

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Testování aditiva na bázi koření jako antikokcidika
ve výkrmu brojlerových kuřat**

Diplomová práce

**Bc. Vojtěch Hunal
Chov hospodářských zvířat**

Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Testování aditiva na bázi koření jako antikokcidika 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 19. 4. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za odborné vedení a rady, které mi pomáhaly při psaní. Dále bych rád poděkoval i rodině, která mě podporovala během celé doby mého studia.

Testování aditiva na bázi koření jako antikokcidika ve výkrmu brojlerových kuřat

Souhrn

Nejen větší tlak ze strany veřejnosti na omezené využívání syntetických léčiv nutí chovatele k hledání nových způsobů, jak se například vypořádat s určitými onemocněními vyskytujícími se v chovech zvířat. V chovech drůbeže takovouto výzvu představuje například hledání nových cest v boji s onemocněním zvané kokcidióza.

Tato práce se skládá ze dvou částí. První část tvoří literární rešerše, která pojednává o podmínkách chovu drůbeže a jejich vlivu na výskyt kokcidiózy. Dále o výživě drůbeže, která má na kokcidiózu také bezprostřední vliv. V kapitole o výživě drůbeže jsou popsány i možnosti využití fyto-genických aditiv pro kontrolu kokcidiózy a studie, které toto využití zkoumaly. Poslední část literární rešerše se věnuje samotné kokcidióze a je možné zde najít popis onemocnění a jeho původce, diagnostiky onemocnění a také možnosti k jeho kontrole. Druhá část práce byla výzkumná a měla za cíl otestovat vliv využití antikokcidika na bázi koření na růstové parametry kuřat ve výkrmu.

Na začátku výkrmu bylo 240 jednodenních nesexovaných kuřat hybridní kombinace Ross 308 rozděleno do 6 pokusných skupin po 40 kusech. Pro výkrm byly využity dva typy krmných směsí – BR1 a BR2. BR1 byla zkrmována do 10. dne věku a poté se až do konce výkrmu zkrmovala krmná směs BR2. Dvě skupiny (K1 a K2) byly kontrolní a jejich krmná směs obsahovala premix bez jakéhokoliv antikokcidika. Skupiny KO1 a KO2 dostávaly premix s konvenčním antikokcidikem (Salinomycinát sodný). Krmné směsi pro skupiny IF1 a IF2 obsahovaly premix s přídatkem antikokcidika na bázi koření od firmy Iframix v množství 1 g/1 kg krmné směsi. Celý výkrm trval 35 dní a probíhal v Demonstrační a pokusné stáji České zemědělské univerzity v Praze. Byla provedena tři kontrolní vážení (10., 25. a 35. den výkrmu).

Nejvyšší průměrné hmotnosti (2585 g) na konci výkrmu při velmi nízké konverzi krmiva (1,28 kg směsi/kg přírůstku) dosáhla skupina IF2. Tyto hodnoty vykazují statisticky významný rozdíl oproti všem ostatním skupinám, kromě druhé nejlepší skupiny K1. Ta dosáhla 35. den výkrmu průměrné hmotnosti 2429 g, ovšem měla druhou nejvyšší konverzi krmiva ze všech skupin (1,57 kg směsi/kg přírůstku). Skupiny IF2 a K1 měly také nejvyšší průměrný denní přírůstek v posledním období výkrmu od 26. do 35. dne (152 resp. 140 g/kus/den).

Dle těchto zjištěných výsledků lze konstatovat, že přídatek antikokcidika na bázi koření měl pozitivní efekt na růstové schopnosti kuřat.

Klíčová slova: kuře, výkrm, antikokcidikum

Testing of a spice-based additive as an anticoccidial in broiler chickens

Summary

The public pressure to limit the use of synthetic drugs is not the sole factor prompting farmers to seek alternative approaches for managing diseases in livestock farms. In poultry farming, for example, the search for new way to combat diseases like coccidiosis present a significant challenge which drives research for novel solutions.

This paper comprises two main sections. The first part of this paper is a literature search that explores the conditions of poultry farming and their influence on the occurrence of coccidiosis. In addition, poultry nutrition, which also has a direct impact on coccidiosis. The chapter on poultry nutrition also describes the use of phytogetic additives for controlling coccidiosis and the studies that have investigated this use. The final part of the literature search is devoted to coccidiosis itself covering its etiology, diagnostic methods, and control measures. The second part of the thesis was exploratory and aimed to test the effect of the use of a spice-based anticoccidial on the growth parameters of fattening chickens.

At the beginning of fattening , 240 day-old unsexed chicks of the hybrid combination Ross 308 were separated into 6 experimental groups consisting of 40 chicks each. Two types of compound feed, BR1 and BR2, were utilised for fattening. BR1 was fed until day 10 followed by BR2 until the end of the fattening period. Among the groups, two served as controls (K1 and K2), receiving a premix without any anticoccidial. Conversely, groups KO1 and KO2 were supplied with a premix containing conventional anticoccidial (Sodium Salinomycinate). The feed mixtures for groups IF1 and IF2 contained a premix with the addition of an anticoccidial based on spices from Iframix company in the amount of 1 g/1 kg of feed mixture. The entire fattening lasted 35 days and took place in the Demonstration and Experimental Stable of the Czech University of Agriculture in Prague. Total three weight-ins were carried out on days 10, 25 and 35 of the fattening period.

The IF2 group exhibited the highest average weight (2585 g) at the end of fattening with very low feed conversion (1.28 kg of mixture/kg gain). These values show a statistically significant difference when compared with all other groups, except the second best group K1. This group reached an average weight of 2429 g on day 35 of fattening, but had the second highest feed conversion of all groups (1.57 kg mix/kg gain). Groups IF2 and K1 also had the highest average daily gain during the final phase of fattening spanning from day 26 to day 35 (152 and 140 g/head/day, respectively).

According to these results, it can be concluded that incorporating spice-based anticoccidials yielded a positive impact on the growth performance of the chickens.

Keywords: chicken, fattening, anticoccidial

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Naskladnění kuřat.....	11
3.2 Hustota osazení.....	11
3.3 Podestýlka	11
3.4 Světlo	12
3.5 Teplota a vlhkost	13
3.6 Ventilace.....	15
3.7 Napájení	16
3.8 Technika krmení	17
3.9 Výživa drůbeže	18
3.9.1 Uspořádání trávicí soustavy drůbeže	18
3.9.2 Živiny.....	19
3.9.2.1 Energie.....	19
3.9.2.2 Hrubý protein.....	20
3.9.2.3 Tuky.....	22
3.9.2.4 Sacharidy	23
3.9.2.5 Minerální látky	24
3.9.2.6 Vitaminy	26
3.9.2.7 Krmná aditiva rostlinného původu	27
3.10 Kokcidióza	30
3.10.1 Druhy kokcidií napadající kura domácího.....	31
3.10.2 Patologie a diagnostika ptačích kokcidií	31
3.10.2.1 Mikroskopická diagnostika kokcidií	32
3.10.3 Metody využívané pro kontrolu kokcidiózy	32
4 Metodika	36
4.1 Výkrm kuřat.....	36
4.1.1 Využité krmné směsi	36
4.2 Vyhodnocení	39
5 Výsledky.....	40
6 Diskuze	51
7 Závěr.....	53

8 Literatura.....	54
9 Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Obliba kuřecího masa je velká a neustále roste. Stejně tak roste jeho spotřeba a produkce. Chov kuřat pro produkci masa ovšem stejně jako jiná odvětví čelí mnoha problémům, z nichž vychází i nové výzvy. Zvyšující se tlak na omezené používání léčiv, snížení dopadů živočišné výroby na životní prostředí nebo welfare zvířat nutí nejen chovatele k hledání alternativních řešení problémů. Světová zdravotnická organizace (WHO) a Evropská léková agentura (EMA) veterinární medicíně doporučují, že pokud je to možné, měla by se syntetická léčiva nahrazovat přípravky na rostlinné bázi (Kostadinović et al. 2015).

Výše uvedené platí i pro onemocnění zvané kokcidióza. Tomuto tématu se věnuje tato práce. Kokcidióza je onemocnění způsobené prvoky patřící do podtřídy *Coccidia*, kteří postihují především trávicí trakt mnoha druhů savců a ptáků. Kokcidióza má velký ekonomický dopad na chovy hospodářských zvířat a kuřat zejména. Od kuřat bylo získáno i nejvíce poznatků o tomto onemocnění, protože kokcidióza způsobuje největší škody u komerčně chované drůbeže v důsledku toho, že drůbež je chována ve velkých počtech a vysokých hustotách současně na jednom místě. Ekonomický dopad je způsoben zejména sníženou produkcí (vyšší konverzí krmiva, snížením růstu a zvýšenou mortalitou) a náklady spojenými s léčbou a prevencí. Celosvětově se roční náklady vynaložené v souvislosti s kokcidiózou odhadují na 2 miliardy eur, což jen zdůrazňuje potřebu hledat nové a účinné strategie pro kontrolu tohoto onemocnění (Peek & Landman 2011).

Jednou z potenciálních alternativ k syntetickým léčivům je využívání aditiv fytooriginu (Si et al 2006; Puvača et al. 2013). Náhrada syntetických léčiv rostlinnými doplňky by mohla snížit rozvoj rezistence patogenů. Bioaktivní rostliny a jejich účinné látky jsou spotřebiteli dobře přijímány a obecně považovány za ekologicky bezpečné (Blache et al. 2008). Mezi ně patří například česnek, zázvor (Ali et al. 2014), pelyněk roční (Dragan et al. 2010) nebo oregano (Scheurer et al. 2013).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza: Testované fytogenní aditivum bude mít minimálně stejně pozitivní účinek jako přídavek běžně používaného antikokcidika.

Cílem práce je otestování růstových schopností kuřecích brojlerů v průběhu výkrmu při srovnání testovaného aditiva s běžně používaným antikokcidikem a proti čisté kontrole.

3 Literární rešerše

3.1 Naskladnění kuřat

Nejvhodnější způsob pro management výkrmu kuřat je systém all-in, all-out, kdy se minimalizuje výskyt zdravotních problémů (Tůmová et al. 2019). To znamená, že všechna kuřata jsou stejného věku a všechna jsou vždy naskladněna i vyskladněna najednou. Příprava haly zahrnuje mechanickou očistu, dezinfekci mokrou cestou, plynovou dezinfekci, dezinsekci, deratizaci a údržbu zařízení. Plynová dezinfekce se provádí až po instalaci veškerého zařízení na podestýlku (Skřivan et al. 2000). Hala musí být předem vytopena a teplota a relativní vlhkost stabilizovány alespoň 24 hodin před naskladněním kuřat. V zájmu zajištění rovnoměrného prostředí v celém prostoru určeném kuřatům musí být obě hodnoty pravidelně kontrolovány. Všechna kuřata musí mít možnost pít i přijímat krmivo bezprostředně po naskladnění do haly (Ross Breeders limited 1997).

3.2 Hustota osazení

Vzhledem ke kolísání živé hmotnosti kuřat se hustota osazení nevyjadřuje v kusech, ale jako celková živá hmotnost kuřat na jeden metr čtvereční využitelné plochy. Rozhodující pro stanovení počtu kuřat na 1 m² je konečná živá hmotnost kuřat. Směrnice Evropské komise 43/2007 v úpravě vyhlášky č.291/2009 sb. v pozdějším znění ustanovuje jako základní zatížení 33 kg/m² plochy. V tomto případě podmínky, které musí chovatel splnit, jsou základní a nepotřebuje tedy žádné oznámení, sdělení či povolení. Chovatel musí pouze dodržovat požadavky na hospodářství a požadavky na chov kuřat chovaných na maso, vést záznamy o chovu a uchovávat je minimálně tři roky. Musí se také řídit zákonem na ochranu zvířat proti týrání. Dalším typem je vyšší hustota osazení. Vyšší hustota osazení se pohybuje od 33 do 39 kg/m². Pokud chce chovatel použít tuto hustotu osazení, je povinen toto nahlásit pověřené osobě a kromě výše uvedených požadavků je také povinen vypočítat údaje o denní míře úmrtnosti a kumulativní denní míře úmrtnosti hejna. Posledním typem je zvýšená hustota osazení, která se pohybuje od 39 do 42 kg/m². Tento typ chovu musí schválit Krajská veterinární správa. Chovatel musí splnit povinnosti, které jsou stanovené pro chov při nižších hustotách osazení. Dané hospodářství je sledováno příslušným orgánem ochrany zvířat. Kritéria pro tento způsob chovu jsou nejpřísnější. Běžně se na 1 m² podlahové plochy umísťuje 16 – 20 kuřat (Tůmová et al. 2019).

3.3 Podestýlka

Kvalitě steliva v halách pro brojlerů se často nevěnuje dostatečná pozornost. Přitom s podestýlkou jsou kuřata v neustálém kontaktu. Podestýlka plní celou řadu funkcí. Například absorbuje vlhkost a tepelně izoluje kuřata od podlahy haly. Podestýlkový materiál musí být savý, lehký, levný a netoxický (Bell & Weaver 2002).

Před naskladněním kuřat by měla být rozmístěna podestýlka rovnoměrně ve vrstvě 5 – 8 cm. Pokud klademe vysoký důraz na kvalitu jatečného trupu, je výhodnější vrstva alespoň 10 cm. Podestýlka by měla být po celý turnus suchá a drobivá. Pokud je slepená nebo příliš vlhká (nad 50 % vlhkosti), významně roste výskyt problémů s běháky a prsními otlaky (Ross Breeders limited 1997).

Jako podestýlkový materiál nejsou vhodné hobliny či piliny z tvrdého dřeva, protože jednotlivé části jsou ostré a mohou perforovat vole nebo žaludek. Také špatně vstřebávají vlhkost (Skřivan et al. 2000).

K vyšší kvalitě a menší vlhkosti podestýlky může přispět i její obracení, kdy v kombinaci s účinnou ventilací dochází k jejímu prosoušení. Jak ale uvádí Pepper & Dunlop (2021), tato praxe je stále ještě velmi málo prozkoumaná. Větší výzkum v této oblasti by mohl do budoucna zajistit lepší životní pohodu kuřat.

Právě kvalita a vlhkost podestýlky jsou velmi často skloňovány v souvislosti s onemocněními kuřat či množением patogenních organismů ve vlhké podestýlce. Obecně se uvádí, že vlhká podestýlka podporuje propuknutí kokcidiózy. Tuto skutečnost chtěli ověřit Waldenstedt et al. (2001). Ve své studii zjišťovali, zda sporulace oocyst *Eimeria maxima* je ovlivněna vlhkostí podestýlky. Odebrali čerstvé výkaly z experimentálně infikovaných kuřat. Tyto výkaly smíchali se sušenými hoblinami a různými množství vody tak, aby dosáhli konečné vlhkosti 16, 42 a 62 % při koncentraci 5000 oocyst na 1 g směsi. Vzorke uchovávali při teplotě 23 °C a relativní vlhkosti 75 %. Podíl sporulovaných oocyst byl stanovován každých 12 hodin. Sporulace *E. maxima* byla nejúčinnější za nejsušších podmínek při 16 % vlhkosti a nejméně účinná ve vzorcích s nejvyšším obsahem vlhkosti (62 %). Autoři hovoří o tom, že neúčinná sporulace ve vlhkém prostředí mohla být způsobena jinými faktory než vlhkostí prostředí, což by muselo být podrobena dalšímu zkoumání. Přesto tvrdí, že sporulaci vlhké stelivo nepodporuje.

3.4 Světlo

Světlo může ovlivňovat chování, rychlost metabolismu nebo například fyzickou aktivitu drůbeže. Právě řízení světelného režimu je jedním z faktorů, který má vliv na růst brojlerových kuřat (Bell & Weaver 2002).

Při výkrmu kuřat pro produkci masa se běžně používá nepřetržitý světelný režim s 23 hodinami světla a hodinou tmy k navyknutí kuřat pro případ výpadku elektrického proudu. Tento světelný režim se nesmí používat v evropské unii, protože nespĺňuje požadavek evropské směrnice na zajištění minimálně 6 hodin tmy pro odpočinek (Tůmová et al. 2019). Často se také v chovech s nepřetržitým světelným režimem vyskytují ascity, syndromy náhlé smrti nebo problémy s končetinami. Těmto problémům lze předcházet snížením rychlosti růstu v rané fázi věku, což právě ovlivňuje délka světla. I z tohoto důvodu není nepřetržitý světelný režim ideální. Nejčastěji se využívá stálý světelný režim, kdy první týden je denně světlo

23 hodin, aby se kuřata adaptovala na nové prostředí a poté se délka světelného dne zkracuje na 14 – 16 hodin. Nevýhodou může být nedostatek světla na konci výkrmu, který může snižovat spotřebu krmiva, což snižuje i růst kuřat. Dalším využívaným světelným režimem je střídavý světelný režim. První týden věku se opět využívá 23 hodin světla a 1 hodina tmy. Od dalšího týdne se střídá doba světla a tmy v pravidelných intervalech po celý den. Například 1 hodina světla a 2 hodiny tmy. Je prokázáno že tento světelný režim příznivě působí na konverzi krmiva a snižuje výskyt problémů s končetinami (Bell & Weaver 2002). Střídavý světelný režim se doporučuje i pro prodloužený výkrm kuřat (Skřivan et al. 2000).

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje spotřebu krmiva a aktivitu kuřat je i intenzita světla. V prvním týdnu věku by měla být vyšší (30 – 40 luxů) z důvodu lepší orientace v prostoru a snazšího vyhledávání potravy a napáječek. Od prvního týdne se snižuje na 20 luxů. Mimo Evropskou unii na 5 – 10 luxů (Tůmová et al. 2019). Intenzita světla může ovlivňovat i složení jatečného těla. Bylo prokázáno, že při velmi nízké intenzitě (5 lx) se zvyšuje podíl tukové tkáně (Bell & Weaver 2002).

Soliman et al. (2023) studovali vliv světelného zdroje na hmotnost, přírůstek, spotřebu krmiva, konverzi krmiva, mortalitu a vyrovnanost hejna. Ve své studii porovnávali jako zdroje světla LED diody a wolframové žárovky. Zjistili, že využívání LED osvětlení vedlo ke zlepšení všech studovaných parametrů. Proto LED osvětlení doporučují jako efektivní zdroj světla.

3.5 Teplota a vlhkost

Teplota jako důležitý faktor vnějšího prostředí ovlivňuje růst kuřat a spotřebu krmiva. Pro mladou drůbež jsou nepříznivé jak příliš vysoké, tak i nízké teploty. Dolní hranice letální teploty se zvyšuje s věkem kuřat. U jednodenních kuřat je letální teplota 15,5 °C, u desetidenních 18,8 – 20 °C, u šestnáctidenních 19,4 – 20,5 °C. Horní hranice letální teploty je u jednodenních kuřat 46,6 °C a u třídních a starších 47,2 °C. V případě chovu na podestýlce sledujeme teplotu vzduchu ve výšce hlavy zvířete (Skřivan et al. 2000).

Jednodenní kuřata jsou poměrně citlivá na rozdíly v teplotě. Rozpětí optimální teploty jednodenních kuřat je malé (30 – 33 °C). V chladném prostředí kuřata svoji tělesnou teplotu rychle snižují a může dojít k podchlazení a až úhynu kuřat. Vývoj termoregulace je u kuřat postupný. Vyvinutá je ve věku 3 – 4 týdnů. Během této doby se počáteční teplota snižuje z původních 32 °C až na 22 – 23 °C. Od počátku 5. týdne věku do konce výkrmu je optimální teplota 18 – 21 °C. Tato teplota přináší dobrý růst kuřat a lepší využitelnost krmiva (Skřivan et al. 2000). Při dlouhodobě vysokých teplotách kuřata reagují zvýšenou nervozitou, zhoršením opeření, ozobáváním peří, zvýšením kanibalismu, zvýšenou náchylností k onemocnění zejména dýchacího ústrojí. Při teplotě vyšší než 21 °C nastává pokles příjmu krmiva o 1,25 % na každý 1 °C. Pokud teplota přesáhne 28 °C, pak příjem krmiva s každým 1 °C klesne o 1,5 % a při teplotách nad 33 °C se příjem krmiva snižuje o 2,5 % (Tůmová et al. 2019). Také nízké teploty jsou pro kuřata problematické. Při nižších teplotách dochází k zvýšenému úhynu kuřat zejména z důvodu většího výskytu ascitů (Bell & Weaver 2002).

Existují dva systémy vytápění na začátku výkrmu kuřat – lokální (elektrické nebo plynové kvočny) a celoplošné vytápění haly. Elektrická (plynová) kvočna představuje lokální zdroj tepla a kuřata tedy mohou regulovat svojí tělesnou teplotu přesunem do chladnějších míst. V prostorách mimo dosah tepelného zdroje může být teplota o 6 – 10 °C nižší než pod umělou kvočnou. Pro umístění kvočny se využívá prostor 5 x 5 m, do kterého se osazuje 500 jednodenních kuřat. Kuřata jsou umístěna v ohradě kolem kvočny, což zabraňuje jejich rozbíhání po hale. Ohrady se odstraní v 7 – 10 dnech věku kuřat. V případě využití celoplošného systému vytápění si kuřata nemohou zvolit upřednostňovanou teplotu přesunem do jiného místa. Nejlepším ukazatelem správné teploty prostoru haly pro výkrm je chování kuřat. Pokud je teplota optimální, kuřata jsou rovnoměrně rozmístěna v prostoru. Při příliš vysoké teplotě se kuřata drží dále od zdroje tepla. Naopak při nízké teplotě se kuřata shromažďují pod tepelným zdrojem. Požadovaná teplota v hale se řídí i produkcí tepla. Produkce tepla je ve stáji ovlivňována živou hmotností, úrovní produkce, příjmem krmiva, pohybem i samotnou aktivitou zvířat. Významnou roli hraje i hustota zvířat v hale (Tůmová et al. 2019).

Hamrita & Conway (2017) uvádí, že tradiční metody kontroly prostředí ustájení, které se spoléhají pouze na faktory prostředí, mohou zaostávat při plnění tepelných a fyziologických potřeb zvířat. Podle autorů jsou zapotřebí nové metody zohledňující fyziologické potřeby a reakce zvířat, které by mohly maximalizovat pohodu zvířat a minimalizovat tepelný stres. Například hluboká tělesná teplota je silným indikátorem tepelného stresu. Je ale zapotřebí ještě mnoho studií, které by tyto poznatky pomohly uvést do běžné praxe.

V chovech zabývajících se výkrmem brojlerů se běžně užívají antikokcidika na bázi nikarbazinu. Antikokcidiální účinky nikarbazinu jsou známy a využívány již od 50. let 20. století. Nikarbazin je velice účinný a kokcidie vykazují jen velmi nízkou náchylnost pro rozvoj rezistence vůči němu (Chapman 1994; Bafundo et al. 2008). Navzdory těmto prospěšným vlastnostem je třeba vzít v úvahu obavy související s vedlejšími účinky nikarbazinu. Mezi tyto vedlejší účinky se řadí úhyny způsobené horkem během této terapie, které jsou zdokumentované jak v komerčních hejnech, tak ve výzkumném prostředí (Froyman & Hales 1984; Wiernusz & Teeter 1995; Da Costa et al. 2017). Da Costa et al. (2017) právě zkoumali, zda snížení teploty prostředí může snížit mortalitu během používání nikarbazinu. Ve výsledcích své studie potvrzují, že snížení teploty chovného prostředí o 3 °C významně snížilo mortalitu. Z tohoto výsledku usuzují, že modifikace teploty chovného prostředí může být účinnou metodou pro minimalizaci mortality při využívání nikarbazinu.

S teplotou vzduchu velmi souvisí i relativní vlhkost. Optimální relativní vlhkost vzduchu je při výkrmu kuřat 65 – 70 %. Pro jednodenní kuřata je vhodnější vyšší relativní vlhkost, až kolem 75 %. Tato relativní vlhkost snižuje nepříznivý vliv prostředí při přechodu z líhni do výkrmu. Kontrola vlhkosti vyžaduje úpravu ventilace podle hmotnosti kuřat a relativní vlhkosti, která do vzduchu vstupuje. Produkce vodních par se u vykrmovaných kuřat rychle zvyšuje z 0,2 na počátku výkrmu na 3 g/h/ks koncem výkrmu (Skřivan et al. 2000). Nižší vlhkost podestýlky snižuje celkové množství amoniaku ve vzduchu. Napomáhá tak zajišťovat kvalitu ovzduší a snižovat dýchací obtíže kuřat. Velmi nízká relativní vlhkost (pod 50 %) může

způsobovat zvýšenou prašnost v hale. Naopak vysoká relativní vlhkost může působit zvlhčení podestýlky a s tím související problémy, jako například zvýšenou koncentraci amoniaku v hale (Tůmová et al. 2019).

3.6 Ventilace

Větrání lze definovat jako systém, který přivádí čerstvý vzduch a odstraňuje přebytečné teplo, vlhkost a nežádoucí plyny. Existuje větrání přirozené a nucené. Nucené probíhá za pomoci ventilátorů a může být instalováno jako systém větrání přetlakový nebo podtlakový. V chovu drůbeže se nejvíce uplatňuje nucené podtlakové větrání (Bell & Weaver 2002).

Odstraňování amoniaku z chovného prostředí je jednou z hlavních funkcí ventilačního systému. Amoniak vzniká bakteriálním rozkladem v podestýlce. Koncentrace amoniaku roste s vlhkostí a špatným větráním. Klíčem k minimalizaci problémů s amoniakem a k zajištění dobré kvality vzduchu je kontrola vlhkosti v hale. Bylo prokázáno, že koncentrace amoniaku pouhých 5 ppm dráždí a poškozuje výstelku dýchacího systému kuřat, což vede ke zvýšené náchylnosti k respiračním onemocněním. Přitom tato koncentrace není vůbec zjištělná lidským nosem. Pokud tedy přijmeme opatření ke snížení amoniaku až po detekci čichem, již pravděpodobně došlo k nějakému poškození (Bell & Weaver 2002). Tabulka 1 zobrazuje efekty jednotlivých škodlivin, které se mohou v chovném prostředí vyskytovat.

Tabulka 1 Efekty působení kontaminantů, které se mohou vyskytovat v chovném prostředí kuřat dle Ross Breeders limited (1997)

Amoniak	Lze ho cítit při 20 a více ppm. > 5 ppm poškozuje povrch plic > 20 ppm zvyšuje vnímavost k respiračním onemocněním > 50 ppm snižuje intenzitu růstu
Oxid uhličitý	> 0,35 % způsobuje vznik chrupavčitých uzlíků v plicích, jež jsou spojené se vznikem edémové choroby. Vysoké hladiny jsou letální.
Oxid uhelnatý	100 ppm snižuje využití kyslíku o 0,8 %. Ve vysokých hladinách je letální.
Prach	Poškozuje povrch plic. Zvyšuje vnímavost k onemocněním.
Vlhkost	Efekty se mění dle teploty. Při 29 °C a 70 % relativní vlhkosti se sníží intenzita růstu. Při vyšší relativní vlhkosti se zhorší kvalita podestýlky.

Během horkých letních dnů je primárním cílem větrání odvádět teplý vzduch z chovné haly. Velmi účinnou a hojně využívanou možností je tunelová ventilace. Ta spočívá v umístění odsávacích ventilátorů na jedné straně budovy, přičemž přívody vzduchu jsou umístěné na opačném konci. Pokud je tento systém správně fungující, může téměř eliminovat úhyn

v horkém počasí (Lacy & Czarick 1992). Je nutné pamatovat i na to, že přiváděný čerstvý vzduch je potenciálním zdrojem patogenních organismů z vnějšího prostředí.

3.7 Napájení

Napájecí voda je naprosto klíčová. Přitom její dostupnost a kvalita je často zanedbávána. Spotřeba napájecí vody vysoce koreluje se spotřebou krmiva, která zase závisí na věku hejna, tělesné hmotnosti, teplotě prostředí a energetickém obsahu krmiva. Při teplotě nad 21 °C se příjem vody zvyšuje přibližně o 6,5 % na 1 °C. Spotřeba vody se také liší podle typu napájecího systému (Bell & Weaver 2002).

Ve výkrmu kuřat se používají kapátkové nebo kloboukové napáječky. Kapátkové napáječky se instalují tak, aby na jedno kapátko připadalo maximálně 12 kuřat. Výška umístění napáječek se řídí fází odchovu. V počátečních fázích odchovu by kapátkové napáječky měly být umístěny ve výšce kuřat. S růstem kuřat se výška, ve které jsou umístěny napáječky, zvyšuje tak, aby se kuře k napáječce mírně natahovalo. V případě kloboukových napáječek se využívá minimálně 6 kloboukových napáječek na 1000 kuřat. Pro starší vykrmovaná kuřata se pak množství zvyšuje na 8 kloboukových napáječek na 1000 kuřat. Ty by měly být rozmístěny tak, aby se žádné kuře nedostalo dále než 2 m od napáječky (Tůmová et al. 2019).

Kloboukové napáječky jsou pro svou spolehlivost a snadnou obsluhu při výkrmu kuřat velmi rozšířené. Zhoršují ale kvalitu podestýlky, zvláště jsou-li špatně seřizeny. Kapátkové napáječky podestýlku tolik nezvlhčují. Vlhká podestýlka je hlavní příčinou problémů s běháky, zvláště u zimních turnusů a při výkrmu do vyšších hmotností. Velkou výhodou kapátkových napáječek je nižší bakteriální kontaminace ve srovnání s otevřeným systémem. Je výhodné mít v každé hale nainstalovaný vodoměr a zaznamenávat denní spotřebu vody. Náhlé nárůsty nebo poklesy spotřeby vody jsou časným indikátorem stresu, onemocnění nebo podezřelé kvality krmiva (Ross Breeders limited 1997).

Je dobré zmínit, že tělo jednodenního kuřete je přibližně z 80 % tvořeno vodou. Rostoucí brojleři spotřebují asi 4 litry vody na každý kilogram přírůstku, z čehož asi 75 % je přijímáno prostřednictvím pitné vody a zbytek v krmivu. Je-li přístup k vodě omezen, intenzita růstu se snižuje. Pokud je ve vodě vysoký obsah vápenatých solí nebo železa (více než 3 mg/l), může docházet k ucpávání potrubí nebo ventilů (Ross Breeders limited 1997).

V napájecí vodě se mohou podávat některé vitaminy, mikroprvky i jiná aditiva, popřípadě léčiva a vakcíny. I Jacobs et al. (2020) potvrzují, že pokud napájecí vodu obohacovali jódem, snížil se výskyt lézí na končetinách.

Wheelhouse et al. (1985) řešili, jestli má podávání antikokcidik vliv na spotřebu vody u brojlerových kuřat. Byly zkoumány antikokcidika na bázi ionoforu. Konkrétně salinomycin, lasalocid a monensin. Brojleři, jejichž dieta obsahovala lasalocid, měli vyšší příjem vody

než brojleři, jejichž dieta obsahovala monensin. Schopnost lasalocidu zvýšit příjem vody byla mnohem patrnější u samic nežli samců. I Ward & Brewer (1980) uvedli, že podávání lasalocidu zvýšilo vlhkost podestýlky, zatímco monensin měl podle autorů opačný účinek. Vlhkost podestýlky může poté mít také vliv na přítomnost oocyst kokcií.

3.8 Technika krmení

Brojleři jsou obvykle krmeni granulovaným krmivem během celého období výkrmu. Granule poskytují lepší využitelnost krmiva a zvyšují rychlost růstu. Jsou také pro drůbež snadněji přijímatelné a jejich průchod trávicím traktem je pomalejší. Proces tvarování krmivo sterilizuje a ničí potencionálně škodlivé bakterie jako jsou například salmonely. V prvních třech týdnech obsahuje krmná směs pro brojlerů obvykle 21 % hrubého proteinu. Poté se obsah snižuje na cca 19 % a posledních 10 až 14 dní před porážkou se zkrmuje směs s obsahem hrubého proteinu 16 % (Bell & Weaver 2002).

Během deseti prvních dnů se krmivo podává na krmné tácy nebo papíry (25 % podlahy pokryté papírem) tak, aby bylo ihned přístupné kuřatům. V následujícím období se přechází na hlavní krmný systém ve formě miskových, řetězových či tubusových krmítek. Z hlediska ekonomiky je výhodnější použití miskových krmítek. Díky nim se může spotřeba krmiva snížit až o 5 %. Na 1 kuře se počítají 2 cm krmítka. Krmítka i napáječky jsou v hale rozmístěny rovnoměrně, aby se dosáhlo rovnoměrného zatížení haly. Spodní část krmítka by měla být ve stejné výšce jako hřbet kuřete. Brojlerová kuřata jsou po celou dobu výkrmu krmena *ad libitum*. Někdy se využívá také restrikce krmiva především jako prevence onemocnění končetin a nadměrného ukládání abdominálního tuku. Abdominální tuk má úzký vztah k celkovému tuku v těle. Nadměrné množství tuku u vykrmovaných kuřat má nepříznivé ekonomické dopady, proto je cílem restrikce krmiva upravit toto množství tuku. Míra ovlivnění závisí na typu restrikce, její délce a intenzitě a délce samotného výkrmu (Tůmová et al. 2019).

Welfare a hustota osazení jsou dnes velmi diskutovanými tématy. Ovšem požadavkům na krmný prostor se dostává mnohem méně pozornosti. Většina údajů o krmném prostoru pro brojlerů pochází z 50. a 60. let minulého století. Touto problematikou se zabývali Purswell et al. (2021) a porovnávali užítkovost brojlerů při poskytnutí rozdílného krmného prostoru. Pokud brojlerům poskytli více prostoru u krmítka, vzrostla jejich živá hmotnost a přírůstek na počátku výkrmu. Ovšem takto zvětšený krmný prostor (4,6 cm na jedno kuře) významně zvýšil souhrnnou konverzi krmiva. Z toho vyplývá, že zvětšení krmného prostoru ovlivňuje užítkovost kuřat zejména v rané fázi věku.

I krmivo může být zdrojem patogenních organismů. Je třeba dbát na správné skladování krmiva i komponent pro výrobu krmných směsí, a to zejména na hygienu skladování. Pokud bychom měli podezření na nesprávné skladování nebo špatnou hygienu komponent pro výrobu krmných směsí, lze během procesu výroby využít tepelného ošetření pro likvidaci těchto zárodků.

3.9 Výživa drůbeže

Všechna zvířata, včetně ptáků, vyžadují určité základní nutriční složky k udržení života, růstu a rozmnožování. Mezi ně patří sacharidy, lipidy, proteiny, minerální látky, vitamíny a voda. Trávení těchto složek potravy se velmi liší a každá část trávicího traktu je zodpovědná za určité části procesu (Bell & Weaver 2002).

Aby přijaté živiny mohly být drůbežím organismem osvojeny, musejí být v trávicím traktu rozštěpeny na vstřebatelné součásti. Trávení tedy představuje různě intenzivní mechanické ataky (drcení, mělnění, mísení, posun) a chemické procesy (hydrolytické štěpení s pomocí enzymů), které přetvářejí nezužitkovatelné vysokomolekulární sloučeniny základních živin krmiva na jednodušší substance uhrazující látkové a energetické potřeby organismu. Stravitelnost živin z jednotlivých krmiv je u drůbeže značně rozdílná. U základních komponentů koeficienty stravitelnosti nejčastěji kolísají v rozpětí 60 – 80 % u hrubého proteinu, 50 – 80 % u tuku, 10 – 25 % u vlákniny a 70 – 90 % u BNLV (Kodeš et al. 2003).

Je třeba si uvědomit, že drůbež je druh zvířat s krátkým trávicím ústrojím. Délka střev je pouze 5krát delší než délka těla, zatím co například u prasat 15krát a u skotu dokonce 20krát. Vzhledem k rozdílnostem ve stavbě trávicího ústrojí oproti savcům probíhají u drůbeže mikrobiologické procesy výrazně pomaleji a mají značně menší úlohu ve využívání hůře stravitelných krmiv, než je tomu u přežvýkavců (Kříž 1997).

3.9.1 Uspořádání trávicí soustavy drůbeže

Trávicí soustava drůbeže začíná zobákem, na nějž navazuje bezzubá dutina ústní. Kur má plně vyvinutý systém slinných žláz. Denní tvorba slin je 7 – 25 ml (Kodeš et al. 2003). Vytvořené sliny jsou mírně alkalické a obsahují enzym ptyalin, který hydrolyzuje škrob na jednodušší cukry (Bell & Weaver 2002). Ve slinách drůbeže bylo nalezeno i malé množství lipáz. Ve sliznici dutiny zobákové a hltanové u drůbeže je jen malé množství chuťových pohárků, proto má drůbež nedokonalé chuťové hodnocení přijímaného krmiva. Jícen je u ptáků poměrně krátký, je vystlán silnou sliznicí s povrchovou vrstvou dlaždicového epitelu. Pod sliznicí je silná vrstva řídkého vaziva, která spolu s elastickými vlákny umožňuje značnou pohyblivost a roztažitelnost. Jedna ze zvláštností trávicího systému drůbeže je vychlípenina jícnu – takzvané vole. Vole běžně pojme 75 – 100 g krmiva. Přijaté krmivo se ve voleti hromadí, bobtná a změkčuje se působením slin, přijatou a zadrženu vodou i výměšky žláz (Kodeš et al. 2003). Vole neprodukuje žádné enzymy. Krmivo zde zůstává různě dlouhou dobu v závislosti na velikosti částic a množství (Bell & Weaver 2002).

Drůbeží žaludek je tvořen žláznatým a svalnatým žaludkem. Jsou to dvě samostatné dutiny, kde dochází ke zcela odlišné specifické činnosti a obě tyto části plní rozdílné úkoly (Kodeš et al. 2003). Žláznatý žaludek má cibulovitý tvar a navazuje na jícen. Tvoří se zde trávicí enzymy, pepsin a kyselina chlorovodíková. Pepsin rozkládá složité molekuly proteinů. Kyselina chlorovodíková okyseluje obsah trávicího traktu a napomáhá tak trávení bílkovin.

Žláznatý žaludek má malý objem a pojme málo potravy, a tak pasáž potravy přes něj je velice rychlá (Bell & Weaver 2002). Svalnatý žaludek se u ptáků vytvořil zbytněním kruhové svaloviny trávicí trubice za žláznatým žaludkem. Jsou to dva páry hladkých svalů, hlavní svaly postranní a dva svaly vmezežené. Při kontrakci hlavních postranních svalů dochází k jejich asymetrickému přibližování, protože horní sval postranní je silnější v horní části a dolní sval postranní pak v části dolní. Jejich přiblížením a tlakem vyvinutým stiskem, vznikají třecí, drticí pohyby jejich vnitřních stěn. Část krmiva se dostává do vedlejších prostor žaludku, tvořených dutinou vmezežených svalů. Jejich smrštěním se však obsah znovu dostane do hlavní dutiny žaludku. Rytmičky střídavě se stahy svaloviny žaludku opakují, a tak dochází k dokonalému rozmělnění přijatého krmiva. Počet smrštění i síla tlaku vyvolaného smrštěním není stejná. Závisí to především na odporu, který přijímané krmivo klade. Při krmení celými obilovinami je odpor tvrdých zrn poměrně velký a u slepice se svalnatý žaludek smrští asi 4krát za minutu, přičemž jedno smrštění trvá okolo 15 vteřin (Kodeš et al. 2003). Tlak vyvinutý svalnatým žaludkem může být až několik desítek barů. Velké částice také podléhají drcení nebo obrušování za pomoci „gritu“, který je tvořen pískem nebo jinými abrazivy, které tento proces usnadňují (Bell & Weaver 2002). Drcení přijímaného krmiva napomáhá i tvrdá, několik milimetrů silná a dutinu vystylající ploténka, vzniklá ztuhnutím výměšků žlázek sliznice svalnatého žaludku. Tato ploténka zároveň chrání sliznici a svaly tohoto žaludku od možného poranění od gritu. U nově vylíhlých ptáků je tato ploténka ještě měkká a postupně tuhne (Kodeš et al. 2003). První část tenkého střeva je známá jako dvanáctník (duodenum). Do dvanáctníku se uvolňuje pankreatická šťáva produkovaná slinivkou břišní, která obsahuje enzymy amylázu, lipázu a trypsin (Bell & Weaver 2002). Trávení pomocí střevní šťávy je u ptáků značně omezené, protože ve sliznici střeva jsou jen jednoduché tubulózní žlázy a u hrabavé drůbeže chybí duodenální (Brunnerovy) žlázy. V mukóze sliznice byly nalezeny nižší koncentrace proteázy, invertázy i amylázy, avšak jejich účast při trávení není nikterak významná. Tlusté střevo ptáků se skládá ze slepých střev a konečníku. Ptáci mají dvě slepá střeva, která odstupují v místě přechodu tenkého do tlustého střeva. Slepá střeva jsou u ptáků poměrně dlouhá a obsažná a probíhá v nich mikrobiální trávení. Nestrávené živiny jsou zde dále štěpeny pomocí mikrobiálních enzymů, mezi než patří i mikrobiální celuláza. Ve slepých střevech zůstává trávenina poměrně dlouho (24 – 48 hodin). Slepá střeva se vyprazdňují obvykle ráno. Díky mikrobiálnímu rozkladu výkaly slepého střeva obsahují o poznání méně vlákniny než výkaly střeva tlustého (2,5 – 3,5 % resp. 10,5 – 27,5 %). To znamená, že ve slepém střevě dochází k trávení vlákniny a ke vstřebávání produktů mikrobiální fermentace (Kodeš et al. 2003). Některé trávicí procesy mohou pokračovat i v tlustém střevě, ačkoli zde nejsou vylučovány žádné enzymy. Jakékoliv trávení je proto pouze pokračováním procesů zahájených v tenkém střevě (Bell & Weaver 2002).

3.9.2 Živiny

3.9.2.1 Energie

Energetická koncentrace krmiva pro drůbež je hlavním faktorem, který reguluje optimální příjem všech živin. Předpokládá se totiž, že drůbež reguluje příjem krmiva na základě denní energetické potřeby (Leeson et al. 1996). Energetická potřeba drůbeže a energetická hodnota

krmiv pro drůbež se vyjadřuje v kilojoulech (kJ) nebo megajoulech (MJ) metabolizovatelné energie (Kodeš et al. 2003). Metabolizovatelná energie krmiva se zjišťuje v bilančních pokusech se zvířaty, a to buď klasickou metodou, kdy se sleduje množství přijatého krmiva a vyloučených exkrementů nebo metodou indikátorovou. Při použití indikátorové metody se vyhneme nutnosti přesného zjišťování spotřeby krmiva a množství vyloučeného trusu. Zvíře poté může přijímat krmivo *ad libitum*. Zjistíme-li procentuální obsah nestravitelné látky – indikátoru – v krmivu a v trusu, můžeme vypočítat, kolik trusu se vytvořilo z hmotnostní jednotky krmiva nebo jaký je poměr mezi množstvím krmiva spotřebovaného zvířetem a množstvím vyloučených exkrementů. Jako indikátor pro zjišťování stravitelnosti může být použita některá původní složka krmiva (např. popel) nebo komponenty ke krmné dávce záměrně přidané (externí indikátory). Přidávané indikátory musí být nestravitelné a nesmějí ovlivňovat trávení. Nesmí se zapojovat do metabolických procesů a nijak je omezovat. Musí to být látky, které lze rovnoměrně rozptýlit v krmivu, které procházejí trávicím traktem stejnou rychlostí jako krmiva, musí být inertní, neškodné pro zvíře, nesmějí být produkovány v trávicím ústrojí, nesmějí být rozkládány mikroorganismy nebo ovlivňovat jejich aktivitu, musí být nezaměnitelné se žádnou látkou z krmiva a mají být snadno, přesně a spolehlivě stanovitelné. Jejich přítomnost nesmí ovlivňovat možnosti přesného stanovení obsahu živin v krmivu a exkrementech. Z externích indikátorů se osvědčuje oxid chromitý, oxid titaničitý, síran barnatý i jiné látky. Z hydrosolubilních sloučenin například polyetylenglykol o dostatečně vysoké relativní molekulové hmotnosti a chromitý komplex etylendiamintetraoctové kyseliny. Někdy se používají vzácné zeminy (Zelenka 2014).

3.9.2.2 Hrubý protein

Hrubý protein je hlavní složkou biologicky aktivních látek v organismu, proto se mu ve výživě drůbeže také věnuje náležitá pozornost. Hrubý protein je důležitý pro tvorbu a obnovu tkání a nachází se v enzymech i hormonech. Hrubý protein je také jednou z nejdražších komponent krmné dávky. Správné využívání hrubého proteinu je tedy zásadní ve všech systémech krmení z hlediska nutričního i ekonomického a nevhodné používání mimo jiné zvyšuje výrobní náklady (Beski et al. 2015).

Bílkoviny jsou velké molekuly tvořené různě složitým řetězcem aminokyselin (Kodeš et al. 2003). V tělesných bílkovinách je 22 aminokyselin. Esenciální (nepostradatelné) aminokyseliny jsou ty, které si organismus není schopen sám vytvářet. Mezi ně se u drůbeže řadí lysin, threonin, tryptofan, histidin, fenylalanin, leucin, izoleucin, methionin, valin a arginin. Poloesenciální aminokyseliny mohou být v organismu syntetizovány, avšak pouze z některé z nepostradatelných aminokyselin – tyrosin z fenylalaninu, cystein z methioninu. Potřeba methioninu a cysteinu dohromady se uvádí jako potřeba sirných aminokyselin. Jednotlivé neesenciální aminokyseliny (alanin, serin, prolin, kyselina asparagová, asparagin, kyselina glutamová, glutamin) se mohou vytvářet z jiných neesenciálních nebo esenciálních aminokyselin. Syntéza z esenciálních však nebývá biologicky ani ekonomicky výhodná. Poměr mezi obsahem dusíku v esenciálních a neesenciálních aminokyselinách krmné směsi by měl být asi 1:1 (Zelenka 2014). Například podle Parra & Summerse (1991) by při ideálně

vybilancovaném zastoupení esenciálních aminokyselin brojlerům mohlo stačit i 165 g hrubého proteinu v 1 kg krmiva. Tak nízký obsah se však běžně v krmných směsích nepoužívá. Při obsahu nižším než 188 g hrubého proteinu v 1 kg krmiva by se dle norem mohly stát limitujícími potřebné neesenciální aminokyseliny. Jejich nedostatek by pak zvířata musela kompenzovat vytvářením z aminokyselin esenciálních, a proto by měla na jejich přísun zvýšené nároky. Zvíře potřebuje všechny aminokyseliny v určitém vzájemném poměru. Esenciální aminokyselina, jejíž nedostatečné zastoupení v hrubém proteinu limituje využití ostatních aminokyselin a tím zvyšuje nároky na množství hrubého proteinu v krmné směsi nebo limituje užitečnost zvířat při nezměněném množství hrubého proteinu, se nazývá limitující aminokyselinou. Doplníme-li do krmiva první limitující aminokyselinu, stává se limitující druhá, třetí atd. U drůbeže je na prvním místě cystein, methionin nebo méně často lysin, výrazný bývá i nedostatek threoninu, argininu, tryptofanu a valinu (Zelenka 2014).

Aminokyseliny se v organismu po uspokojení záchovné potřeby přednostně využívají pro tvorbu peří, pak pro přírůstek živé hmotnosti, následuje větší rozvoj prsní svaloviny a jejich přebytek je využit pro produkci energie a tvorbu tuku. Tabulky doporučeného obsahu živin v krmných směsích a výživné hodnoty krmiv uvádějí potřebu lysinu, methioninu, sirných aminokyselin dohromady, threoninu, tryptofanu a argininu, tj. těch aminokyselin, jejichž nedostatek může nejčastěji v běžné praxi nastat. Zároveň je zde uveden požadavek na celkový obsah hrubého proteinu, který zaručí v krmné směsi dostatečné množství ostatních aminokyselin. Je třeba neopomenout, že obsah aminokyselin dostačující pro maximální růst nemusí ještě uspokojit všechny potřeby zvířete. Pro optimální osvalení prsní partie drůbeže a tedy vyšší výtěžnost prsního filé se musí použít až o 15 % vyšší hladiny lysinu i methioninu, než stačí pro maximální přírůstky živé hmotnosti (Zelenka 2014). Pokud chceme docílit maximální konverze krmiva, tak potřeba methioninu je také vyšší než potřeba pro maximální přírůstek hmotnosti (Mack et al. 1999). Dokonce i pro optimální funkci imunitního systému, tedy i pro zdraví zvířat, jsou potřebné vyšší hladiny methioninu a argininu než pro růst. Vysoké nároky na sirné aminokyseliny u drůbeže plynou z jejich potřeby pro růst peří (Zelenka 2014). Poměr cysteinu a methioninu v bílkovině peří je 7 – 13 : 1 (Stilborn et al. 1997). Proto je ve většině krmných směsí pro drůbež první limitující aminokyselinou cystein. Nároky na sirné aminokyseliny se zvyšují také v souvislosti s nutností omezovat nepříznivé účinky řady antinutričních látek. Sirné aminokyseliny jsou nezbytné pro tvorbu glutationu potřebného pro detoxikaci mykotoxinů. Při záteži organismu inhibitory proteáz se zvyšuje tvorba pankreatických enzymů bohatých na sirné aminokyseliny a ty jsou zdrojem síry potřebné pro přeměnu kyanidů na méně toxické thiokyanáty, zdrojem metylových skupin potřebných např. pro metylaci DNA a histonů atd. Pro doplnění aminokyselin v krmné směsi můžeme využít dnes již běžně dostupné průmyslově vyráběné aminokyseliny. Díky tomuto nástroji lze poměrně snadno vybilancovat aminokyselinové složení hrubého proteinu. Čím lépe se toto vybilancování podaří, tím méně hrubého proteinu může v krmných směsích být (Zelenka 2014).

V praxi se stává, že dieta pro brojlerů obsahuje více hrubého proteinu, než je třeba. Děje se tak zejména pokud se využívá zdroj s obsahem méně kvalitních bílkovin, ale aminokyselinové doplňky jsou drahé nebo nedostupné. Cílem je poskytnutí minimálního množství esenciálních aminokyselin. Tato strategie vždy vede k velkému množství nevyužitých aminokyselin,

kteře nejsou potřebné pro syntézu bílkovin a nakonec stejně vede k ne úplně nejlepší užitkovosti (Swatson et al. 2002). Každopádně na směsi s přebytečným hrubým proteinem se musíme dívat vždy kriticky. Velký přebytek hrubého proteinu v dietě je stresogenním faktorem. Přebytečné aminokyseliny nemohou být v těle uchovávány do zásoby, jsou při glukoneogenezi desaminovány. Amoniak z desaminovaných aminokyselin je pro zvíře jedovatý. Aby mohl být z organismu vyloučen, musí být nejprve přeměněn na kyselinu močovou a to je energeticky velmi náročný proces. Zároveň se v oblastech s intenzivní živočišnou výrobou zvyšuje zátěž životního prostředí vysokým obsahem hrubého proteinu v exkrementech. Uhlíkatý zbytek většiny aminokyselin je využit k produkci glukózy. Ke glukoneogenezi dochází také tehdy, když zvířata hladoví. Glukóza se vytváří z odbourávaných bílkovin tělesných tkání. Z ketogenních aminokyselin se přitom produkuje kyselina acetocetová i jiné ketony, které zvíře zatěžují (Zelenka 2014).

Teng et al. (2021) testovali, jaký vliv na morfoligii střeva má přídavek jednotlivých aminokyselin do krmné směsi u napadených kuřat. Zjistili, že 0,75 % přídavek argininu, glutaminu nebo threoninu může zlepšit zdravotní stav střev ptáků infikovaných kokcidiemi. Zároveň zjistili, že přídavek methioninu naopak závažnost kokcidiózy zhoršil.

3.9.2.3 Tuky

Tuky plní v organismu řadu funkcí, jsou nejkoncentrovanějším zdrojem energie, nosičem vitaminů a esenciálních mastných kyselin a uplatňují se jako stavební a strukturální složky buněk (Kodeš et al. 2003). Metabolizovatelná energie tuku je cca 36 MJ/kg, zatímco obilné šroty obsahují jen 13 MJ/kg. Přibližně 90 % hmotnosti tuku připadá na energeticky bohaté mastné kyseliny (39 MJ/kg) a 10 % na glycerol (18 MJ/kg). Mastné kyseliny nenasycené mají jen jednoduché vazby, mononenasycené jednu a polynenasycené mastné kyseliny dvě nebo více dvojných vazeb. Polynenasycené mastné kyseliny se běžně označují zkratkou PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids). Čím je vyšší bod tání tuku, tím horší je jeho stravitelnost. Rostlinné oleje obsahující více nenasycených mastných kyselin jsou využívány lépe než tuky živočišného původu (Zelenka 2014).

Lipidy jsou ve střevě tráveny za pomoci žlučových solí, které slouží jako emulgátory. Lipidy jsou hydrolyzovány pankreatickou lipázou a jsou dispergovány na malé micely. Micely poté difundují přes membránu enterocytů. Mastné kyseliny jsou reesterifikovány na triglyceridy v buňce sliznice a spolu s fosfolipidy a cholesterolem tvoří chylomikrony, které jsou transportovány portální krví do jater. Stravitelnost a vstřebávání tuku tvoří klíčový faktor, který ovlivňuje hodnotu metabolizovatelné energie tuku. Stravitelnost tuku je ovlivněna poměrem nenasycených a nasycených mastných kyselin, množstvím glycerolu, délkou uhlíkových řetězců, počtem dvojných vazeb a stářím zvířete. Stravitelnost tuků je u mladších zvířat nižší. Důvodem, proč je hodnota metabolizovatelné energie kukuřičného oleje nebo oleje ze sójových bobů vyšší než metabolizovatelná energie vepřového sádla nebo hovězího loje, je vyšší obsah nenasycených mastných kyselin v rostlinných olejích oproti tukům živočišného původu (Bell & Weaver 2002). Nasycené mastné kyseliny jsou totiž odolnější proti hydrolýze

v trávicím traktu než kyseliny nenasycené (Zelenka 2014). Lipidy přirozeně obsažené v dietě i přidané tuky či oleje se v posledních dvaceti letech staly důležitou složkou krmných směsí pro drůbež. Přídavek krmného tuku do krmné směsi umožňuje velmi zvýšit koncentraci energie (Bell & Weaver 2002).

Oxidace může část mastných kyselin uvolnit z vazby na glycerol. Obsah volných mastných kyselin je známkou náchylnosti ke žluknutí. Tuk by jich neměl obsahovat více než 10 %. Stabilita tuku se měří peroxidovým číslem, které by nemělo být vyšší než 10. Nejčastější příčinou potíží je nedostatečná péče o čistotu zásobníků na tuk, které by měly být kontrolovány alespoň jednou za 3 měsíce a důkladně vyčištěny alespoň jednou za rok. Nenasycené mastné kyseliny jsou méně stabilní, zejména kyselina arachidonová, linolenová, eikosapentaenová a dokosahexaenová, tedy kyseliny s vyšším počtem dvojných vazeb. Pro snížení přirozené nestability mastných kyselin je třeba pro očekávané zastoupení jednotlivých PUFA v produktech najít nejvhodnější dávky antioxidantů přidávaných do krmných směsí. Nemusí jít jen o vitamin E nebo klasická syntetická antioxidantia (butylhydroxytoluen, butylhydroxyanisol, etoxyquin), ale je třeba brát zřetel na celý antioxidantní systém, včetně kyseliny askorbové, selenu, karotenoidů atd. U rychle rostoucích kuřat může velký přebytek nenasycených mastných kyselin v krmné směsi vyvolat mezi 2. a 5. týdnem výkrmu náhlé úhyny (Zelenka 2014).

Oxidací tuku v těle získává drůbež pohotový zdroj energie, mimo to část tuků se může přímo zabudovat do tělesného přírůstku nebo jiného produktu drůbeže. Při zpracování směsí rovněž minimalizují prašnost a ztráty živin, zlepšují homogenitu směsí, zlepšují jejich strukturu, barvu i chutnost (Kodeš et al. 2003).

Mastné kyseliny s délkou řetězce mezi 6 a 12 atomy uhlíku jsou považovány za mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (MCFA). MCFA jsou účinněji absorbovány a metabolizovány než nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem a mají antimikrobiální vlastnosti, jak bylo několikrát prokázáno (Zentek et al. 2011). Mnoho studií *in vitro* totiž potvrdilo antimikrobiální vlastnosti MCFA proti střevním patogenům (protozoa a bakterie) (Van Immerseel et al. 2004; Skřivanová et al. 2005; Hermans et al. 2011). Řada přírodních produktů, které obsahují tuky bohaté na n-3 mastné kyseliny, byla testována jako antikokciální krmná aditiva (Tan & Long 2012). MCFA by tak do budoucna mohla být využívána jako alternativa vůči antibiotikům a antikokciostatikům (Khan & Iqbal 2016).

3.9.2.4 Sacharidy

Převážnou část stravy pro drůbež tvoří obilná zrna a hlavní energetickou složku krmiva pro drůbež tvoří škrob obsažený právě v těchto zrnech. Drůbež má schopnost trávit škrob pomocí pankreatické amylázy. Amyláza štěpí škrob na kratší polymery zvané dextrin a sacharidy. Ty jsou nadále hydrolyzovány na maltózu, isomaltózové a glukózové jednotky. Sacharidy, které drůbež stráví a vstřebá, mohou být využity k výrobě chemické energie, k syntéze rezervního zdroje glukózy nazývaného glykogen, který může být využit v akutních

stresových situacích nebo se mohou využít pro syntézu lipidů. Obilná zrna obsahují dvě formy škrobu – amyulózu a amylopektin. Amylopektinový škrob převládá a představuje 70 až 90 % obilného škrobu. Obecně platí, že z čím větší části je škrob tvořen amylopektinem, tím rozpustnější škrob je. Existují i nově vyšlechtěné odrůdy na vyšší obsah amylopektinového škrobu. Některé odrůdy ječmene potom mohou obsahovat téměř 100 % amylopektinové formy škrobu. Škrob je uložen v endospermu obilných zrn jako škrobová granule s buněčnou stěnou (Bell & Weaver 2002).

Vláknina se řadí mezi strukturní sacharidy a představuje nestálý polymerický konglomerát různě stravitelných látek, zahrnujících dle klasické definice celulózu (50 – 80 %), hemicelulózy (15 – 25 %), lignin (10- 15 %), ale i další látky jako jsou rostlinné slizy, gummy, galaktany apod., odolávající účinkům trávicích enzymů. Zejména lignin je pro drůbež nejvíce nestavitelný a je považován jako antinutriční látka. Viskozita tráveniny, způsobená neškrobovými polysacharidy vlákniny, zpomaluje pasáž krmiva trávicím traktem a zhoršuje ochotu zvířat přijímat krmivo. Stanovit optimální hladinu této velice proměnlivé živiny je dost obtížné. Obecně však platí, že intenzivně rostoucí drůbež musí mít hladiny vlákniny nižší než drůbež chovná. Přítomnost vlákniny ve stravě dráždí žaludeční a střevní sliznice, což má pozitivní efekt na množství trávicích šťáv. S ohledem na tuto skutečnost je nezbytné, aby tato živina byla přítomna ve všech dietách pro drůbež. Nejnižší hladina vlákniny (cca 2 %) bývá dodržována ve směsích pro brojlerová kuřata, protože vyžadují nejvyšší koncentraci živin (Kodeš et al. 2003).

3.9.2.5 Minerální látky

Minerální látky se dělí na makrominerální látky a mikrominerální látky. Mezi makrominerální látky se zařazuje vápník, fosfor, sodík, draslík, chlor a hořčík.

Vápník společně s fosforem jsou dva nejhojnější minerály v kostech, které tvoří přibližně 370 resp. 170 g/kg kostního popele (Doyle 1979). Vápník se v kostech ukládá především ve formě fosforečnanu vápenatého, ale nějaké množství je ve formě uhličitanu vápenatého. Potřeba vápníku je zajištěna nejčastěji podáváním vápence nebo se přidává zároveň s fosforem v dihydrogenfosforečnanu vápenatém (monokalciumfosfátu) nebo hydrogenfosforečnanu vápenatém (dikalciumfosfátu). Rybí moučka je také dobrým zdrojem vápníku a fosforu. Při nedostatku vápníku se omezuje příjem krmiva, zpomaluje se růst, kosti nejsou dostatečně mineralizovány a zvyšuje se nebezpečí vzniku krvácenin ve svalovině. Vápník se podílí na udržování acidobazické rovnováhy v organismu, na zajištění přiměřené úrovně neuromuskulární dráždivosti a je nezbytný při srážení krve (Bell & Weaver 2002; Zelenka 2014).

Fosfor hraje důležitou roli v metabolických procesech a nachází se v buňkách, enzimech a dalších tělesných sloučeninách. Ne všichni fosfor v krmivu je dostupný pro drůbež. Obsah fosforu v krmné dávce se uvádí jako celkový fosfor a nefytátový fosfor. Fosfor z rostlinných zdrojů je přibližně ze dvou třetin fytátový fosfor, který je pro drůbež velmi obtížně dostupný. Výzkumy naznačují, že využitelnost fytátového fosforu se pohybuje od 0 do 30 % (Bell

& Weaver 2002). Lepšího využití fosforu z krmiv rostlinného původu lze docílit přidavkem průmyslově vyráběného enzymu – fytázy. Její používání se rozšířilo po zákazu zkrmování masokostních mouček bohatých na dostupný fosfor a po dramatickém nárůstu cen krmných fosfátů v posledních letech (Zelenka 2014). Důležitý je i poměr mezi obsahy vápníku a fosforu v krmné směsi. Obecně se nachází v rozsahu 1:1 – 2:1. Normální obsah u startovacích diet je cca 10 g vápníku a 4,5 g dostupného fosforu na 1 kilogram krmiva. Přibližný poměr je tedy 2:1 (Waldenstedt 2006). Nicméně Williams et al. (2000a,b) přišli s poznáním, že u moderních brojlerů byly poměry vápníku a fosforu v kosti do 11 dnů věku až 2,6:1, a že obsah 12 g vápníku a 4,5 g dostupného fosforu v krmivu poskytuje nejnornálnější morfologii růstové ploténky ve věku 2 týdnů.

Sodík, chlór a draslík jsou ionty, které jsou nejvíce zapojeny do acidobazické rovnováhy těla (Bell & Weaver 2002). Vztahy mezi nimi se vyjadřují molárním součtem $Na + K - Cl$, který by se měl pohybovat v rozmezí 220 – 300 mM/kg krmné směsi. Na hladinu sodíku a draslíku je třeba zvlášť pečlivě dbát při používání ionoforních antikokcidik. Jejich výrobci udávají horní limit obsahu Na a K v krmné směsi, který nelze překročit bez nebezpečí vzniku vážných zdravotních obtíží. Zdrojem sodíku a chloru je především krmná sůl (Zelenka 2014). Ovšem příliš mnoho soli v krmné dávce má laxativní účinky. Přídavky soli větší než 8 % jsou již smrtelné (Bell & Weaver 2002). Hulan et al. (1987) uvádí, že dietní nerovnováha mezi sodíkem, draslíkem a chlorem může vyvolávat abnormality nohou. Hořčík je součástí, nebo aktivuje, více než 300 enzymů potřebných pro glykolýzu a pro syntézu ATP, DNA, RNA, sacharidů, lipidů a bílkovin. V kostech je z celkového obsahu hořčíku v organismu uloženo 60 – 70 %. Do krmných směsí se obvykle přidávat nemusí, protože je ho v základních komponentech dostatek (Zelenka 2014).

Mikrominerální látky jsou důležité jako kofaktory v mnoha metabolických enzymech nebo jako strukturální složky proteinů jako je například hemoglobin. Drůbeži jsou poskytovány především ve formě premixu. Naprostá většina minerálních premixů obsahuje zinek, mangan, měď, železo, jód a selen. Selen ovšem může být ve větších množstvích pro drůbež velmi toxický. Mikrominerální látky jsou stejně fyziologicky důležité jako makrominerální látky, ale denní potřeba představuje mnohem menší množství (Bell & Weaver 2002). Například selen je klíčová složka spousty enzymů, které působí jako antioxidanty první obranné linie. Zánětlivé poškození způsobené infekcemi *Eimeria* se hojí rychleji, pokud není ohrožena aktivita těchto enzymů a ve většině případů je v tomto ohledu hlavním omezením dostatek selenu (Dalgaard et al. 2018). Podávání vyšších úrovní selenu oproti základní potřebě vykazovalo relativně konzistentní zlepšenou výkonnost u jedinců infikovaných *E. tenella*, ať už byli dříve imunizováni či nikoliv. To bylo ve většině případů doprovázeno i snížením skóre střevních lézí. To naznačuje, že selen je zapojen při zmírnění příznaků způsobených infekcí *E. tenella* (Colnago et al. 1984). Selen je špatně dostupná minerální látka, pokud je podáván v anorganické formě, proto je lepší jeho podávání drůbeži v organických formách (Dalgaard et al. 2018).

I zinek má svou úlohu při infekci kokcidiemi. Zinek je spojován se zráním a prevencí apoptózy lymfocytů (Fekete & Kellems 2007). Důsledkem jeho nedostatku je zhoršená schopnost

hostitele reagovat na infekci. Zinek je zapojen i v antioxidačních systémech. Růstová deprese, zaznamenaná u jedinců infikovaných *E. tenella*, byla snížena, když byl zinek podáván v koncentracích dvakrát vyšších, než je požadavek. Existují jasné rozdíly v dostupnosti různých zdrojů zinku (anorganická a organická forma). Předpokládá se, že tento minerál může hrát roli v optimalizaci imunitního systému ve vztahu k infekci kokcidiemi (Bortoluzzi et al. 2019).

3.9.2.6 Vitaminy

Vitaminy jsou organické sloučeniny, které jsou v malých dávkách nezbytné pro správné fungování všech životních funkcí. Jsou potřebné nejen pro zachování životních funkcí, ale i pro zdraví, reprodukci, růst i hospodářský užitek zvířat. Nedostatek jednoho vitamínu nemůže být nahrazen přídatkem vitamínu jiného (Kodeš et al. 2003). Vitaminy se dělí do dvou skupin na základě jejich rozpustnosti na vitaminy rozpustné v tucích (A,D,E,K) a vitaminy rozpustné ve vodě (C, vitaminy skupiny B. Liposolubilní vitaminy se mohou skladovat v těle zvířete. Až na vitamin B₁₂ se vitaminy rozpustné ve vodě v těle neukládají a jejich přebytky se rychle vylučují. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou relativně netoxické, ale nadbytek liposolubilních vitamínu A a D může způsobit vážné problémy (McDowell 2000).

I když pro zvířata jsou všechny vitaminy stejně důležité, můžeme považovat vitamin A za nejdůležitější. Rostliny neobsahují vitamin A, avšak obsahují jeho prekurzory (karotenoidy), ze kterých si zvíře vitamin A pomocí enzymů může vytvořit (McDowell 2000). Vitamin A je potřebný pro výstavbu, ochranu a regeneraci epitelů, zdravotní stav, plodnost, tvorbu protilátek, výstavbu očního purpuru a regulaci látkové výměny sacharidů, tuků a bílkovin (Kodeš et al. 2003). Thompson et al. (1969) uvádí, že drůbež s nedostatkem vitamínu A má špatnou kalcifikaci a vývoj kostí. Ukázalo se, že dostupnost vitamínu A souvisí s odolností vůči infekci *E. tenella* (Wickware 1949). Předpokládá se, že je to kvůli požadavku na vitamin A v souvislosti s buňkami zprostředkované imunitní odpovědi (Fekete & Kellems 2007). Snížení hladiny vitamínu A v krmných dávkách brojlerů bylo spojeno s výrazně zvýšenými ztrátami, když byli brojleři vystaveni kokcidiím *E. maxima* a *E. tenella* (Little & Edgar 1971).

Dva hlavní přírodní zdroje vitamínu D jsou cholekalciferol (vitamin D₃ vyskytující se u zvířat) a ergokalciferol (vitamin D₂ vyskytující se převážně v rostlinách). Vitamin D se v těle může syntetizovat při vystavení se slunečnímu záření. Vitamin D je zodpovědný za hospodaření s Ca a P. Vitamin D zvyšuje hladinu Ca a P v krevní plazmě na úroveň, která zajišťuje normální mineralizaci kostí (McDowell 2000). Většina surovin ve výživě brojlerů obsahuje málo nebo žádný vitamin D a tak se přidává do stravy v syntetické formě. Vitamin D₂ má jen velmi malou účinnost pro drůbež, proto se používá D₃ (McDonald et al. 1995). Vyšší hladiny cholekalciferolu také prokazatelně zvyšují využití fyziologického fosforu (Mohammed et al. 1991).

Je prokázáno, že vitamin E je nezbytný pro integritu a optimální funkci reprodukční, svalové, oběhové i nervové soustavy (McDowell et al. 1996). Vitamin E (tokoferol) je také důležitý pro stabilitu tuků, ostatních lipofilních vitamínů a působí jako inhibiční faktor při autooxidaci nenasycených mastných kyselin. Podílí se na řízení látkové výměny sacharidů a kreatinu

a hospodaření s glykogenem. Spolu s kyselinou askorbovou a selenem jsou nejdůležitějšími antioxidanty (Kodeš et al. 2003). Nedostatek vitamínu E může způsobit svalovou dystrofií. Vitamin E ještě hraje zásadní roli při udržování humorální a buněčné imunity a vyšší dávky mají imunostimulační účinek (Fekete & Kellems 2007). Přídavek vitamínu E byl testován u ptáků napadených *E. tenella* a to u imunizovaných i neimunizovaných jedinců. Výsledky byly podobné jako při podávání selenu (Colnago et al. 1984).

Vitamin K je katalyzátorem při tvorbě protrombinu, který je nutný pro srážení krve. Při jeho nedostatku lze pozorovat podkožní krváceniny. Vitamin K je syntetizován mikroorganismy trávicího traktu. U drůbeže se však touto cestou může uhradit jen část potřebného množství. Dáváme-li zvířatům látky, které mikroorganismy potlačují (antibiotika, antikocidika, sulfonamidy apod.), je třeba přidávat vitamínu K více. Vyšší dávka vitamínu K je také vhodná před krvavými zákroky. Například 2 dny před zkracováním zobáků. Zvířata snesou i tisícinásobné předávkování. Záhřevem se až 50 % vitamínu K ničí (Zelenka 2014).

Každý vitamin skupiny B má svůj specifický název (B₁ – thiamin, B₂ – riboflavin, B₃ – niacin, B₅ – kyselina pantotenová, vitamin B₆, B₇ – biotin, B₉ – kyselina listová, B₁₂ – kyankobalamin). Vitaminy skupiny B působí příznivě na nervovou soustavu, zprostředkují lepší využívání živin a zlepšují líhivost vajec. Jsou obsaženy zejména v kvasnicích, mléku, obilných klíčcích, popřípadě v zelené píce (Kříž 1997). Mírný nedostatek vitamínů skupiny B obvykle způsobuje špatnou chuť ke krmivu a zhoršuje růst. Závažnější nedostatky se projevují celou řadou vážnějších příznaků. Příznaky se liší dle nedostatku konkrétního vitamínu (Dove & Cook 2000).

Vitamin C (kyselina askorbová) se účastní oxidoredukčních procesů a je nezbytný při tvorbě kolagenu. Hospodářská zvířata si kyselinu askorbovou tvoří v dostatečném množství v játrech a proto pro ně není vitamínem. Při zvýšené potřebě se může její tvorba z jednoduchých cukrů zvýšit až desetinásobně (Zelenka 2014).

3.9.2.7 Krmná aditiva rostlinného původu

Fytogenní krmné přísady často označované jako fytobiotika nebo botanická krmná aditiva jsou přírodní přirozeně získané sloučeniny z různých rostlin, bylin, koření a dalších botanických zdrojů. Tyto krmné přísady jsou začleňovány do krmiv pro hospodářská zvířata a mají sloužit k různým účelům. Mohou podporovat imunitní systém mít funkci antimikrobiální, antimutagenní, antioxidantní nebo třeba stimulovat růst. Lze je použít v pevné, vysušené, práškové nebo extrahované formě (surové nebo koncentrované). Skládají se z bioaktivních sloučenin mezi něž patří esenciální oleje, polyfenoly, terpenoidy, flavonoidy a další. Nejčastěji jsou využívány jako substituční antibiotické stimulatory růstu u nepřežvýkavců v živočišné výrobě. A to z důvodu zákazu používání antibiotik v krmivářském průmyslu. Potenciální použití těchto doplňkových látek závisí na vlastnostech bylin, pochopení jejich hlavních a vedlejších složek, znalosti mechanismů jejich působení, bezpečnosti zvířat

i produktů. V poslední době získávají uznání jako účinný a udržitelný nástroj pro podporu zdraví a užitkovosti zvířat (Biswas et al. 2024).

Fytogenní aditiva mají komplikovaný mechanismus účinku. To je velkým problémem pro výzkumníky, kteří se snaží objevit přesný způsob působení těchto molekul. Tyto sloučeniny rostlinného původu nezanechávají žádná rezidua a nemají tedy stanovenou ochranou lhůtu (Li et al. 2016). Mezi další faktory, které mohou ovlivnit fytogenní účinnost patří fyzikální vlastnosti rostlinných orgánů, stáří rostliny, použitá dávka, technika extrakce, období sklizně a interakce s jinými látkami (Yang et al. 2009). I výživný stav zvířat nebo infekce může mít také vliv na fytogenní účinky (Giannenas et al. 2003).

Řada přírodních krmných aditiv prokázala antikokcidiální aktivitu. Zederach indický (*Azadirachta indica*) je tropický stálezelený strom a také tradiční léčivá rostlina (Biswas et al. 2002). Tento strom obsahuje limonoidy, protolimonoidy, tetranortriterpenoidy a pentanortriterpenoidy, z nichž některé mohou ovlivňovat životní cyklus kokcií (Koul et al. 2006). Tipu et al. (2002) porovnávali antikokcidiální účinnost salinomycinu sodného (ionoforové léčivo s kokcidiostatickými účinky) a ovoce z azadirachty indické. Dospěli k závěru, že přídavek 0,3 % tohoto namletého ovoce do krmiva pro brojlerů prokázal srovnatelnou účinnost při potlačování kokcidiózy jako při použití salinomycinu sodného. Podobně Allen et al. (1997) zkoumali vliv pelyňku ročního (*Artemisia annua*) na drůbež infikovanou *Eimeria acervulina*, *E. tenella* nebo *E. maxima*. Celkem provedli čtyři experimenty ke zkoumání antikokcidiálních vlivů pelyňku ročního přidaného do krmiva pro brojlerů. V prvním výzkumu byli brojleři krmeni směsí obsahující 5 % sušených listů pelyňku ročního – pozorováno bylo statisticky významné snížení počtu oocyst *E. tenella*, ale ne *E. acervulina* nebo *E. maxima*. Ve druhém výzkumu byla kuřata krmena dietou obsahující 1 % suchých listů pelyňku ročního po dobu pěti týdnů. Toto množství listů snížilo počet oocyst *E. acervulina* a *E. tenella*. Když byla brojlerová kuřata krmena dietou obsahující 17 ppm čistého artemisininu (extrakt z pelyňku) po dobu tří týdnů, došlo ke snížení počtu oocyst *E. tenella*, ale u *E. acervulina* nikoliv. Ukázalo se, že i další složky obsažené v pelyňku ročním, kafr a 1,8-cineol přidané v množství 119 ppm, zvyšují tělesnou hmotnost kuřete a snižují počet střevních lézí způsobených *E. tenella*. Chemicky je artemisinin seskviterpenový lakton obsahující neobvyklý peroxidový můstek a představuje základní aktivní složku izolovanou z rostlin tradičně známých v čínské medicíně. Předpokládá se, že peroxid je nejvíce zodpovědný za interakci artemisininu. Je známo, že několik dalších sloučenin obsahuje takové peroxidové můstky a jednou z nich je askaridol (bicyklický monoterpen) (Miller & Su 2011).

Kostadinović et al. (2012) zase zkoumali antikokcidiální aktivitu artemisininu získaného extrakcí pelyňku pravého (*Artemisia absinthium*). Studie byla provedena *in vivo* na 150 brojleřích hybridů obou pohlaví infikovaných *E. tenella* v dávce 20 000 oocyst na jednoho jedince. Infikovaná kuřata poté byla léčena extraktem z pelyňku pravého přimíchaným do krmné směsi v množství buď 1, 2 nebo 3 mg/kg. Zjistili, že extrakt z pelyňku pravého snížil počet oocyst *Eimeria tenella* v trusu infikovaných brojlerů, když zkrmovaná dieta obsahovala extrakt v množství 3 mg/kg. Výsledky ukazují, že pelyněk pravý může být využit jako alternativa ke standartním kokcidiostatickým léčivům, které mohou vytvářet

rezistenci. I Arab et al. (2006) vytvořili studii, ve které testovali *in vivo* antikokcidiální účinek artemisininu izolovaného z pelyňku na brojlerech Ross 308. Potvrzují, že extrakt snížil počet oocyst *E. tenella* a *E. acervulina*, nikoliv však *E. maxima*.

Antikokcidiální vliv pelyňku ročního (*Artemisia annua*) a bedrníku anýzu (*Pimpinella anisum*) na oocysty *E. tenella* zkoumali Dragan et al. (2010). Pelyněk roční velmi razantně snížil počet oocyst v trusu infikovaných brojlerů ve srovnání s kontrolní skupinou, která byla krmena standartní dietou. Bedrník anýz snížil počet oocyst *E. tenella* v trusu taktéž, ale v menší míře. Na konci experimentu (32 dní po infekci) měli brojleři, kterým byla podávána dieta s přídatkem pelyňku ročního, nejlepší konverzi krmiva i zvýšený denní přírůstek hmotnosti oproti ostatním experimentálním skupinám.

Khan et al. (2008) porovnávali vliv dvou rostlin, konkrétně rdesna hadího kořenu (*Polygonum bistorta*) a oslízáku líbezného (*Aegle marmelos*) na potlačení kokcidiózy u kuřat. Došli k závěru, že zkoumané bylinné extrakty z těchto bylin vykazovali antikokcidiální aktivitu a sníženou úmrtnost kuřat. Tyto výsledky jsou v souladu s výzkumem, který provedli Tipu et al. (2002), při němž zkoumali antikokcidiální aktivitu zederachu indického (*Azadirachta indica*).

Giannenas et al. (2003) zkoumali antikokcidiální účinek esenciálních olejů z oregana a zjistili, že tyto esenciální oleje přidané do krmné směsi pro brojleři v množství 300 mg/kg způsobily potlačení kokcidiózy. Youn & Noh (2001) uvádějí, že nejvýraznější antikokcidiální účinek proti *Eimeria tenella* z patnácti studovaných rostlin vykázal extrakt z jerlínu žlutavého (*Sophora flavescens*), který byl dokonce silnější než účinek pelyňku ročního.

El-Khtam et al. (2014) ve své studii porovnávali účinek česneku a kurkumy. Při experimentu *in vivo* rozdělili jednodenní kuřata do 7 stejných skupin. Jedna skupina byla negativní kontrola, tedy neinfikovaná a neléčená kuřata. Zbývající skupiny byly infikovány různými druhy kokcidií. Dvěma skupinám byla podávána kurkuma v prášku v množství 10 resp. 5 g/l prostřednictvím napájecí vody. Další dvě skupiny v napájecí vodě dostávaly ve stejném množství česnekový prášek. Jedna z vytvořených skupin byla léčena amproliem v množství 1,25 g/l. Amprolium je chemická sloučenina používaná jako konvenční kokcidiostatikum u drůbeže. Poslední zbývající skupina byla pozitivní kontrolní skupina, čili skupina infikovaná a neléčená. Klinické příznaky a léze byly méně závažnější ve skupinách suplementovaných česnekovým práškem oproti skupinám suplementovaných kurkumou. I celkový počet oocyst se snížil ve skupině, která měla doplněk česneku více, než ve skupině s doplňkem kurkumy. Z výsledku vyplývá, že česnekový prášek byl účinnější než prášek z kurkumy. Autoři dodávají, že účinek těchto bylinných prášků byl srovnatelný s tím, který vykazovalo Amprolium. Prášky z česneku a kurkumy tedy vykazují významnou antikokcidiální aktivitu a mohou být využity pro kontrolu kokcidiózy.

Sorour et al. (2018) testovali využití esenciálního oleje z hřebíčku jako antikokcidika. Nicméně hřebíčkový esenciální olej během experimentu vykazoval jen mírný účinek ve srovnání s kokcidiostatikem na bázi toltrazurilu. Autoři proto dodávají, že je třeba dalších studií,

kteře by posoudily možné působení hřebíčkových silic na kokcidie stejně jako optimální dávku nebo vhodné načasování.

Rostliny rodu paprika (*Capsicum*) obsahují rostlinný alkaloid kapsaicin. Uvádí se, že kapsaicin má baktericidní a bakteriostatické účinky a účinně podporuje obranné mechanismy proti mikrobiálním infekcím. Kromě toho zlepšuje příjem krmiva a sekreci trávicích šťáv (Lillehoj et al. 2018). Někteří autoři uvádí, že použití kapsaicinu má pozitivní vliv na tělesnou hmotnost, přírůstek a konverzi krmiva. Dokonce bylo nedávno popsáno i zlepšení kvalitativních vlastností masa (Nacimiento et al. 2020; Tashla et al. 2019). Proto Lozada-Ortiz et al. (2022) vytvořili studii s cílem vyhodnotit použití chilli papričky (*Capsicum annuum*) jako krmné přísady pro prevenci kokcidiózy u brojlerových kuřat. Do studie bylo zařazeno celkem 288 jednodenních kuřat Ross 308. Z těchto kuřat byly vytvořeny čtyři skupiny. Třem skupinám byla sušená, namletá chilli paprička přidávána do krmné směsi v množství 0,1; 0,2 a 0,3 %. Čtvrtá skupina byla kontrolní bez přídavku mleté chilli papričky. Z výsledku vyplývá, že nejvíce vyloučených oocyst měla kontrolní skupina bez ošetření. Čím větší byl přídavek namleté chilli papričky, tím méně bylo oocyst ve výkalech. Nejlepší výsledek tedy měla skupina s 0,3 % přídavkem chilli papričky. To znamená, že v tomto případě použití namleté chilli papričky jako přírodního antikokcidika zafungovalo. Stejný vliv měl přídavek chilli papričky i na úmrtnost kuřat, kdy úmrtnost u kontrolní skupiny byla 6 %, ale u skupiny s největším přídavkem mleté chilli papričky byla úmrtnost necelá 3 %.

3.10 Kokcidióza

Mezi kokcidie se řadí celá škála jednobuněčných parazitů spadajících do kmene *Apicomplexa*. Kokcidie rodu *Eimeria* jsou druhově specifické a infikují jeden hostitelský druh nebo skupinu blízce příbuzných hostitelů (Müller & Hemphill 2013). Kokcidie jsou obligátně intracelulární parazité, kteří mají jedinečné specializované orgány nazývané jako apikální komplex. Mezi tyto orgány patří polární prstence, konoid, mikronemy, rhoptrie a subpelikulární mikrotubuly zajišťující požadovanou strukturální stabilitu během invaze do hostitelské buňky (Suarez et al. 2017). Infekce dostatečně velkým množstvím kokcidií vyvolává klinické projevy onemocnění zvaného jako kokcidióza, zatímco subklinické infekce jsou asymptomatické, ale nepříznivě ovlivňují užitečnost (Williams 2002; Haug et al. 2008). *Eimeria spp.* ničí slizniční buňky hostitele, aby mohli zahájit svůj vícestupňový proces replikace. To má za následek patologické změny, jako je zvýšená buněčná propustnost, únik živin a plazmatických bílkovin a zhoršené trávení a vstřebávání bílkovin. Navíc způsobuje morfologické změny ve střevní sliznici, které mají za následek snížení povrchové absorpční plochy. Životní cyklus kokcidií je krátký a trvá přibližně 4 – 6 dní (liší se dle druhu). Způsob přenosu je orálně-fekální a často se infekce přenese požitím sporulované oocysty. Jakmile se dostane do trávicího traktu hostitele a je vystavena trávicím enzymům, podléhá excystaci a dojde k uvolnění sporozoitů (Nabian et al. 2018).

3.10.1 Druhy kokcií napadající kura domácího

U kuřat bylo popsáno sedm druhů rodu *Eimeria*, které infikují různé části střeva (Vrba et al. 2010). Každý druh má jinou morfologii oocysty nebo třeba také jinou délku prepatentní periody. Což je časový interval od infekce sporulovanou oocystou do vylučování prvních oocyst výkaly do prostředí (Arabkhazaeli et al. 2011). U brojlerů jsou z popsaných druhů významné tři. *E. acervulina*, která se vyvíjí v epiteliálních buňkách v proximální oblasti tenkého střeva, zejména v duodenu (Kant et al. 2013). *E. maxima*, která parazituje ve střední části tenkého střeva, od duodenální kličky až po divertikulum žloutkového váčku. Tento druh je také snadno identifikovatelný díky tomu, že jeho oocysty jsou největší. A *E. tenella*, která infikuje slepé střevo a způsobuje krvavý průjem (Conway & McKenzie 2007).

3.10.2 Patologie a diagnostika ptačích kokcií

Bylo prokázáno, že stupeň infekce a klinické příznaky kokcidiózy jsou ovlivněny více faktory – jako jsou druh kokcidie, kterou je zvíře napadeno, infekční dávka, interakce mezi hostitelem a parazitem a podmínky ustájení (Mesa-Pineda et al. 2021).

Správná identifikace druhů *Eimeria* je důležitá pro diagnostiku a kontrolu onemocnění (Carvalho et al. 2011). Běžně používanými metodami pro hodnocení kokcií jsou makroskopická diagnostika, zahrnující pozorování klinických příznaků infikovaných zvířat, umístění a vzhledu lézí během pitvy a mikroskopická diagnostika, zaměřující se na hodnocení velikosti a tvaru oocyst (Conway & McKenzie 2007). Někdy se v mikroskopické diagnostice využívá i hodnocení dalších vývojových stádií pomocí mikroskopických nátěrů (Barrios et al. 2017). Pokud vyžadujeme co možná největší diagnostickou přesnost, je možné využít i diagnostiku molekulární (Hinsu et al. 2018).

Kokcidie napadají střevní sliznici a vyvolávají určitý stupeň poškození a zánětu epiteliálních buněk. Tyto výrazné histologické změny nastávají během krátkého časového období a patří mezi ně i deformace, prasknutí nebo oddělení sousedních buněk (Yun et al. 2000). Nakažení ptáci mají načepýřené peří bez lesku a jeví známky únavy či ospalosti. Snižují příjem vody i krmiva a výkaly jsou vodnaté, bělavé nebo i krvavé (Ali et al. 2014). To má za následek dehydrataci, případně může nastat i úhyn zvířete (Greenacre & Morishita 2021). Dále také nastává malabsorpce v důsledku snížené aktivity enzymů kartáčového lemu a narušení střevní integrity (Adams et al. 1996; Assis et al. 2010).

Napadení kokciemi způsobuje i další změny ve střevech. Například po napadení druhy *E. acervulina* a *E. maxima* vzrostla u brojlerů velikost pohárkových buněk a zvýšil se i jejich počet (Collier et al. 2008). Pohárkové buňky představují důležitý obranný mechanismus střevního traktu (Al-Quraishy et al. 2020). Pohárkové buňky vylučují glykoproteiny o vysoké molární hmotnosti tzv. muciny (Pearson & Brownlee 2005). Muciny představují první linii obrany a chrání epitel střevního lumenu proti dráždivým látkám (Montagné et al. 2004). Nicméně tato zvýšená produkce mucinu může být také škodlivá, protože podporuje sekundární kolonizaci jinými patogeny jako je *Clostridium Perfringens*, *Salmonella sp.* a některé viry

(Al-Sheikhly & Al-Saieg 1980; Ruff 1999). To má za následek další zhoršení metabolismu a absorpce živin (Khater et al. 2020).

3.10.2.1 Mikroskopická diagnostika kokciidií

K vyhodnocení přítomnosti nebo i tvaru oocyst lze odebrat vzorky střevní sliznice seškrabem nebo se mohou použít i vzorky trusu (Hodgson 1970; Barrios et al. 2017). Počet oocyst na gram trusu nebo steliva je typicky doplněn o skóre střevních lézí (Bortoluzzi et al. 2018). Toto skóre představuje závažnost onemocnění a stanovuje se vyšetřením střeva. Skóre popisuje střevní změny na stupnici 0 – 4 body (Assis et al. 2010). K diagnostice je možné využít i Mini-FLOTAC, což je nová metoda pro kvalitativní a kvantitativní diagnostiku helmintů a prvoků napadající savce. Tato metoda je efektivní a může rychle zpracovat velké množství vzorků v laboratoři nebo na farmě (Cringoli et al. 2017). Mini-FLOTAC je založen na principu flotace a skládá se ze dvou komponent – Fill-Flotac a počítací komůrka (Bortoluzzi et al. 2018). Fill-FLOTAC je čirá plastová nádoba o objemu 70 ml, která se používá k provedení prvních čtyř kroků, tj. odběr vzorku a vážení, homogenizace, filtrace a plnění komůrek. Na jedné základně jsou umístěné dvě počítací komůrky. Každá má objem 1 ml a na povrchu je pravítko, které jednotlivé komůrky rozděluje na 12 sekcí (Cringoli et al. 2017). Počítání pod mikroskopem se provádí při stonásobném zvětšení (Bortoluzzi et al. 2018). U malých prvoků se používá zvětšení až čtyřsetnásobné (Cringoli et al. 2017).

3.10.3 Metody využívané pro kontrolu kokcidiózy

Prevence a kontrola kokcidiózy je založena na použití vakcín, přírodních krmných přísad a profylaktických antikokcidik. Důkladné čištění, dezinfekce zařízení, dostatečné větrání a čistá voda – to vše přispívá k udržení dobrého stavu podestýlky, což minimalizuje sporulaci oocyst (Peek & Landman 2011). Prevence je pilířem produkce brojlerových kuřat a spoléhá se zejména na antikokcidika jako na prostředek zamezující propuknutí onemocnění (Chapman et al. 2010; Peek 2010). To je běžné od 50. let minulého století, kdy se začala používat krmná antikokcidika v chovech brojlerových kuřat a krůt. Koncem 90. let 99 % brojlerových kuřat přijalo během života alespoň jednou antikokcidikum a tato praxe stále převládá v mnoha oblastech (Chapman 2009). Nicméně trendy se mění a dnes někteří z největších producentů brojlerových kuřat na světě, jako například USA, chovají až 60 % brojlerů bez antikokcidik (Mesa-Pineda et al. 2021). Antikokcidika se na základě jejich způsobu účinku dělí na kokcidiostatika a kokcidicidy. Kokcidiostatika zastavují vývoj parazita, narušují jeho vývoj a růst, ale jejich účinek může být reverzibilní a jejich odstranění z diety může vést k opětovnému propuknutí nemoci. Kokcidicidy parazita usmrcují či nevratně poškozují (Peek 2010). Antikokcidika lze také rozdělit do dvou kategorií podle původu (Chapman & Jeffers 2014). První skupinou jsou syntetické sloučeniny, které se vyrábějí chemickou syntézou a mají specifický způsob účinku proti metabolismu parazita (Peek & Landman 2011). Druhou skupinu tvoří polyetherová nebo ionoforová antibiotika, která jsou vyráběna pomocí fermentace *Streptomyces spp.* nebo *Actinomadura spp.* (Witcombe & Smith 2014; Khater et al. 2020). Na trhu existují

i produkty, které jsou kombinací obojího výše uvedeného (Peek & Landman 2011). Široké profylaktické využívání těchto antikocidik má za následek ztrátu účinnosti těchto sloučenin a zvýšení odolnosti parazita (Abbas et al. 2011). K překonání tohoto problému existují dva programy pro využívání antikocidik. V prvním programu se během jednoho výkrmového cyklu střídají dvě nebo více antikocidik v krmivu, které mají obvykle různý způsob účinku. Druhý program využívá stejné antikocidikum během celého turnusu, ale mění se za jiné pro turnus následující (Quiroz-Castañeda & Dantán-González 2015).

Po infekci kokcidiemi dochází ke spuštění různých mechanismů imunitního systému hostitele, což má za následek efektivní, dlouhotrvající, ale druhově specifickou imunitu. Obecně platí, že navození imunitní odpovědi proti kokcidiím vyžaduje inokulaci velkým počtem oocyst, s výjimkou *E. maxima*, která je považována za vysoce imunogenní a stačí tedy malý počet oocyst k navození silné imunitní reakce (Yun et al. 2000). Infekce stimuluje reakci hostitele, která začíná nespecifickou imunitní reakcí prostřednictvím makrofágů, granulocytů, NK buněk nebo sérových proteinů. To předchází rozvoji antigenně specifické paměťové imunitní odpovědi zprostředkované lymfocyty (Dalloul & Lillehoj 2006). První studii, která prokázala rezistenci u kuřat proti infekci *E. tenella*, přinesli Beach a Corl v roce 1925, ale až o 27 let později přišla ve Spojených státech amerických první živá komerční vakcína proti kokcidióze (Witcombe & Smith 2014; Khater et al. 2020). Vakcinace je součástí programů pro kontrolu kokcidiózy s cílem navodit imunitní odpověď a vytvořit tak ochranu proti následným problémům s kokcidiemi, případně snížit závažnost onemocnění (Peek & Landman 2011; Price 2012). Na trhu jsou dostupné různé vakcíny, například živá vakcína atenuovaná, která je také nejčastěji používaná. Živé vakcíny fungují na principu orálního podání nízkých dávek oocyst a tím stimulují humorální a buněčnou odpověď imunitního systému hostitele (Chapman 2014).

Virulentní kmeny izolované z terénu bez jakýchkoliv změn jsou patogenní a lze je využít jako virulentní vakcíny (Peek 2010). Ty jsou vysoce účinné a relativně levné na výrobu. Nicméně tato praxe riskuje ohrožení užitkovosti hejna a výskyt klinického onemocnění při nesprávném použití (Shirley et al. 2005; Blake et al. 2021). Při hromadném očkování je důležité pečlivě standardizovat způsoby a podmínky dávkování. U zvířat, která nedostanou vhodnou dávku vakcíny, může následně přetrvávat infekce, která snižuje jejich užitkovost a k tomu zvyšuje náchylnost k budoucímu onemocnění (Shivaramaiah et al. 2014). Tyto nevýhody omezily využívání virulentních vakcín a v současné době není žádná taková vakcína licencována pro použití v Evropské unii (Blake et al. 2017). Nicméně tento typ vakcíny se stále široce používá ve velké části Severní Ameriky a také v některých částech Afriky a Asie (Blake et al. 2020; Blake et al. 2021).

Často používanou vakcínou je živá vakcína atenuovaná. Cílem atenuace je snížení patogenity parazita a tudíž i jeho škodlivých účinků na hostitele. Pro výrobu této vakcíny existuje několik metod jako například ozařování nebo chemické ošetření parazita. Pomocí těchto metod dochází k redukci patogenity za plného zachování imunogenicity (Jeffers 1975; Fetterer et al. 2014; Gadelhaq et al. 2017). Tento typ vakcíny se ve velké míře používá v Evropě, části Afriky, Asie a Austrálie (Blake et al. 2020).

Nejen narůstající rezistence vůči antikokcidikům vytváří v dnešní době potřebu hledat alternativní strategie pro kontrolu kokcidiózy, které budou bezpečné, efektivní, ale i ekonomicky životaschopné (Abbas et al. 2012). Mezi tyto alternativní strategie se řadí probiotika, prebiotika, esenciální oleje, organické kyseliny a antioxidanty (Chapman et al. 2013; Khater et al. 2020). Mnohé z těchto sloučenin se používají jako doplňky stravy. Cílem může být stimulace imunitního systému, protizánětlivé nebo antioxidační působení (Abbas et al. 2012; Quiroz-Castañeda & Dantán-González 2015). Například Ali et al. (2014) ukázali ve své práci antikokcidický účinek česneku (*Allium sativum*) a zázvoru (*Zingiber officinale*) proti experimentálně vyvolané kokcidióze. Příjem krmiva, tělesná hmotnost a konverze krmiva byly významně lepší u kuřat, která měla přírůstek zázvoru a česneku v krmné dávce, oproti pozitivní kontrole (infikovaná kuřata bez krmných přísad). Podobně pak i výsledky vylučování oocyst, skóre lézí a histopatologie tenkého střeva byly lepší u kuřat, jejichž krmná dávka byla doplněna o zázvor a česnek. Smíšené výsledky v mnoha studiích ukazují potřebu dalšího výzkumu potenciálu těchto alternativních kontrolních strategií (Mesa-Pineda et al. 2021). Scheurer et al. (2013) zase zkoumali účinek oregana a směsi kurkumy, saponinů a inulinu. Žádné účinky proti kokcidióze nezjistili. I Idris et al. (2017) uvedli, že použití esenciálních olejů jako alternativy k antikokcidikům je omezené kvůli jejich antinutričním účinkům a možné toxicitě.

Aloe vera je známá bylina, která se vyznačuje mnoha vlastnostmi. Mezi ně se řadí vlastnosti antibakteriální, antivirové, protiplísňové, protinádorové, protizánětlivé, hojivé a antioxidační. V posledních letech se *Aloe vera* dostalo pozornosti jako fyto-gennímu aditivu do krmiva pro brojlerů. Studie prokázaly, že *Aloe vera* může zlepšit imunitní odpověď a růstový výkon u brojlerových kuřat. Navíc je i alternativou k antikokcidikům. *Aloe vera* je možné zkrmovat brojlerům ve formě gelu, prášku, etanolového extraktu nebo vodného extraktu (Darabighane & Nahashon 2014).

Mwale et al. (2006) v experimentu *in vitro* porovnávali účinky *Aloe vera* a *Aloe spicata* na inhibici sporulace oocyst kokcidií. Uvedli, že *Aloe vera* a *Aloe spicata* po přidání do krmiva významně snížili počet oocyst. V další studii Yim et al. (2011) uvádí, že brojleři, kteří dostávali prášek *Aloe vera* přidáný do krmiva v množství 0,1 %, 0,3 % a 0,5 %, vykazovali menší počet fekálních oocyst oproti kontrolní skupině. Kromě toho Akhtar et al. (2012) ve své studii objevili, že u brojlerů, kteří dostávali etanolový a vodný extrakt z *Aloe vera* v dávce 300 mg/kg tělesné hmotnosti denně (tři po sobě jdoucí dny), bylo vylučování oocyst významně nižší ve srovnání s kontrolní skupinou. Navíc brojleři krmení vodným extraktem měli nejnižší průměrné skóre střevních lézí oproti skupině kontrolní i skupině krmené etanolovým extraktem.

Existují studie, které se zabývaly využitím polyfenolů jako alternativní strategie k léčbě kokcidiózy. Wang et al. (2008) zkoumali antikokcidiální účinek hroznových jader, protože obsahují proanthokyanidy. Dle autorů použití hroznových jader při infekci *E. tenella* významně snížilo úmrtnost a zlepšilo užitkovost. Proanthokyanidy jsou silné přírodní antioxidanty (Cos et al. 2004). Xanthohumol je flavonoid získávaný z chmele. Je uváděno, že vykazuje antikokcidiální aktivitu proti různým druhům kokcidií u drůbeže (Allen 2007). Xanthohumol významně snížil skóre střevních lézí u jedinců infikovaných *E. acervulina*.

Kuřata, která byla infikovaná *E. acervulina* a *E. maxima* vylučovala méně oocyst než kontrolní skupina, pokud jejich strava obsahovala 20 ppm xanthohumolu.

Molan et al. (2009) zkoumali účinek extraktu z borové kůry, který představuje unikátní směs tříslovin (85 %) a flavonoidů (8 %), na sporulaci tří druhů rodu *Eimeria* a došli k závěru, že extrakt z borové kůry sporulaci kokcidií významně snížil. Kolečkar et al. (2008) nedoporučují denní příjem velkého množství tříslovin. Nicméně malé dávky tříslovin obsažené v krmivu jsou pro zdraví prospěšné.

Co se týče aromatických rostlin, mezi ty obecně známé můžeme zařadit rozmarýn, mateřídoušku, mátu peprnou, šalvěj, bazalku a anýz (Ocak et al. 2008; Kadri et al. 2011). Většina aromatických rostlin obsahuje bioaktivní sloučeniny jako jsou polyfenoly, chininy nebo alkaloidy (Perumalla & Hettiarachchy 2011; Negi 2012). Fenolické sloučeniny aromatických rostlin a jejich esenciální oleje jsou vynikajícími přírodními zdroji antioxidantů mezi něž patří například eugenol, thymol, karvakrol (Franz et al. 2010).

Aromatické rostliny z čeledi *Lamiaceae* a oregano zvláště vykazují kokcidiostatický účinek proti *E. tenella*, pokud se mleté listy, květy nebo stonky začlení do krmiva pro brojlerů (Giannenas et al. 2003; Giannenas et al. 2004). Další aromatická rostlina patřící do stejné čeledi je hojník horský (*Sideritis scardica*), lidově také řecký horský čaj. Ten prokázal kokcidiostatický účinek u brojlerových kuřat infikovaných oocystami *E. tenella*, ačkoliv tento účinek byl podstatně nižší než účinek antikokcidika lasalocid (Florou-Paneri et al. 2004). Podobné výsledky uvedli Christaki et al. (2004), když přidávali směs bylinných extraktů z řepíku lékařského, třapatky úzkolisté, rybízu černého a chinovníku do krmiva pro kuřata napadená *E. tenella*.

Arczewska-Wlosek & Swiatkiewicz (2012) zkoumali obohacení krmných směsí bylinnými extrakty z česneku, šalvěje lékařské, třapatkovky nachové, tymiánu obecného a oregana. Takto obohacená krmná směs částečně mírnila negativní dopady infekce *Eimeria sp.* u brojlerových kuřat. Orengo et al. (2012) ve své výzkumné práci uvádí, že obohacení krmiva o cinnamaldehyd, což je organická sloučenina přirozeně se vyskytující v kůře skořicovníků, může zmírňovat dopady infekce *E. acervulina*. Zejména pak může snižovat závažnost střevních lézí.

4 Metodika

4.1 Výkrm kuřat

Byl proveden pokus s výkrmem kuřat, kdy bylo testováno využití aditiva na bázi koření jako antikokcidika. Do výkrmu bylo zařazeno celkem 240 hybridních jednodenních kuřat Ross 308 (Xavergen a.s.), jejichž hmotnost se pohybovala kolem 45 g. Do experimentu byla zařazena kuřata obou pohlaví. Výkrm probíhal v Demonstrační a pokusné stáji na České zemědělské univerzitě v Praze. Výkrm kuřat trval celkem 35 dnů.

Kuřata byla rozdělena do šesti skupin po čtyřiceti. Dvě skupiny byly kontrolní (K1 a K2). Jejich krmná směs neobsahovala žádnou látku s antikokcidiálním účinkem. Další dvě skupiny (KO1 a KO2) dostávaly v krmné směsi BR1 i BR2 konvenční antikokcidikum Salinomycinát sodný. Poslední dvě skupiny (IF1 a IF2) dostávaly v krmné směsi BR1 i BR2 antikokcidikum na bázi koření od firmy Iframix.

Hustota zástavu nepřekročila po celou dobu výkrmu hodnotu 33 kg/m² a každá skupina byla umístěna do samostatného boxu. Podlahu boxů tvořily rošty. Během naskladnění a v prvních dnech výkrmu byly rošty pokryty papírem. Tento papír byl po 10 dnech odstraněn a výkrm pokračoval pouze na roštích bez podestýlky. Relativní vlhkost vzduchu v ustájení se pohybovala v rozmezí 50 – 75 %. Intenzita světla byla nastavena na 50 luxů. V prvních dnech výkrmu byla teplota vzduchu nastavena na 28 °C a postupně se snižovala až na konečných 19 °C.

Během celého výkrmu měla kuřata adlibitní přístup ke krmivu a napájecí vodě. Používané krmné směsi byly sypké, negranulované. Krmivo bylo zakládáno do červených tubusových krmítek. Vodu kuřata přijímala z kapátkových napáječek, jejichž výška byla upravována podle toho, jak kuřata rostla.

Během experimentálního výkrmu probíhalo kontrolní vážení všech kuřat. Toto vážení bylo provedeno v 10., 25. a 35. dni výkrmu. Před vážením byla všechna kuřata z boxu vychytána a umístěna do plastových přepravek. Každé kuře bylo jednotlivě zváženo pomocí elektronické váhy, navážená hmotnost zaznamenána a poté byla kuřata vrácena zpět do boxu.

4.1.1 Využití krmné směsi

Pro výkrm se využily dva typy krmných směsí – BR1 a BR2. Směs BR1 byla zkrmována prvních 10 dnů. Poté se přešlo na krmnou směs BR2, která se zkrmovala po celou zbývající dobu výkrmu. V tomto experimentu nebyla použita krmná směs pro konec výkrmu BR3 (tzv. „finišer“). Použité krmné směsi měly specifické modifikace pro konkrétní pokusné skupiny. Do krmných směsí pro kontrolní skupiny K1 a K2 byl přidán premix bez antikokcidika. Krmné směsi pro skupiny KO1 a KO2 obsahovaly premix s přísadkou konvenčního antikokcidika (Salinomycinát sodný) a krmné směsi pro skupiny IF1 a IF2

obsahovaly premix s přídavkem antikokcidika na bázi koření od firmy Iframix v množství 1 g/1 kg krmné směsi. Pro všechny skupiny byl použit stejný premix. Následující tabulky (Tabulky 2 – 4) zobrazují receptury a vypočítaný obsah živin krmných směsí a složení použitého premixu.

Tabulka 2 Receptury krmných směsí BR1 a BR2 použitých během výkrmu; směs BR1 byla zkrmována do 10. dne výkrmu, od 11. dne do konce výkrmu byla zkrmována krmná směs BR2

BR1		BR2	
Suroviny	Zastoupení	Suroviny	Zastoupení
Pšenice 12,8	59,99 %	Pšenice 11,7	29,84 %
Kukuřice 9,1	5 %	Kukuřičná mouka	26,8 %
Sójový extrahovaný šrot 47,5	10 %	Sójový extrahovaný šrot 45,9	28,35 %
Sójová bílkovina 65	18 %	Sójová bílkovina 61	5 %
Slunečnicový olej	2 %	Slunečnicový olej	5,85 %
L – Lysin HCL 98	0,16 %	L – Threonin 98	0,03 %
DL – Methionin 99	0,3 %	DL – Methionin 99	0,29 %
Vápenec	1,78 %	Vápenec	1,31 %
Sůl	0,32 %	Sůl	0,33 %
Monokalciumfosfát	1,38 %	Monokalciumfosfát	1,17 %
Uhličitan sodný	0,07 %	Uhličitan sodný	0,03 %
Premix	1 %	Premix	1 %

Tabulka 3 Vypočítaný obsah živin v 1 kg pro krmné směsi BR1 a BR2, které byly použity během výkrmu; směs BR1 byla zkrmována do 10. dne výkrmu, od 11. dne do konce výkrmu byla zkrmována krmná směs BR2

BR1		BR2	
Živina	Obsah	Živina	Obsah
ME _d	12,96 MJ	ME _d	13,21 MJ
NL	250,23 g	NL	221,17 g
Lysin	14,87 g	Lysin	13,25 g
Methionin	7,97 g	Methionin	9,12 g
Methionin + Cystein	11,25 g	Methionin + Cystein	9,98 g
Threonin	10,01 g	Threonin	8,76 g
Tryptofan	3,15 g	Tryptofan	2,82 g
Arginin	15,50 g	Arginin	14,93 g
K. linolová	15,91 g	K. linolová	33,82 g
Vápník	10,53 g	Vápník	9,03 g
Fosfor (nefyt.)	5,05 g	Fosfor (nefyt.)	4,52 g
Sodík	1,63 g	Sodík	1,63 g
Chlor	2,29 g	Chlor	2,28 g

Tabulka 4 Složení premixu, který se přidával do krmných směsí BR1 a BR2; skupiny K1 a K2 dostávaly přidání samotný premix, skupiny KO1 a KO2 dostávaly premix s přidávkem antikokcidika (Salinomycinát sodný) a skupiny IF1 a IF2 dostávaly premix s přidávkem antikokcidika na bázi koření od firmy Iframix

Doplňková látka	Obsah v 1 kg	Doplňková látka	Obsah v 1 kg
Vitamin A	25 g	Kys. listová	200 mg
Vitamin D3	5 g	Biotin	20 mg
Vitamin E	208 mg	Měď	2000 mg
Vitamin K3	400 mg	Železo	6000 mg
Vitamin B1	600 mg	Jód	100 mg
Vitamin B2	800 mg	Mangan	12 000 mg
Vitamin B6	500 mg	Zinek	10 000 mg
Vitamin B12	2 mg	Selen	30 mg
Pantothenan váp.	6000 mg		

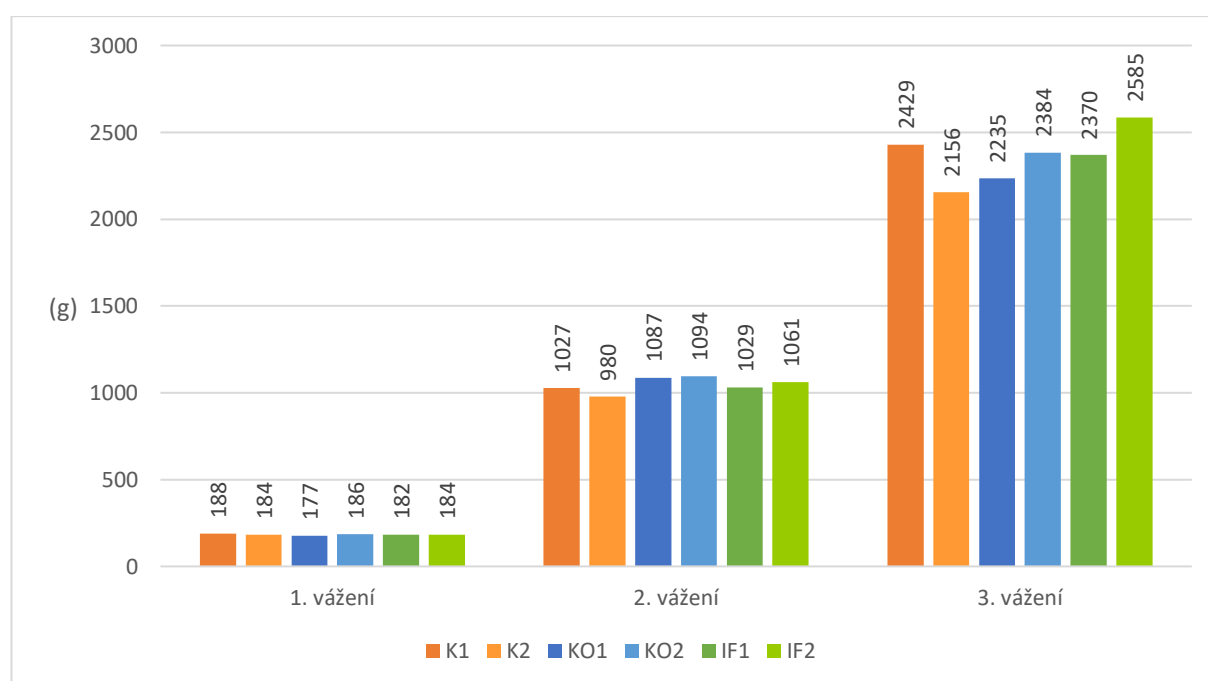
4.2 Vyhodnocení

Získaná data byla statisticky vyhodnocena pomocí softwaru Statistica 12. Konkrétně byla pro statistické vyhodnocení dat zvolena metoda analýzy rozptylu (ANOVA, Tukey – HSD test). Pro vytvoření grafů a zobrazení výsledků byl dále využit program Microsoft office Excel.

5 Výsledky

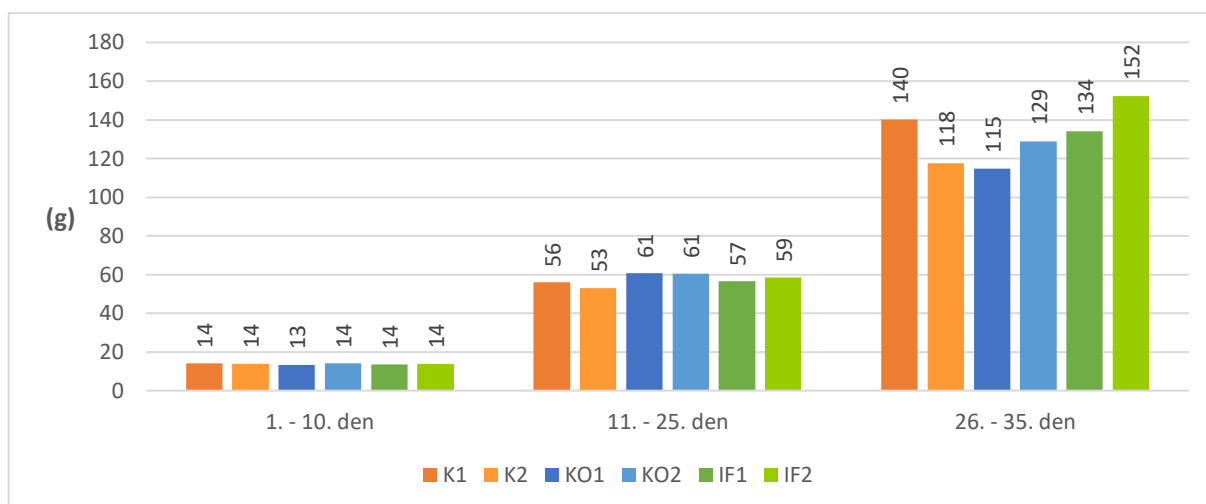
Celkem byly sledovány tři parametry: živá hmotnost, průměrný denní přírůstek mezi jednotlivými váženími a konverze krmiva.

Z Grafu 1 vyplývá, že průměrné tělesné hmotnosti jednotlivých skupin zjištěné při prvním vážení (10. den) nevykazují velké rozdíly a rozdíl mezi skupinou KO1 s nejmenší průměrnou hmotností (177 g) a skupinou K1, které měla průměrnou hmotnost nejvyšší (188 g), je pouhých 10,5 g. Na druhém vážení měly nejvyšší průměrnou hmotnost skupiny KO1 a KO2 (1087 resp. 1094 g). Na třetím vážení došlo ke změně. Skupina KO1 vykázala druhou nejmenší průměrnou hmotnost (2235 g) a nejlepší průměrnou hmotnost měla skupina IF2, jež překročila hranici 2500 g (2585 g).



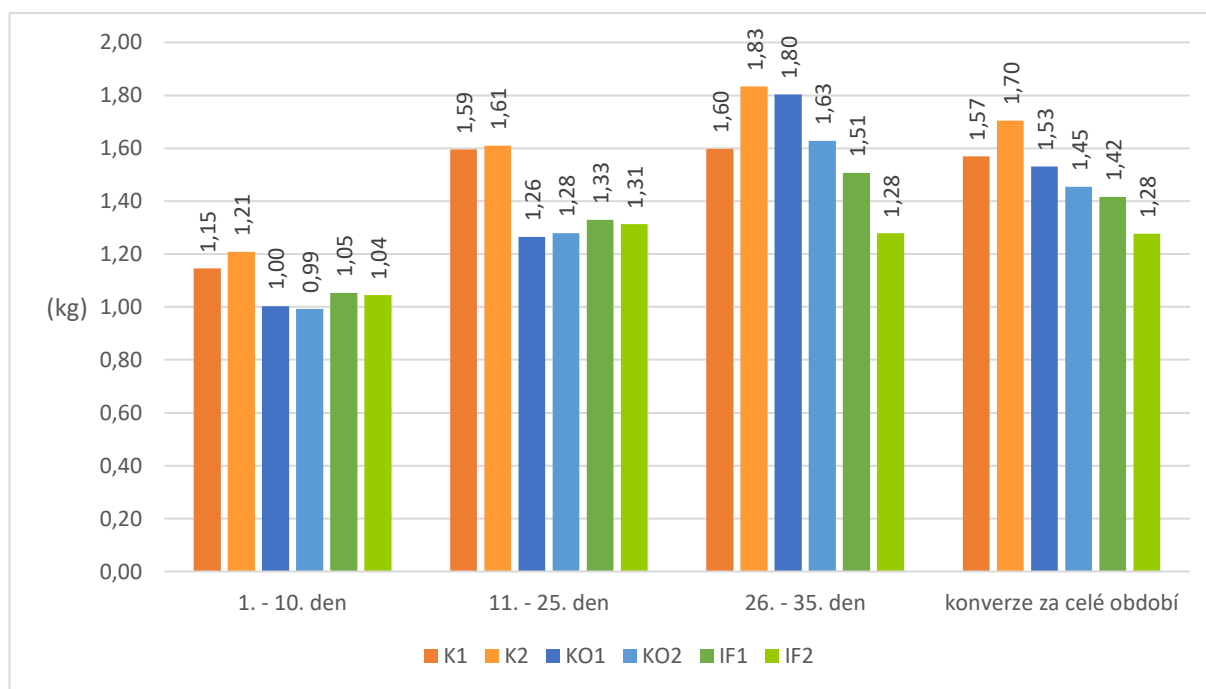
Graf 1 Znárodnění průměrných tělesných hmotností jednotlivých skupin zjištěných během jednotlivých vážení v gramech. 1. vážení bylo provedeno v 10. dni, druhé v 25. dni a třetí v 35. dni.

Graf 2 znázorňuje průměrný denní přírůstek kuřat mezi jednotlivými váženími. První vážení proběhlo 10. den výkrmu, druhé 25. den a třetí 35. den výkrmu. Přírůstek do 10. dne byl zjištěn jako rozdíl mezi naváženými hmotnostmi dané skupiny 10. den a průměrnou tělesnou hmotností jednodenních kuřat dané skupiny. Přírůstek mezi prvním a druhým vážením byl vypočítán jako rozdíl navážených hmotností dané skupiny při druhém vážení a průměrnou tělesnou hmotností dané skupiny při vážení prvním. Stejný postup byl použit i pro poslední období. Do 10. dne výkrmu byly průměrné denní přírůstky u všech skupin vyrovnané a pohybovaly se okolo hodnoty 14 g/kus/den. Mezi prvním a druhým vážením vykazovaly největší přírůstek skupiny KO1 a KO2 (obě skupiny 61 g/kus/den). V posledním období výkrmu nejvyšší přírůstek vykázala skupina IF2 (152 g/kus/den).



Graf 2 Průměrné denní přírůstky kuřat mezi jednotlivými váženími v g/kus/den. První vážení proběhlo 10. den, druhé 25. den a třetí 35. den výkrmu.

Nejhorší konverzi krmiva mezi 1. a 10. dnem měly skupiny K1 a K2 (1,15 resp. 1,21 kg směsi/kg přírůstku). Stejně to bylo i ve druhém období mezi váženími, kdy skupina K1 měla konverzi krmiva 1,59 kg směsi/kg přírůstku a skupina K2 1,61 kg směsi/kg přírůstku, přičemž rozdíl činil nejméně 0,26 kg směsi/kg přírůstku oproti ostatním skupinám. Naopak nejlepší konverzi krmiva mezi 1. a 10. dnem měly skupiny KO1 a KO2 (1,00 resp. 0,99 kg směsi/kg přírůstku). Ve druhém období mezi váženími to bylo stejné – skupina KO1 měla konverzi krmiva 1,26 kg směsi/kg přírůstku a skupina KO2 měla konverzi krmiva 1,28 kg směsi/kg přírůstku. K výrazné změně došlo v období mezi 26. až 35. dnem, kdy nejnižší konverze dosáhly skupiny IF1 a IF2 (1,51 resp. 1,28 kg směsi/kg přírůstku). Co se týče souhrnné konverze krmiva za celé období výkrmu, tak nejhorší vykazaly skupiny K1 a K2 (1,57 resp. 1,70 kg směsi/kg přírůstku), následovaly skupiny KO1 a KO2 (1,53 resp. 1,45 kg směsi/kg přírůstku) a vůbec nejlepší konverzi za celé období měly skupiny IF1 a IF2 – 1,42 resp. 1,28 kg směsi/kg přírůstku (Graf 3).



Graf 3 Konverze krmiva jednotlivých skupin mezi váženími a konverze krmiva za celé období výkrmu (kg směsi/kg přírůstku)

V následujících šesti tabulkách (Tabulka 5 – 10) jsou zaznamenány průměrné hmotnosti jednotlivých skupin zjištěné kontrolními váženími. Vážení probíhala 10., 25. a 35. den výkrmu. V tabulkách je uvedena i minimální a maximální hodnota, variační koeficient a střední chyba průměru ($s_{\bar{x}}$). Pro lepší orientaci mají grafy a tabulky stejné barevné odlišení dle jednotlivých pokusných skupin. 10. den výkrmu byly průměrné hmotnosti velmi vyrovnané. Při druhém vážení bylo zjištěno, že nejvyšší průměrnou hmotnost měla skupina KO2 (1094 g) a nejmenší skupina K2 (980 g). Při posledním vážení měla nejvyšší průměrnou hmotnost skupina IF2 (2585 g) a nejmenší opět skupina K2 (2156 g). Nejnižší hmotnost mělo v 10. dni kuře ze skupiny KO1 (91 g) a nejvyšší mělo kuře ze skupiny K1 (275 g). Při druhém a třetím vážení bylo nejlehčí kuře ze skupiny K2 (669 resp. 1285 g). Nejtěžší kuře při druhém vážení bylo ve skupině KO1 (1468 g) a při třetím vážení na konci výkrmu ze skupiny IF2 (3402 g). Na začátku výkrmu byla všechna kuřata málo vyrovnaná. Při druhém vážení pak byla nejvyrovnanější kuřata ze skupin KO2 a IF2. Na konci výkrmu byla obecně ve všech skupinách kuřata vyrovnanější, ovšem největší vyrovnanost vykázala skupina K1, která také měla druhou největší průměrnou hmotnost (2429 g).

Tabulka 5 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu K1 (g)

K1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s_x	187,8±5,77	1027,2±20,05	2429,4±35,80
Variační koeficient	18,94	11,88	8,96
Min.	111	699	2003
Max.	275	1357	2768

Tabulka 6 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu K2 (g)

K2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s_x	183,9±5,81	979,9±22,23	2156,3±49,52
Variační koeficient	19,99	14,35	14,34
Min.	117	669	1285
Max.	251	1257	2672

Tabulka 7 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu KO1 (g)

KO1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s_x	177,3±5,28	1087,1±23,57	2235,3±35,32
Variační koeficient	19,08	13,88	10,12
Min.	91	741	1647
Max.	235	1468	2643

Tabulka 8 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu KO2 (g)

KO2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s _{x̄}	185,6±4,51	1094,3±18,46	2384,0±40,63
Variační koeficient	15,38	10,54	10,64
Min.	117	847	1329
Max.	227	1337	2871

Tabulka 9 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu IF1 (g)

IF1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s _{x̄}	181,7±6,00	1029,3±24,79	2370,2±34,00
Variační koeficient	21,14	15,42	9,18
Min.	100	675	1784
Max.	247	1297	2864

Tabulka 10 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupinu IF2 (g)

IF2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr ± s _{x̄}	183,8±4,62	1061,3±18,30	2585,3±49,91
Variační koeficient	16,10	11,04	12,36
Min.	114	760	1981
Max.	240	1293	3402

V následujících třech tabulkách (Tabulka 11 – 13) jsou zaznamenány průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolními váženími dohromady pro dvojice skupin, které dostávaly stejnou krmnou směs. To znamená: K1 + K2 = K, KO1 + KO2 = KO a IF1 + IF2 = IF. Tabulky obsahují ještě střední chybu průměru (s_{x̄}), variační koeficient a minimální a maximální hodnoty. Pokud porovnáme hodnoty těchto dvojic zjistíme, že průměrné hmotnosti 10. den vykazovaly jen malé rozdíly. Větší rozdíly průměrných hmotností měly dvojice skupin mezi sebou při druhém vážení. To největší průměrné hmotnosti dosáhla skupina KO (KO1 a KO2) (1091 g), následovala skupina IF (IF1 a IF2) (1045 g) a nejmenší průměrnou hmotnost při tomto vážení měla skupina K (K1 a K2) (1003 g). Ta vykazovala nejmenší průměrnou hmotnost i na konci

výkrmu (2289 g), kdy naopak skupinou s největší průměrnou hmotností byla skupina IF (2478 g) následovaná skupinou KO (2308 g). Skupina KO při třetím vážení dosáhla i nejlepší vyrovnanosti z těchto dvojic za celé období výkrmu.

Tabulka 11 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupiny K1 a K2 (g)

K	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_x$	185,8 \pm 4,08	1002,6 \pm 15,19	2289,3 \pm 34,43
Variační koeficient	19,38	13,29	13,11
Min.	111	669	1285
Max.	275	1357	2768

Tabulka 12 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupiny KO1 a KO2 (g)

KO	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_x$	181,4 \pm 3,49	1090,6 \pm 14,97	2307,8 \pm 27,94
Variační koeficient	17,32	12,28	10,83
Min.	91	741	1329
Max.	235	1468	2871

Tabulka 13 Průměrné hmotnosti kuřat zjištěné kontrolním vážením pro skupiny IF1 a IF2 (g)

IF	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_x$	182,8 \pm 3,76	1045,3 \pm 15,42	2477,7 \pm 32,30
Variační koeficient	18,65	13,36	11,80
Min.	100	675	1784
Max.	247	1297	3402

Dalším sledovaným parametrem byly průměrné denní přírůstky. Ty byly zjištěny jako rozdíl navážených hmotností dané skupiny a průměrné hmotnosti navážené při předchozím vážení. Tyto hodnoty jsou uvedeny v následujících šesti tabulkách (Tabulka 14 – 19). V tabulkách je dále uvedena střední chyba průměru ($s_{\bar{x}}$), variační koeficient a minimální a maximální hodnota. Průměrný denní přírůstek od 1. do 10. dne se u všech skupin pohyboval ve velmi úzkém intervalu 13 (KO1) až 14 g/kus/den (K1). I v období od 11. do 25. dne se průměrné přírůstky všech skupin nacházely v intervalu 53 (K2) až 61 g/kus/den (KO1). V posledním období od 26. do 35. dne vykázala největší průměrný denní přírůstek hmotnosti skupina IF2 (152 g/kus/den). Nejmenší průměrný denní přírůstek v tomto období měla skupina KO1 (115 g/kus/den).

Tabulka 14 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu K1 (g/kus/den)

K1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	14,2 \pm 0,58	56,0 \pm 1,34	140,2 \pm 3,58
Variační koeficient	25,10	14,53	15,53
Min.	6,49	34,08	97,58
Max.	22,89	77,95	174,08

Tabulka 15 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu K2 (g/kus/den)

K2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,9 \pm 0,58	53,1 \pm 1,48	117,6 \pm 4,95
Variační koeficient	26,46	17,67	26,29
Min.	7,21	32,34	30,51
Max.	20,61	71,54	169,21

Tabulka 16 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu KO1 (g/kus/den)

KO1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,3 \pm 0,53	60,7 \pm 1,57	114,8 \pm 3,53
Variační koeficient	25,35	16,59	19,70
Min.	4,71	37,58	56,0
Max.	19,11	86,05	155,60

Tabulka 17 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu KO2 (g/kus/den)

KO2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	14,0 \pm 0,45	60,6 \pm 1,23	129,0 \pm 4,06
Variační koeficient	20,37	12,69	19,67
Min.	7,15	44,09	23,47
Max.	18,15	76,76	177,67

Tabulka 18 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu IF1 (g/kus/den)

IF1	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,6 \pm 0,60	56,5 \pm 1,65	134,1 \pm 3,40
Variační koeficient	28,28	18,73	16,23
Min.	5,41	32,89	75,47
Max.	20,11	74,35	183,47

Tabulka 19 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu IF2 (g/kus/den)

IF2	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,8 \pm 0,46	58,5 \pm 1,22	152,4 \pm 4,99
Variační koeficient	21,43	13,36	20,97
Min.	6,83	38,41	91,97
Max.	19,43	73,95	234,07

V tabulkách 20 až 22 můžeme opět vidět střední chyby průměru ($s_{\bar{x}}$), variační koeficienty, minimální a maximální hodnoty vztahující se k průměrnému dennímu přírůstku dvojic utvořených z pokusných skupin podle krmné směsi, kterou dostávaly. To znamená, že $K1 + K2 = K$, $KO1 + KO2 = KO$ a $IF1 + IF2 = IF$. Pokud porovnáme průměrné denní přírůstky těchto dvojic, zjistíme, že v období mezi 1. a 10. dnem jsou téměř shodné. Skupiny KO a IF měly v tomto období přírůstek 13,7 g/kus/den a skupina K 14,0 g/kus/den. Ve druhém období (11. – 25. den) jsou hodnoty průměrných denních přírůstků v úzkém rozmezí od 54,5 g/kus/den (skupina K) do 60,6 g/kus/den (skupina KO). V posledním období měla při porovnání těchto dvojic nejvyšší přírůstek skupina IF (143 g/kus/den) a nejnižší skupina KO (122 g/kus/den).

Tabulka 20 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu K1 a K2 (g/kus/den)

K	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	14,0 \pm 0,41	54,5 \pm 1,01	128,6 \pm 3,33
Variační koeficient	25,64	16,27	22,55
Min.	6,49	32,34	30,51
Max.	22,89	77,95	174,08

Tabulka 21 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu KO1 a KO2 (g/kus/den)

KO	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,7 \pm 0,35	60,6 \pm 1,00	121,7 \pm 2,78
Variační koeficient	22,90	14,72	20,44
Min.	4,71	37,58	23,47
Max.	19,11	86,05	177,67

Tabulka 22 Průměrné denní přírůstky mezi váženími pro skupinu IF1 a IF2 (g/kus/den)

IF	10. den (1. vážení)	25. den (2. vážení)	35. den (3. vážení)
Průměr $\pm s_{\bar{x}}$	13,7 \pm 0,38	57,5 \pm 1,03	143,2 \pm 3,17
Variační koeficient	24,89	16,17	20,03
Min.	5,41	32,89	75,47
Max.	20,11	74,35	234,07

Následují tabulky (23 – 25) se statistickým vyhodnocením. Při prvním vážení v 10. dni věku nevykázala žádná skupina statisticky významný rozdíl oproti všem ostatním skupinám (Tabulka 23).

Při druhém vážení, které proběhlo 25. den výkrmu, již byly zjištěny dva statisticky významné rozdíly mezi skupinami (Tabulka 24). Tyto dva statisticky významné rozdíly se týkají skupiny K2. Ta je totiž statisticky rozdílná jak oproti skupině KO1, tak skupině KO2.

Nejvíce statisticky významných rozdílů mezi skupinami bylo zjištěno na konci výkrmu při posledním vážení (Tabulka 25). Skupina K1 vykázala statisticky významný rozdíl oproti skupině K2 a IF1 oproti IF2. Skupina KO1 oproti skupině KO2 statisticky významný rozdíl nevykázala. U skupiny K2 byl zjištěn statisticky významný rozdíl oproti všem ostatním skupinám kromě skupiny KO1 a u skupiny IF2 oproti všem ostatním skupinám kromě K1. U skupiny K1 můžeme vidět statisticky významný rozdíl oproti skupině KO1.

Tabulka 23 Tukeyův HSD test pro živou hmotnost při 1. vážení v 10. dni věku; hladina významnosti $\alpha = 0,05$

	K1	K2	KO1	KO2	IF1	IF2
K1		0,995862	0,743683	0,999764	0,968421	0,995373
K2	0,995862		0,953210	0,999912	0,999739	1,000000
KO1	0,743683	0,953210		0,880008	0,991829	0,954086
KO2	0,999764	0,999912	0,880008		0,995454	0,999890
IF1	0,968421	0,999739	0,991829	0,995454		0,999771
IF2	0,995373	1,000000	0,954086	0,999890	0,999771	

Tabulka 24 Tukeyův HSD test pro živou hmotnost při 2. vážení v 25. dni věku; hladina významnosti $\alpha = 0,05$; červeně zvýrazněné hodnoty jsou statisticky významné

	K1	K2	KO1	KO2	IF1	IF2
K1		0,646426	0,362809	0,261137	1,000000	0,878228
K2	0,646426		0,004962	0,002522	0,574145	0,075500
KO1	0,362809	0,004962		0,999954	0,372967	0,950037
KO2	0,261137	0,002522	0,999954		0,267320	0,888126
IF1	1,000000	0,574145	0,372967	0,267320		0,893951
IF2	0,878228	0,075500	0,950037	0,888126	0,893951	

Tabulka 25 Tukeyův HSD test pro živou hmotnost při 3. vážení v 35. dni věku; hladina významnosti $\alpha = 0,05$; červeně zvýrazněné hodnoty jsou statisticky významné

	K1	K2	KO1	KO2	IF1	IF2
K1		0,000092	0,013334	0,974210	0,917901	0,089575
K2	0,000092		0,754626	0,001647	0,003399	0,000020
KO1	0,013334	0,754626		0,111246	0,178436	0,000020
KO2	0,974210	0,001647	0,111246		0,999902	0,007486
IF1	0,917901	0,003399	0,178436	0,999902		0,002642
IF2	0,089575	0,000020	0,000020	0,007486	0,002642	

6 Diskuze

Cílem provedeného pokusu bylo zjistit, jaký vliv bude mít využití fyto-genního aditiva na bázi koření jako antikokcidika na růstové schopnosti kuřat. Konkrétně byla sledována živá hmotnost, průměrný denní přírůstek a konverze krmiva. Pro pokusný výkrm kuřat byla využita hybridní kombinace Ross 308.

V průměrných hmotnostech kuřat jednotlivých skupin zjištěných prvním vážením, které proběhlo v 10. dni věku, nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. To nám říká, že tento výzkum začínal s vyrovnaným souborem, což má pozitivní vliv na kvalitu zjištěných dat. Pokusná skupina IF2, která dostávala v krmné směsi přídavek antikokcidika na bázi koření, dosáhla na konci výkrmu vůbec nejvyšší průměrné hmotnosti (2585 g) a tato skupina vykázala statisticky významný rozdíl v průměrné živé hmotnosti oproti ostatním skupinám kromě druhé nejlepší skupiny K1, přičemž největší progres byl u skupiny IF2 patrný v posledním období výkrmu od 26. do 35. dne (Graf 1). Skupina IF2 měla v posledním období výkrmu průměrný denní přírůstek 152 g/kus/den, což je o 12 g více než průměrný denní přírůstek druhé nejlepší skupiny K1 (140 g/kus/den). Nejmenší průměrný denní přírůstek v posledním období výkrmu měla skupina KO1 (115 g/kus/den) (Graf 2). Tato zjištění potvrzují, že antikokcidikum na bázi koření přidané do krmné směsi mělo u skupiny IF2 pozitivní vliv na růstové schopnosti. Právě období od 21. do 35. dne věku se uvádí jako kritické pro onemocnění kuřat kokcidiózou (Chapman 2018). Co se týče konverze krmiva, tak skupiny IF1 a IF2 vykázaly v období mezi 26. a 35. dnem nejnižší hodnoty ze všech skupin (1,28 resp. 1,51 kg směsi/kg přírůstku). Přičemž tato hodnota konverze krmiva skupiny IF2 byla stejná i pro souhrnnou konverzi krmiva za celé období a konverze krmiva skupiny IF1 za celé období byla druhá nejnižší (1,42 kg směsi/kg přírůstku) (Graf 3). I zde se tedy potvrdil pozitivní efekt antikokcidika na bázi koření.

Co je zajímavé, je to, že na konci výkrmu dosáhla druhé nejvyšší průměrné hmotnosti (2429 g) kontrolní skupina K1 (Graf 1). Ovšem této hmotnosti bylo dosaženo za druhé nejhorší konverze krmiva ze všech skupin. Konkrétně konverze krmiva skupiny K1 za celé období výkrmu činila 1,57 kg směsi/ kg přírůstku. Horší konverzi měla už pouze druhá kontrolní skupina K2 (1,70 kg směsi/kg přírůstku) (Graf 3). Je pravděpodobné, že i toto souvisí s výskytem kokcidií v trávicím traktu, protože kokcidie ničí slizniční buňky hostitele, což má za následek patologické změny, které vedou k horšímu trávení a vstřebávání živin (Nabian et al. 2018).

Podobný experiment provedli i Scheurer et al. (2013). Ti ve svém experimentu využili stejnou hybridní kombinaci Ross 308, ale vybrali pouze jedince samčího pohlaví v celkovém počtu 1 080 kusů, aby prozkoumali účinky třech fyto-genních antikokcidik. Výkrm trval celkem 39 dní. Vytvořili šest pokusných skupin. První skupina byla negativní kontrola, druhá pozitivní kontrola bez krmné přísady, třetí dostávala chemické antikokcidikum Narasin a čtvrtá skupina přídavek koření oregana. Krmná směs pro pátou skupinu byla obohacena směsí kurkumy, saponinů a inulinu a směs pro šestou skupinu o mýdlokor tupolistý (*Quillaja saponaria*). Všechny pokusné skupiny, kromě negativní kontroly, byly infikovány třemi druhy kokcidií (*Eimeria acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*). V období od začátku do 11. dne nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v průměrné hmotnosti kuřat mezi skupinami, což se shoduje

i s výsledky tohoto pokusu. Poslední den výkrmu měla nejvyšší průměrnou hmotnost skupina s přidavkem Narasinu, druhou nejvyšší průměrnou hmotnost měla skupina neinfikovaná negativní kontrola. To samé platilo i pro konverzi krmiva. Navíc po celé zkušební období vykazovala skupina s Narasinem výrazně lepší konverzi krmiva nežli ostatní skupiny. Co se týká průměrného denního přírůstku, tak 22. den výkrmu skupina s Narasinem a pozitivní kontrola dosáhly přírůstku 37,9 resp. 37,7 g/kus/den a vykazovaly statisticky významný rozdíl oproti ostatním skupinám. Nejlepší průměrný denní přírůstek za celé období měla taktéž skupina s přidavkem antikokcidika Narasin. Autoři tedy v této studii dospěli k závěru, že použité fyto-gen-ní produkty nebyly účinné při zmírňování negativních účinků u ptáků napadených kokcidiózou a doporučují, že by bylo dobré zvážit testování zahrnutí většího obsahu fyto-gen-ních aditiv do krmiva.

Ali et al. (2019) ve své studii zase prezentují výsledky svého pokusu, kdy testovali antikokcidiální účinek kořenů – zázvoru a česneku. V experimentu rozdělili 200 testovaných kuřat do šesti skupin. První skupina byla negativní kontrola a druhá skupina byla infikovaná – kontrola pozitivní. Třetí skupina byla infikovaná a měla krmivo doplněné česnekem. Skupina čtvrtá byla infikovaná a její krmivo bylo obohaceno o pří-davek zázvoru. Infikovaná skupina pět dostávala antikokcidikum amprolium hydrochlorid v pitné vodě. A skupina šest byla infikovaná a dostávala pří-davek česneku a zázvoru v krmivu současně. Skupiny, jejichž krmná směs byla obohacena o zázvor, česnek nebo kombinaci obojího vykazovaly signifikantně vyšší hmotnost a nižší konverzi krmiva oproti pozitivní kontrole, což dle autorů vypovídá o tom, že fyto-gen-ní aditiva byla účinná. Autoři také dodávají, že výsledky zkoumání efektu česneku a zázvoru jsou povzbudivé, a to i v porovnání s účinkem amprolia.

Jedním z faktorů, který mohl mít vliv na průběh výkrmu, je napájení kuřat. Každý box, kde bylo umístěno 40 kuřat, byl vybaven osmi kapátkovými napáječkami. Pro daný počet kuřat je to dostatečný počet. Příjem vody kuřaty nebyl monitorován, ale zdálo se, že není optimální. Přírůstek hmotnosti je z velké části tvořen vodou, a to zejména v prvních dnech života kuřat. Z tohoto hlediska i tato skutečnost mohla ovlivnit průběh výkrmu.

Další zajímavostí je míra úhynu. U skupin IF1 a IF2 nebyl zaznamenán žádný úhyn po celou dobu výkrmu. Ve skupině KO1 také po celou dobu výkrmu neuhynulo ani jedno kuře a ve skupině KO2 byl jeden úhyn stejně jako ve skupině K2. Největší míra úhynu byla ve skupině K1. V této skupině za celou dobu výkrmu uhynula 3 kuřata. Skupina K1 tedy na konci výkrmu vykazovala druhou největší průměrnou hmotnost a druhý největší průměrný denní přírůstek ze všech skupin, ale také největší míru úhynu.

7 Závěr

- Výsledky výzkumného výkrmu prováděného v rámci této diplomové práce potvrdily stanovenou hypotézu. Testované fyto-gen-ní aditivum mělo minimálně stejný pozitivní účinek jako pří-davek běžně používaného antikokcidika.
- Pokusná skupina, která dostávala krmnou směs s pří-davkem testovaného antikokcidika na bázi koření, dosáhla na konci výkrmu nejvyšší průměrné hmotnosti. Tato hodnota vy-kázala statisticky významný rozdíl oproti dalším čtyřem skupinám.
- Obě pokusné skupiny, jejichž krmná směs obsahovala pří-davek antikokcidika na bázi koření, dosáhly za celé období výkrmu nej-nižší konverze krmiva ze všech skupin.
- U obou pokusných skupin, které dostávaly antikokcidikum na bázi koření, nedošlo k žádnému úhynu během celého období výkrmu.
- Zajímavé a přínosné by bylo provedení tohoto samého experimentu, při němž by byla sledována i spotřeba vody. K lepšímu vyhodnocení by posloužilo i to, kdyby každé kuře bylo identifikovatelné a hmotnosti zjištěné při vážení by byly zaznamenávány pro každého jedince zvlášť.

8 Literatura

Abbas RZ, Iqbal Z, Blake D, Khan MN, Saleemi MK. 2011. Anticoccidial drug resistance in fowl coccidia: the state of play revisited. *World's Poultry Science Journal* **67**:337-350.

Abbas RZ, Iqbal Z, Khan A, Sindhu ZUD, Khan JA, Khan MN, Raza, A. 2012. Options for integrated strategies for the control of avian coccidiosis. *International Journal of Agriculture and Biology*, **14**:1014-1020.

Adams C, Vahl HA, Veldman A. 1996. Interaction between nutrition and *Eimeria acervulina* infection in broiler chickens: development of an experimental infection model. *British Journal of Nutrition* **75**:867-873.

Akhtar M, Hai A, Awais MM, Iqbal Z, Muhammad F, ul Haq A, Anwar MI. 2012. Immunostimulatory and protective effects of *Aloe vera* against coccidiosis in industrial broiler chickens. *Veterinary parasitology* **186**:170-177.

Ali H, Naqvi F, Tariq N. 2014. Prevalence of coccidiosis and its association with risk factors in poultry of Quetta, Pakistan. *Asian Journal of Applied Sciences* **2**:554-558.

Ali M, Chand N, Khan RU, Naz S, Gul S. 2019. Anticoccidial effect of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) against experimentally induced coccidiosis in broiler chickens. *Journal of applied animal research* **47**:79-84.

Allen PC, Lydon J, Danforth HD. 1997. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. *Poultry science* **76**:1156-1163.

Allen PC. 2007. Anticoccidial effects of xanthohumol. *Avian diseases* **51**:21-26.

Al-Quraishy S, Qasem MA, Al-Shaebi EM, Murshed M, Mares MM, Dkhil MA. 2020. *Rumex nervosus* changed the oxidative status of chicken caecum infected with *Eimeria tenella*. *Journal of King Saud University-Science* **32**:2207-2211.

Al-Sheikhly F, Al-Saieg A. 1980. Role of coccidia in the occurrence of necrotic enteritis of chickens. *Avian Diseases* **24**:324-333.

Arab HA, Rahbari S, Rassouli A, Moslemi MH, Khosravirad F. 2006. Determination of artemisinin in *Artemisia sieberi* and anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production* **38**:497-503.

Arabkhazaeli F, Nabian S, Modirsaneii M, Mansoori B, Rahbari S. 2011. Biopathologic characterization of three mixed poultry *Eimeria* spp. isolates. *Iranian journal of parasitology* **6**:23.

Arczewska-Wlosek A, Swiatkiewicz S. 2012. The effect of a dietary herbal extract blend on the performance of broilers challenged with *Eimeria* oocysts. *Journal of Animal Feed Sciences* **21**:133-142.

Assis RCL, Luns FD, Beletti ME, Assis RL, Nasser NM, Faria ESM, Cury MC. 2010. Histomorphometry and macroscopic intestinal lesions in broilers infected with *Eimeria acervulina*. *Veterinary parasitology* **168**:185-189.

Bafundo KW, Cervantes HM, Mathis GF. 2008. Sensitivity of *Eimeria* field isolates in the United States: responses of nicarbazin-containing anticoccidials. *Poultry science* **87**:1760-1767.

Barrios MA, Da Costa M, Kimminau E, Fuller L, Clark S, Pesti G, Beckstead R. 2017. Relationship between broiler body weights, *Eimeria maxima* gross lesion scores, and microscores in three anticoccidial sensitivity tests. *Avian diseases* **61**:237-241.

Bell DD, Weaver WD. 2002. *Commercial chicken meat and egg production*. Springer, Boston.

Beski SS, Swick RA, Iji PA. 2015. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition* **1**:47-53.

Biswas K, Chattopadhyay I, Banerjee RK, Bandyopadhyay U. 2002. Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current science* **82**:1336-1345.

Biswas S, Ahn JM, Kim IH. 2024. Assessing the potential of phytogetic feed additives: A comprehensive review on their effectiveness as a potent dietary enhancement for nonruminant in swine and poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **108**:1-13.

Blache D, Martin GB, Maloney SK. 2008. Towards ethically improved animal experimentation in the study of animal reproduction. *Reproduction in Domestic Animals* **43**:8-14.

Blake DP, et al. 2020. Re-calculating the cost of coccidiosis in chickens. *Veterinary Research* **51**:1-14.

Blake DP, Marugan-Hernandez V, Tomley FM. 2021. Spotlight on avian pathology: *Eimeria* and the disease coccidiosis. *Avian Pathology* **50**:209-213.

Blake DP, Pastor-Fernández I, Nolan MJ, Tomley FM. 2017. Recombinant anticoccidial vaccines-a cup half full?. *Infection, Genetics and Evolution* **55**:358-365.

Bortoluzzi C, Lumpkins B, Mathis GF, França M, King WD, Graugnard DE, Dawson KA, Applegate TJ. 2019. Zinc source modulates intestinal inflammation and intestinal integrity of

broiler chickens challenged with coccidia and *Clostridium perfringens*. *Poultry science* **98**:2211-2219.

Bortoluzzi C, Paras KL, Applegate TJ, Verocai GG. 2018. Comparison between McMaster and Mini-FLOTAC methods for the enumeration of *Eimeria maxima* oocysts in poultry excreta. *Veterinary parasitology* **254**:21-25.

Carvalho FS, Wenceslau AA, Teixeira M, Carneiro JAM, Melo ADB, Albuquerque GR. 2011. Diagnosis of *Eimeria* species using traditional and molecular methods in field studies. *Veterinary Parasitology* **176**:95-100.

Collier CT, Hofacre CL, Payne AM, Anderson DB, Kaiser P, Mackie RI, Gaskins HR. 2008. Coccidia-induced mucogenesis promotes the onset of necrotic enteritis by supporting *Clostridium perfringens* growth. *Veterinary immunology and immunopathology* **122**:104-115.

Colnago GL, Jensen LS, Long PL. 1984. Effect of selenium and vitamin E on the development of immunity to coccidiosis in chickens. *Poultry science* **63**:1136-1143.

Conway DP, McKenzie ME. 2007. *Poultry coccidiosis: diagnostic and testing procedures*. Blackwell Publishing, Ames.

Cos P, Bruyne TD, Hermans N, Apers S, Berghe DV, Vlietinck AJ. 2004. Proanthocyanidins in health care: current and new trends. *Current medicinal chemistry* **11**:1345-1359.

Cringoli G, Maurelli MP, Levecke B, Bosco A, Vercruyse J, Utzinger J, Rinaldi L. 2017. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. *Nature protocols* **12**:1723-1732.

Da Costa MJ, Bafundo KW, Pesti GM, Kimminau EA, Cervantes HM. 2017. Performance and anticoccidial effects of nicarbazin-fed broilers reared at standard or reduced environmental temperatures. *Poultry Science* **96**:1615-1622.

Dalgaard TS, Briens M, Engberg RM, Lauridsen C. 2018. The influence of selenium and selenoproteins on immune responses of poultry and pigs. *Animal feed science and technology* **238**:73-83.

Dalloul RA, Lillehoj HS. 2006. Poultry coccidiosis: recent advancements in control measures and vaccine development. *Expert review of vaccines* **5**:143-163.

Darabighane B, Nahashon SN. 2014. A review on effects of Aloe vera as a feed additive in broiler chicken diets. *Annals of Animal Science* **14**:491-500.

Dove CR, Cook DA. 2000. Water-soluble vitamins in swine nutrition. Pages 315 – 355 in Lewis AJ, Southern LL, editors. *Swine nutrition*. CRC Press, Boca Raton.

- Doyle JJ. 1979. Toxic and essential elements in bone—a review. *Journal of Animal Science* **49**:482-497.
- Dragan L, Titilincu A, Dan I, Dunca I, Dragan M, Mircean V. 2010. Effects of *Artemisia annua* and *Pimpinella anisum* on *Eimeria tenella* (Phylum Apicomplexa) low infection in chickens. *Scientifica Parasitologica* **11**:77-82.
- El-Khtam AO, Abd El Latif A, El-Hewaity MH. 2014. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria* species in broilers. *International Journal of Basic and Applied Sciences* **3**:349-356.
- Fekete SG, Kellems RO. 2007. Interrelationship of feeding with immunity and parasitic infection: a review. *Veterinarni Medicina* **52**:131.
- Fetterer RH, Jenkins MC, Miska KB, Barfield RC. 2014. Evaluation of an experimental irradiated oocyst vaccine to protect broiler chicks against avian coccidiosis. *Avian diseases* **58**:391-397.
- Florou-Paneri P, Christaki E, Giannenas IA, Papazahariadou M, Botsoglou NA, Spais AB. 2004. Effect of dietary olympus tea (*Sideritis scardica*) supplementation on performance of chickens challenged with *Eimeria tenella*. *Journal of Animal and Feed Sciences* **13**:301-312.
- Franz C, Baser KHC, Windisch W. 2010. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—a European perspective. A review. *Flavour and Fragrance Journal* **25**:327-340.
- Froyman R, Hales GB. 1984. Nicarbazin toxicity in broilers. *Veterinary Record* **115**:254-255.
- Gadelhaq S, Arafa W, Dahshan AH, Abolhadid S. 2017. Using of diclazuril in attenuation of *Eimeria* species for induction of protective immunity against coccidiosis in layer chicks. *Assiut Veterinary Medical Journal* **63**:101-108.
- Giannenas I, Florou-Paneri P, Papazahariadou M, Botsoglou NA, Christaki E, Spais AB. 2004. Effect of diet supplementation with ground oregano on performance of broiler chickens challenged with *Eimeria tenella*. *Archiv fur Geflugelkunde* **68**:247-252.
- Giannenas, I, Florou-Paneri P, Papazahariadou M, Christaki E, Botsoglou NA, Spais AB. 2003. Dietary oregano essential oil supplementation on performance of broilers challenged with *Eimeria tenella*. *Archives of Animal Nutrition* **57**:99-106.
- Greenacre CB, Morishita TY. 2021. *Backyard poultry medicine and surgery: a guide for veterinary practitioners*. Wiley Blackwell, Hoboken.
- Hamrita TK, Conway RH. 2017. First order dynamics approaching of broiler chicken deep body temperature response to step changes in ambient temperature. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* **10**:13-21.

- Haug A, Gjevne AG, Skjerve E, Kaldhusdal M. 2008. A survey of the economic impact of subclinical *Eimeria* infections in broiler chickens in Norway. *Avian Pathology* **37**:333-341.
- Hermans D, Van Deun K, Messens W, Martel A, Van Immerseel F, Haesebrouck F, Rasschaert G, Heyndrickx M, Pasmans F. 2011. *Campylobacter* control in poultry by current intervention measures ineffective: urgent need for intensified fundamental research. *Veterinary microbiology* **152**:219-228.
- Hinsu AT, et al. 2018. Illumina next generation sequencing for the analysis of *Eimeria* populations in commercial broilers and indigenous chickens. *Frontiers in veterinary science* **5**:176.
- Hodgson JN. 1970. Coccidiosis: oocyst counting technique for coccidiostat evaluation. *Experimental Parasitology* **28**:99-102.
- Hulan HW, McRae KB, Proudfoot FG, Simons PCM, van Shagen PJW. 1987. Effect of dietary cation-anion balance and calcium content on general performance and incidence of leg abnormalities of broiler chickens. *Canadian Journal of Animal Science* **67**:165-177.
- Chapman HD, Barta JR, Blake D, Gruber A, Jenkins M, Smith NC, Suo X, Tomley FM. 2013. A selective review of advances in coccidiosis research. *Advances in Parasitology* **83**:93–171.
- Chapman HD, Jeffers TK, Williams RB. 2010. Forty years of monensin for the control of coccidiosis in poultry. *Poultry science* **89**:1788-1801.
- Chapman HD, Jeffers TK. 2014. Vaccination of chickens against coccidiosis ameliorates drug resistance in commercial poultry production. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **4**:214-217.
- Chapman HD. 1994. A review of the biological activity of the anticoccidial drug nicarbazin and its application for the control of coccidiosis in poultry. *Poultry Science Reviews* **5**:231-243.
- Chapman HD. 2009. A landmark contribution to poultry science—prophylactic control of coccidiosis in poultry. *Poultry science* **88**:813-815.
- Chapman HD. 2014. Milestones in avian coccidiosis research: a review. *Poultry science* **93**:501-511.
- Chapman HD. 2018. Applied strategies for the control of coccidiosis in poultry. *CABI Reviews* **13**:1-11.

- Christaki E, Florou-Paneri P, Giannenas I, Papazahariadou M, Botsoglou NA, Spais AB. 2004. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research* **53**:137-144.
- Idris M, Abbas RZ, Masood S, Rehman T, Farooq U, Babar W, Hussain R, Raza A, Riaz, U. 2017. The potential of antioxidant rich essential oils against avian coccidiosis. *World's Poultry Science Journal* **73**:89-104.
- Jacobs L, Persia ME, Siman-Tov N, McCoy J, Ahmad M, Lyman, J, Good L. 2020. Impact of water sanitation on broiler chicken production and welfare parameters. *Journal of Applied Poultry Research* **29**:258-268.
- Jeffers TK. 1975. Attenuation of *Eimeria tenella* through selection for precociousness. *The Journal of parasitology* **61**:1083-1090.
- Kadri A, Zarai Z, Chobba IB, Bekir A, Gharsallah N, Damak M, Gdoura R. 2011. Chemical constituents and antioxidant properties of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil cultivated from South-Western Tunisia. *Journal of Medicinal Plants Research* **5**:5999–6004.
- Kant V, Singh P, Verma PK, Bais I, Parmar MS, Gopal A, Gupta V. 2013. Anticoccidial drugs used in the poultry: an overview. *Science International* **1**:261-265.
- Khan MA, Younas M, Khan I, Abbas RZ, Ali M. 2008. Comparative efficacy of someherbal and homeopathic preparations against coccidiosis in broilers. *International Journal of Agriculture and Biology* **10**:358-60.
- Khan SH, Iqbal J. 2016. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of applied animal research* **44**:359-369.
- Khater HF, Ziam H, Abbas A, Abbas RZ, Raza MA, Hussain K, Younis EZ, Radwan IT, Selim A. 2020. Avian coccidiosis: Recent advances in alternative control strategies and vaccine development. *Agrobiological Records* **1**:11-25.
- Kodeš A, Výmola J, et al. 2003. *Základy moderní výživy drůbeže*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Koleckar V, Kubikova K, Rehakova Z, Kuca K, Jun D, Jahodar L, Opletal L. 2008. Condensed and hydrolysable tannins as antioxidants influencing the health. *Mini reviews in medicinal chemistry* **8**:436-447.
- Kostadinović L, Levic J, Galonja-Coghill T, Ruzicic L. 2012. Anticoccidian effects of the *Artemisia absinthium* L. extracts in broiler chickens. *Archiva Zootechnica* **15**:69-77.

Kostadinović L, Puvača N, Popović S, Lević J. 2015. Botanical supplements as anti-coccidial alternatives in poultry nutrition. *World's poultry science journal* **71**:27-36.

Koul A, Ghara AR, Gangar SC. 2006. Chemomodulatory effects of *Azadirachta indica* on the hepatic status of skin tumor bearing mice. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* **20**: 169-177.

Kříž L. 1997. *Základy výživy a technika krmení drůbeže*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha.

Lacy MP, Czarick M. 1992. Tunnel-ventilated broiler houses: broiler performance and operating costs. *Journal of Applied Poultry Research* **1**:104-109.

Leeson S, Caston L, Summers JD. 1996. Broiler response to diet energy. *Poultry science* **75**:529-535.

Li HL, Zhao PY, Lei Y, Hossain MM, Kang J, Kim IH. 2016. Dietary phytoncide supplementation improved growth performance and meat quality of finishing pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences* **29**:1314-1321.

Lillehoj H, Liu Y, Calsamiglia S, Fernandez-Miyakawa ME, Chi F, Cravens RL, Oh S, Gay CG. 2018. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary research* **49**:1-18.

Little PL, Edgar SA. 1971. The effect of vitamin C on performance of coccidia infected chickens fed complete and vitamin deficient semi-purified diets. *Poultry science* **50**:26-34.

Lozada-Ortiz JP, Núñez-Torres OP, Guerrero-López JR. 2022. Assessment of Chili Pepper (*Capsicum annuum*) as an Additive for the Prevention of Coccidiosis. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* **17**:97-100.

Mack S, Bercovici D, De Groote G, Leclercq B, Lippens M, Pack M, Schutte JB, Van Cauwenberghe S. 1999. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British poultry science* **40**:257-265.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. 1995. *Animal nutrition*. Longman Group Limited, Harlow.

McDowell LR, Williams SN, Hidioglou N, Njeru CA, Hill GM, Ochoa L, Wilkinson NS. 1996. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science and Technology* **60**:273-296.

- McDowell LR. 2000. Vitamins in animal and human nutrition. Iowa State University Press, Ames.
- Mesa-Pineda C, Navarro-Ruiz JL, López-Osorio S, Chaparro-Gutiérrez JJ, Gómez-Osorio LM. 2021. Chicken coccidiosis: from the parasite lifecycle to control of the disease. *Frontiers in Veterinary Science* (e787653) DOI: 10.3389/fvets.2021.787653.
- Miller LH, Su X. 2011. Artemisinin: discovery from the Chinese herbal garden. *Cell* **146**:855-858.
- Mohammed A, Gibney MJ, Taylor TG. 1991. The effects of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytate-P by the chick. *British Journal of Nutrition* **66**:251-259.
- Molan AL, Liu Z, De S. 2009. Effect of pine bark (*Pinus radiata*) extracts on sporulation of coccidian oocysts. *Folia Parasitologica* **56**:1-5.
- Montagne L, Piel C, Lalles JP. 2004. Effect of diet on mucin kinetics and composition: nutrition and health implications. *Nutrition reviews* **62**:105-114.
- Müller J, Hemphill A. 2013. In vitro culture systems for the study of apicomplexan parasites in farm animals. *International journal for parasitology* **43**:115-124.
- Mwale M, Bhebhe E, Chimonyo M, Halimani TE. 2006. The in vitro studies on the effect of *Aloe vera* ((L.) Webb. and Berth.) and *Aloe spicata* (L. f.) on the control of coccidiosis in chickens. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* **4**:128-133.
- Nabian S, Arabkhazaeli F, Seifouri P, Farahani A. 2018. Morphometric analysis of the intestine in experimental coccidiosis in broilers treated with anticoccidial drugs. *Iranian Journal of Parasitology* **13**:493.
- Nascimento RA, Moro ME, Ferrari VB, Sanfelice LV, Pelissari PH, Sartore YG, Cuadros ML, Ulloa JAR, Araújo CSS, Araújo LF. 2020. Oleoresins from chili pepper and turmeric could substitute for salinomycin in broilers. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* **33**:195-201.
- Negi PS. 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *International journal of food microbiology* **156**:7-17.
- Ocak N, Erener G, Ak F, Sungu M, Altop A, Ozmen A. 2008. Performance of broilers fed diets supplemented with dry peppermint (*Mentha piperita* L.) or thyme (*Thymus vulgaris* L.) leaves as growth promoter source. *Czech Journal of Animal Science* **53**:169-175.
- Orengo J, Buendía AJ, Ruiz-Ibáñez MR, Madrid J, Del Río L, Catalá-Gregori P, García V, Hernández F. 2012. Evaluating the efficacy of cinnamaldehyde and *Echinacea purpurea* plant extract in broilers against *Eimeria acervulina*. *Veterinary parasitology* **185**:158-163.

- Parr, JF, Summers JD. 1991. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. *Poultry Science* **70**:1540-1549.
- Pearson JP, Brownlee IA. 2005. Structure and function of mucosal surfaces. Pages 1-16 in Nataro JP, Cohen PS, Mobley HLT, Weiser JN, editors. *Colonization of mucosal surfaces*. ASM Press, Washington, DC.
- Peek HW, Landman WJM. 2011. Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Veterinary quarterly* **31**:143-161.
- Peek HW. 2010. Resistance to anticoccidial drugs: alternative strategies to control coccidiosis in broilers [Dissertation Thesis]. Utrecht University, Utrecht.
- Pepper CM, Dunlop MW. 2021. Review of litter turning during a grow-out as a litter management practice to achieve dry and friable litter in poultry production. *Poultry science* (e101071) DOI: 10.1016/j.psj.2021.101071.
- Perumalla AVS, Hettiarachchy NS. 2011. Green tea and grape seed extracts—Potential applications in food safety and quality. *Food Research International* **44**:827-839.
- Price KR. 2012. Use of live vaccines for coccidiosis control in replacement layer pullets. *Journal of Applied Poultry Research* **21**:679-692.
- Purwell JL, Olanrewaju HA, Zhao Y. 2021. Effect of feeder space on live performance and processing yields of broiler chickens reared to 56 days of age. *Journal of Applied Poultry Research* (e100175) DOI: 10.1016/j.japr.2021.100175.
- Puvača N, Stanačev V, Glamočić D, Lević J, Perić L, Milić D. 2013. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal* **69**:27-34.
- Quiroz-Castañeda RE, Dantán-González E. 2015. Control of avian coccidiosis: future and present natural alternatives. *BioMed research international* (e430610) DOI: 10.1155/2015/430610.
- Ross Breeders limited. 1997. Výroba kvalitního kuřecího masa – Chovatelské zásady výkrmu brojlerů Ross. Xaverov a.s., Brno.
- Ruff MD. 1999. Important parasites in poultry production systems. *Veterinary parasitology* **84**:337-347.
- Shirley MW, Smith AL, Tomley FM. 2005. The biology of avian *Eimeria* with an emphasis on their control by vaccination. *Advances in parasitology* **60**:285-330.

Shivaramaiah C, Barta JR, Hernandez-Velasco X, Téllez G, Hargis BM. 2014. Coccidiosis: recent advancements in the immunobiology of Eimeria species, preventive measures, and the importance of vaccination as a control tool against these Apicomplexan parasites. *Veterinary Medicine: Research and Reports* **5**:23-34.

Scheurer W, Spring P, Maertens L. 2013. Effect of 3 dietary phytogetic products on production performance and coccidiosis in challenged broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* **22**:591-599.

Si W, Gong J, Tsao R, Zhou T, Yu H, Poppe C, Johnson R, Du Z. 2006. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. *Journal of Applied Microbiology* **100**:296-305.

Skřivan M, Tůmová E, Vondrka K, Dousek J, Lancová B, Ouředník J, Oplt J. 2000. *Drůbežnictví 2000*. Agrospoj, Praha.

Skřivanová E, Marounek M, Dlouha G, Kaňka J. 2005. Susceptibility of Clostridium perfringens to C2–C18 fatty acids. *Letters in applied microbiology*, **41**:77-81.

Soliman AS, Khafaga MA, Soliman FN, El-Sabroun KM. 2023. Effect of different lighting sources on the performance of broiler breeder hens. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* (e23026) DOI: 10.31893/jabb.23026.

Sorour SS, Asa SA, Elhawary NM, Ghazy EW, El-Latif AA, El-Abasy MA, Khalifa HO. 2018. Anticoccidial and hepatoprotective effects of artemisinin liquid extract, cinnamon essential oil and clove essential oil against Eimeria stiedae infection in rabbits. *Tropical Biomedicine* **35**:926-943.

Stilborn HL, Moran Jr ET, Gous RM, Harrison MD. 1997. Effect of age on feather amino acid content in two broiler strain crosses and sexes. *Journal of Applied Poultry Research*, **6**:205-209.

Suarez CE, Bishop RP, Alzan HF, Poole WA, Cooke BM. 2017. Advances in the application of genetic manipulation methods to apicomplexan parasites. *International journal for parasitology* **47**:701-710.

Swatson HK, Gous R, Iji PA, Zarrinkalam R. 2002. Effect of dietary protein level, amino acid balance and feeding level on growth, gastrointestinal tract, and mucosal structure of the small intestine in broiler chickens. *Animal Research* 501-515.

Tan GH, Long K. 2012. Preliminary study of anticoccidial activity of medium chain fatty acids (MCFA) and their corresponding monoglycerides on broiler chicken coccidiosis. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries* **1**:134.

Tashla T, et al. 2019. Dietary medicinal plants enhance the chemical composition and quality of broiler chicken meat. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* **70**:1823-1832.

Teng PY, Choi J, Yadav S, Tompkins YH, Kim WK. 2021. Effects of low-crude protein diets supplemented with arginine, glutamine, threonine, and methionine on regulating nutrient absorption, intestinal health, and growth performance of *Eimeria*-infected chickens. *Poultry Science* (e101427) DOI: 10.1016/j.psj.2021.101427.

Thompson JN, Howell JM, Pitt GAJ, McLaughlin CI. 1969. The biological activity of retinoic acid in the domestic fowl and the effects of vitamin A deficiency on the chick embryo. *British Journal of Nutrition* **23**:471-490.

Tipu MA, Pasha TN, Ali Z. 2002. Comparative efficacy of salinomycin sodium and neem fruit (*Azadirachta indica*) as feed additive anticoccidials in broilers. *International Journal of Poultry Science* **1**:91-93.

Tůmová E, Englmaierová M, Chodová D, Lichovníková M. 2019. Chov drůbeže II. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Van Immerseel F, De Buck J, Boyen F, Bohez L, Pasmans F, Volf J, Sevcik M, Rychlik I, Haesebrouck F, Ducatelle R. 2004. Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through h1A suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Applied and environmental microbiology* **70**:3582-3587.

Vrba V, Blake DP, Poplstein M. 2010. Quantitative real-time PCR assays for detection and quantification of all seven *Eimeria* species that infect the chicken. *Veterinary parasitology* **174**:183-190.

Waldenstedt L, Elwinger K, Lunden A, Thebo P, Ugglå A. 2001. Sporulation of *Eimeria maxima* oocysts in litter with different moisture contents. *Poultry science* **80**:1412-1415.

Waldenstedt L. 2006. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. *Animal feed science and technology* **126**:291-307.

Wang ML, Suo X, Gu JH, Zhang WW, Fang Q, Wang X. 2008. Influence of grape seed proanthocyanidin extract in broiler chickens: effect on chicken coccidiosis and antioxidant status. *Poultry Science* **87**:2273-2280.

Ward JB, Brewer CE. 1980. The effect of total sulfur amino acids and coccidiostats on the performance of broilers. *Poultry Science* **59**:1670.

Wheelhouse RK, Groves BI, Hammant CA, Van Dijk C, Radu J. 1985. Effects of coccidiostats and dietary protein on performance and water consumption in broiler chickens. *Poultry Science* **64**:979-985.

- Wickware AB. 1949. Studies in *Eimeria tenella*. Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science **13**:229-237.
- Wiernusz CJ, Teeter RG. 1995. Nicarbazin effects on broiler thermobalance during high ambient temperature stress. Poultry science **74**:577-580.
- Williams B, Solomon S, Waddington D, Thorp B, Farquharson C. 2000a. Skeletal development in the meat-type chicken. British Poultry Science **41**:141-149.
- Williams B, Waddington D, Solomon S, Farquharson C. 2000b. Dietary effects on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. Research in Veterinary Science **69**:81-87.
- Williams RB. 2002. Anticoccidial vaccines for broiler chickens: pathways to success. Avian Pathology **31**:317-353.
- Witcombe DM, Smith NC. 2014. Strategies for anti-coccidial prophylaxis. Parasitology **141**:1379-1389.
- Yang Y, Iji PA, Choct M. 2009. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. World's Poultry Science Journal **65**:97-114.
- Yim D, Kang SS, Kim DW, Kim SH, Lillehoj HS, Min W. 2011. Protective effects of Aloe vera-based diets in *Eimeria maxima*-infected broiler chickens. Experimental Parasitology **127**:322-325.
- Youn HJ, Noh JW. 2001. Screening of the anticoccidial effects of herb extracts against *Eimeria tenella*. Veterinary parasitology **96**:257-263.
- Yun CH, Lillehoj HS, Lillehoj EP. 2000. Intestinal immune responses to coccidiosis. Developmental & Comparative Immunology **24**:303-324.
- Zelenka J. 2014. Výživa a krmení drůbeže. Agriprint, Olomouc.
- Zentek J, Buchheit-Renko S, Ferrara F, Vahjen W, Van Kessel AG, Pieper R. 2011. Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. Animal Health Research Reviews **12**:83-93.

9 Samostatné přílohy

Příloha č. 1 Pokusný výkrm kuřat v Demonstrační a pokusné stáji České zemědělské univerzity v Praze (autor: Vojtěch Hunal)



Příloha č. 2 Vychytaná kuřata v plastové bedýnce při kontrolním vážení v 35. dni věku (autor: Vojtěch Hunal)

