. The researchers attributed this positive effect to the stabilization of the intestinal microflora and consequently better utilization of feed nutrients. And all thanks to humic acid. In pheasants, the effect of humic substances had a neutral to negative effect on utility parameters. Supplementation of 0.5 % humic substances in feed did not show a favorable effect on feed consumption, nutrient conversion, the number of eggs produced and their weight. In some studies, there was also a decrease in weight and egg production. The vast majority of research on quails has yielded similar results as pheasants. The researchers concluded that humic substances do not have a very significant effect on performance parameters.

Keywords: Humic, poultry nutrition, production, japanese quails, pheasant, turkey, humic substances

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Huminové látky	10
3.1.1 Vznik huminových látek (HL)	10
3.1.1.1 Ligninová teorie	11
3.1.1.2 Polyfenolová teorie	12
3.1.1.3 Kondenzace cukrů s aminy	12
3.1.2 Huminové kyseliny (HA)	12
3.1.3 Fulvokyseliny (FK)	12
3.1.4 Huminy	13
3.1.5 Struktura huminových látek	13
3.1.5.1 Prvkové zastoupení	13
3.2 Účinky huminové kyseliny jako krmná přísada	14
3.2.1 Huminová kyselina jako stimulátor růstu	14
3.2.2 Vliv huminové kyseliny na produkci vajec	14
3.2.3 Vliv huminové kyseliny na stravitelnost a využití živin	15
3.2.4 Vliv huminové kyseliny na počet životaschopných mikroorganismů	15
3.2.5 Vliv huminové kyseliny na růst plísní a imunitní odpověď	15
3.3 Huminové látky u brojlerových kuřat	16
3.3.1 Experiment z kompostového výluhu	16
3.3.2 Vliv huminové kyseliny na hmotnost a konverzi živin	17
3.3.2.1 Výsledky výzkumu	17
3.3.3 Vliv na růst a hmotnost jatečně upraveného těla	18
3.3.3.1 Výsledky výzkumu	19
3.3.4 Vliv huminové kyseliny na aflatoxiny	20
3.3.4.1 Výsledky výzkumu	20
3.4 Huminové látky u nosnic	21
3.4.1 Vliv huminové kyseliny ve vodě na užitkovost a kvalitu vajec	21
3.4.1.1 Výsledky výzkumu	21
3.4.2 Huminové látky u kvality skořápky a její parametry	22
3.4.2.1 Výsledky výzkumu	23
3.5 Huminové látky u kohoutů	24
3.5.1 Vliv huminové kyseliny na exponované krmivo Roundupem	24

3.5.1.1	Výsledky výzkumu	25
3.6	Huminové látky u krůt	26
3.6.1	Výsledky výzkumu	27
3.7	Huminové látky u bažantů	28
3.7.1	Výsledky výzkumu	28
3.8	Huminové látky u křepelk	29
3.8.1	Výsledky výzkumu	29
3.8.2	Vliv HA a semen černého kmínu na růst, znaky JUT a parametry krve	29
3.8.3	Vliv červí moučky a vermi-humusu na produkční parametry.....	31
3.8.3.1	Výsledky výzkumu	32
4	Závěr	33
5	Literatura.....	34
6	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	38

1 Úvod

Během předchozího desetiletí byl drůbežářský průmysl nejaktivnějším a nejrychleji rostoucím odvětvím na celosvětovém trhu výroby masa pro lidskou spotřebu (Maguey-González et al., 2022). Proto se téma huminové látky ve výživě drůbeže zařadilo mezi současné studie. Mohlo by se jednat o racionální krmení s využitím biologicky aktivních látek, které aktivují trávicí a metabolické procesy a podporují přeměnu živin krmiva. Aplikace huminových látek u drůbeže je různorodá, ale jejich použití jakožto doplňkového krmiva v současné době není dostatečně prozkoumáno (Bezuglova & Klimenko, 2022). Bylo již provedeno několik studií, ale ne vždy se docílilo přesných výsledků, ze kterých by se dalo s jistotou říct, zda mají stoprocentní úspěšnost využití. Nejen z tohoto důvodu se provádí další pokusy, ale i z trendu zvyšovat produktivitu zvířat, a naopak snižovat náklady na krmivo. Zvýšení produkce u zvířat by mělo být docíleno s co nejúčinnějším využitím zdrojů, aniž by bylo ohroženo zdraví zvířete či lidí. Antibiotika podporující růst jsou v Evropské unii zakázána, proto se hledala alternativa, která neškodí zdraví (Maguey-González et al., 2022). V současné době jsou huminové látky považovány za alternativní přísadu, která nahrazuje antibiotické stimulatory růstu (Jad'uttová et al., 2019). Frakce huminových látek vstupují do buňky a účastní se metabolických procesů, přispívají k optimalizaci průchodu anorganických iontů střevní stěny, čímž podporují vstřebávání minerálů nezbytných pro normální fungování organismu (Bezuglova & Klimenko, 2022). „Z již provedených studií bylo zjištěno, že huminové látky přidané buď v krmivu anebo vodě zlepšují většinu produkčních parametrů, jako jsou“ hmotnostní přírůstky, konverze krmiva, produkce vajec, zvýšení jatečné výtěžnosti a také mají antistresové účinky (Maguey-González et al., 2022). U každé skupiny drůbeže se huminové látky projevovaly jiným způsobem, a proto bylo hlavním úkolem této práce vytvořit přehled využití jednotlivých skupin huminových látek ve výživě drůbeže.

2 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce, bylo vytvořit, co nejpodrobnější literární rešerši na téma využití huminových látek ve výživě hospodářsky chované drůbeže.

3 Literární rešerše

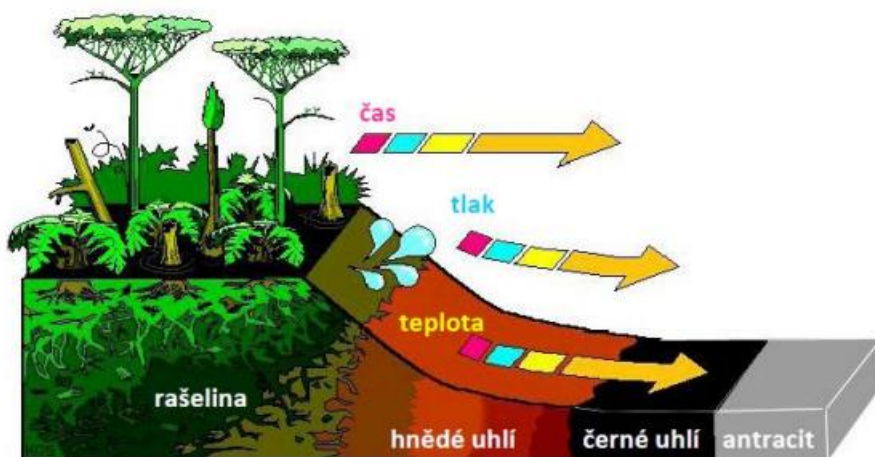
3.1 Huminové látky

Huminové látky, hlavní složka půd a sedimentů patří chemicky a biologicky mezi aktivní uhlíkaté organické sloučeniny, které jsou důležitou složkou humusu (Schnitzer 1978). Mezi huminové látky řadíme frakce zeminy, rašeliny, hnědé uhlí a lignitu (Rimnac et al., 2014). Základní prvky huminových látek jsou uhlík, vodík, kyslík a síra (Márová, 2009). Vzhledem ke svým pozitivním fyzikálním, chemickým a biologickým účinkům, jsou široce rozšířeny po celé zemi. Vyskytují se téměř ve všech suchozemských i vodních prostředích (horské toky, dystrofická jezera, moře, oceány) (Schnitzer 1978). HL vznikají chemickou a biologickou degradací rostlinných a živočišných zbytků a syntetickou činností mikroorganismů (Bělušová, 2019). Tyto vytvořené produkty mají tendenci se spojovat do složitějších chemických struktur, které jsou více stabilní než výchozí produkty, proto nelze HL považovat za přesně definované molekuly (Schnitzer, 1978). Proto je lepší tyto látky charakterizovat na základě jejich vlastností, mezi které patří prevalence aromatických struktur a přítomnost iontových struktur, včetně karboxylových a fenolických skupin, které ovlivňují rozpustnost huminových látek a způsobují komplexaci kovů a dalších látek. Huminové látky jsou sloučeniny hnědé a černé barvy. Využívají se především v agrochemii, aplikované ekologii, humánní a veterinární medicíně (Rimnac et al., 2014). Existují tři základní skupiny huminových látek:

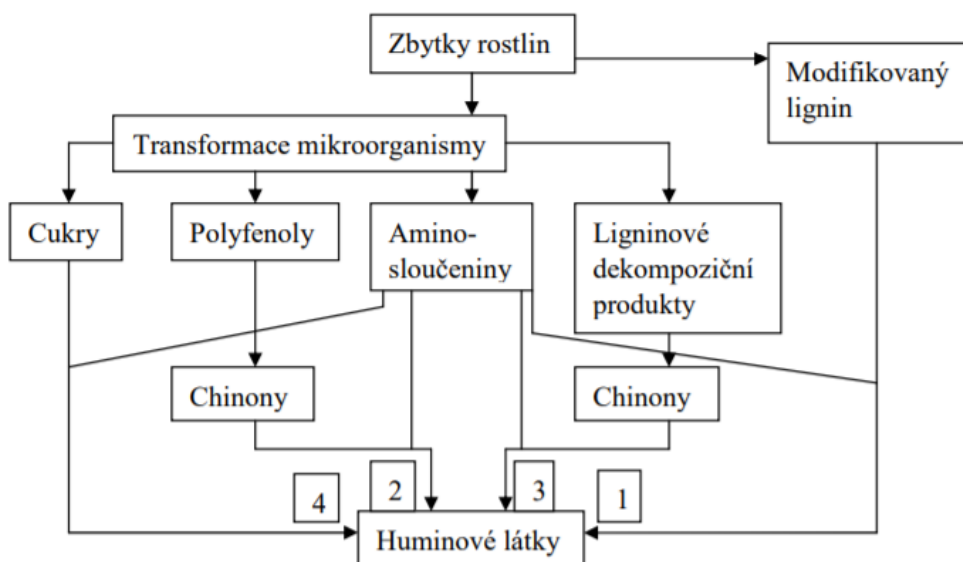
- Huminové kyseliny
- Fulvokyseliny
- Huminy

3.1.1 Vznik huminových látek (HL)

HL vznikají chemickou a biologickou degradací rostlinných i živočišných zbytků a syntetickou činností mikroorganismů. Je to proces humifikace. Vzniklý humus se hromadí v půdě, rašeliništích a dnových sedimentech. Při kontaktu s vodou se nejprve při rozkladném procesu tvoří částečně rozpustné huminové kyseliny a fulvokyseliny. V poslední řadě nerozpustné huminy. Huminové látky se v půdě vyskytují od jednotek procent až k nejbohatšímu osmdesátiprocentnímu zastoupení v rašelině. V lignitu a hnědém uhlí je obsah dvacet až třicet procent. V České republice jsou jedny z nejkvalitnějších oxihumolitů (mladé, hnědé uhlí) na světě (Bělušová, 2019). Hnědé uhlí se zpracovává především na alkalické humáty, jako jsou humát sodný a humát draselný (Rimnac et al., 2014). V malé míře pak na jiné deriváty huminových látek, a to čisté huminové kyseliny a humáty kovů (Rimnac et al., 2014).



Obrázek 1 Vlivy pro vznik huminových látek, zdroj: (Bělušová, 2019)



Obrázek 2 Vznik huminových látek, zdroj: (Potočková, 2013)

3.1.1.1 Ligninová teorie

Několik let se předpokládalo, že hlavním zdrojem huminových látek v půdě je lignin. Podle této teorie není lignin plně využit půdními mikroorganismy a může se podrobit mnoha změnám zahrnujícím ztrátu methoxylových skupin a bočních alifatických řetězců. V běžných aerobních půdách je lignin přeměňován na HL nebo odbourán na nízkomolekulární produkty. Tento způsob vzniku HL probíhá ve větší části v humusu rašelinišť, jezerních sedimentech a špatně odvodnitelných půdách (Potočková, 2013).

3.1.1.2 Polyfenolová teorie

Další z názorů je, že hlavní stavební jednotky HL vznikají z polyfenolů ligninového původu nebo jsou syntetizovány mikroorganismy. Předpokládá se, že huminové látky se tvoří v půdě běžně při procesu, kde dochází k rozpadu všech rostlinných biopolymerů na jejich monomerní strukturní jednotky (Potočková, 2013).

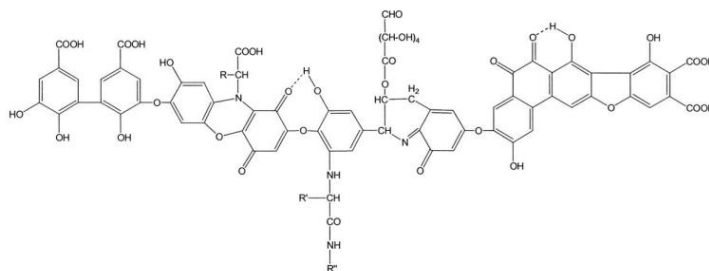
3.1.1.3 Kondenzace cukrů s aminy

Počáteční reakce tohoto způsobu vzniku huminových látek zahrnuje kondenzaci aminové skupiny aminokyselin s aldehydicou skupinou cukrů za vzniku Schiffovy fáze s N-substituovaného glykosylaminu. Po sobě jdoucí reakce jsou příčinou rozpadu a ztráty molekul vody za vzniku troj uhlíkových aldehydů a ketonů. Tyto sloučeniny jsou velmi reaktivní a můžou okamžitě polymerizovat v přítomnosti aminokyselin za vzniku hnědě zbarvených produktů podobných HL (Potočková, 2013).

Všechny čtyři výše uvedené teorie pro vznik HL probíhají v půdě současně, v různém rozsahu podle důležitosti. Ligninový způsob vzniku HL je u chudých, vyčerpaných a mokrých půd. Vznik z polyfenolů může převažovat v lesních půdách. Cukry a aminy jsou hlavní při syntéze v půdě, kde se vyskytují hojně a prudké výkyvy kontinentálního podnebí (Potočková, 2013).

3.1.2 Huminové kyseliny (HA)

Látky, které jsou při hodnotách pH <2 nerozpustné ve vodě, ale zcela rozpustné v alkalických roztocích. Typická barva je hnědá až hnědočerná (Bělušová, 2019). V přírodě se vyskytuje v pevném stavu, ve formě koloidních roztoků i nabobtnalých gelů. O huminových kyselinách můžeme říci, že to jsou neurčité polydisperzní směsi různorodých polyelektrolytů a chovají se jako slabé polyelektrolytické kyseliny. Kyselosti v HA je většinou způsobená obsahem karboxylových a fenolických OH skupin. Tyto kyseliny jsou absorbenty, iontoměniči, biochemické regulátory a zásobárny (Potočková, 2013).



Obrázek 3 Vzorec huminové kyseliny, zdroj: <http://www.ihss-cz.cz/content/file/O%20huminov%C3%BDch%20l%C3%A1tk%C3%A1ch/Frakce%20HL.pdf>

3.1.3 Fulvokyseliny (FK)

Látky rozpustné ve vodě s jakoukoliv hodnotou pH. Nejsvětější z HL, jejich barva je světle žlutá až žlutohnědá (Bělušová, 2019). Kromě nejsvětější barvy mají také nejnížší molekulární hmotnost a nejnížší stupeň polymerace. Obsahují vyšší podíl kyslíku než uhlíku (Potočková Jana, 2013). Fulvokyseliny plní funkci „transportní“, tedy nosiče živin. Jsou kyselější a jejich roztoky mohou dosahovat ještě nižších hodnot pH (Márová, 2009.). Obsahují více karboxylových a hydroxylových skupin než huminové kyseliny. Na rozdíl od huminových

kyselin se všechny vázaný kyslík v FK nachází ve funkčních skupinách. Vázaný kyslík v HA se vyskytuje jako strukturální část jádra molekuly (Bělušová, 2019).

3.1.4 Huminy

Látky zcela nerozpustné ve vodě, při jakékoliv hodnotě pH. Typická barva je černá, vyznačují se nejvyšším stupněm polymerace a nejvyšší molekulární hmotností. Obsahují více uhlíku než kyslíku (Potočková, 2013).

3.1.5 Struktura huminových látek

Sloučeniny se složitou strukturou. Dříve se považovaly za vysokomolekulární látky. V dnešní době převažuje názor, že huminové látky jsou spojeny Van der Waalsovými silami, vodíkovými můstky či π - π interakcemi (Bělušová VEDOUCÍ PRÁCE SUPERVISOR Ing Jiří Smilek, 2019). Základní struktura je jádro aromatického charakteru s kyslíkatými a dusíkatými heterocykly. Na jádro pak navazují řetězce alifatického charakteru a množstvím různých funkčních skupin. Zejména karboxylová (-COOH), hydroxylová (-OH), a to hlavně fenolová, alkoholická, methoxylová a karbonylová. Za příčinou kyselosti, komplexační a sorpční kapacity a polárního charakteru jsou karboxylové a fenolové skupiny (Márová, 2009). Díky hydrofilním a hydrofobním skupinám, které jsou navázané na jádra a bočních řetězcích, je možné utváření micelárních útvarů. Huminové látky tak mohou přilnout na povrch některých částic a ovlivnit jejich srážení nebo rozpustnost (Bělušová, 2019).

3.1.5.1 Prvkové zastoupení

Obsah prvků v huminových látkách závisí podle druhu substrátu (půda, lignit, rašelina), ze kterých jsou tyto látky izolovány. Největší zastoupení v huminových látkách jsou kyslík a uhlík. Obsah uhlíku je okolo 50-60 hmot. %, kyslík pak od 30-35 hmot. %. Fulvokyseliny mají nižší obsah uhlíku okolo 40-50 hmot. %, naopak vyšší podíl kyslíku kolem 44-50 hmot. %. V menším množství je pak zastoupen vodík (4-6 hmot. %), dusík (2-6 hmot. %), síra (0-2 hmot. %) a fosfor. Z praktického hlediska se velmi často zastoupení prvků udává v poměru, a to jako H/C a O/C. Tyto poměry jsou často používány jako indikátory huminových látek a pro určení zastoupení funkčních skupin v molekule. Nižší hodnoty poměru H/C a O/C mohou znamenat vyšší zastoupení kyslíkatých funkčních skupin (-COOH) a cukerných složek, dále to může znamenat vyšší zastoupení alifatických složek v molekule. Z hlediska funkčních skupin u huminových kyselin připadá větší část kyslíku na chinon než na karboxylové, karbonylové a hydroxylové skupiny. Což vysvětluje schopnost u HA vázat aminokyseliny a umožňovat výměnu volných elektronů mezi dusíkem aminokyselin a chinolinovými skupinami. Tato vlastnost se může projevit jako zdroj potenciální biologické aktivity, vazebných a sorpčních schopností. Přítomnost v daných systémech ovlivňuje chemické a biochemické procesy. U fulvokyselin naopak připadá více kyslíku na ketonické skupiny (Potočková, 2013).

Parametr	Fulvokyseliny	Huminové kyseliny	Huminy
zbarvení			
obsah uhlíku [hm.%]	45	55	> 60
obsah kyslíku [hm.%]	48	37	–
obsah dusíku [hm.%]	1,2	2	–
sorpce živin	vysoká	vysoká	nízká

zvyšování molekulové hmotnosti
snižování stupně rozpustnosti
snižování výměnné kyselosti
nárůst obsahu uhlíku
pokles obsahu kyslíku

Obrázek 4 Složení huminových látek, zdroj: (Bělušová, 2019)

3.2 Účinky huminové kyseliny jako krmná přísada

Huminové kyseliny se zařadily mezi široce používané jako alternativní růstový stimulátor pro zlepšení užitkovosti a zdraví zvířat. Antibiotika jsou široce spektrálně používaná ke zlepšení růstu zvířat. Bylo však zjištěno, že mají negativní dopad, protože jejich reziduální účinek u drůbeže způsobuje mnohočetné problémy související s lidským zdravím. Z důvodu, že způsobují bakteriální rezistenci u drůbeže (Shaiful Islam et al., 2005). Jsou proto antibiotika v Evropské unii zakázána jako stimulátor růstu. Proto se v současnosti používají jako stimulátory růstu organické kyseliny, rostlinné extrakty, enzymy, probiotika a probiotika (Arif et al., 2019). Z výzkumu bylo prokázáno, že humáty a huminové látky vyvolávají klíčivost semen, přenášejí mikroživiny z půdy do rostlin, zvyšují zadržování vody a mikrobiální počty v půdě (Arif et al., 2016). Studie ukázala, že huminová kyselina dokáže ovlivnit spotřebu a účinnost krmiva na přírůstek hmotnosti kuřat, zvýšení hmotnosti vajec i samotnou produkci vajec. Dále může být také použita jako stimulátor růstu drůbeže. Mohla by také posílit imunitu drůbeže a snížit různé druhy stresů. Kromě všech těchto účinků působí huminová kyselina jako antibakteriální činidlo a mohla by snížit růst plísní a následně snížit hladinu toxinů (Arif et al., 2019).

3.2.1 Huminová kyselina jako stimulátor růstu

HL (huminové látky) jsou přírodní stimulátory růstu, které se využívají pro své antioxidační, protiplísňové, detoxikační a antiseptické vlastnosti. Největší rozkvět těchto látek nastal při zákazu využití antibiotik v EU. U nosnic a brojlerů byl prokázán zvětšený růst při přidání HA do pitné vody či krmiva. U brojlerů byly pozorovány zvýšené hmotnostní přírůstky, účinnosti a konverze krmiva. Také u slepic bylo vysledováno zvýšení produkce vajec, příjmu krmiva, hmotnosti vajec a také kvality vajec. Z vědeckého výzkumu bylo zjištěno, že huminové kyseliny zvyšují příjem potravy a stravitelnost živin zvýšením délky klků a následně, když se délka klků zvětší, zvětší se i plocha pro absorpci živin. Díky absorpci živin se i výkonnost růstu zvyšuje. Další z účinků huminových kyselin je schopnost udržovat stabilní střevní mikroflóru a poskytuje ochrannou vrstvu před proniknutím mikrobů a dalších toxických látek před vstupem do střeva (Arif et al., 2019).

3.2.2 Vliv huminové kyseliny na produkci vajec

Slepice krmené dietou s obsahem huminových kyselin v množství 0,1, 0,2 a 0,3 % měly prokazatelně lepší hmotnost a produkci vajec ve srovnání s kontrolními slepicemi. Naopak při použití huminových látek v 5-10 % v potravě bylo zaznamenáno zlepšení hmotnosti vajec, ale

pokles v samotné produkci. U brojlerů při krmení dietou doplněnou huminovými látkami, nebyl zjištěn žádný významný vliv na příjem krmiva, účinnost krmiva, hmotnost vajec, produkci vajec, úmrtnost, kvalitu vajec, tloušťku skořápky. Zjistilo se tedy, že při zkrmování dietou s huminovou kyselinou se zvedla produkce vajec. Ale při použití diety s huminovými látkami nebyl žádný efekt na poměr konverze živin, hmotnosti žloutku a hmotnosti vajec (Arif et al., 2019).

3.2.3 Vliv huminové kyseliny na stravitelnost a využití živin

Experiment, který sledoval vliv humátu sodného na metabolismus a produktivitu drůbeže ukázal, že různé hladiny humátu sodného zlepšily stravitelnost a metabolismus živin. A to změnou rozdělení živin v krmivu. Zlepšená stravitelnost živin byla díky udržení střevní mikroflóry, na kterou působila huminová kyselina. Další pozitivní vlastnost při přidání HA jsou zlepšení využití živin a růstový výkon. Podobně byl zkoušen efekt za použití huminových kyselin do pitné vody. Zde bylo také prokázáno zlepšení zdraví střev a zlepšení využití živin. Proto se vědci shodli, že přidání humátu (2,5 kg/t) v krmení výrazně zlepšilo všechny vyjmenované vlastnosti (Arif et al., 2019).

3.2.4 Vliv huminové kyseliny na počet životaschopných mikroorganismů

(Md Shaiful Islam et al., 2005) uvedl, že huminové látky mohou příznivě ovlivňovat produktivnost zvířat úpravou mikroflóry ve střevech s následnou stabilizací vnitřního prostředí v tenkém střevě, kde následně může docházet k lepšímu využití živin. Huminová kyselina dokáže příznivě ovlivňovat funkci střev a následně ochraňovat proti infekcím. HA ovlivňuje látkovou přeměnu sacharidů a bílkovin mikroorganismů a ty následně ničí patogenní viry a bakterie. Huminové látky mají také dobrou pufrací kapacitu a mohou ovlivňovat střevní pH (Arif et al., 2019). Bylo zjištěno, že některé přírodní huminové deriváty mají inhibiční schopnosti. A to na druhy jako jsou *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* a *Staphylococcus epidermidis* (Riede et al., 1991). Je tedy prokázáno, že huminová kyselina dokáže stabilizovat střevní mikroflóru a následně zajišťuje lepší využití živin v krmivu pro drůbež (Arif et al., 2019).

3.2.5 Vliv huminové kyseliny na růst plísňí a imunitní odpověď

Huminová kyselina má potenciál inhibovat růst plísňí, bakterií a následně snižovat hladiny jejich toxinů. Díky svému ochrannému vlivu může snižovat nebo zcela zabraňovat absorpci toxických metabolitů. Imunostimulační vlastnosti HA byly zkoumány z důvodu zvýšení imunitní síly a zdravotního stavu zvířat. Zahrnutá HA do stravy, která zlepšuje imunitní vývoj u brojlerů a může hrát důležitou roli v růstu imunitních orgánů, hlavně brzlíku a Fabriciovi burzy, které řadíme mezi hlavní prvky ptačího imunitního systému. U brojlerových kuřat krmených HA bylo odhaleno výrazné zvýšení lymfocytů, leukocytů a globulinu (α , β a γ). Huminová kyselina má nutriční vlastnosti, které zlepšují aktivitu neutrofilů, což by mohlo ovlivnit ochranu před patogenními bakteriemi a snižovat tak rychlost úmrtnosti během aktivní bakteriální infekce. Konečné dopady HA na zlepšení imunity by mohly být tedy způsobeny díky antivirovým vlastnostem, aktivací neutrofilů, fagocytární aktivací leukocytů, schopnosti zabránit kolonizaci střev patogeny a v poslední řadě zlepšení nutričních hodnot krmiva (Arif et al., 2019).

3.3 Huminové látky u brojlerových kuřat

Z veterinárního hlediska se huminové látky v Evropě používají jako proti průjmová, analgetická, imunostimulační a antimikrobiální činidla. Jak již víme, hlavními látkami HL jsou HA, FK a huminy. Jedná se tedy o komplexní směs alifatických nebo aromatických sloučenin se specifickým obsahem funkčních skupin. Koncentrace těchto látek se liší podle toho, z které suroviny pochází. Huminové látky můžeme čerpat z obnovitelných zdrojů, jako jsou kompost a červí kompost nebo neobnovitelných, to jsou lignit (hnědé uhlí) a leonardit. V posledních dvaceti letech se provádí testy na různé zdroje HL, HA a FK jako stimulatory růstu v krmivech nebo v pitné vodě u drůbeže. Z provedených testů bylo zjištěno, že u brojlerových kuřat došlo ke zlepšení tělesné hmotnosti, konverze živin, obsahu popela v holenní kosti, obsahu dusíku a energie, ale i k prodloužení délky klků jejunální sliznice. Dalšími zajímavostmi jsou zvýšená antioxidační aktivita u ptáků chovaných v normálních i stresových podmínkách a snížený počet *E. Coli* v tenkém střevě. Již v předchozích studiích se HL získávaly z červího kompostu. Brojlerům se podávaly buď v pitné vodě, nebo v krmivu. Dosahovalo se povzbudivých výsledků, u brojlerů, kterým se podal výluh z červího kompostu ve vodě, byl zjištěn nižší poměr konverze živin a vyšší energetická stravitelnost, dále vyšší retence sušiny, popela, dusíku a energie. Naopak kuřata, která byla krmena HA extrahovanou ze stejného červího kompostu, vykazovala vyšší střevní viskozitu, sníženou bakteriální jaterní translokaci a markrů propustnosti střeva (Gomez-Rosales & de L Angeles, 2015).

3.3.1 Experiment z kompostového výluhu

Cílem experimentu bylo vyhodnocení růstové schopnosti, retence živin, ileální stravitelnost dusíku a energie. Výzkum se prováděl na 140 samcích brojlerů Ross B308 ve věku od 21 do 49 dnů. Brojleři se chovali v klecích se síťovanou podlahou. Výluh z červů byl podáván v pitné vodě a to ve 4 stupních (0 %, 10 %, 20 %, 30 %). KD byla založena na kukuřičném a sójovém šrotu. Experiment byl rozdělen do dvou částí: Pěstitelská dieta, která byla od 21 do 35 dne věku a dokončovací dieta, která pokračovala od 36 do 49 dne věku. Antikokcidika a antibiotické růstové stimulatory se do KD nepřidávaly. Tělesná hmotnost byla zaznamenána na začátku a na konci pokusu, nabízené a odmítnuté krmivo bylo zaznamenáno každý týden pro stanovení příjmu krmiva v (g/d), přírůstku hmotnosti (g/d) a konverze krmiva (Gomez-Rosales & de L Angeles, 2015).

Tabulka 1 Výsledky výzkumu, zdroj: (Gomez-Rosales & de L Angeles, 2015)

Položky	0 %	10 %	20 %	30 %
Spotřeba vody (ml/d)	351,82	322,11	319,77	338,13
Spotřeba HA (µg/d)	0,00	15,14	30,06	47,68
Spotřeba FA (µg/d)	0,00	4,5	8,95	12,52
Spotřeba THA (µg/d)	0,00	19,65	39,01	60,20
Počáteční hmotnost (g)	1978,4	1747,1	1757,6	1807,6
Konečná hmotnost (g)	3156,8	3047,4	3078,8	3095,8
Příjem krmiva (g/d)	171,7	168,5	169,8	168,2
Přírůstek hmotnosti (g/d)	75,3	75,7	78,8	75,2
Konverze živin	2,29	2,27	2,16	2,26

Stejný výzkum prováděli (Domínguez-Negrete et al., 2021) jen výluh obsahoval 0,15, 0,30, a 0,45 % HL. V této studii se ukázalo, že brojleři suplementovaní zvyšujícími se hladinami HL měli snížené hodnoty příjmu krmiva za den v různých produkčních obdobích, ale podobné denní přírůstky oproti kontrolní skupině. Výsledky naznačovaly, že HL z kompostu lze použít v krmivu pro brojleři. Naopak ve studii, kterou prováděli (Domínguez-Negrete et al., 2019) nebyl zjištěn pozitivní vliv na hmotnost, konverzi krmiva a příjem krmiva. Výsledky spíše ukázaly zhoršení parametrů oproti kontrolní skupině. (Bahadori et al., 2017) zjistili nižší příjem krmiva, ale naopak vyšší hmotnostní přírůstky u skupin suplementovaných vermihumusem. Vše záviselo na množství vermihumusu. Čím více ho bylo, tím se zvyšoval hmotnostní přírůstek, a naopak snižoval příjem krmiva.

3.3.2 Vliv huminové kyseliny na hmotnost a konverzi živin

Během výzkumu byly provedeny dvě studie na jednoletých kohoutcích brojlerů. Byli chováni v podlahových kotcích za stálého svícení 23 hodin. Krmivo bylo na bázi kukuřice nebo sóji. Huminová kyselina byla kuřatům podávána v krmivu a voda byla ad libitum. První pokus byl prováděn 28 dní (4 týdny) a druhý 35 dní (5 týdnů). Kuřata byla rozdělena do 4 skupin, první byla kontrolní a neobsahovala HA, druhá byla suplementována 0,5 % HA, třetí 1,0 % HA a čtvrtá pak 2,5 % HA. První studie byla sestavena z 35 kuřat na skupinu a druhá studie z 25 kuřat na skupinu. Tělesná hmotnost byla vážena všem na začátku pokusu a poté se měřila jednou týdně. Každý týden se také zaznamenávala mortalita a spotřeba krmiva na skupinu. Před porážkou bylo 13 kuřat z každé skupiny zváženo a odebrána krev (Rath et al., 2006).

3.3.2.1 Výsledky výzkumu

U obou studií byla mortalita zanedbatelná, a to bez rozdílu mezi kontrolní a ostatními skupinami. Nicméně kuřata krmena huminovou kyselinou vykazovala nižší tělesnou hmotnost,

ale naopak vyššího poměru konverze živin než kontrolní skupina. Čím více se zvyšoval podíl HA v krmivu, tím více klesala hmotnost a v opačném případě se zvyšoval poměr konverze krmiva (Rath et al., 2006).

Tabulka 2 Výzkum jedna, zdroj: (Rath et al., 2006)

Parametry	Tělesná hmotnost (kg)	Poměr konverze živin
Kontrolní skupina	1,21	0,66
Druhá skupina	1,11	0,72
Třetí skupina	1,09	0,72
Čtvrtá skupina	0	0

Tabulka 3 Výzkum dva, zdroj: (Rath et al., 2006)

Parametry	Tělesná hmotnost (kg)	Poměr konverze živin
Kontrolní skupina	1,63	0,62
Druhá skupina	0	0
Třetí skupina	1,51	0,66
Čtvrtá skupina	1,45	0,71

Závěrem lze říct, že vysoké koncentrace HA v krmivu snižují tělesnou hmotnost, a naopak zvyšuje poměr konverze živin (Rath et al., 2006). V našem případě je to nevýhodné, z důvodu snahy zvýšit tělesnou hmotnost, a naopak snížit konverzi krmiva. Podobných výsledků dosáhli také (Jađuttová et al., 2019), kde experimentální skupiny neměly příliš zvýšenou tělesnou hmotnost ani přírůstky hmotnosti ve srovnání s kontrolní skupinou. Naopak konverze krmiva se oproti kontrolní skupině zlepšila. Velmi podobné názory měla také skupina (Ozturk et al., 2012), kde také potvrdili zvýšení hmotnosti díky suplementaci HL. Také ve výzkumu u (Nad' et al., 2021) nebyly sledovány žádné příznivé účinky HA.

3.3.3 Vliv na růst a hmotnost jatečně upraveného těla

Cílem výzkumu bylo získání dat o účincích humátů na hmotnost jatečně upravených těl břišního tuku u brojlerových kuřat. Čtyři sta kuřat (Issa Brown) bylo náhodně rozděleno do dvaceti patrových kotců. Krmné diety byly situovány do čtyř skupin. První dieta neobsahovala žádné přísady humátu do startéru nebo pěstírny (NAFH), v druhé dostávaly humáty od 0 do 21 dne (FH0-21). Třetí dieta byla s také s přísadkou humátu a krmena od 22 do 42 dne (FH22-42), čtvrtá dieta byla také stejná, jen byla krmena od 0-42 dne (FH0-42). Humáty byly přidávány do diety v množství 2,5 kg/t krmiva. Krmivo a voda byly podávány ad libitum. Drůbež byla na dřevěných hoblinách a pod nepřetržitým osvětlením. Vázení proběhlo při vylíhnutí, ve 21 a 42 dnech. Po 42 dnech byli dva brojleři z každého kotce analyzováni a zvázeni před zpracováním. Zbylá drůbež byla poražena podle halal zvyků (pokus prováděn v Turecku). Jatečně upravená těla byla bez krku, drobů a nohou. Poté byla zvážena, následně se odebral břišní tuk, který byl také zvážen (Kocabag et al., 2002).

3.3.3.1 Výsledky výzkumu

Tabulka 4 Produkční parametry, zdroj: (Kocabag et al., 2002)

Dietní KD	Hmotnost při líhnutí (g)	Živá hmotnost (g) (21 dní)	Živá hmotnost (g) (42 dní)	Konverze krmiva (g)	Celková mortalita (%)
NAFH	45,6	758	2,346	1,68	8
FH0-21	45,5	735	2,394	1,74	1
FH22-42	44,9	749	2,451	1,67	5
FH0-42	44,6	737	2,428	1,71	7

Na základě získaných hodnot viz tabulka čtyři je tělesná hmotnost kuřat (42 dní) krmených FH22-42 je vyšší než ty u krmených NAFH. Zatímco hmotnosti brojlerů krmených FH0-21 a FH0-42 byly poměrně podobné. Pokud jde o celkovou mortalitu, tak nejnižší byla u kuřat krmených FH0-21. Z celkové studie bylo zjištěno, že podáním humátů od 22 do 42 dní bylo výrazně ovlivněno zvýšení hmotnosti a to o 4,28 % než NAFH. U kuřat krmených od 0 do 21 dní a od 0 do 42 dní vedlo ke zvýšení hmotnosti o 2,00 a 3,38 %, respektive ve srovnání se skupinou NAFH. Nejprínosnější skupinou z pohledu jatečně upraveného těla vítězí FH22-42, která má 74,56 %. Následuje skupina FH0-42 s využitím 74,18 %, dále skupina FH0-21 s 73,47 %. Výzkumem bylo zjištěno, že při použití Menefee humátu (MH) v 0,5% zastoupení výrazně ovlivnilo zlepšení hmotnosti do 42. dne u samic a zlepšila se kumulativní konverze krmiva do 35. dne. Naopak se zvýšila mortalita, což je velmi negativní vlastnost. Při přidání MH do krmné dávky v 1 % se výrazně snížila hmotnost břišního tuku ve srovnání s krůtami krmenými 0,5 % MH. Vědci předpokládali, že by humáty mohly ovlivňovat produktivitu drůbeže změnou mikroflóry v gastrointestinálním systému, např. u slepého střeva zjistili, že krmením MH při různých hladinách není ovlivněna koncentrace mastných kyselin a aminokyselin. Naopak se potvrdilo, že při zvýšeném zkrmování MH bylo zvýšené zastoupení populace *Escherichia coli* (Kocabag et al., 2002).

Tabulka 5 Parametry po porážce, zdroj: (Kocabag et al., 2002)

Dietní KD	Hmotnost brojlerů (g)	Hmotnost horkého těla (g)	JUT (%)	Břišní tuk (%)
NAFH	2519	1862	73,89	1,97
FH0-21	2600	1910	73,47	2,04
FH22-42	2641	1968	74,56	2,18
FH0-42	2670	1981	74,18	2,19

Podobný výzkum prováděla skupina (Hudák et al., 2021), která se zaměřila na vliv huminových látek na kvalitu masa. Došli k závěru, že pokud je použita suplementace 0,7 % HL do krmiva, významně se tím ovlivní složení a kvalita masa. Například konečná hmotnost u kontrolní skupiny byla 2319,00 g, experimentální skupina měla hmotnost 2387,07 g. Výtěžek z jatečně upraveného těla byl u kontrolní skupiny 73,81 %, u experimentální skupiny pak 76,56 %. Usoudili, že HL představuje dobrý potenciál pro výrazné zvýšení kvality produkovaného masa, a také pro případné zlepšení růstových parametrů drůbeže. Také (Semjon et al., 2020) zjistili, že HL v krmivu ovlivňuje fyzikálně-chemické a organoleptické vlastnosti masa. Výsledky ukázaly nižší ztrátu vody po tepelné úpravě u vzorků stehenního masa. Při suplementaci 0,8 % HL bylo prsní svalovina světlejší než při 1,0 % HL, kde bylo naopak maso červenější. Barevné změny u prsního a stehenního masa měla také skupina (Ozturk et al., 2012), kde potvrdili, že při nižší suplementaci HL bylo maso světlejší a u vyšší naopak červenější.

3.3.4 Vliv huminové kyseliny na aflatoxiny

Aflatoxiny (AF) jsou považovány za silné mykotoxiny produkované hlavně *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* a jsou hlavním problémem v chovu drůbeže. Toxicita aflatoxinů u brojlerů byla široce zkoumána pro jejich karcinogenní, mutagenní, teratogenní a růstové inhibiční účinky. U drůbeže způsobují sníženou užitkovost, špatnou konverzi živin, apatii, anorexii, sníženou rychlost růstu, sníženou produkci vajec a zvýšenou mortalitu. Navíc aflatoxin B1 (AFB1) je známý jako mykotoxin, který lze nalézt v játrech brojlerů a vejcích nosnic. Tento toxin byl klasifikován jako karcinogenní látka pro člověka. Z tohoto důvodu byla v mnoha zemích zavedena legislativa omezující povolené hladiny AF v živočišných produktech. Pro výzkum bylo náhodně vybráno 200 kuřat Ross brojlerů, která byl a krmena KD po dobu 42 dnů. Brojleři byli rozděleni do 5 skupin, kde T1 byla kontrolní, T2 obsahovala přídavek 100 µg AFB1/kg krmiva, T3 100 µg AFB1/kg + 0,1 % HA, T4 100 µg AFB1/kg + 0,2 % HA a T5 obsahovala 100 µg AFB1/kg + 0,3 % HA. U brojlerů se každý den prováděla kontrola na morbiditu a mortalitu. Na konci výzkumu byla provedena kontrola účinnosti huminové kyseliny v prevenci proti aflatoxikózy na parametrech produktivity, jako jsou tělesná hmotnost, spotřeba krmiva, poměr konverze krmiva a míry mortality. Pro analýzu reziduí AFB1 v játrech bylo vybráno 5 jater z každé skupiny. Rozemletý vzorek jater (50 g) byl smíchán s 5 ml 20% vodního roztoku kyseliny citrónové a křemelinou (10 g). Směs byla extrahována 100 ml dichlormethanu třepáním po dobu 30 minut. Zfiltrovaný extrakt byl vysušen přidáním Na₂SO₄ a znovu filtrován, zbylý podíl (20 ml) byl odpařen do sucha (Arafat et al., 2017).

3.3.4.1 Výsledky výzkumu

U brojlerů byl zaznamenán různý vliv HA na tělesnou hmotnost a mortalitu, vše viz tabulka šest. Toxicita u brojlerů se významně lišila podle toho, zda dostávali suplementaci HA či nikoliv. Po přidání 100 µg AFB1/kg krmiva u skupiny T2 nastalo snížení výkonnostních parametrů. Naopak při suplementaci HA došlo ke zlepšení všech parametrů po neutralizaci toxicity aflatoxinu (Arafat et al., 2017).

Tabulka 6 Hmotnost a úmrtnost, zdroj: (Arafat et al., 2017)

Parametry	T1	T2	T3	T4	T5
Tělesná hmotnost ve věku 42 dní (g)	1884,00	1655,06	1883,00	1882,00	1845
Úmrtnost (%)	2,50	17,50	9,13	8,8	8,75

Z výsledků na hmotnost jater a rezidua AFB1 bylo zjištěno, že skupina T2 dopadla nejhůře. Jelikož se T2 skupině nepodávala HA, ale jen AFB1, docházelo ke zvýšenému nárůstu jater (téměř o 47 %) a zároveň k nejvyššímu zastoupení AFB1 ze všech skupin. Čím více byla HA zastoupená v krmivu, tím více docházelo k neutralizaci aflatoxinu B1. Můžeme tedy říct, že díky suplementaci huminové kyseliny docházelo ke snížení relativní hmotnosti jater a reziduí AFB1 v játrech brojlerů (Arafat et al., 2017).

Tabulka 7 Množství aflatoxinu B1, zdroj: (Arafat et al., 2017)

Parametry	T1	T2	T3	T4	T5
Relativní hmotnost (%)	2,43	4,24	2,40	2,30	2,26
AFB1 (ng/g)	0	1,00	0,42	0,22	0,17

Vědci se tedy shodli, že při využití HA v krmivu nastávala inhibice vůči aflatoxinu B1. Pokud HA nebyla suplementována docházelo k výraznému snížení tělesné hmotnosti a zvýšenému

procentu mortality. Ovšem i při zastoupení HA v krmivu se zvedlo procento mortality u všech skupin, které měly příměs AFB1. Také se shodli, že HA významně snižuje relativní hmotnost a brání ukládání aflatoxinu v játrech (Arafat et al., 2017). Výzkum na vliv aflatoxinu B1 prováděli také vědci (Jansen Van Rensburg et al., 2006). Výsledky ukázaly, že oxihumát byl schopen účinně vázat AFB1 in vivo a byl také účinný při snižování inhibičních účinků aflatoxinu na růst in vivo. Zde se také vědci shodli, že oxihumát je mnohem účinnější při zmírňování aflatoxikózy u brojlerů než komerčně dostupné prostředky na vázání mykotoxinů.

3.4 Huminové látky u nosnic

Produkce vajec a jejich kvalita je jedním z nejdůležitějších ukazatelů u nosnic. Věk je jeden z faktorů, který ovlivňuje snášku a také kvalitu vaječné skořápky. S přibývajícím věkem začíná klesat snáška a snižuje se využití minerálních látek, které se podepisují na kvalitě skořápky. Proto do krmných dávek přidáváme různé minerální premixy, které by měly podpořit jejich vstřebání a využití (Arafat et al., 2015). Jak už bylo uvedeno, huminové látky jsou organické sloučeniny s aromatickým a heterocyklickým charakterem. Mají více postranních řetězců, na kterých může být navázáno několik dalších skupin jako je třeba karboxylová (-COOH) (Rimnac et al., 2014). Vědci se domnívají, že právě tato skupina organických látek, by mohla přispět pro zvýšení produkce vajec a kvalitu vaječné skořápky. Poznatky o používání humátů jako krmných přísad ve výživě však nejsou zcela průkazné. Z výzkumu bylo uvedeno, že když se do krmné směsi přidaly humáty v množství 0,1 a 0,2 % během pozdního snáškového období, zvýšila se produkce vajec, zlepšila se účinnost krmiva, a naopak se snížila mortalita. Kromě toho bylo hlášeno, že po přidání humátu do krmné směsi v množství 30 a 60 mg/kg až 0,3 -2 g/kg se může zlepšit produkce vajec, hmotnost vajec a účinnost krmiva. Předchozí studie však ukázaly, že parametry kvality vaječné skořápky nebyly ovlivněny dietním krmivem s přídatkem humátu pro nosnice. Na druhou stranu, pokud použijeme huminové látky v dietní směsi, můžou zabránit snížení produkce vajec a zhoršení kvality vaječné skořápky po dosažení vrcholného období snášky (Ergin et al., 2009).

3.4.1 Vliv huminové kyseliny ve vodě na užitkovost a kvalitu vajec

Ke studii bylo zahrnuto 120 slepic leghornek bílých ve věku 50 týdnů. Které byly krmeny kontrolní stravou 0, 2, 4 a 6 mg HA/kg živé tělesné hmotnosti po dobu 65 dnů. Cílem studie bylo zjištění vlivu huminové kyseliny na produkci vajec, kvalitu vajec a imunitní reakci při podání do vody během pozdního snáškového období. Kontrola produkce vajec se prováděla denně. Hmotnost vajec a příjem krmiva byly pak měřeny jednou za dva týdny. Vejce se uchovávala 2 dny dvakrát týdně, aby se změřila hmotnost. Každých 14 dní bylo náhodně odebráno z každé skupiny 30 vajec pro stanovení kvality vajec. Slepice byly chovány na hluboké podestýlce. Krmení bylo ad libitum, v 8:00 a 15:00 hodin měly volný přístup k vodě. Suplementovaná směs obsahovala 70 % huminové kyseliny a 12 % sodíku. Jak již bylo zmíněno, produkce vajec byla zaznamenávána denně ve stejnou dobu a byla vypočítána jako celkový počet odebraných vajec k celkovému počtu živých slepic. Konverze krmiva byla počítána jako poměr zkonsumovaného krmiva v gramech k hmotnosti vaječné hmoty v gramech (Arafat et al., 2015).

3.4.1.1 Výsledky výzkumu

Podle hodnot, viz tabulka osm, po přidání huminové kyseliny do vody se výrazně zvýšila produkce vajec, hmotnost vajec, konverze krmiva a barva žloutku oproti kontrolní skupině. S rostoucím množstvím kyseliny vzrostla hmotnost vajec. Podobně se zlepšovala také konverze

krmiva. Nebyl ovšem zjištěn žádný velký vliv na příjem krmiva. Mortalita drůbeže byla v přiměřeném rozmezí a nebyla ovlivněna podáním huminové kyseliny. Během celého pokusného období nebyly pozorovány žádné změny ve zdravotním stavu. Příčinou úhynu u většiny slepic byl syndrom náhlého úhynu. U kvality vajec nebyly pozorovány žádné nepříznivé účinky. Ovšem nijak velkých pozitivních účinků nebylo docíleno. Výška albuminu byla nejvyšší u skupiny jedna, ale od ostatních skupin se podstatně nelišila. Přidávání vyššího množství huminové kyseliny do vody se nejvíce projevilo u třetí skupiny. Intenzita barvy v první skupině neodpovídala nízkému množství huminové kyseliny ve vodě, barva byla intenzivnější než u druhé skupiny, kde bylo podáno vyšší množství HA než v první skupině. Barva žloutku u prvních dvou skupin neodpovídala zvyšováním HA ve vodě. Zlepšení bylo docíleno i u klasifikace vajec, a to u všech skupin oproti kontrolní (Arafat et al., 2015).

Tabulka 8 produkční parametry, zdroj: (Arafat et al., 2015)

Parametry	Kontrolní skupina	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
Produkce vajec (%)	68,80	65,64	69,80	74,07
Hmotnost vajec (g)	51,45	54,01	54,38	54,56
Příjem krmiva (g)	93,38	94,71	37,96	96,29
Konverze krmiva (g)	2,80	2,67	2,47	2,38
Úmrtnost (%)	1,0	0,5	0,5	0,5
Výška albuminu (mm)	4,11	4,38	3,64	4,20
Barva žloutku	4,71	5,22	5,05	5,54
Klasifikace vajec	B	A	A	A

V závěru můžeme tedy říct, že huminová kyselina nejvíce ovlivnila produkční parametry včetně snížení mortality, účinnosti konverze krmiva a zvýšení produkce vajec při podání 6 mg/kg živé hmotnosti. Nebyly však zjištěny žádné významně pozitivní účinky na kvalitu vajec. Vědci se ovšem domnívají, že zvýšená suplementace HA ve výši 6 mg/kg může prodloužit produktivnost nosnic (Arafat et al., 2015). Také (Mudroňová et al., 2021) přišli se závěrem, že přírůstek 0,5 % HL, ale v krmivu pozitivně ovlivnily snášku, denní hmotnost vajec, konverzi krmiva a kvalitu skořápky. Podobných výsledků dosáhla také skupina (Korsakov et al., 2019), kde společně došli k závěru, že HA měla pozitivní vliv na produkční parametry a také na samotnou kvalitu skořápky.

3.4.2 Huminové látky u kvality skořápky a její parametry

Cílem práce bylo prozkoumat účinky huminových látek na snášku a některé parametry kvality skořápky vajec po období vrcholu snášky. Ve výzkumu bylo použito 90 komerčních hybridů nosnic (Issa Brown) ve věku 51 až 61 týdnů. Byly rozděleny do tří experimentálních skupin po 30 nosnicích. Rozlišení skupin bylo následovné H1 a H2 výzkumné a H0 kontrolní skupina. Tekuté huminové látky se H0 skupině nepodávaly, zatímco H1 a H2 ano. U skupiny H1 10 ml/kg stravy bylo zahrnuto 30 ppm kyseliny huminové a 2,5 ppm fulvokyselin naopak u H2 30ml/kg stravy a zahrnovala 90 ppm kyseliny huminové a 7,5 ppm fulvokyselin. Slepice bylo v třípatrových klecích jednotlivě o rozměrech 50 x 46 x 46. během experimentu, který trval od

června do srpna, byly slepice krmeny formou kaše a napájeny ad libitum s 16hodinovým nepřetržitým osvětlením i za využití denního světla. Snáška vajec byla zaznamenávána denně, zatím co příjem krmiva byl měřen jednou týdně. Hmotnost a kvalita skořápky byla zaznamenávána 2krát týdně u všech vajec snesených ve třech po sobě jdoucích dnech. Vejce byla skladována při pokojové teplotě a poté až zvážena. Poměr konverze krmiva (FCR) byl vyjádřen jako kilogram spotřebovaného krmiva na kilogram vyprodukovaných vajec. Dále se každé dva týdny náhodně odebíralo 20 vajec od každé skupiny, aby byly vyhodnoceny parametry kvality vajec jako jsou tloušťka, síla skořápky a hmotnost žloutku (Ergin et al., 2009).

3.4.2.1 Výsledky výzkumu

Tabulka 9 Složení krmné směsi, zdroj: (Ergin et al., 2009)

Složení (g.kg ⁻¹)	(H0)
Kukuřice	428
Slunečnicový šrot	150
Sójová mouka	51,4
Pšenice	149
Pšeničné otruby	70
Masokostní moučka	63
Vápenec	67,5
Kyselý olej	13
Sůl	2,5
Minerálně-vitamínový premix	2,5
Methionin	0,55
Lysin	2,56
Vypočítaný obsah	
ME, kcal/kg sušiny	2650
Hrubý protein	16,00
Ca (%)	3,40
Dostupný P (%)	0,47
Lysin (%)	0,70
Methionin (%)	0,37

Z tabulky jedenáct je možné pozorovat, že produkce vajec ve skupině H2 byla vyšší než u ostatních kontrolovaných skupin. Spotřeba krmiva u H2 skupiny byla větší než u ostatních skupin. Naopak v tloušťce skořápky má navrch H1, kde má tloušťku 384 μ a H2 362 μ . To samé platí i u pevnosti skořápky. Skupina H1 měla pevnost 2,46 a H2 1,95. Z těchto výsledků je možno usuzovat, že pokud přidáme do krmné směsi u skupiny H1 30 ppm kyseliny huminové, zvýší se nám pevnost a tloušťka skořápky u nosnic po vrcholové produkci. V opačném případě při doplnění směsi o 90 ppm huminové kyseliny ke skupině H2, můžeme očekávat zvýšení produkce vajec a příjmu krmiva ve srovnání s ostatními, ale snížení pevnosti a tloušťce skořápky. Závěrem tedy je, že při větším přidání huminových látek do krmné směsi, bude snáška větší, ovšem kvalita skořápky (tloušťka, pevnost) bude horší. Pokud by byl obsah huminových látek nižší v krmné směsi, bude kvalita skořápky lepší (Ergin et al., 2009). Podobných výsledků docílila také skupina (Abo-Egla et al., 2011), kde bylo prokázáno zvýšení produkce vajec, hmotnosti vajec, a hlavně zlepšení kvality skořápky. Také (Kucukersan et al., 2005) docílili zlepšení kvality skořápky při suplementaci huminové kyseliny.

Tabulka 10 Přidatné látky v krmné směsi, zdroj: (Ergin et al., 2009)

Obsah	HL	H0	H1	H2
Sušina (g/kg)	49,00	-	0,490	1,470
Huminové kyseliny (g/kg)	30,00	-	0,300	0,900
Fulvokyseliny (g/kg)	2,50	-	0,025	0,075
Hrubý protein (g/kg)	3,33	-	0,033	0,100
Minerály				
Ca (g/kg)	2,44	-	0,024	0,073
S (g/kg)	0,73	-	0,007	0,022
N (g/kg)	0,53	-	0,005	0,016
Mg (g/kg)	0,12	-	0,001	0,004
K (g/kg)	0,08	-	0,001	0,003
Fe (ppm)	92,74	-	0,927	2,782
NO ₃ ⁻¹ (ppm)	13,50	-	0,135	0,405
P (ppm)	3,57	-	0,036	0,107
Zn (ppm)	2,25	-	0,023	0,068
Cu (ppm)	1,10	-	0,011	0,033
Cr (ppm)	0,90	-	0,009	0,027
Ni (ppm)	0,55	-	0,006	0,017
Sn (ppm)	0,26	-	0,003	0,008
Pb (ppm)	0,03	-	0,000	0,001

Tabulka 11 Produkční parametry, zdroj: (Ergin et al., 2009)

Parametry	Kontrola (H0)	H1	H2
Celková produkce vajec (počet za 70 dní)	62,20	63,20	65,10
Denní produkce vajec (%)	88,80	90,00	93,00
Hmotnost vajec (g)	57,38	57,30	58,69
Hmotnost vaječného žloutku (g)	16,80	16,80	17,40
Hmotnost vajec (g/nosnice/den)	51,21	51,90	54,63
Příjem krmiva (g/nosnice/den)	117,2	114,5	121,7
Poměr konverze krmiva (g krmiva/ g vejce)	2,33	2,27	2,24
Tloušťka skořápky (μ)	374	384	362
Pevnost skořápky (kg/cm ²)	2,12	2,46	1,95

3.5 Huminové látky u kohoutů

3.5.1 Vliv huminové kyseliny na exponované krmivo Roundupem

Roundup (RU) patří mezi herbicidy na bázi glyfosátu (GBH). Spadá mezi základ pro moderní rostlinou výrobu. V důsledku toho se zbytky těchto složek velmi často nachází v krmivech pro zvířata. Mnoha výzkumů prokázala, že složky GBH ovlivňují reprodukční zdraví u samců různých zvířat. Do roku 2021 nebyl zkoumán vliv GBH na kohoutí reprodukci. Tato studie se snažila zjistit účiny těchto látek a také schopnost huminové kyseliny působit proti expozici glyfosátu. Studie byla prováděna 18 týdnů, kde byly brojeři krmeny krmivem s přísadkou

Roundupu nebo HA. Negativní účinky expozice Roundupu ovlivnily morfologii varlat a samotnou kvalitu spermií. Zvýšení této složky vedlo ke zvýšení vakuolizace (buněčný edém) epitelu semenotvorných kanálků. Dále byla také ovlivněna kvalita spermií včetně mobility, životaschopnosti a počtu spermií během experimentu. Suplementace HA tedy byla jako slibná absorpční přísada ke zlepšení morfologie a kvality spermií během pokusu. Bylo tedy prokázáno, že Roundup má negativní vliv na kohouty, naopak huminová kyselina zlepšuje reprodukční zdraví. Zkoumané látky byly podávány prostřednictvím krmiva. Bylo použito 500 brojlerových kohoutů ve věku 15 týdnů. V 25 týdnu věku byli kohouti náhodně rozděleni do jednotlivých klecí. Následně se rozdělili do čtyř skupin (po 30 brojlerech), a to kontrolní bez podání RU, první skupina s přídávkem 1,25 ml RU/kg krmiva, druhá s přídávkem 2,50 ml RU/kg krmiva a třetí pak s přídávkem 1,25 ml RU/kg krmiva a 0,30 % HA. Tyto hodnoty RU v krmivu by odpovídaly dávce 12-31 mg GBH/kg tělesné hmotnosti/den u brojlerových kohoutů. Což je mnohem menší hodnota, než dovoluje Evropský úřad pro bezpečnost potravin ve výši 100 mg/kg hmotnosti/den pro drůbež. Po 18 týdnech podávání přípravků se všechny skupiny vrátily na KD bez RU a HA. A to z důvodu zotavení, či pozorování trvalosti jakýchkoliv účinků (Jarrell et al., 2021).

3.5.1.1 Výsledky výzkumu

Na morfologii tkání nebyly pozorovány žádné výrazné účinky ve výšce epitelu na konci zotavovacího období. Ovšem na konci léčebného období bylo pozorováno v závislosti na dávce zvýšená vakuolizace semenných tubulů. Naopak krmivo s HA vedlo k nepatrnému snížení vakuolizace tubulů ve srovnání s kontrolní skupinou. U parametrů spermií se hodnotil počet spermií, životaschopnost, pohyblivost a objem spermatu. Všechny tyto ukazatele byli hodnoceny v průběhu experimentálního a zotavovacího období. Mobilita spermií byla prokazatelně ovlivněna při zvýšení RU nebo HA. Během pokusného období se pohyblivost značně snižovala v závislosti na podané dávce s Roundupem. Naopak při podání huminové kyseliny se mobilita zvyšovala. Při podání 2,5 mg RU/kg byla značně snížena mobilita, a to už po prvních šesti týdnech oproti ostatním skupinám. Naopak při podání HA se mobilita zvyšovala oproti kontrolní a ostatním skupinám. Zajímavostí ovšem je, že po zotavovacím období nebyly pozorovány výrazné rozdíly v pohyblivosti, a dokonce žádné rozdíly v počtu spermií. Životaschopnost spermií byla pozorována v období od 7–12. týdne výzkumu. Nejvyšší dávka RU vedla k výraznému snížení procenta životaschopnosti, naopak podání HA procento životaschopnosti spermií zvýšilo. Kohouti krmení směsí s HA si numericky udržovali vyšší procento životaschopnosti až do konce zotavovacího období, kde pak měly všechny skupiny podobné hodnoty. Objem spermatu u kohoutů s přidáním 1,25 a 2,5 ml RU/kg se po 12 týdnu snížil. Po 4 týdnech zotavení však mezi kohouty nebyl žádný rozdíl v objemu spermatu. V závěru u parametrů spermií můžeme říct, že po podání Roundupu v krmivu nenastaly definitivně nevrátne změny. Po vyloučení RU se postupně hodnoty začaly vracet k původním hodnotám. Další z pozorovaných okruhů byly endokrinní účinky na reprodukční zdraví. Hodnoceny byly hladina testosteronu v plazmě a hojnost androgenních receptorů. Testosteron se měřil na začátku, uprostřed (9.týden), na konci pokusu (18.týden) a po 4 týdnech zotavení. Naopak hojnost androgenního receptoru byla měřena na konci pokusu a na konci zotavení. Na začátku podávání přípravků byla naměřena nejvyšší hodnota testosteronu u skupin s vyšší dávkou RU. V polovině výzkumu u všech skupin s přídávkem RU významně klesla hladina testosteronu, ovšem u skupiny s přídávkem HA byla naopak hladina testosteronu naměřena dvojnásobně vyšší ve srovnání s ostatními. Na konci období ani po zotavení nebyly pozorovány výrazné rozdíly v hladinách. Množství androgenních receptorů se na konci výzkumného období nijak zvlášť nelišilo. Po zotavení byla hojnost androgenního receptoru výrazně nižší při podání 2,5 ml RU/kg. Ostatní skupiny byly v podobných hodnotách. Tato studie ukázala, že přítomnost

složek GBH i v povoleném množství ze zákona, mohou významně ovlivnit reprodukční zdraví kohoutů (Jarrell et al., 2021).

3.6 Huminové látky u krůt

Jeden z největších problémů u krůt je krátká doba produkce vajec. Z tohoto důvodu se snažíme používat různé krmné přísady ke zlepšení produkce vajec. Proto byla provedena studie za účelem vyhodnocení účinků huminové kyseliny na reprodukční výkonnost, produkci vajec, líhivost a některé parametry jatečně upravených těl krůt. Bylo použito 160 krůt White Holland ve věku 34 týdnů, které byly rozděleny do 4 skupin. První skupina byla kontrolní, druhá měla přírůstek 200 mg HA/kg stravy, třetí 300 mg HA/kg stravy a čtvrtá pak 400 mg HA/kg stravy. Krůty byly umístěny do klecí, kde byly krmeny kaší ad libitum s neustálým přístupem k napájení. Světlý režim byl 16 hodin denně. Samotný experiment trvat 18 týdnů, tedy od 34.týdne věku krůt do 52.týdne věku. Během celé doby experimentu byla jednou týdně zaznamenávána individuální živá hmotnost a příjem krmiva, naopak výnos a hmotnost byly denně zaznamenávány pro každou skupinu. Následně byl pro každou věkovou kategorii (34-40, >40-46 a >46-52 týdnů) vypočítán koeficient konverze krmiva, který byl vyjádřen jako kg krmiva spotřebovaného na kg vyprodukovaných vajec (Ibrahim, 2016).

Tabulka 12 Složení krmné směsi, zdroj: (Ibrahim, 2016)

Složení	%
Žlutá kukuřice	70,00
Sójová mouka	11,50
Rybí moučka	10,00
Fosforečnan vápenatý	2,00
Vápenec	6,00
DL-methionin	0,05
L-lysin	0,15
Sůl (chlorid sodný)	0,30
Hrubý protein	17,72
ME, Kcal/kg diety	2920

Kvalita vajec se měřila ve středu intervalového období (při vrcholu produkce vajec) od 40 do 46.týdne věku. Kontrolované znaky jako kvalita vajec včetně procenta bílku, žloutku a skořápky, tloušťka skořápky a barva žloutku byly určeny z 16 vajec náhodně vybraných z každé skupiny. Plodnost byla vypočítána jako počet fertálních vajec k celkovému počtu nasazených vajec v inkubátoru. Zatímco líhivost byla počítána jako počet zdravě vylíhnutých kuřat v poměru k počtu fertálních vajec. Krevní parametry se vyhodnocovaly ze vzorků krve, která byla odebrána z brachiální žíly od osmi slepic z každé skupiny ve věku 34,40,46 a 52 týdnů. Každý vzorek byl rozdělen do dvou částí. První byla odebrána pro počítání bílých a červených krvinek. Naopak druhá část byla centrifugována při 3000 otáčkách za minutu po dobu 10 minut k separaci krevní plazmy. Která byla posléze skladována při teplotě -20 °C pro stanovení koncentrace albuminu a aktivity alaninu s aspartátem aminotransferázy v krevní plazmě. Na samotném konci experimentálního období byly náhodně vybrány čtyři krůty z každé skupiny, které se porazily pro stanovení hmotnosti jatečně upraveného těla, jater, žaludku, srdce, sleziny, vaječníků a vejcovodů vzhledem k živé hmotnosti (Ibrahim, 2016).

3.6.1 Výsledky výzkumu

Živá hmotnost, příjem krmiva a konverze krmiva byly ovlivněny s ohledem na různé rozmezí použití huminové kyseliny. Nejvýrazněji se to projevilo u skupiny 3, která byla krmena kaší s příměsí 300 mg HA/kg stravy. Tato skupina měla nejvyšší tělesnou hmotnost ve 40 a 46. týdnu věku oproti kontrolované skupině, nicméně od ostatních skupin se výrazně nelišila. Zajímavostí ovšem je, že tato skupina měla také nejvyšší tělesnou hmotnost v 52. týdnu věku. Od kontrolované skupiny se hmotnost lišila o celých 243,75 g, což je poměrně velký rozdíl. Ale také ostatní skupiny měly výrazně vyšší hmotnost od kontrolované, hlavně v 52. týdnu věku. Vědci uvedli, že živá hmotnost byla výrazně zvýšená s přibývajícím věkem krůt, které byly ovlivněny přísadkou huminové kyseliny. Pozitivní vliv kyseliny huminové na živou hmotnost může být hlavně důsledkem jejího vlivu na stabilizaci střevní mikroflóry a tím zajištění lepšího využití živin krmiva, což následně vede ke zvýšení hmotnosti. Pokud se zaměříme na konverzi, výsledky ukázaly, že krůty čtvrté skupiny vykazovaly nejlepší konverzi krmiva ve všech věkových skupinách ve srovnání s kontrolní a ostatními skupinami. Je tedy průkazné, že nejvyšší množství (400mg HA/kg stravy) huminové kyseliny vysoce ovlivní konverzi. Nejvyšší hmotnost a procento produkce vajec byla u skupiny čtyři. Ta se lišila nejen od kontrolní, ale také od ostatních skupin ve všech věkových intervalech. Vliv huminové kyseliny na znaky kvality vajec, jako jsou vaječný bílek, žloutek a skořápka, byl nevýznamný. Nicméně index vaječného žloutku a tloušťky skořápky byl nejvyšší ve skupině tři a čtyři ve srovnání s druhou a kontrolní skupinou. Experiment u míry plodnosti a líhivosti ukázal viz tabulka třináct, že přidáním huminové kyseliny u všech skupin došlo k výrazně lepším výsledkům. Skupiny tři, čtyři a dva mají vyšší hodnoty plodnosti vzhledem ke kontrolní skupině viz tabulka třináct (Ibrahim, 2016).

Tabulka 13 Plodnost a kvalita skořápky, zdroj: (Ibrahim, 2016)

Vlastnosti	Skupina 1	Skupina 2 (200mg/kg)	Skupina 3 (300 mg/kg)	Skupina 4 (400/kg)
Index žloutku (%)	47,87	48,84	49,96	49,93
Tloušťka skořápky (mm)	0,378	0,395	0,434	0,442
Míra plodnosti (%)	87,44	91,20	94,72	94,61
Míra líhivosti (%)	68,25	72,26	79,85	78,06

Výsledky krevních parametrů ukázaly výrazné zlepšení počtu červených a bílých krvinek v krvi, ale i zvýšení koncentrace albuminu v krevní plazmě. Nejlepších hodnot ve všech věkových kategoriích dosahovala skupina tři oproti kontrolované skupině. Aktivita AST, ALT a koncentrace hormonu štítné žlázy nebyla nijak významně ovlivněna suplementací kyseliny huminové, což odráží normální funkci jater a štítné žlázy u krůt. Při kontrole hmotnosti jatečně upraveného těla, jater, žaludku, sleziny a vejcovodů v poměru k živé hmotnosti dosahovala nejlepších hodnot opět skupina tři. Zatímco krůty ve skupině tři a čtyři měly výrazně zvýšenou relativní hmotnost délky vaječníků a vejcovodů ve srovnání se zbytkem skupin. Pouze čtvrtá skupina měla oproti ostatním zvýšené hodnoty relativní hmotnosti. V souvislosti s výsledky se tedy zjistilo, že kyselina huminová v množství 200 mg/kg stravy má signifikantní pozitivní vliv na relativní hmotnost vaječníků, sleziny a délky vejcovodů u krůt. Pokud je podána v menším množství než 200 mg/kg stravy má snížený vliv na relativní hmotnost jatečně upraveného těla,

jater, žaludku a srdce. V našem případě je tedy jasné, že veškeré zlepšené hodnoty jsou díky zvýšené suplementaci kyseliny huminové. Proto také skupina dva, která má přídatky o 200 mg/kg stravy neprokazuje o moc zlepšené hodnoty (Ibrahim, 2016).

3.7 Huminové látky u bažantů

Cílem pokusu bylo sledovat vlivy podávání huminových látek na zdraví, konverzi živin, produkční parametry, kvalitu vajec a líhivost bažantů. Bylo použito 160 bažantů, z toho 20 kohoutů a 140 bažantích slepic. Sledovací doba pro výsledky byla 79 dní a doba snášky trvala 61 dní. Kontrolní skupina byla chována za standardních podmínek, krmena kompletní krmnou směsí ad libitum s volným přístupem k vodě. Pokusná skupina byla také krmena kompletní krmnou směsí s přídatkem 0,5 % přírodních huminových látek. Přídatek obsahoval oxihumolit (68 %) a huminovou kyselinu (48 %). Každý den byl sledován zdravotní stav a případná mortalita. Dále bylo denně sledováno množství produkce vajec, jejich hmotnost a velikost (Sopoliga et al., 2016).

3.7.1 Výsledky výzkumu

Vejsce od kontrolní a experimentální skupiny z každého týdne snášky byly umístěny do líhně z důvodu kontroly líhivosti. V době snášky byla v kontrolní skupině pozorována mortalita 2,8 % a v pokusné 5,8 %. Denní spotřeba krmiva na jednu slepici v kontrolní skupině byla 62,9 g, naopak u pokusné dosahovala o 7,0 g více. Při pozorování eliminace stresu u nosnic v klecích s vyšší hustotou zvířat byl prokázán pozitivní vliv při podání huminových látek o koncentraci 0,3 % v krmivu. Celkové množství snesených vajec bylo 2730 v kontrolní skupině a 2381 v pokusné. Průměrná produkce vajec na slepici byla tedy 39,8 v kontrolní skupině a 38,95 vajec v pokusné. V samotné produkci vajec bylo zjištěno, že v prvních třech týdnech byla vyšší produkce u pokusné skupiny, během 4.-6.týdne byly obě skupiny přibližně na stejné úrovni v produkci. Nejvýraznější pokles se projevil v 7.-9.týdnu u pokusné skupiny oproti kontrolované. Spotřeba krmiva na jedno vyprodukované vejce byla 125,1 g u kontrolní skupiny a 142,3 g u pokusné. Vědci se domnívají, že zhoršené výsledky parametrů u pokusné skupiny mohly způsobit zvýšené koncentrace huminových látek. Hmotnost vajec z pokusné skupiny byla o 1,15 g nižší než skupiny kontrolní. I délka vajec byla u pokusné menší o 1,4 mm než u kontrolní skupiny (Sopoliga et al., 2016).

Tabulka 14 Hmotnost a délka vajec, zdroj: (Sopoliga et al., 2016)

Parametry	Hmotnost (g)	Délka (mm)
Kontrolní skupina	31,704	45,20
Pokusná skupina	30,558	43,80

V závěru výzkumu se účinky huminových látek na produkci vajec hodnotí jako příznivé. I když se nepotvrdil příznivý vliv HL v koncentraci 0,5 % na spotřebu krmiva, konverzi živin, množství vyprodukovaných vajec a jejich hmotnost. Aplikace těchto látek má pozitivní, ovšem statisticky ne příliš viditelný vliv na líhivost. U pokusné skupiny z 2261 vajec bylo vylíhnuto 1886 kuřat, u kontrolní bylo 2412 vajec a následně vylíhnuto 1759 bažantích kuřat. Vyplývá z toho tedy, že pokusná skupina měla o 10,3 % vyšší líhivost (Sopoliga et al., 2016). Z mého pohledu, huminové látky nejeví příliš velký pozitivní vliv u bažantů. Pokud se srovnají naopak s kuřaty, kde jsou opravdu viditelné rozdíly u vajec, konverze živin i hmotnosti jatečně upravených těl. Při výzkumu od (Šamudovská et al., 2017) byl zjištěn pokles hmotnosti o 9,5 %. Během prvních třech týdnů byla produkce vajec vyšší u experimentální skupiny než u kontrolní. V posledních třech týdnech se pak produkce snížila a byla na stejné úrovni jako u

kontrolní skupiny. Nebyly potvrzeny příznivé účinky ani u konverze krmiva. Vědci tedy neshledali příliš velké pozitivní vlivy u 0,5 % HL v krmivu.

3.8 Huminové látky u křepelek

Cílem provedeného výzkumu bylo prozkoumání účinků suplementace huminové kyseliny ve stravě na určité parametry. Jako jsou produkce vajec a hmotnost vajec u japonských křepelek. Celkem bylo použito 140 samic ve věku devíti týdnů. Křepelky se náhodně rozdělily na jednu kontrolní a tři experimentální skupiny. Kontrolní skupina byla krmena základní stravou bez suplementace. První skupina měla přídavek 360 mg HA/kg, druhá 480 mg HA/kg a třetí 600 mg HA/kg hmotnosti. Křepelky byly umístěny v klecích při 24hodinovém osvětlení. Krmivo bylo podávané ad libitum v průběhu pěti týdnů. Každý týden se zaznamenávala spotřeba krmiva, účinnost krmiva, hmotnost vajec a produkce vajec. Na konci experimentálního období, tedy po pěti týdnech se z každé skupiny náhodně vybralo 10 křepelek, kterým byl odebrán vzorek krve. Jeden vzorek byl odebrán na hematologické rozborů a druhý pro rozbor plazmy. Plazma byla separována v centrifuze při 1400 otáčkách na 10 minut (Ipek et al. 2007).

3.8.1 Výsledky výzkumu

Suplementace huminové kyseliny významně ovlivnila krevní parametry. Například koncentrace hemoglobinu byla vyšší ve všech experimentálních skupinách vzhledem ke kontrolní skupině. Třetí skupina, která měla nejvyšší přídavek HA dosahovala nejvyšší koncentrace hemoglobinu. S ubývajícím přídatkem HA se i postupně snižovala koncentrace. Červené krvinky měly nejvyšší zastoupení u třetí skupiny. U bílých krvinek nebyly nalezeny významné změny v počtech, naopak se dá říct, že nejvyšší suplementace HA vedla k nižšímu zastoupení než u kontrolní skupiny (Ipek et al., 2007).

Tabulka 15 Krevní parametry, zdroj: (Ipek et al., 2007)

Parametry	Kontrolní skupina	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
Červené krvinky	3,25	3,50	3,55	3,75
Bílé krvinky	37,50	34,80	35,80	32,20
Hemoglobin (g/dl)	10,80	12,25	12,50	13,30

U parametrů jako spotřeba krmiva, účinnost krmiva, hmotnost vajec a produkce vajec nebyl nalezen žádný výrazný vliv při suplementaci huminové kyseliny. Závěrem tedy je, že huminová kyselina měla pozitivní vliv pouze na množství červených krvinek a hemoglobin viz tabulka patnáct. U bílých krvinek to naopak vyvolalo snížené množství. A u produkčních parametrů nebyla žádná změna (Ipek et al., 2007). Stejných výsledků docílila také skupina (Yalçın et al., 2005), která došla k závěru, že humát nemá pozitivní účinky na produkční parametry ani na tloušťku vaječné skořápky, index žloutku, procento žloutku a bílkovin. Podobný výzkum za použití HA ve vodě prováděli také vědci (Kaplan et al., 2018), kde byla výrazně zlepšena živá hmotnost a hmotnost žloutku při suplementaci HA ve vodě. Ostatní parametry měly buď zanedbatelné zlepšení anebo nastalo naopak zhoršení hodnot.

3.8.2 Vliv HA a semen černého kmínu na růst, znaky JUT a parametry krve

Huminová kyselina a černý kmín (BC) by mohly potenciálně podporovat růst křepelek, tím že snižují růst bakterií a plísní, a díky tomu se snižuje hladina toxinů. Kombinace těchto doplňkových látek pro drůbež má velmi omezené informace. Proto bylo cílem tohoto výzkumu

prozkoumat vliv kombinace HA a BC semen na růst, JUT a krevní parametry u křepelek masného typu. Celkem bylo použito 520 sedmidenních křepelčích kuřat, která se náhodně rozdělila do 8 skupin. Kuřata byla v klecích při teplotě 27 °C, kde krmivo a voda byly podávány ad libitum po celou dobu výzkumu. Světlo bylo zajištěno 23 hodin denně. Huminová kyselina byla podávána ve čtyřech úrovních. A to v nulovém zastoupení, 0,75, 1,5 a 2,25 g HA/kg stravy. Semena černého kmínu byla ve dvou úrovních, nejprve v nulovém a poté 5 g BC/kg stravy. Růst (individuální živá hmotnost) byl zaznamenáván ve věku 1, 3 a 6 týdnů. Příjem krmiva se zaznamenával každý týden jako příjem krmiva (g)/ přírůstek hmotnosti (g). Mortalita drůbeže se kontrolovala dvakrát denně. 40 samic (5 ks z každé skupiny) bylo poraženo na konci experimentu, tedy v 6 týdnech věku pro vyhodnocení JUT. Těla byla zvážena a byly zaznamenány hmotnosti jater, žaludku, srdce, a nakonec bylo vyjádřeno procento porážkové hmotnosti. Na konci pokusu byly zabity dvě perličky z každé skupiny z důvodu počtu bakterií v tenkém střevě. Zajímaly nás počty koliformních bakterií, *Escherichia coli* a *Clostridium perfringens*. Vzorky krve byly náhodně odebrány od pěti křepelek z každé skupiny. Vzorky byly koagulovány a centrifugovány při 3500 otáčkách na 15 minut. Získaná plazma sloužila pro sběr parametrů jako cholesterol, triglyceridy, lipoproteiny atd. (Arif et al., 2018).

Tabulka 16 Hmotnostní přírůstky, zdroj: (Arif et al., 2018)

Parametry	Počáteční hmotnost (g)	Konečná hmotnost (g)	Celkový příjem krmiva (g)	Přírůstek hmotnosti (g)
0 HA + 0 BC	35,06	217,12	506,29	182,06
0 HA + 5 BC	34,94	219,88	499,38	184,94
0,75 HA + 0 BC	34,89	219,78	499,29	184,59
0,75 HA + 5 BC	35,03	220,06	499,71	185,03
1,5 HA + 0 BC	35,17	217,34	506,58	182,17
1,5 HA + 5 BC	34,95	224,91	452,02	189,95
2,25 HA + 0 BC	34,91	229,82	456,83	194,91
2,25 HA + 5 BC	35,19	235,40	460,46	200,18

Z hodnot viz tabulka šestnáct je zřejmé, že interakce mezi HA a BC, výjimka 1,5 g HA + 0 g BC, snížila celkové množství zkonsumovaného krmiva. Nejnižší hodnota pro zkonsumované krmivo bylo u skupiny s 1,5 g HA + 5 g BC. Snížení příjmu krmiva může souviset s vyšším vstřebáváním živin na úrovni střev. Zlepšená absorpce živin může nastat i v důsledku zvýšení hmoty střevních epitelálních buněk, což následně vede ke zvýšení absorpce živin. Konečná tělesná hmotnost a přírůstky hmotnosti měly také tendenci se zvyšovat se zvyšujícími se hladinami HA a BC. Nejlepších hodnot dosahovala skupina s obsahem 2,25 g HA + 5 g BC, kde byla konečná hmotnost 235,40 g oproti kontrolní, která měla 217,12 g a přírůstek hmotnosti okolo 200,18 g než u kontrolní, který byl 182,06 g. U jatečně upraveného těla bylo zjištěno, že při podání samotné HA v množství 2,25 g/ kg stravy se nejvíce zvýšily hodnoty u hmotnosti JUT, výtěžnosti prsou, délce střev a hmotnosti střev. Hmotnost JUT kontrolní skupiny byla 64,24g, naopak nejlepší skupina měla hmotnost 65,01 g. Při interakci HA a BC odpovídaly hodnoty hmotnosti podle zvyšujícího se obsahu HA a BC. Nejvyšší hmotnost JUT tedy 65,18 g měla skupina s přidavkem 2,25 g HA a 5 g BC oproti kontrolní skupině, která měla 64,34 g. Následně tomu tak bylo i u hmotnosti prsou. Nejlepší skupina měla hmotnost 42,09 g a kontrolní skupina 41,08 g. Hodnoty jater, srdce a délky střev jsou zaznamenány v tabulce. Shrnutím se dá říct, že nejvyšší hodnoty hmotnosti JUT, výtěžnost prsou, délky střeva a hmotnost střeva byly zjištěny u skupiny se suplementací 2,25 g HA a 5 g BC v krmivu. Procenta všech orgánů jako jsou střeva, játra, žaludek, srdce a slezina nebyla statisticky ovlivněna dietní léčbou (Arif et al., 2018).

Tabulka 17 Výsledné hodnoty orgánů, zdroj: (Arif et al., 2018)

Parametry	Délka střev (cm)	Játra (%)	Srdce (%)
0 HA + 0 BC	69,80	2,30	0,907
0 HA + 5 BC	71,30	2,32	0,887
0,75 HA + 0 BC	71,30	2,28	0,887
0,75 HA + 5 BC	71,30	2,23	0,886
1,5 HA + 0 BC	70,00	2,38	0,902
1,5 HA + 5 BC	72,00	2,18	0,862
2,25 HA + 0 BC	73,10	2,26	0,857
2,25 HA+ 5 BC	75,30	2,13	0,832

Výsledky u celkového počtu životaschopných mikrobů klesaly se zvyšujícími se hladinami HA s výjimkou prostřední skupiny (1,5 g HA/kg stravy). Již z předchozích studií bylo zjištěno, že HA může poskytnout ochranu proti bakteriálním patogenům a snížit mortalitu během akutní bakteriální infekce. Celkové počty koliformních bakterií byly významně nižší u křepelek krmených 5 g BC/ kg krmiva než ty, které byly krmeny bez suplementace. Již dříve bylo ve studiích uvedeno, že BC produkuje baktericidní sekreci a snižuje střevní pH, což vede ke snížení celkového počtu bakterií (*Escherichia coli* a *Salmonella sp.*) u křepelek. Při využití interakce mezi HA a BC se zjistilo, že mají mnohem větší účinnost na snížení celkového počtu životaschopných mikrobů než při suplementaci jednotlivého podání. V této studii tedy vedla kombinace účinků HA a BC ke snížení počtu mikrobů, a to na hodnotu 5,89 (2,25 g HA + 5 g BC) oproti kontrolní skupině, která měla 10,55. Z krevních rozborů nebyl znát žádný vliv při suplementaci HA. Pouze při interakci HA a BC došlo ke snížení koncentrace cholesterolu, a to u skupiny s 2,25 g HA a 5 g BC na hodnotu 138,50 mg/dl než u kontrolní skupiny, která měla 142,10 mg/dl. Hodnota LDL cholesterolu se při suplementaci HA snižovala až na výjimku při podání 0,75 g. Při zvyšování hladiny HA se hodnota HDL cholesterolu také zvyšovala. Závěrem celé studie se ukázalo, že suplementace HA a semen BC jednotlivě nebo v kombinaci zlepšila růstovou výkonnost, zdraví střev a snížila celkový počet mikroorganismů ve střevech u křepelek. Interakce mezi HA a BC by mohla být tedy prospěšným stimulatorem růstu, přičemž doporučená hladina je 2,25 g HA a 5 g BC/kg krmiva u křepelek (Arif et al., 2018). Zajímavý poznatek objevila skupina (Kalafova et al., 2018), která zjistila, že u samců dochází k pozitivnímu vlivu na parametry kvality masa. Například denní přírůstek před suplementací HA byl 24,93 g, po suplementaci byl 30,24 g. To stejné se nedá říct o samicích. U nich byl naopak pozorován pokles ve všech parametrech kvality masa.

3.8.3 Vliv červí moučky a vermi-humusu na produkční parametry

Cílem výzkumu bylo zhodnotit vliv červí moučky (EW) spojené s vermi-humusem (VH) na užitkovost, vlastnosti vajec, imunitu a krevní složky křepelek. Červí moučka obsahuje vyšší podíl hrubých bílkovin v sušině než sójová a rybí moučka. Vermi-humus je zdrojem humusové kyseliny, která vznikla rozkladem organických složek v půdě. Vědci se domnívají, že smícháním červí moučky a HA může dojít ke zlepšení střevní mikroflóry, imunity a zvýšení produkce. Do výzkumu bylo celkem použito 336 samic křepelek ve věku 30 dnů. Samice byly rozděleny do 7 skupin po kusech. Kontrolní skupina neměla přísady červí moučky ani vermi-humusu. Ostatní skupiny měly suplementaci 0,8 % vermi-humusu a různé zastoupení červí moučky. A to v hladinách 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 % červí moučky. Na začátku výzkumu měly křepelky ve všech skupinách podobnou tělesnou hmotnost. Hmotnost byla měřena první a poslední den výzkumu. Příjem krmiva byl zjišťován v průběhu celého výzkumu. Vejce byla odebírána každé ráno a na konci experimentálního období byla odebrána čtyři vejce z každé

skupiny pro zhodnocení kvality. Na odběr krve, který byl proveden 58 den byla vždy náhodně vybrána jedna křepelka ze skupiny (Nazeri et al., 2021).

3.8.3.1 Výsledky výzkumu

Vědci zjistili, že HA ve vermi-humusu zastoupená v 0,8 % a červí moučka do 1,0 % neovlivnila užitek křepel. Dále se u červí moučky neprokázal žádný vliv na mortalitu a hmotnost vajec. Skupina krmená 1,5 % červí moučky s 0,8 % HA vykazovala vyšší hmotnostní přírůstek, příjem krmiva a tělesnou hmotnost ve věku 70 dnů než skupiny se suplementací 2,0 a 2,5 % červí moučky s 0,8 % HA. Nejvyšší produkce vajec byla u skupiny s 0,5 % červí moučky a 0,8 % HA a to 48,16 % oproti kontrolní skupině, která měla 42,86 %. Se zvyšující se hodnotou HA a červí moučky se procentuální produkce vajec snižovala. Co se týče hmotnosti vajec, tak celkové výsledky se nijak významně nelišily, hodnoty se pohybovaly od 10,78-11,97 g (Nazeri et al., 2021).

Tabulka 18 Hmotnost vajec a hmotnostní přírůstky, zdroj: (Nazeri et al., 2021)

Parametry	Kontrolní skupina	0,0 EW+0,8 VH	0,5 EW+0,8 VH	1,0 EW+0,8 VH	1,5 EW+0,8 VH	2,0 EW+0,8 VH	2,5 EW+0,8 VH
Hmotnost v 30 dnech věku	164,16	164,75	161,50	164,75	163,75	163,51	165,16
Hmotnost v 70 dnech věku	212	211	211	208	216	202	206
Produktivita vajec (%)	42,86	38,25	48,16	45,50	29,37	39,23	30,38
Hmotnost vajec (g)	11,86	11,54	11,97	11,32	11,72	11,74	10,78

U parametrů kvality vajec bylo zjištěno, že při zahrnutí červí moučky a vermi-humusu do krmné dávky se lineárně snižovala výška bílku a hmotnost vaječné skořápky. Navíc při suplementaci 2,5 % EW a 0,8 % VH bylo pozorováno snížení tloušťky a hmotnosti vaječné skořápky oproti kontrolní skupině. Použité diety neměly pozitivní vliv na hmotnost ani barvu žloutku, naopak při vysokých dávkách červí moučky nastalo zhoršení kvality. Výsledek byl pravděpodobně způsoben nutriční nerovnováhou (Nazeri et al., 2021). Podle (Kaur et al., 2008) by velké rozdíly ve složení a množství bílkovin nebo energie v krmivu mohly ovlivnit užitek křepel. Nedostatečné změny v barvě žloutku byly v důsledku malého zastoupení karotenoidů v červí moučce a vermi-humusu. Závěrem chtěli autoři říct, že červí moučka a vermi-humus snižují přírůstek hmotnosti, produkci a hmotnost vajec. Ale nízké hladiny červí moučky do 0,5 % nesnižují produkci a hmotnost vajec (Nazeri et al., 2021). Byla provedena další studie od (Hesami et al., 2021), kde byla prokázána zhoršená líhivost a zvýšená mortalita. Naopak se také prokázalo, že při suplementaci 1 a 1,5 % VH docházelo k lepšímu růstu a reprodukční výkonnosti křepel.

4 Závěr

Cílem této práce bylo vytvoření přehledu využití huminových látek ve výživě drůbeže. Huminové látky jsou aktivní uhlíkaté organické sloučeniny, které se skládají z uhlíku, kyslíku, vodíku a síry. Dnes se převážně využívají v agrochemii, aplikované ekologii, humánní a veterinární medicíně. Huminové látky se řadí do tří základních kategorií a těmi jsou huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy. Z výzkumů bylo vidět, že huminové látky měly vliv na růst, produkci vajec, stravitelnost a využití živin, počet životaschopných mikroorganismů a růst plísní.

U brojlerových kuřat nebylo zcela definované, zda využití huminových látek bylo přínosné. Z většiny výzkumů bylo potvrzeno, že huminové kyseliny aplikované ve vodě spíše zhoršily finální živou hmotnost, konverzi živin a denní přírůstky. Při použití huminových kyselin v krmivu se závěry značně rozcházely. A to z toho důvodu, že u některých brojlerů docházelo při zvýšeném množství huminových kyselin ke snížení živé hmotnosti, ale naopak ke zvýšení konverze krmiva. U ostatních výzkumů byl pozitivní vliv na konečnou hmotnost, výtěžek jatečně upraveného těla a také se zvýšila kvalita produkovaného masa.

U nosnic byly závěry výzkumů shodné. Přidáním huminové kyseliny se výrazně zvýšila produkce vajec, denní produkce vajec, hmotnost vajec, ale také kvalita skořápky. Také bylo zjištěno, že huminové kyseliny měly významný vliv na reprodukci. Prokázalo se, že pokud byl v krmivu herbicid, (Roundup) snížil se počet životaschopných spermií. Naopak, pokud byly do takto kontaminovaného krmiva přidány huminové kyseliny, zvýšil se i počet životaschopných spermií.

U krůt byl prokázán přínos huminových látek. U tohoto druhu se zvýšila hmotnost, tloušťka skořápky a také míra plodnosti a líhnivosti.

U bažantů nebyl shledán příliš pozitivní vliv huminových látek. Spíše byl neutrální až negativní. Lehce zvýšené hodnoty se prokázaly u produkce vajec, naopak u spotřeby krmiva, konverze živin a hmotnosti vajec nebyl prokázán příznivý vliv a dokonce v některých studiích docházelo k poklesu hmotnosti vajec.

U křepelek bylo docíleno podobných výsledků jako u bažantů, tedy nijak příznivých. Žádný vliv při suplementaci huminové kyseliny se neprojevil na spotřebu krmiva, účinnost krmiva, hmotnosti vajec a produkci vajec. Naopak byl zjištěn pozitivní vliv na množství červených krvinek a hemoglobinu. Ovšem několik studií zjistilo, že u samců docházelo k pozitivním účinkům na parametry kvality masa. U samic to mělo opačný efekt, tedy pokles všech parametrů kvality masa. Při studii vlivu huminových kyselin a černého kmínu bylo zjištěno zlepšení růstové schopnosti, zlepšení zdraví střev a snížení celkového počtu mikroorganismů ve střevech křepelek. Lze tedy usoudit, že na každou skupinu huminové látky působily v různých užitkových parametrech a v odlišných mírách.

Otázkou ovšem je také vliv preparátů s různým podílem huminových látek a při rozdílném dávkování. I když byly v mnoha studiích potvrzeny příznivé efekty na zdraví a užitkovost hospodářsky chované drůbeže, je očividné, že bude zapotřebí ještě dalšího výzkumu pro lepší pochopení mechanismu účinku huminových látek.

5 Literatura

- A. Maguey-González, J., Gómez-Rosales, S., de Lourdes Ángeles, M., & Téllez-Isaías, G. (2022). Use of Humic Substances from Vermicompost in Poultry. In *The Global Antimicrobial Resistance Epidemic – Innovative Approaches and Cutting-Edge Solutions [Working Title]*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102939>
- Abo-Egla, E.-S., Ismail, F., Abd El-Ghany, F., & Assar, M. (2011). EFFECT OF HUMIC ACID AND BIO-MOS SUPPLEMENTATION ON EGG PRODUCTION AND QUALITY PARAMETERS IN LOCAL HENS. *Journal of Animal and Poultry Production*, 2(4), 55–63. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2011.83337>
- Arafat, R. Y., Khan, S. H., Abbas, G., & Iqbal, J. (2015). Effect of Dietary Humic Acid Via Drinking Water on the Performance and Egg Quality of Commercial Layers. In *American Journal of Biology and Life Sciences* (Vol. 3, Issue 2). <http://www.openscienceonline.com/journal/ajbls>
- Arafat, R. Y., Khan, S. H., & Saima. (2017). Evaluation of Humic Acid as an Aflatoxin Binder in Broiler Chickens. *Annals of Animal Science*, 17(1), 241. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0050>
- Arif, M., Alagawany, ;, Abd El-Hack, ;, Saeed, ;, & Arain, ; (2019). *Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review* (Vol. 20, Issue 3).
- Arif, M., Rehman, A., El-Hack, M. E. A., Saeed, M., Khan, F., Akhtar, M., Swelum, A. A., Saadeldin, I. M., & Alowaimer, A. N. (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(12), 1930–1938. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0148>
- Arif, M., Rehman, A., Saeed, M., El-Hack, M., Arain, M., Haseebbarshad, M., muhammad zakria, H., & Abbasi, I. H. (2016). Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 86, 1073–1078.
- Bahadori, Z., Esmailzadeh, L., Karimi-Torshizi, M. A., Seidavi, A., Olivares, J., Rojas, S., Salem, A. Z. M., 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. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2017.05.010>
- Bělušová VEDOUCÍ PRÁCE SUPERVISOR Ing Jiří Smilek, A. (2019). *FAKULTA CHEMICKÁ FACULTY OF CHEMISTRY ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY STUDIUM INTERAKCE HUMINOVÝCH LÁTEK S POVRCHOVĚ AKTIVNÍMI LÁTKAMI STUDY ON INTERACTION OF HUMIC SUBSTANCES WITH SURFACE ACTIVE AGENTS BAKALÁŘSKÁ PRÁCE AUTOR PRÁCE AUTHOR.*
- Bezuglova, O., & Klimenko, A. (2022). Application of Humic Substances in Agricultural Industry. In *Agronomy* (Vol. 12, Issue 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030584>
- Domínguez-Negrete, A., Gómez-Rosales, S., Angeles, M. de L., López-Hernández, L. H., Reis de Souza, T. C., Latorre-Cárdenas, J. D., & Téllez-Isaías, G. (2021). Addition of different levels of humic substances extracted from worm compost in broiler feeds. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113199>

- Domínguez-Negrete, A., Gómez-Rosales, S., Angeles, M. de L., López-Hernández, L. H., Souza, T. C. R. de, López-García, Y., Zavala-Franco, A., & Téllez-Isaias, G. (2019). Effect of the addition of humic substances as growth promoter in broiler chickens under two feeding regimens. *Animals*, *9*(12). <https://doi.org/10.3390/ani9121101>
- Ergin, O., Isa, C., Nuh, O., & Guray, E. (2009). Effects of dietary humic substances on egg production and egg shell quality of hens after peak laying period. *African Journal of Biotechnology*, *8*(6), 1155–1159. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Gomez-Rosales, S., & de L Angeles, M. (2015). Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *28*(2), 215–222. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0321>
- Hesami, Y., Esmailzadeh, L., Karimi-Torshizi, M. A., Seidavi, A., & Vlčková, R. (2021). Effect of diets containing earthworm powder and vermicompost on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *105*(2), 316–325. <https://doi.org/10.1111/jpn.13453>
- Hudák, M., Semjon, B., Marcinčáková, D., Bujňák, L., Naď, P., Koréneková, B., Nagy, J., Bartkovský, M., & Marcinčák, S. (2021). Effect of broilers chicken diet supplementation with natural and acidified humic substances on quality of produced breast meat. *Animals*, *11*(4). <https://doi.org/10.3390/ani11041087>
- Ibrahim, S. E. (2016). EFFECT OF DIETARY HUMIC ACID SUPPLEMENTATION ON EGG PRODUCTION, EGG QUALITY AND FERTILITY OF TURKEY HENS. In *J. Animal and Poultry Prod., Mansoura Univ* (Vol. 7, Issue 2).
- Ipek, H., Avci, M., Iriadam, M., Kaplan, O., Ipek, H., Avci, M., Iriadam, M., Kaplan, O., & Denek, N. (2007). *Effects of humic acid on some hematological parameters, total antioxidant capacity and laying performance in Japanese quails Pre-Fermented Juice on the Fermentation Quality of Alfalfa Silage View project Effects of humic acid on some hematological parameters, total antioxidant capacity and laying performance in Japanese quails Einfluss von Huminsäure auf einige Blutparameter, auf die gesamte antioxidative Kapazität und auf die Legeleistung von Japanischen Wachteln.* <https://www.researchgate.net/publication/289328811>
- Jaďuttová, I., Marcinčáková, D., Bartkovský, M., Semjon, B., Harčárová, M., Nagyová, A., Váci, P., & Marcinčák, S. (2019). The effect of dietary humic substances on the fattening performance, carcass yield, blood biochemistry parameters and bone mineral profile of broiler chickens. *Acta Veterinaria Brno*, *88*(3), 307–313. <https://doi.org/10.2754/avb201988030307>
- Jansen Van Rensburg, C., van Rensburg, C. E. J., van Ryssen, J. B. J., Casey, N. H., & Rottinghaus, G. E. (2006). In Vitro and In Vivo Assessment of Humic Acid as an Aflatoxin Binder in Broiler Chickens. *Poultry Science*, *85*(9), 1576–1583. <https://doi.org/10.1093/PS/85.9.1576>
- Jarrell, Z. R., Ahammad, M. U., & Benson, A. P. (2021). Reproductive toxicity of roundup®-treated feed on broiler breeder roosters and the amelioration of these deleterious effects with inclusion of humic acids in feed. *Veterinary and Animal Science*, *14*. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100215>
- Kalafova, A., Hrnčar, C., Zbynovska, K., Bucko, O., Hanusova, E., Kapustova, Z., Schneidgenova, M., Bielik, P., & Capcarova, M. (2018). The effects of dietary probiotics and humic acid on meat quality of Japanese quail including sex-related differences and economical background. *Biologia*, *73*(8), 765–771. <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0085-7>

- Kaplan, O., Avci, M., Denek, N., Baran, M. S., Nursoy, H., & Bozkaya, F. (2018). Influence of humic acid addition to drinking water on laying performance and egg quality in Japanese quails. *Indian Journal of Animal Research*, 52(9), 1309–1312. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-874>
- Kaur, S., Mandal, A. B., Singh, K. B., & Kadam, M. M. (2008). The response of Japanese quails (heavy body weight line) to dietary energy levels and graded essential amino acid levels on growth performance and immuno-competence. *Livestock Science*, 117(2–3), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.019>
- Kocabag, N., Alp, M., Acar, N., & Kahraman, R. (2002). *The Effects of Dietary Humate Supplementation on Broiler Growth and Carcass Yield*.
- Korsakov, K. v., Vasiliev, A. A., Sivokhina, L. A., Zabelina, M. v., Murtazaeva, R. N., Daeva, T. v., & Kokorev, V. A. (2019). The influence of humic acid supplement on the marketable properties of hy-line laying hen eggs. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(Special Issue 1), 66–70. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.s1.66.70>
- Kucukersan S., Kucukersan K., Colpan I., Goncuoglu E., Reisli Z., & Yesilbag D. (2005). *The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen*.
- Márová Lenka. (2009). *MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNE Přírodovědecká fakulta Acidobazické vlastnosti půdních roztoku pod listnatým porostem (Moravský kras) Lenka MÁROVÁ Rešerše k bakalářské práci*.
- Md Shaiful Islam, K., Islam, K., Schuhmacher, A., & Gropp, J. (2005). Humic Acid Substances in Animal Agriculture. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(3), 126–134.
- Mudroňová, D., Karaffová, V., Semjon, B., Nad', P., Koščová, J., Bartkovský, M., Makiš, A., Bujňák, L., Nagy, J., Mojžišová, J., & Marcinčák, S. (2021). Effects of dietary supplementation of humic substances on production parameters, immune status and gut microbiota of laying hens. *Agriculture (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture11080744>
- 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. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 24, 150–154. <https://doi.org/10.15414/AFZ.2021.24.MI-PRAP.150-154>
- Nazeri, R., Esmaelzadeh, L., Karimi-Torshizi, M.-A., Seidavi, A., & Zangeronimo, M. G. (2021). Use of earthworm meal with vermi-humus in diet for laying quail. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 56. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2021.v56.02453>
- Ozturk, E., Ocak, N., Turan, A., Erener, G., Altop, A., & Cankaya, S. (2012). Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(1), 59–65. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4541>
- Potočková Jana. (2013). *FAKULTA CHEMICKÁ CENTRUM MATERIÁLOVÉHO VÝZKUMU FACULTY OF CHEMISTRY MATERIALS RESEARCH CENTRE*.
- Rath, N. C., Huff, W. E., & Huff, G. R. (2006). *Research Note Effects of Humic Acid on Broiler Chickens 1*.
- Riede, U. N., Zeck-Kapp, G., Freudenberg, N., Keller, H. U., & Seubert, B. (1991). Humate-induced activation of human granulocytes. *Virchows Archiv B Cell Pathology Including Molecular Pathology*, 60(1), 27–34. <https://doi.org/10.1007/BF02899524>
- Rimnac, M., Špánek, R., & Antošová, B. (2014). *Tvorba ontologie huminových látek The influence of solvent properties on the electrospinnability of nanofibers View project Project MIND View project*. <https://www.researchgate.net/publication/264872288>

- Šamudovská Hreško Alena, Hudák Marek, Marcin Anrej, & Pavel Nad'. (2017). *bazant nutirnet*. <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/jcea/article/view/5906>
- Schnitzer, M. (1978). Chapter 1 Humic Substances: Chemistry and Reactions. *Developments in Soil Science*, 8(C), 1–64. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70016-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70016-3)
- 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(3), 1750–1760. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2019.11.012>
- Sopoliga, I., Hreško-Šamudovská, A., Demeterová, M., Nad', P., Marcin, A., & Skalická, M. (2016). Effect of humic substances on the production parameters of pheasant hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 19(01), 11–14. <https://doi.org/10.15414/afz.2016.19.01.11-14>
- Yalçin, S., Ergün, A., Erol, H., Yalçin, S., & Özsoy, B. (2005). USE OF L-CARNITINE AND HUMATE IN LAYING QUAIL DIETS. In *Acta Veterinaria Hungarica* (Vol. 53, Issue 3).

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

HL	humínové látky
HA	humínové kyseliny
FK	fulvokyselina
FCR	poměr konverze krmiva
RU	Roundup
GBH	glyfosát
BC	černý kmín
JUT	jatečně upravené tělo
EW	červí moučka
VH	vermi-humus
AF	aflatoxin
AFB1	aflatoxin B

