

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Možnosti využití kurkuminu ve výživě zvířat

Bakalářská práce

Karolína Burešová

Chov hospodářských zvířat

Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti využití kurkuminu ve výživě zvířat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.04.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Vladimírovi Plachému, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a ochotu při vypracování mé bakalářské práce.

Možnosti využití kurkuminu ve výživě zvířat

Souhrn

Cílem bakalářské práce, bylo sepsat literární rešerši zabývající se uplatněním a využitím kurkuminu ve výživě zvířat. Blíže byla práce zaměřena na botanickou charakteristiku, historii, zpracovávání, chemické složení, technologii získávání kurkuminu a především na samotné využití kurkuminu, který má výborný vliv na zdravotní stav, při jeho použití jako aditiva ve výživě hospodářských zvířat. Jako zástupci hospodářských zvířat byla zvolena zvířata monogastrická – drůbež, koně, prasata a zvířata polygastrická – skot, kozy a ovce.

Díky svému chemickému složení a léčivým účinkům má kurkumin velký přínos v krmných doplňcích pro výše zmiňovaná zvířata. Oddenek kurkumy obsahuje především fenolické sloučeniny a terpenoidy. Kurkuminoidy, patřící do skupiny diarylheptanoidů jsou hlavními bioaktivními složkami, ke kterým patří právě i samotný kurkumin, jakožto polyfenol. Jeho protizánětlivé, antioxidační, imunomodulační, proapoptické a antiangiogenní vlastnosti, fungují na základě pleiotropních účinků na geny a buněčné signální dráhy.

Historie objevu jeho léčivých účinků sahá do dob před naším letopočtem. Již po staletí se rozdraccený kořen rostliny využívá jako přírodní antibiotikum, při léčbě trávicích, dýchacích i dermatologických onemocnění. Moderní věda přinesla poznatky i při léčbě karcinomů a složitějších onemocnění.

Dále se práce zabývá způsobem a možnostmi podávání kurkuminu jednotlivým zástupcům hospodářských zvířat, jeho možnými přínosy na růst a zdravotní stav ve výživě a závěrem možnou toxicitou a nežádoucími účinky.

Klíčová slova: kurkumin, výživa zvířat, aditivum, kurkuma

Using of curcumin in animal nutrition

Summary

The objective of the Bachelor's thesis is to compile a literary review addressing the application and utilization of curcumin in animal nutrition. The study specifically focused on the botanical characteristics, historical background, processing, chemical composition, technology for obtaining curcumin, and, primarily, on the utilization of curcumin, which has a significant impact when used as an additive in livestock nutrition. Monogastric animals - poultry, horses, pigs and polygastric animals - cattle, goats and sheeps were selected as representatives of livestock.

Due to its chemical composition and medicinal effects, curcumin has a great benefit in feed supplements for the aforementioned animals. Turmeric rhizome is mainly composed of phenolic compounds and terpenoids. Curcuminoids, belonging to the group of diarylheptanoids, represent the principal bioactive constituents, including curcumin itself as a polyphenol. Its anti-inflammatory, antioxidant, immunomodulatory, proapoptotic, and antiangiogenic properties work on the basis of pleiotropic effects on genes and cellular signaling pathways.

The history of the discovery of its healing effects dates back to BC. For centuries, the pulverized root of the plant has been used as a natural antibiotic in the treatment of digestive, respiratory, and dermatological diseases. Modern science has also provided insights into the treatment of carcinomas and more complex diseases.

Furthermore, the thesis deals with the method and possibilities of administering curcumin to various livestock, its potential benefits for growth and health in nutrition and concludes with a discussion of possible toxicity and adverse effects.

Keywords: curcumin, animal nutrition, additive, curcuma

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Curcuma longa	9
3.1.1 Botanická charakteristika.....	9
3.1.2 Historie	11
3.1.3 Zpracovávání	11
3.1.3.1 Vytvrzování	11
3.1.3.2 Sušení.....	11
3.1.3.3 Leštění	11
3.1.4 Chemické složení kurkumy	12
3.1.4.1 Kurkuminoidy.....	12
3.1.4.2 Esenciální oleje.....	13
3.1.5 Technologie a strategie získávání kurkuminu	13
3.1.5.1 Extrakce	14
3.2 Možnosti využití kurkuminu ve výživě zvířat	15
3.2.1 Zmírnění oxidačního stresu	15
3.2.2 Potlačení zánětu	16
3.2.3 Podpora imunitního systému	17
3.2.4 Konkrétní příklady využití kurkuminu u hospodářských zvířat	17
3.2.4.1 Využití kurkuminu u polygastrů	17
3.2.4.2 Využití kurkuminu u monogastrů	21
3.3 Dávkování kurkuminu	27
3.3.1 Způsob podávání kurkuminu	27
3.3.1.1 Sušený prášek z oddenku <i>Curcuma longa</i>	27
3.3.1.2 Kapsle a tablety.....	28
3.3.2 Množství	28
3.3.3 Vstřebatelnost	29
3.4 Bezpečnost použití kurkuminu	30
4 Závěr	31
5 Literatura	32
6 Seznam použitých zkratk a symbolů	38

1 Úvod

Rychlý růst, vynikající zdravotní stav a skvělá kondice jsou klíčovými faktory pro zdravý a kvalitní chov hospodářských zvířat. Po mnoho let, chovatelům pomáhají komerční léky, jako například antibiotika vyřešit spoustu zdravotních problémů, ať už jde o trávicí, dýchací, dermatologické či jiné problémy. Ta byla také využívána jako stimulanty růstu a produkce. Od roku 2006, je ale v celé Evropské unii povoleno antibiotika a antimikrobiotika používat jen v medicínsky odůvodněných případech. I při tomto opatrnějším zacházení ale vznikají rezistence a je kladen velký důraz na ochranné lhůty při podání antibiotik u masa i produktů z hospodářských zvířat získaných. Což může vést k finančním ztrátám.

Je tedy na místě, hledat alternativní možnosti, co se léčby a vyšší kvality zdraví u zvířat týče. Jednou z nich může být také návrat k přírodě, a to využití bylin s pozitivními účinky na živé organismy. Tato práce není pojata jako srovnání kurkuminu s komerčními léčivy, budu se jen snažit zjistit, jaké přínosy obyčejné koření může na organismus mít. Tato oblast vědy je mi velmi blízká, a proto jsem si toto téma bakalářské práce, Využití kurkuminu ve výživě zvířat, vybrala.

Benefity při jeho podávání jsou různé. Může ovlivnit kvalitu výsledných produktů, jako třeba lepší barvu masa nebo vajec a dále například kvalitnější složení mateřského mléka. Navíc jde také o přínosy zdravotní. Kurkumin, má totiž skvělé antioxidační schopnosti a jeho bioaktivní vlastnost zvířatům i lidem dokáže pomoci s lepší obranoschopností organismu a tím snižuje nutnost použití antibiotik a antimikrotik. Lepší imunita zvířat pro chovatele může znamenat také menší úmrtnost a tím zvýšit produkci a ušetřit náklady spojené s léčivem. Kurkuma pomáhá ale nejen s imunitou, dokáže také řešit už vzniklé problémy. Její použití je velice širokospektrální, a tak jejím podáním do stravy nebo při aplikaci kožních mastí, je možné léčit celou řadu obvyklých i neobvyklých zdravotních obtíží.

Zajímavá je i historie, setkáváme se s informacemi, které udávají, že se *Curcuma longa* používala již před naším letopočtem. Věřím, že pro své tehdy až zázračné účinky byla velmi oblíbená. Lidé se jí naučili zpracovávat a využívat při léčbě a prevenci své i svých blízkých.

Alternativní medicína se posunula až do světa zvířat. V moderním světě se zvířata stala členy našich domácností a ani jim, se bohužel nepříjemné choroby nevyhýbají. Proto i u nich, využíváme účinky léčivých bylin. Často se s použitím kurkuminu setkáme v chovu koček, či psů. Pokud bychom podobných účinků mohli využít i v chovu hospodářských zvířat, mohli bychom dosáhnout lepší užitkovosti a snížit potřebu léků.

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření přehledu informací formou literární rešerše o možnostech využití a zdrojích kurkuminu jako krmného aditiva ve výživě zvířat.

3 Literární rešerše

3.1 *Curcuma longa*

3.1.1 Botanická charakteristika

Kurkumník dlouhý (*Curcuma longa*), je vytrvalá bylina, která patří do řádu rostlin zázvorníkotvaré (*Zingiberales*), čeleď zázvorníkovité (*Zingiberaceae*), rod *Curcuma*. Ten dále zahrnuje mnoho dalších významných druhů, jako například *Curcuma amada*, *Curcuma aromatica*, nebo *Curcuma angustifolia*. Celkově je možné mluvit až o 133 identifikovaných druzích, z kterých lze kurkumin získat (Prasad & Aggarwal 2011).

Jde o domestikovanou, vytrvalou a vzpřímenou rostlinu, která se dnes pěstuje hlavně v tropických oblastech jižní Asie. Pro svůj růst potřebuje teploty okolo 20 ° C a 30 ° C, s poměrně velkým množstvím vody. Dorůstá do výšky jednoho metru a má velké, podlouhlé listy, které jsou zeshora tmavě zelené a zespoda světle zelené. Její květy jsou žlutobílé barvy a rostou na klasovitém stonku dlouhém 10-15 cm. Produkují malá vejčitá semena, z kterých se ale rostlina nerozmnožuje. Rozmnožuje se pomocí oddenků a právě z nich se koření získává. Samotné oddenky jsou hlízovité, s hrubou slupkou žlutohnědé barvy a matně oranžovou dužinou. Každoročně se sklízí, suší a následně drtí na žlutý prach (POWO 2023).

Pro pěstování kurkumy je nejvhodnější zvolit půdu s vyšším obsahem písku. Využívají se různé typy půd, nejčastěji jde o hlinito - písčité, světle černé až červené zeminy (Prasad et al. 2017).

Největším producentem světa, je jihoindický stát Tamil Nadu. Díky tomu je také nazýván jako žluté město (Prasad & Aggarwal 2011).



Obrázek 1: Semena kurkumovníku dlouhého, zdroj: (Prasad et al. 2017)



Obrázek 2: List kurkumovníku dlouhého, zdroj: (Sync with nature 2023)



Obrázek 3: Květ kurkumovníku dlouhého, zdroj:(Plant daleysfruit 2023)



Obrázek 4: Oddenky kurkumovníku dlouhého, zdroj: (Jyothi 2023)

3.1.2 Historie

Záznamy o jejím použití, se datují až do druhého tisíciletí před našim letopočtem, do Védského období Indie. Pochází z Jižní Asie. Název kurkuma pochází z latinského slova *terra merita*, znamenající záslužná země. Dále se o ní mluví jako o zlaté, o žluté, svaté, krásné, hojné, té, co léčí horečky, spaluje tuky nebo o té, co čistí temnotu. (Kocaadam & Şanlıer 2017)

Kurkuma je po staletí využívána jako barvivo, lék i jako součást koření kari. V Číně i v Indii, se hojně používala k prevenci i léčbě dermatologických, kardiovaskulárních, neurologických, autoimunitních i jiných onemocnění, jako například rakoviny a cukrovky (Prasad & Aggarwal 2011).

3.1.3 Zpracování

Rostlina je připravena ke sklizni 7 až 9 měsíců po výsadbě. V Indii, která je největším producentem, je tomu tak v únoru. Správná zralost je důležitá pro optimální barvu a aroma.

Zpracování se skládá ze tří částí (Ravindran et al. 2007).

3.1.3.1 Vytvrzování

Vytvrzování probíhá vařením čerstvých (do 2-3 dnů po sklizni), očištěných oddenků ve vroucí vodě po dobu 45-60 minut, do jejich změknutí. Díky tomuto kroku, kořeny ztratí svůj zápach, prodlouží se jejich trvanlivost, zkracuje se doba schnutí a získává se stejnoměrně zbarvený produkt. Délka varu ovlivňuje barvu a aroma výsledného produktu. Převaření kazí barvu a nedovařením se produkt stává křehkým. Optimální bod je, když kořen podlehne tlaku prstů (Ravindran et al. 2007).

3.1.3.2 Sušení

Uvařené kořeny se nechávají na čistém povrchu schnout, ve vrstvě 5-7 cm. V rámci rovnoměrného sušení se několikrát obracejí. Sušení probíhá buď 10–15 dnů na slunci, čímž docílíme žlutější barvy, nebo v průmyslových sušičkách při maximální teplotě šedesáti stupňů. Výsledný produkt by měl obsahovat vlhkost 10-15 % a při zlomení mít kovový zvuk. Výnosnost při sušení je asi 20–30 % (Ravindran et al. 2007).

Usušené oddenky dále můžeme drtit v hmoždířích či mlít na jemný prach, k dosažení klasického koření. Pro vytvoření pasty je možné úsušky rozmočit ve vodě.

3.1.3.3 Leštění

Kurkuma má po usušení drsný povrch. Odstraňováním hrubých šupin, kořínků a zbytků půdy, je možné kořeny leštit. To se provádí buď manuálně, nebo v lešticích bubnech. Ty jsou vybaveny sítem s otvory, kterými hlína, nečistoty a kořínky při otáčení propadávají, zatímco očištěné kořeny zůstávají uvnitř (Ravindran et al. 2007).

3.1.4 Chemické složení kurkumy

Chemické složení oddenku kurkumy je různorodé, v závislosti na odrůdě, lokalitě a podmínkách pěstování. Obecně ale obsahuje 6-13 % vody, 60–70 % sacharidů, 6-8 % proteinu, 2-7 % vlákniny, 3-7 % popelovin, 5-7 % tuku, 3-7 % esenciálních olejů a 2-6 % kurkuminoidů. (Ravindran et al. 2007).

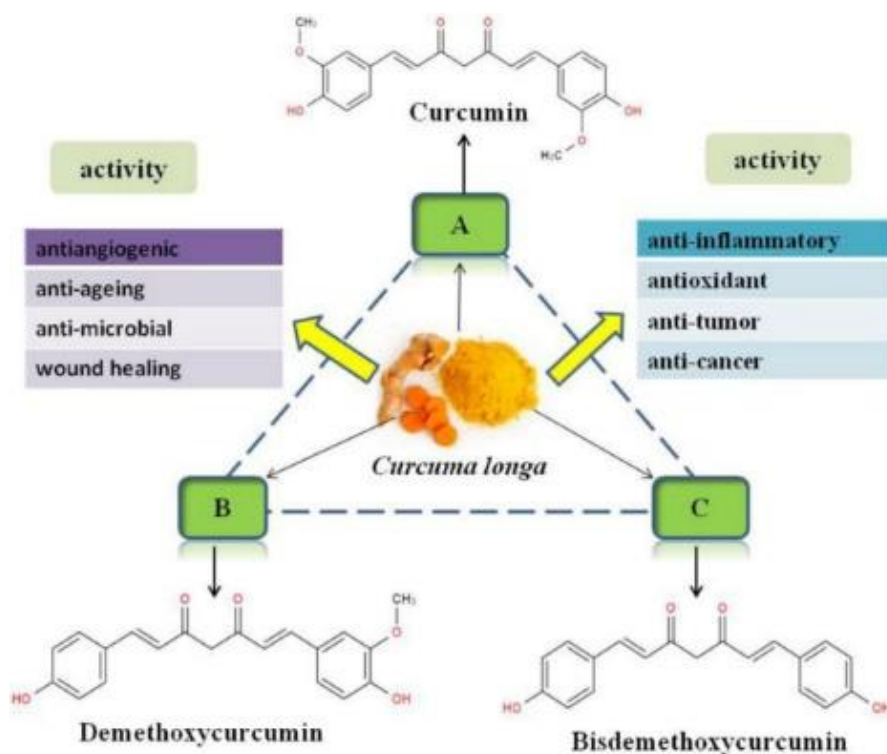
Doposud bylo z tohoto kořene identifikováno asi 235 sloučenin, především fenolických sloučenin a terpenoidů. Z těchto látek je 22 diarylheptanoidů a diarylpentanoidů, 8 fenypropenů a dalších fenolických sloučenin, 68 monoterpenů, 109 seskviterpenů, 5 diterpenů, 3 triterpenoidy, 4 steroly, 2 alkaloidy a 14 dalších sloučenin (Gupta et al. 2013).

3.1.4.1 Kurkuminoidy

Kurkuminoidy patřící do skupiny diarylheptanoidů, jsou hlavními bioaktivními složkami kurkumy. Jsou žlutooranžově zbarvené a jmenovitě jde o kurkumin (diferuloylmethan), demethoxykurkumin (p-hydroxy-cinnamoyl, feruloylmethan) a bis-demethoxykurkumin (di-p-hydroxy-cinnamoylmethan) (Niranjan et al. 2013).

Kořen dále obsahuje tumerin, což je ve vodě rozpustný peptid a esenciální oleje, jako jsou tumerony, atlantony a zingiberen (Gupta et al. 2013).

Kurkuminoidy jsou účinnými antioxidanty, s prokázanými léčivými účinky (Wright 2002)



Obrázek 5: Chemické vzorce kurkuminoidů a jejich hlavní biologická funkce, zdroj: (Tang et al. 2022)

3.1.4.1.1 Kurkumin

Kurkumin (diferuloymethan), je nízkomolekulární, hydrofobní polyfenol, poprvé chemicky charakterizovaný v roce 1910. Je obecně považován za nejaktivnější složku kurkumy. Chemicky se jedná o [1,7-bis-(4-hydroxy-3-methoxyfenyl)-1,6-heptadien-3,5-dion]. Komerční kurkumin, obecně extrahovaný ze sušeného kořene *Curcuma longa*, obsahuje přibližně 77 % diferuloylmethanu, 15 % desmethoxycurcuminu a 5 % bis demethoxycurcuminu (Shen et al. 2013).

Průměrné množství čistého kurkuminu v sušeném prášku z *curcuma longa*, jsou 3 %. (Tayyem et al. 2006) To odpovídá cca 30 gramům kurkuminu na kilogram sušeného prášku.

Jde o zlatožlutou látku pevného skupenství, která se pro svou unikátní barvu často využívá jako barvivo. Jeho molekulární hmotnost činí 368 g mol^{-1} a bod tání připadá na $183 \text{ }^\circ\text{C}$ (Salem et al. 2014).

3.1.4.2 Esenciální oleje

Esenciální oleje získávané z kurkumy, mají taktéž širokou škálu působení. Mají antibakteriální, antimykotické, hepatoprotektivní, protinádorové, protizánětlivé, hypolipidemické i antitrombotické účinky.

Obsah jednotlivých látek je proměnlivý a stejně tak jako u kurkuminoidů, ho ovlivňuje odrůda, lokalita i způsob pěstování.

Sharma et al. (1997) dle chemického rozboru uvádí: „Listový olej *C. longa* z Vietnamu obsahoval hlavně α -felandren (24,5 %), 1,8-cineol (15,9 %), p -cymen (13,2 %),

β -pinen (8,9 %). Olej z rostliny z Nigérie, obsahoval hlavně felandren (47,7 %) a terpinolen (28,9 %). Indický olej byl největší částí tvořen α -turmeronem (59,7 %), jiné indické chemotypy obsahovaly také velké množství zingiberenu, limonenu, cineolu a bisabolenu. Dalšími identifikovanými látkami v těchto tĕkavých olejích byly kamfen, borneol, isoborneol, linalool, kafr, karyofilen, kurdion a kurzerenon. Byl zkoumán vliv zralosti rostlin na složení olejů, kdy se obsah seskviterpenového turmeronu zvyšoval se zralostí, naopak monoterpeny 1,8 – cinelol a α -felandren se zralostí klesaly.“

3.1.5 Technologie a strategie získávání kurkuminu

Existují dva způsoby získávání kurkuminu. Pomocí syntézy a pomocí extrakce z rostlin. Nicméně získávání kurkuminu, který se přirozeně vyskytuje v rostlinách pomocí extrakce, stále představuje nejvýhodnější a nejefektivnější způsob výroby. V dnešní době existují různé extrakční techniky od konvenčních (např. Soxhletova extrakce, macerace a extrakce rozpouštědlem) až po pokročilé extrakční technologie (např. ultrazvuková extrakce, mikrovlnná extrakce, enzymatická extrakce, superkritická kapalinová extrakce atd.).

Je dokázáno, že postup extrakce hraje rozhodující roli při určování množství a kvality bioaktivních sloučenin. Pro získání vysokého výnosu a vysoké kvality kurkuminu, je velmi důležité zvolit vhodné a účinné metody a provozovat je za ideálních podmínek (Jiang et al. 2021).

3.1.5.1 Extrakce

Extraktům rozumíme výtažek z usušených rostlin či jejich částí. Laboratoře jsou díky využití moderních technologií schopny zkoncentrovat léčivé vlastnosti. Účinky rostlin se od účinku extraktu neliší. Působením rozpouštědel vznikají dva druhy chemicky čistých extraktů. Standardizované a širokospektrální.

Standardizované extrakty mají daný obsah účinných látek. Tento údaj je sjednocený po celém světě. Z těchto koncentrátů můžeme následně ředit různě koncentrované roztoky. Jejich chemické složení je přesně popsáno.

Širokospektrální extrakt není, co se týče složení, tak přesný. Označuje se poměrem kilogramu suroviny na kilogram extraktu. Vzhledem k tomu, že suroviny nemají vždy stejný počet účinných látek, nedá se tak jejich množství z tohoto údaje přesně zjistit (Rojek 2018).

Stankovič (2004) extrakci popisuje následujícím způsobem: „Extrakce vyžaduje, aby byla surovina rozemleta na prášek a promyta vhodným rozpouštědlem, které selektivně extrahuje barvivo. Tento proces po destilaci rozpouštědla poskytuje oleoresin s obsahem barviva v oblasti 25-35 % spolu s těkavými oleji a dalšími pryskyřičnými extrakčními látkami. Takto získaný oleoresin se podrobí dalšímu promývání za použití selektivních rozpouštědel, která mohou extrahovat kurkuminový pigment z oleoresinu. Tento proces poskytuje práškové, čištěné potravinářské barvivo, známé jako kurkuminový prášek, s obsahem více než 90 % barviva a velmi malým množstvím těkavých olejů a jiné sušiny přírodního původu. Výběr rozpouštědel se provádí pečlivě, aby splňovala extrahovatelnost a regulační kritéria. Za vhodná jsou považována následující rozpouštědla:

- Etylacetát: Toto rozpouštědlo se příležitostně používá jako pomocný prostředek pro čištění. Bylo zjištěno, že ethylacetát je díky své polaritě rozumnou náhradou poskytující přijatelnou kvalitu produktu a komerčně životaschopné výtěžky.
- Isopropanol: V procesu výroby kurkuminu se isopropylalkohol používá jako prostředek pro čištění kurkuminu.
- Aceton: Používá se jako rozpouštědlo při výrobě kurkuminu.
- Oxid uhličitý: V současné době se nepoužívá v komerční výrobě. Je však uveden ve směrnici ES 95/45 / ES a má potenciál nahradit chlorovaná rozpouštědla.
- Methanol: Toto rozpouštědlo se příležitostně používá jako pomocná látka při čištění.
- Ethanol: Toto rozpouštědlo se používá zřídka, protože kurkumin je v ethanolu zcela rozpustný. (Je složité kurkumin od ostatních látek následně oddělit.)
- Hexan “

Dle Popuri & Pagala (2013), je nejvýhodnější rozpouštědlo aceton. Je totiž levný, snadno dostupný a má nízký bod varu, který je důležitý při procesu destilace.

3.1.5.1.1 Syntéza

Kromě studií a metod vyvinutých pro extrakci kurkuminu z kurkumy, byly vyvinuty také některé chemické metody. V roce 1913 byl zveřejněn první článek o syntéze kurkuminu. V 60. letech 20. století byl navržen způsob syntézy kurkuminu reakcí acetylacetonu a vanilinu v ethylacetátu za přítomnosti anhydridu boritého tributylborátu a n-butylaminu, ve kterém byl výtěžek až 80 %. Kvůli nestabilitě meziproductů byly přidány anhydrid boritý, tributylborát a n-butylamin jako komplexotvorné činidlo, dehydratační činidlo a katalyzátor. Navíc je popsána

nová strategie syntézy kurkuminoidů, zahrnující reakci acetylacetonodifluorboronitu s aromatickým aldehydem (vanilinem) za katalýzy n-butylaminu. Nové meziprodukty, kurkuminoidní difluorboronity, symetricky substituovaných kurkuminoidů, jako je kurkumin a bisdemetox kurkumin, jsou stabilní, lze je izolovat a hydrolyzovat methanolem při pH 5,8 za účelem získání kurkuminoidů (Yixuan et al. 2021).

3.2 Možnosti využití kurkuminu ve výživě zvířat

Kurkumin má svou roli ve veterinární medicíně, přírodní látky rostlinného původu jsou totiž šetrnou alternativou léčiv. Při zvyšování produkce hospodářských zvířat, má rozvoj užitkovosti zvířat bez nemocí významný vliv. Po dlouhou dobu tomu tak bylo díky antibiotikům, která stimulovala růst a zlepšovala kvalitu masa (Sureshbabu et al. 2023).

V intenzivních chovech se často setkáváme se vznikem zánětů a oxidačního stresu, což výrazně omezuje přirozenou pohodu zvířat a následně jejich produkci. (Izard 2020).

V posledních letech se zkoumá mnoho známých rostlin, včetně kurkumy, pro své biologicky aktivní fytochemikálie. Některé z nich jsou polyfenolické sloučeniny, projevující své silné antioxidační vlastnosti, které mají na problematiku oxidačního stresu, způsobujícího přidružená onemocnění vliv (Maithili Karpaga Selvi et al. 2014).

3.2.1 Zmírnění oxidačního stresu

Dle Ondruše (2007), je oxidační stres popisován jako situace, kdy se organismus sám nedokáže vypořádat s odstraněním volných radikálů a škodlivin z něj vzniklých. K tomu dochází v případě, kdy není tvorba kyslíkových radikálů a jejich odstraňování v rovnováze. Volný radikál, neboli také reaktivní kyslík, vzniká jako vedlejší produkt oxidace a látkové výměny. Ty ve větším množství chemicky reagují s molekulami tělesných tkání, čímž se narušuje jejich funkce. Oxidační stres je nežádoucí, protože se podílí na celé škále nežádoucích stavů a nemocí. Často jde o mozkové mrtvice, infarkt myokardu, špatné hojení ran, karcinomy, bolesti a záněty kloubů a dále.

Hospodářská zvířata čelí v intenzivních chovech podmínkám, které svou odlišností od přirozeného prostředí mohou negativně působit na jejich psychiku. Oxidační stres, který se projevuje jako následek jejich disadaptace, vede ke zhoršení užitkovosti, zdraví a imunity. Nadprodukce volných radikálů způsobuje oxidační poškození proteinů, lipidů a deoxyribonukleových kyselin. Tím zhoršuje buněčnou strukturu a může způsobovat předčasnou buněčnou smrt. Tyto poškozené molekuly mohou následně vyvolávat zánětlivé reakce, z kterých mohou vznikat další onemocnění (Durand et al. 2022).

Bylo prokázáno, že kurkumin má velkou terapeutickou účinnost jako antioxidační činidlo. Je považovaný za účinný lapač reaktivních forem kyslíku a dusíku (Al-Rubaei et al. 2014).

3.2.2 Potlačení zánětu

Zánětlivé reakce jsou zásadním problémem v životě hospodářských zvířat. Zánětlivé procesy a zvýšený stres zatěžují imunitní systém, spotřebovávají energii a zeslabují zdraví a pohodu zvířat. Spotřebovaná energie následně chybí při kritických obdobích, jakými může být růst, březost, nebo laktace. Krávy mohou takto ztratit až kilogram glukózy denně. Zvířata při zvýšeném výdeji energie na svou imunitní obranu ztrácí tělesný tuk.

Klinické příznaky zánětu se u nich projevují například ketózou, zhoršenou plodností a ztrátou výkonnosti (Livestock & poultry middle east 2021).

Zánět je prvním krokem v procesu hojení. Je to reakce těla na bakterie, patogeny a toxiny které projdou jednou z tělesných bariér, jako je kůže, sliznice nebo výstelky krevních cév. Můžeme ho rozdělit na dva druhy:

Akutní zánět je krátkodobý proces, při kterém se v místě poranění shlukují bílé krvinky, s cílem zahájení procesu hojení. Tato reakce by měla být zahájena během několika minut až hodin po aktivaci imunitní odpovědi a měla by probíhat rychle a silně. Mizí obvykle se zahojením rány.

Chronický zánět trvá podstatně déle, než zánět akutní. Může se v organismu vyskytovat až roky a omezuje hospodářská zvířata odváděním živin a energie od růstu, produkce a reprodukce, které využívá v boji proti zánětlivé reakci. Vzniká tehdy, nedokáže-li imunitní systém problém vyřešit prostřednictvím akutního zánětu. Mezi běžné důsledky zánětů u hospodářských zvířat patří:

- Zhoršené reprodukční parametry - Po porodu je u samic nezbytné, aby vlivem imunitní odpovědi došlo k eliminaci vstupu patogenů do reprodukčního traktu během poporodního období. Dále je důležité, aby došlo k obnově epiteliální tkáně, aby byla možná další březost. Při vzniku zánětů dochází ke snížení reprodukční užitkovosti.
- Kulhání – Zdravé končetiny jsou pro zvířata klíčové. Při bolestech kloubního aparátu vlivem chronických zánětů, dochází ke vzniku stresu, který negativně ovlivňuje užitkovost.
- Onemocnění mléčné žlázy – U dojného skotu, jsou mastitidy největším ekonomickým problémem. Počet somatických buněk v mléce je jedním z hlavních ukazatelů jakosti mléka.
- Kožní léze - Kůže funguje jako obrana před patogeny, její poškození a prostup patogenů, může vést ke vzniku chronického zánětu.
- Respirační problémy – Respirační infekce mohou vést k poškození respiračního epitelu dýchacích cest. Zhošené dýchání zhoršuje celkovou kondici zvířete.
(Larson 2018)

Kurkumin má schopnost zprostředkovat četné protizánětlivé účinky, prostřednictvím inhibice proliferace zánětlivých buněk (Shehzad et al. 2013).

3.2.3 Podpora imunitního systému

Hospodářská zvířata jsou neustále potencionálně ohrožována mikroby. Ty do organismu mohou prostupovat skrz střevo, přes dýchací cesty a kůži. Aby se mikrobiální invazi zabránilo, je organismus vybaven vrozeným imunitním systémem, který mimo jiné zajišťuje mechanismy fungující na principu fyzické bariéry.

Rozmanitá střevní mikroflóra slouží k ochraně střeva tím, že ke střevu přiléhá a brání tak před usazením patogenních mikrobů. Kůže mimo své vlastní mikroflóry využívá jako obranný mechanismus vysoušení. Mukociliární aparát, složený z řasinkových epiteliálních buněk a buněk vylučujících hlen, přesouvá vdechované patogeny z dolních cest dýchacích do horních cest dýchacích. Následně jsou vyloučeny kašlacím reflexem (Tizard 2020).

Dalšími složkami vrozeného imunitního systému, jsou fagocytární leukocyty, dendritické buňky a natural killers buňky (Mandal & Viswanathan 2015).

Kurkumin se v posledních dvou desetiletích ukázal jako silné imunomodulační činidlo, které může modulovat aktivaci T lymfocytů, B lymfocytů, makrofágů, neutrofilů, přirozených zabíječů a dendritických buněk (Jagetia & Aggarwal 2007).

3.2.4 Konkrétní příklady využití kurkuminu u hospodářských zvířat

3.2.4.1 Využití kurkuminu u polygastrů

3.2.4.1.1 Účinek kurkuminu na denní přírůstek rostoucích koz zaraibi

Čtrnáct pěti měsíčních kůzlat plemene zaraibi, bylo rozděleno do dvou skupin. Pokus začal po odstavu, při váze 9,5 kg (s odchylkou do 0,2 kg) a probíhal přes letní sezonu, tj. Od května do září. Skupina číslo 1, byla krmena základní krmnou dávkou. Skupina číslo dvě základní krmnou dávkou s přídatkem dvou gramů kurkuminu na jeden kilogram živé hmotnosti.

Suplementace kurkuminu průkazně zvýšila denní přírůstek-průměrně o 54,25 gramů. Respektive zlepšila funkci imunity zvířat, tím i koncentraci celkových proteinů a globulinů, také hormonální hladinu hormonů štítné žlázy a snížila faktory související se srdečním onemocněním (cholesterol a celkové lipidy), dále také hladinu glukózy a kortizolu v krevní plazmě. Funkce jater a ledvin nebyly suplementací negativně ovlivněny. Navíc se také zvýšil počet červených krvinek a koncentrace sodíku, draslíku a fosforu (Habeeb & El-Tarabany 2012).

3.2.4.1.2 Účinek kurkuminu proti gastrointestinálním parazitům u koz

Napadení střevními parazity může mít velký podíl na snížení užitkovosti. Gastrointestinální paraziti mohou totiž způsobovat zhoršení celkového zdravotního stavu, včetně poklesnutí kvality mléka, snížení hmotnostních přírůstků, zpomaleného růstu a horší kvality masa. Ozvláště u mláďat by si chovatelé měli dát pozor, může u nich vlivem parazitóz dojít až k úhynu. K nakažení dochází po pozření potravy kontaminované vajíčky, vyloučenými trusem.

Ve vyspělých státech je běžné provádět koprologické vyšetření trusu a dle výsledků zvířata pravidelně a cíleně odčervovat. Veterinární lékaři se snaží zvířata neodčervovat

preventivně, dochází totiž ke vzniku rezistencí na antiparazitika. Z tohoto důvodu je na místě vyhledávat alternativní možnosti prevence (Prausová 2019).

V rozvojových zemích tomu tak ale mnohdy není. Chybí zde léčiva i pro obyvatele, zvířata jsou tedy v tomto případě až na posledním místě. I přes to, mohou být pro místní jedinou obživou. Pokud by tedy bylo možné, podáváním dostupnější kurkumy s přirozným obsahem kurkuminu do krmiva zvířatům snížit míru zamoření, mohlo by to způsobit větší produkci mláďat, masa i mléka.

(Afrin et al. 2020) Provedli pokus na 30 kusech černých bengálských koz. Vybráni byli jak samci, tak samice, napadené střevními parazity. Stádo bylo rozděleno na tři skupiny, A, B, a C. Skupina A byla kontrolní, byla jí tedy podávána klasická krmná směs, bez dalších aditiv. Skupina B měla krmnou směs obohacenou o 0,2 % kurkuminu a skupina C byla krmena stejnou krmnou směsí, s přídatkem 0,6 % kurkuminu. Tato strava byla zvířatům podávána šedesát dnů. Voda byla podávána ad libitum.

Výsledky byly pozitivní. Všechna zvířata měla optimální přírůstky, nejvíce se ale dařilo kozám ze skupiny C, kde bylo aditiva nejvíce. To je způsobeno zmírněním, možná až odstraněním parazitární zátěže, což způsobilo lepší možnost vstřebávání živin.

Dále byl sledován počet eozinofilů, což jsou bílé krvinky řadící se mezi granulocyty. Ty v těle pomáhají při alergických reakcích a parazitárních onemocněních, kdy vypouštěním látek ze svých granul poškozují parazity (Šviglerová 2020). Ve skupině B a C počet markantně poklesl, nejvíce ve skupině C, i přes nejvyšší počet při vstupním vyšetření.

Vajíčka nalezená v průběhu experimentu pocházela od motolic (*Paramphistomum sp.*, *Fasciola sp.*), žaludečních červů (*Haemonchus concortus*) a strongylů. U většiny zvířat byly pozorovány kombinované infekce. 45. den pokusu, byla míra zamoření u skupiny A zvýšená, u ostatních skupin počet klesl.

Studie tedy prokázala, že přídatek kurkuminu má na zamoření gastrointestinálními parazity pozitivní vliv. Je tedy možné, používat ho jako preventivní opatření a zlepšit tak imunitu, růst i užitkovost zvířat (Chowdhury et al. 2020).

3.2.4.1.3 Účinek kurkuminu u dojných ovcí při subklinické mastitidě

Mastitida, je velmi častým problémem dojených samic, ať už se jedná o krávy, nebo o ovce. Jde zároveň o ekonomicky nejvýznamnější onemocnění dojnice. Jedná se o zánět mléčné žlázy, způsobený patogenními mikroorganismy. Vyskytují se ve vícero formách, může jít o onemocnění s klinickými příznaky, kdy dochází k viditelným změnám na celkovém zdravotním stavu samice, mléčné žláze i mléku, nebo o subklinickou formu, kdy žádné změny nepozorujeme a onemocnění dokážeme určit jen při průkazu zvýšeného počtu somatických buněk, nebo patogenních mikroorganismů v mléce. (Mendelu 2023).

U klinických mastitid, kdy dochází k začervnutí, otoku a bolesti mléčné žlázy, bylo dokázáno, že kurkuminová mast dokáže pomoci do 72 hodin po ošetření. Při klasické léčbě používáme antibiotika, po jejich podání musíme ale dodržet ochrannou lhůtu, po kterou je mléko nepoživatelné

Cílem této studie tedy bylo ověřit, zda přidání kurkuminu do stravy šesti samic ovcí se subklinickou mastitidou může mít léčebný vliv a přínos pro zdraví samic. Vybráno bylo šest ovcí plemene Lacaune, se subklinickou mastitidou, která trvala déle než

měsíc po porodu. Ovce dostávaly po dobu 10 dnů krmivo obsahující kurkumin (60 mg/zvíře/den).

V nultém a desátém dni pokusu, byla hematologicky a biochemicky vyšetřena krev a dále byly odebrány jednotlivé vzorky mléka, u kterých bylo zjišťováno složení, počet somatických buněk a celkový počet bakterií.

Po deseti dnech léčby bylo pět ovcí při testu mastitidy negativních. Zvýšil se celkový počet červených krvinek, zatímco celkový počet bílých krvinek, které stoupají s vyskytujícím se zánětem v těle, se snížil. Co se týče celkové produkce mléka a celkového počtu somatických buněk, nevyskytly se žádné změny. Co se týče vlivu na mléčnou řázu, kurkumin zpomalil apoptické a cytotoxické účinky.

Kurkumin působil i přímo na bakterie přítomné ve vemeni, díky svému baktericidnímu účinku.

V závěru, použití 60 mg kurkuminu na ovci denně, mělo u jedinců se subklinickou mastitidou příznivé účinky. Test mastitidy prokázal 83,3% léčebnou účinnost.

Celkově přidání kurkuminu do stravy ovcí zlepšilo hematologické a biochemické proměnné již po deseti dnech léčby (Jaguezeski et al. 2018).

3.2.4.1.4 Použití nanokapslí s obsahem kurkuminu u jehňat

Péče o mláďata od narození do odstavu, je klíčová pro získání silného a kvalitního zvířete. Správnou péčí je možné maximalizovat hmotnost v dospělosti a snížit věk, kdy je mláďe schopné k odstavu. Pokud jsou jehňata odstavována dříve, než je pro ně přirozené, je ideální zvířeti podat doplňky, které pomůžou nastartovat imunitní systém a tím zkvalitnit jeho růst a správný vývoj.

Na trhu jsou různé přírodní přípravky, které mláďatům mohou v tomto období pomoci, včetně kurkuminu. Jeho benefitem je obsah fenolových skupin, které zachycují volné radikály, které by jinak mohly poškozovat zdravé buňky a v nadměrném množství způsobovat různá onemocnění, či zhoršovat zánětlivé stavy.

Ve své přirozené formě má kurkumin pár nedostatků. Například špatnou rozpustnost ve vodě, nestabilitu v jiném než neutrálním pH, vysokou citlivost na světlo a rychlou odbouratelnost z organismu. Tyto vlastnosti, by mohly být potlačeny uzavřením kurkuminu do ethylpolymethakrylátové nanokapsle. Ty mají naopak kyselinovzdorné vlastnosti a mají za cíl zlepšit vstřebávání na střevní úrovni, pomaleji uvolňovat účinnou látku a snížit podávané množství.

Do tohoto experimentu bylo vybráno 32 samečů jehňat plemene lacaune, 45 dnů starých a s průměrnou hmotností 16 kg. Mláďata byla náhodně rozdělena do 4 skupin, kdy každá z nich byla umístěna do 4 kotečů po 2 jehňatech. Skupiny 1-4, přijímaly nanokapsle s kurkuminem v množství 0, 1, 2 a 4 mg/kg krmiva, v tomto pořadí. Každý 1 g finálního prášku obsahoval 2 mg kurkuminu.

V experimentálním období jehňat, tj. 45-62 den věku, dostávala mláďata 1x denně 500 ml mléka a základní krmnou směs, odpovídající jejich věku. Ta byla doplněná o množství nanokurkuminu, podle dané skupiny. V prvním týdnu bylo podáváno 300 gramů této směsi založené na kukuřičném šrotu, v dalších dnech se dávka zvýšila na 400 gramů u všech zvířat.

Výsledná měření ukázala, že přidávání kurkuminu způsobilo nárůst hmotnosti. Dle regresní analýzy bylo zjištěno, že pro optimální zvýšení přírůstku je nejprůzračnější přidávat

1,89 mg kurkuminu přítomného v prášku nanokurkuminu na 1 kg krmiva. Dále byl zjištěn význačný nárůst celkové antioxidační kapacity v séru jehňat, kterým bylo podáváno 100 a 200 mg kurkuminu na kg stravy.

Dalším zásadním výsledkem je, že vysoké dávkování, tj. skupina 4, pro zvířata nebylo prospěšné. Tato dávka nepodporovala růst, a naopak zvyšovala zánětlivé parametry v krvi. Mimo to, zvyšovala jaterní enzymy, což může poukazovat na možnou toxicitu.

Přidávání nanokapslovaného kurkuminu v prášku jehňatům zvýšilo růstovou schopnost a projevil se antioxidační a protizánětlivé účinky. Ukázalo se, že nanokapsle zlepšily využití kurkuminu a usnadnily absorpci. Je tedy možné, že se v budoucnosti mohou na trhu objevit jako nové možnosti ve výživě zvířat (Marcon et al. 2021).

3.2.4.1.5 Účinek přidávání kurkuminu na růst a jeho protizánětlivé a antikocidiální účinky u telat

Ježková (2021) uvádí, že: „Kokcidióza je celosvětově rozšířená nemoc v chovech skotu a vyskytuje se jak v dojených, tak v masných stádech. Je to onemocnění především telat, ale nevyhýbá se zcela ani starším zvířatům. Projevuje se především zpomalením růstu, opožděným vývojem a zhoršenými výsledky v odchovu a průjmem. Průjmy mohou být také silné, krvavé a končí ulehnutím a úhynem zvířete.

Původci patří do rodu prvoků s latinským jménem *Eimeria*, kokcidióza skotu je proto přesněji řečeno eimeriáza. U skotu bylo popsáno 21 různých druhů tohoto parazita, v Evropě se vyskytuje 13 z nich a kokcidiózu způsobují jen některé, především *E. bovis*, *E. zuernii*, *E. auburnensis*, a *E. alabamensis*.“ (Ježková 2021).

Do tohoto experimentu bylo zařazeno 33 kusů telat plemene holštýnský skot, které byly rozděleny podle stáří na 3 skupiny. Skupina 1, s deseti kusy zvířat starých 11 - 25 dní. Skupina 2, do které bylo zařazeno 11 telat ve věku 60 – 68 dní a skupina 3, v které bylo 12 zvířat a jako v jediné skupině byla tato telata po odstavu. Jejich stáří bylo 87 – 103 dní.

V každé ze skupin, byla telata rozdělena do dvou kategorií, a to experimentální a kontrolní. Telata v experimentálních skupinách dostávala do své krmné dávky přírůvek 200 mg kurkuminu. Ve dnech 0, 10 a 15 byly odebrány vzorky stolice, které byly vyšetřovány na počet eimerioocyst na gram stolice. Dále byla také měřena váha.

Výsledky studie byly takové, že nezávisle na věkové skupině, měla telata s přírůvkem kurkuminu ve dnech 0 – 15 větší přírůstek na váze. Tato telata, měla také menší číselný počet vajíček *Eimerie* ve stolici.

Suplementace kurkuminem dojným telatům má dle tohoto výzkumu kokcidiostatický potenciál, který podporuje přibírání na váze (Glombowsky et al. 2020).

3.2.4.1.6 Kurkumin jako náhrada ionoforových antibiotik u telat po odstavu

Od roku 2006 zavedla Evropská unie zákaz ionoforů jako stimulantů růstu pro chov zvířat. Tato opatření byla vyhlášena kvůli obavám z antibiotické rezistence u mnoha lidských patogenních bakterií. Ačkoli jsou ionofory v mnoha zemích stále povoleny, existuje značná poptávka po alternativních krmných přísadách, které by tyto sloučeniny nahradily.

V této studii byl kurkumin použit v nízké dávce, a to 100 mg tele/den. Toto množství nezajistilo stejnou účinnost na zootechnické parametry jako konvenční aditiva. Projevil se

pozitivní účinek na imunitu, ale nebyl tak výrazný, aby se odrazil na výkonu a odhalil, že tato dávka není dostatečná, aby potencionálně nahradila ionofor (Molosse et al. 2022).

3.2.4.2 Využití kurkuminu u monogastrů

3.2.4.2.1 Účinek perorálního doplňku obsahujícího extrakt z kurkuminu na kulhání způsobené osteoartrózou

Osteoartritida je běžným klinickým problémem u velkého množství populace koní. Podle průzkumů, je artrózou způsobeno až 60 % projevů kulhání. To má za následek bolestivost, ztrátu výkonnosti a finanční ztráty, související s vyřazením koně ze sportu (McIlwraith et al. 2012).

Patologické změny, se projevují v důsledku nadměrného zatěžování kloubního aparátu, nevhodného pohybu, či po poranění kloubu, např. po nárazu. Často se vyskytuje také jako následek opakovaného, či chronického zánětu kloubu (Švehlová 2013).

Švehlová (2013) dále také uvádí: „Když je kloub zanícený, do jeho prostoru se uvolňují chemické látky zvané zánětlivé mediátory a tyto látky krom jiného způsobují poškození chrupavčitých buněk, které pak nemohou plnit svoji funkci, neudržují vlastnosti chrupavky takové, jaké mají být a tím dochází k jejímu poškození.

Naopak chrupavka, jež je poškozená a začne se odlupovat, její zbytky padají do kloubní tekutiny, čímž dráždí kloubní pouzdro a znovu obnovují záněty. Chrupavce také vadí to, že zanícený kloub je nadměrně naplněný a vysoký tlak působí na chrupavčitou tkáň a taktéž jí poškozuje. Artróza je situace, kdy takto oslabená chrupavka měkne, může praskat a odírat se, objevují se kostní výrůstky a v krajním případě se může stát, že kloub úplně přestává být pohyblivý.“

Léčba je pouze symptomatická. Díky ní, je možno potlačit bolest a udržet tak koně déle mobilní. Je k dispozici řada farmaceutických i nefarmaceutických možností, dle závažnosti situace. Z pravidla se používají léky tišící bolest a zánět (Steinmeyer et al. 2018).

Kurkumin je znám pro své protizánětlivé účinky. Jeho použití by mohlo být potencionálně efektivnější, je totiž levnější a nepřináší žádné negativní účinky ani při vysokém dávkování, na rozdíl od léčiv. Cílem této studie, je tedy zjistit jeho účinek při podpůrné léčbě artrozy. Koně byli rozděleni do dvou skupin.

V první studii, která se skládala pouze ze dvou koní, bylo podáváno po dobu 30 dnů krmení s kurkuminem. Oba koně byli valaši, s průměrným věkem 15 let, různých plemen a využití. Před a po pokusu se testovala závažnost jejich kulhání, dále se také kontroloval krevní obraz, biochemie a z postiženého kloubu byl odebrán vzorek synoviální tekutiny.

Ve druhé studii bylo pozorováno celkem 6 různých koní, s rozdílnou mírou osteoartrózy. Prováděla se stejná vyšetření. Průměrný věk byl zde 16 let.

Výsledná vyšetření byla velmi pozitivní. Skóre kulhání, se u všech koní zlepšilo alespoň o jeden stupeň, přičemž většina koní se zlepšila o stupně 2. Oba koně se v počáteční klinické studii zlepšili o jeden stupeň kulhání. Jeden z koní v první studii měl recidivující a přetrvávající synoviální výpotek z tarzo-krurálního kloubu, který dříve občasně reagoval na intraartikulární steroidy. Během této studie, se synoviální výpotek upravil o 70 %, stejně jako související ztuhlost v této končetině.

Ve druhém pokusu se všichni koně zlepšili alespoň o jeden stupeň kulhání. Druhá studie měla různá skóre kulhání a závažnost osteoartrózy, primárně lokalizované v tarzu. Jeden kůň ve druhém pokusu měl difuzní karpální osteoartrózu, zhroucený závěsný aparát na zadních končetinách a středně těžkou osteoartrózu tarzálně-krurálního kloubu. Tento konkrétní kůň byl obecně velmi ztuhlý a jeho kulhání bylo kategorizováno jako stupeň 4/5. Předchozí terapie u něj zahrnovala přerušované podávání fenylobutazonu. Tento kůň se zlepšil o jeden stupeň. Jiný kůň ve studii měl v minulosti intraartikulární prstencovou kost v levé přední končetině, která byla léčena lokalizovanými intraartikulárními injekcemi methylprednisolonu. U tohoto koně došlo také ke zlepšení o jeden stupeň v kulhání. Zbývající koně v této studii si vedli velmi dobře, s průměrným dvoustupňovým zlepšením kulhání. Některým ze zbývajících koní se podařilo vysadit ostatní kloubní doplňky a podávání fenylobutazonu. Celkově se zdálo, že se koně cítili lépe a pohybovali se mnohem volněji.

Sérum a plná krev byly odebírány všem koním na začátku a na konci studie. Během 30 denního pokusu nedošlo k žádným znatelným změnám v krevních chemických panelech nebo kompletním krevním obraze. Hodnoty jater, ledvin a hladiny proteinů se po ukončení studie nezměnily (Schell 2009).

3.2.4.2.2 Použití kurkuminu při léčbě podotrochlózy u koní

Podotrochlóza, neboli navikulární syndrom, je charakterizován jako chronické kulhání, způsobené bolestí v patkách a degenerací člunkové kosti.

Výskyt tohoto onemocnění, je nejčastější u plemen quarter horse, anglický plnokrevník a obecně u teplokrevníků. Objevujeme ho u koní různého stáří i různého využití, vzniká totiž nadměrnou zátěží, či špatnou úpravou kopyt.

Projevuje se nejčastěji bolestivostí předních končetin a oboustranným kulháním různého stupně (Osborn et al. 2021).

„Kulhání je zpočátku mírné a přerušované, Postižený kůň se snaží chodit po špičce kopyta, vzhledem k napětí či zánětu vazů podporujících navikulární kost. Průtok krve je snížený, tudíž se zvyšuje tlak v kopytě. Chůze se výrazně zhorší po práci na kruhu nebo na tvrdém povrchu“ (Trunda 2010).

Základem úspěšné léčby, je správná a pravidelná korektura kopyt, cílem které je snížit biomechanický tlak na člunkovou kost v kopytě. Tento proces doprovází léčba farmakologická, která se skládá z protizánětlivých léků a nesteroidních antirevmatik.

Kurkumin, jakožto rostlinná složka s antioxidačními, antiseptickými a protizánětlivými vlastnostmi, je u koní používán při léčbě osteoartritidy i dalších onemocnění. V tomto případě, by mohl být použit jako dlouhodobá varianta, místo nesteroidních antirevmatik, která snižují bolest a zmírňují zánět. Ve srovnání s nimi, je kurkumin šetrnější ke gastrointestinálnímu traktu a projevují se také jeho účinky na ochranu sliznice žaludku. Pro svůj čistě přírodní původ se jeho účinnost na kloubní chondrocyty projevuje jako nedostatečná. Je proto navrhováno jeho kombinované použití současně s farmakologií (Osborn et al. 2021).

3.2.4.2.3 Účinek kurkumy na růst, imunitu a cholesterolový profil u brojlerů

V chovu a produkci drůbeže, jsou rychlý růst a dobrá konverze krmiva zcela klíčovými faktory. Užitekost brojlerů stojí na genetickém potencionálu, krmné dávce, prostředí, ve kterém žijí a případných zdravotních obtížích. Mělo by být tedy v našem zájmu, posilovat jejich imunitní systém a minimalizovat tak možná onemocnění, pokud chceme dosáhnout co nejlepších výsledků.

Bylo vybráno 100 jednodenních kuřat plemene hubbard. Ta byla rozdělena do čtyř pokusných skupin. Jejich výkrm trval 35 dní, v izolovaných kotcích s hlubokou podestýlkou. Brojleři byli prvních 21 dní krmeni komerční startovací směsí, zbylé období výkrmu jim byla podávána pokračovací komerční směs. Tři skupiny byly pokusné, jejich krmná dávka obsahovala suplement kurkumy v poměru 0,5, 1 a 1,5 % krmné dávky.

Množství spotřebovaného krmiva, váha zvířat a konverze živin byla kontrolována jednou týdně. Vzorky krve, byly odebrány ve 30. a 35. dni věku. Odebíraly se pro stanovení titrů protilátek proti infekční burzitidě a newcastleské chorobě. Na konci experimentu byli poraženi 3 kusy brojlerů, aby se získaly údaje o charakteristikách jatečně upraveného těla. Výsledky byly pozitivní. Ukázaly, že suplementace kurkumou pozitivně ovlivnila růstovou schopnost. Suplementace 1 % a 1,5 % zlepšila přírůstek tělesné hmotnosti (Průměrný přírůstek tělesné hmotnosti u kontrolní skupiny byl 1411 gramů, tato hodnota byla o 107 gramů nižší než při podávání 1 % kurkumy na kilogram krmné dávky a o 118 gramů nižší než při podávání 1,5 % kurkumy na kilogram krmné dávky.) a 0,5 % a 1,5 % snížila příjem krmiva o 157 a o 137 gramů (U 1 % o 99 gramů.). Všechny úrovně zlepšily účinnost konverze krmiva, ale suplementace množstvím 1,5 % vykazovala nejlepší výsledky. Suplementace kurkumou zlepšila také titry protilátek proti newcastleské chorobě a infekční burzitidě. Celkový cholesterol v séru byl snížen a HDL-cholesterol byl zvýšen, zatímco LDL-cholesterol a triglyceridy zůstaly nedotčeny v důsledku podávání kurkumy. Lze dojít k závěru, že kurkuma má potenciál zlepšit růstovou výkonnost, imunitní odpověď a profil cholesterolu u brojlerů. Pro lepší výsledky se doporučuje její použití v krmivu v množství 1,5 %.

Přídavek kurkumy do krmiva také pozitivně ovlivnil trávicí trakt. Byla prokázána zvýšená výška střevních klků a sníženo pH ve střevech. Ovlivnil také střevní mikrobiom, zvýšil se počet bakterií *lactobacillus* a zlepšilo se střebávání živin, v důsledku zvýšení sekrece trávicích enzymů a žluči. To pozitivně ovlivnilo vstřebávání živin a trávení tuků (Arslan & Danish Mund 2017).

V další studii, kterou provedl Rajput et al. (2013), byl brojlerovým kuřatům podáván kurkumin po dobu 42 dní. Při kontrole na konci pokusu bylo zjištěno, že brojleři přijímající kurkumin v dávce 200 mg, měli o 74 gramů vyšší váhové přírůstky a přijali přitom pouze o 31 gramů krmné směsi více.

3.2.4.2.4 Užití kurkuminu pro zlepšení barvy kůže brojlerů

Nažloutlá barva masa ve spotřebitelích evokuje kvalitu a domácí chov. Bílé, bledé maso je pro zákazníky méně atraktivní. Otázkou před tímto pokusem tedy bylo, zda by mohla zlatavě žlutá barva kurkumy ovlivnit barvu svaloviny?

Kurkumin byl tedy jako aditivum přimíchán do krmiva pro kuřata v množství 1 mg, 10 mg a 100 mg na kilogram krmiva a podáván skupině 37 kusů dvoutýdenních brojlerů isa-vedette

po dobu tří týdnů. Suplementace vedla ke vzniku atraktivního, žluto-oranžového zbarvení kůže ve srovnání s kůží kontrolních brojlerů.

Intenzita barvy kůže byla nejvyšší u zvířat, která dostala 10 mg kurkuminu na kilogram krmiva, a druhá nejvyšší u těch, kteří dostali 100 mg barviva. Dále se také jeví, že vývoj ztučnění jater souvisí s množstvím kurkuminu podávaného drůbeži. Prokázalo se, že dávka 100 mg na 1 kg krmiva nepříznivě působila na játra. Je tedy možné, že dávka byla tak vysoká, že se kurkumin zachytil v játrech a neměl tak na zbarvení kůže větší vliv, než dávka 10 mg. Množství 1 mg na 1 kg bylo naopak moc malé, nemělo tedy na zbarvení žádný vliv (Awang et al. 1992).

3.2.4.2.5 Vliv kurkuminu na tepelný stres u brojlerů

Tepelný stres je jedním z největších problémů v chovu zvířat, obzvláště v tropických oblastech. Může představovat více problémů souvisejících s růstem, příjmem krmiva, využitím živin, fyziologickým stavem, imunitní funkcí, střevním mikroflórou, morfologií a také antioxidačním systémem v těle kuřat.

Nabízí se tedy možnost, využít kurkumin pro jeho antioxidační účinky, které by mohly zmírnit následky tepelného stresu na brojlerů. Ukázalo se, že kurkuma byla schopna zlepšit stravitelnost živin a tím i využití živin kuřaty chovanými ve vysokých teplotách. Prášek z kurkumy dále zlepšuje střevní mikroflóru zvýšením množství bakterií *Lactobacillus* a výšky střevních klků brojlerových kuřat. Z toho vyplývá, že kurkumin může kompenzovat úbytek střevních bakterií a zmenšení střevních klků vlivem teplotního stresu. Dále také zvětšuje slinivku břišní a délku epiteliálního záhybu žlučového, a tím zlepšuje trávicí proces brojlerů. V tomto případě se zdá, že za zvýšenou spotřebu krmiva u tepelně stresovaných brojlerových kuřat stojí stimulant chuti k jídlu a žaludeční a karminativní vlastnosti kurkumy.

Tepelný stres je také spojován se sníženými koncentracemi erytrocytů a hemoglobinu v krvi. Snížené hladiny těchto krevních složek mohou nepříznivě ovlivnit růstovou výkonnost vzhledem k tomu, že erytrocyty a hemoglobin jsou klíčové pro transport a dodávku kyslíku pro buněčné dýchání (Sugiharto 2020).

3.2.4.2.6 Vliv kurkuminu na výkonnost kachního růstu, antioxidační kapacitu a kvalitu prsního masa

Tato studie byla zaměřena na zkoumání účinků suplementace kurkuminem na růstovou výkonnost, antioxidační kapacitu a kvalitu masa kachen. Pro prozkoumání těchto účinků bylo 600 zdravých kachen náhodně rozděleno do čtyř léčebných skupin s 10 replikovanými kotci a každý kotec obsahoval 15 kachen. Kachny byly krmeny stravou obsahující kurkumin v množstvích 0, 300, 400 a 500 mg/kg v různých skupinách. Výsledky ukázaly, že suplementace kurkuminem je prospěšná pro růstovou výkonnost kachen a antioxidační kapacitu kachního masa. Kromě toho dietní kurkumin zvýšil kvalitu masa kachen, zlepšil barvu masa, zvýšil kapacitu zadržování vody a inhiboval oxidaci lipidů a bílkovin. Závěrem lze říci, že tato studie poskytuje důležité poznatky o živinách i vlastnostech kachen a zjistila, že největší účinek má zařazení 400–500 mg/kg kurkuminu do stravy (Jin et al. 2021).

3.2.4.2.7 Vliv kurkuminu na kokcidie, kvalitu vajec a zdraví nosnic

Do této studie bylo zařazeno celkem 60 nosnic plemene hy-line brown, ve 30 týdnech stáří, s průměrnou váhou 1890 gramů. Ustájeny byly ve 12 experimentálních koticích s podstýlkou a jedním hnízdem na pět slepic. Doba trvání pokusu byla 21 dní a jejich světelný režim se skládal z 16 hodin světla – jak přirozeného, tak i umělého a z 8 hodin tmy.

Slepice byly do skupin rozděleny náhodně. V den 0 byla pozorována kontaminace *Eimerii necatrix* (65 %), *E. acervulina* (28 %) a *E. maxima* (7 %) a to i přes podávání kokcidostatik ve stravě, která byla složena z kukuřičného a sojového šrotu až do začátku pokusu. Krmná dávka byla rozdělena na tři typy, a to typ 1 bez aditiv, typ 2 s přídatkem 30 mg kurkuminu na 1 kg krmiva, který se v minulosti osvědčil při zlepšování kvality vajec a typ 3, který obsahoval 50 mg kurkuminu na 1 kg krmné směsi. Tento poměr byl zase dříve podáván kvůli svým antioxidačním účinkům.

Byla hodnocena průměrná hmotnost vajec (g/nosnice/den), a produkce vajec v procentech. Analýza probíhala testací dvou vajec z každé skupiny ve 14. dni pokusu a znovu v 21. dni, kdy se 2 vejce z každé skupiny kontrolovala ihned a další 2 po 21 dnech uchování. Bylo stanovováno několik parametrů. Kromě váhy to byla také pevnost skořápek, výška bílku a index žloutku, definovaný jako vztah mezi výškou a průměrem žloutku. U žloutku se dále zkoumala jeho barva pomocí kalorimetru. Bylo také měřeno pH žloutku i bílku a jejich procento, včetně procenta skořápky z celkové váhy vejce.

Kvantifikace koncentrace kurkuminu ve žloutku a v bílku probíhala pomocí vykoúčinné kapalinové chromatografie, která separuje složky vzorku, s cílem stanovení jejich obsahu.

Nultý, čtrnáctý a jednadvacátý den experimentu byl proveden odběr žilní krve, za účelem získání krevního séra určeného k biochemickému vyšetření. V ty samé dny byly také odebrány výkaly, které byly analyzovány flotační metodou. Část stolice byla uchovávána po dobu pěti dnů, za účelem opakování parazitologického vyšetření.

Výsledky ukázaly, že kvalita vajec s mezi skupinami nijak výrazně nelišila, jediná odchylka byla ve skupině číslo 3, kde se projevila větší intenzita žluté barvy v žloutku, jako následek přidání kurkuminu do stravy. To souvisí i s antioxidační aktivitou karotenu a xantofylů, které souvisí s oxidací lipidů. Déle uchovávaná vejce ve skupině bez přídatku kurkuminu totiž svou barvu na rozdíl od ostatních skupin rychleji ztrácela. Kontrolní skupina se také jevila horší v měrné hmotnosti u skladovaných vajec, vlivem rychlejšího odpařování vody. Nosnice, jejichž strava obsahovala aditivum z *curcuma longa*, během 14 dnů zvýšily svou produkci i hmotnost vajec.

Kurkumin mohl na kvalitu vajec působit i prostřednictvím zvýšené syntézy estrogenu, který je nepostradatelný pro syntézu albuminu a na produkci vitellogeninu, který je prekurzorem pro vaječný žloutek v jaterních buňkách. V jiné studii bylo zjištěno, že dávka 18 mg/kg/den pozitivně působí na jeho koncentraci. Může tedy zlepšit biosyntézu žloutku vlivem augmentace proteinových prekurzorů.

Ukázalo se také, že kurkuminoidy mohou snižovat peroxidaci lipidů, což je jedním z dějů, které způsobují zkažení, neboli žluknutí vajec. I přes to, že kurkumin nebyl po analýze uvnitř hmoty obsažen, pravděpodobně došlo k prostupu antioxidačních sloučenin do žloutku a k neutralizování škodlivosti volných radikálů.

Při rozboru krve nebyly objeveny žádné velké rozdíly co se kyseliny močové a albuminu týče. V opačném případě by mohlo jít o ukazatel poškození jater nebo ledvin. Byl ale

zaznamenán nárůst sérových proteinů, po třech týdnech od začátku podávání aditiva. To může mít vliv na imunitní reakce, prostřednictvím zvýšení produkce protilátek.

Kokcidiostatický účinek na prvoky rodu *Eimeria*, kteří napadají střeva drůbeže, se projevil zvýšením protilátek, které se podílí na obraně při parazitární infekci.

Lze tedy dojít k závěru, že měl kurkumin přidávaný nosnicím kladný vliv na barvu žloutku, pomalejší peroxidaci lipidů, kokcidiostatický účinek i imunitní odpověď (Galli et al. 2018).

3.2.4.2.8 Vliv kurkumy v prášku na kvalitu vepřového masa

Plemeno prasat cinta senese, je původní toskánský druh, který je na trhu často vyhledávaný pro svou kvalitní svalovinu. Jedná se o odolné plemeno, proto bývá chováno ve volných výbězích s přístupem k pastvě. Právě pastva a pohyb, má na kvalitu masa vliv. Vyznačuje se vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin, které mají vysokou nutriční hodnotu a dále mohou ovlivňovat organoleptické vlastnosti, jako jsou chuť a vůně masa. Nenasycené mastné kyseliny, jsou nejcitlivějšími lipidovými složkami. Mají totiž tendenci vlivem oxidace degradovat. To ovlivňuje skladovatelnost, vede k negativním kvalitativním změnám a ke vzniku pro zdraví nebezpečných škodlivých sloučenin.

Dobu oxidačních procesů je možné ovlivnit pomocí antioxidantů přidaných do stravy zvířat, a proto právě zde lze tyto schopnosti kurkuminu využít. Ten má schopnost inhibovat peroxidaci lipidů a vychytávat hydroxylové radikály společně se superoxidovými anionty.

Do studie bylo zapojeno 18 prasnic plemene cinta senese, které byly v 15 měsících stáří zváženy s průměrným výsledkem 122 kg a náhodně rozděleny do dvou skupin. První skupina byla krmena základní krmnou dávkou, druhá skupina základní krmnou dávkou, obohacenou o 4,5 g kurkumy na kus a den. Obě skupiny byly ustájeny volně, a to ve volných výbězích s adlibitní pastvou a přístupem k vodě.

Studie byla ukončena po 30 dnech, všechna prasata byla zvážena a následně porážena po předchozím elektrickém omráčení na jatkách. Váhové rozdíly nebyly výrazné, ale přesto si skupina dostávající kurkumin vedla lépe. Jejich denní přírůstek byl průměrně o 59 gramů lepší a celkový přírůstek byl vyšší o 1 kg. Jatečně upravená těla byla poté zchlazena na 4 °C do 24 hodin po porážce a vzorek bederní svaloviny byl převezen do laboratoře. Následně probíhalo testování, první v nultý den, druhé v den sedmý. Probíhala kontrola pH, barvy, ztráty odkapáváním, ztráty vařením, oxidace lipidů a antioxidační kapacita.

Kurkumin neměl významný vliv na pH a ztrátu odkapáváním a vařením a barvu. Ukázalo se ale, že pozitivně ovlivnil oxidaci lipidů u masa zvířat, která ho přijímala (Mancini et al. 2016).

3.2.4.2.9 Účinek kurkuminu na střevní oxidační stres prasat s intrauterinní růstovou retardací

Intrauterinní růstová retardace, znamená pomalý růst a opožděný vývoj u mláďat savců v prenatálním stádiu. Tento problém se nevyhýbá ani chovu prasat, a to hlavně kvůli jejich vícečetné březosti. Má za následky sníženou míru přežití novorozených selat, u kterých se vyskytuje v 15–20 % a ovlivňuje jejich růst a vývoj. To samozřejmě představuje významné ekonomické ztráty.

Předchozí studie ukázaly, že intrauterinní růstová retardace u selat, má významně negativní vliv na vývoj střevního traktu, který je pro zdravý růst a absorpci potřebných živin zásadní. Ve studiích se dále projevilo zkrácení střev, zmenšení plochy střevních klků a zrychlená apoptóza střevních buněk. Zdravá a dobře vyvinutá střeva, nejsou jen přímým místem pro trávení a vstřebávání živin, znamenají také bariéru pro vstup patogenů a bakterií. Kurkumin by v tomto případě mohl zlepšit imunitu zvířat a střevní antioxidační kapacitu. (Tang et al. 2022).

Xiong et al. (2020) ve své studii prokázali, že postižená prasata mají vlivem výše uvedeného, ve srovnání se zdravými zvířaty, menší porodní hmotnost (1,86 kg vs. 0,96 kg), váhu při odstavu (6,57 kg vs. 3,66 kg) i konečnou tělesnou hmotnost (105,40 kg vs. 81,71 kg).

Suplementace kurkuminu v dávce 400 mg/kg krmiva, způsobuje snížení takto výrazných rozdílů, svým pozitivním vlivem na střevo prasat a vyššími váhovými přírůstky i spotřebou krmiva. Tato dávka, zároveň také významně zvyšuje poměr výšky klků ku hloubce krypty, redukuje poranění při nákaze bakterií *esherichia coli* a má schopnost zlepšovat vývoj a morfologii střeva. Další schopností kurkuminu je vychytávat volné radikály kyslíku a dusíku, které mohou být ve vysoké míře pro organismus škodlivé. Kurkumin by také mohl inhibovat peroxidaci lipidů na membráně erytrocytů a účinně vychytávat peroxyradikály, které mohou vyvolat hemolýzu v erytrocytech. Jeho antioxidační vlastnosti také zmírňují oxidační stres prasat, který je definován jako nerovnováha mezi produkcí volných radikálů a antioxidační obranyschopností. To může vést k rozvoji závažných onemocnění, vlivem vzniku cytotoxických účinků (Tang et al. 2022).

3.3 Dávkování kurkuminu

Dle výsledků mnoha uskutečněných experimentů, lze jasně říci, že kurkumin v optimálních dávkách může zlepšovat zdravotní stav zvířat. Existuje ale více forem, v jakých lze kurkumin podávat a záleží také na jeho podaném množství konkrétnímu zvířeti.

3.3.1 Způsob podávání kurkuminu

Jak již bylo popsáno, kurkumin je možné na trhu nalézt jak v syntetické, tak v přírodní podobě. Syntéza kurkuminooidů (tedy kurkuminu, demethoxykurkuminu a bisdemethoxykurkuminu) není, ale díky dostupnosti kurkumy, z které se extrahují, velmi častá (Jiang et al. 2021).

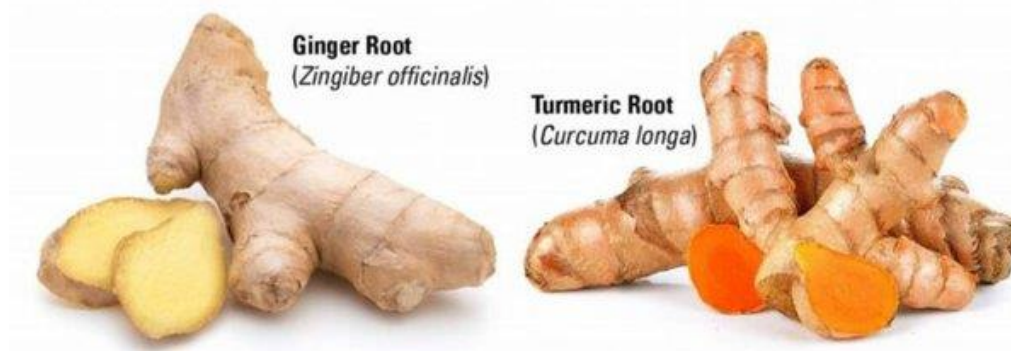
Proto lze hovořit o možnostech zpracovávání celé kurkumy, či jejich extraktů. Vhodným výběrem můžeme ovlivnit množství podaných účinných látek a dosáhnout tak požadovaných výsledků.

3.3.1.1 Sušený prášek z oddenku *Curcuma longa*

Kurkuma, se na rozdíl od podobných plodin, musí před sušením vařit. Po uvaření, které trvá přibližně jednu hodinu, se suší buď přibližně týden na slunečním světle, nebo rychleji, v elektronických, horkovzdušných sušičkách. Po usušení se mele na různě hrubý prach, který se následně podává do krmné dávky (Ravindran et al. 2007).

Ve formě sušeného prášku, se kurkumin podává hospodářským zvířatům nejčastěji.

Kurkumu je ale možno podávat i v čerstvém stavu, kořen se velmi podobá zázvoru, rozdíl je v barvě dužiny. Ta je u zázvoru světle žlutá, u kurkumy sytě oranžová (Clark 2023). I v naší zemi je poměrně snadno k sehnání v obchodních řetězcích. Její chuť je příjemně nahořklá, zemitá, s citrusovými tóny (Chapell 2022). Proto by mohla být zvířaty kladně přijímána. Kromě zkrmování celého kořene, je možné, zejména domácím mazlíčkům připravovat takzvanou zlatou pastu. Ta je složena z kurkumy, vody, oleje a pepře (Katelyn 2022).



Obrázek 5: Porovnání oddenku zázvoru a kurkumy, zdroj: (Kramer 2023)

3.3.1.2 Kapsle a tablety

Další možností zpracovávání kurkumy je kapslování, které je možné uskutečnit dvěma způsoby. Výrobci buďto kapslují sušený kurkumový prášek, nebo samotné kurkuminoidy.

Kapsle jsou pevné lékové formy, ve kterých je samotné léčivo společně s farmaceutickými doplňky, uzavřenými v želatinovém, nebo v rostlinném obalu. Velikost kapslí je rozmanitá (Kenneth et al. 2009).

Moderní technika nabízí i metodu nanokapslí. Ty se otevírají a zavírají podle okolního pH. Je tak do budoucna možné, využít je při léčbě složitých onemocnění, jako například nádorového bujení (Marcon et al. 2021).

Tabletami rozumíme prášek s účinnými a pomocnými látkami (Pomocné látky mají nejčastěji funkci pojiv, stabilizátorů a ovlivňují pevnost a rozpadovost.) slisovaný do malého tvaru, pomocí graulace. Jejich výhody jsou v přesném dávkování a v možnosti kombinování účinných látek, či přidání aditiv zlepšujících vstřebávání. Dále jsou také stabilní a umožňují maskování chuti a vůně (Majerová 2014).

Ve formě tablet a kapslí se kurkumin často používá v lidské výživě, či u psů a koček.

3.3.2 Množství

Stanovení bezpečného a účinného dávkování kurkuminu u hospodářských zvířat, je složitý úkol. Při pohledu na výše uvedené studie jsme viděli, že vědci podávali různé dávky kurkuminu jako přísady do krmiva těmto zvířat a sledovali jejich užitkovost. Podle výzkumných studií, by se za optimální dávku u odstavených selat dala považovat dávka od 300 do 400 mg/kg (10–13 g kurkumového prášku), zatímco u prasat ve výkrmu je optimální dávka nižší, a to 200 mg/kg (6,7 g kurkumového prášku).

Podobně výzkumy zjistily, že 100–200 mg/kg kurkuminu (3,33–6,7 g kurkumového prášku) je vhodné podávat jehňatům a 450–900 mg/den (15–30 g kurkumového prášku) se ukázalo být nejvhodnější dávkou pro dospělé ovce. Při kompenzaci tepelného stresu u drůbeže je odhadnuto množství 50–200 mg/kg (1,7–6,7 g kurkumového prášku), bez ohledu na věk. Doporučená dávka kurkuminu při parazitární infekcích je 200–400 mg/kg (6,7–13,3 g kurkumového prášku). Dále bylo vyzkoušeno, že 400–450 mg/kg kurkuminu (13,3–15 g kurkumového prášku) je vhodné pro redukci mykotoxinů, jako jsou aflatoxiny. 400–500 mg/kg kurkuminu (13,3–16,7 g kurkumového prášku) se jeví jako to nejlepší pro zlepšení kvality masa u kachen, zatímco 50–100 mg/kg kurkuminu (1,67–3,33 g kurkumového prášku) u brojlerů. V jiné studii mělo 150 mg/kg kurkuminu (5 g kurkumového prášku) pozitivní vliv na zvýšení produkce vajec (Sureshbabu et al. 2023).

Různí vědci potvrdili pozitivní účinek kurkuminu při zlepšování produkce drůbeže a dobytka zvýšením kvality jejich masa, snášky vajec a dalších produkčních vlastností. Je však třeba zdůraznit, že prospěšné dávkování kurkuminu stále zůstává diskutovanou otázkou. Vzhledem k tomu, že různé studie mají různé experimentální protokoly, je obtížné dávkování paušalizovat. Sjednocení správného dávkovacího systému kurkuminu jako krmných aditiv, je otázkou konkrétní situace, zdravotního stavu zvířat a kvality a formy používaného kurkuminu. Je tedy na místě, tuto látku dále zkoumat a pozorovat její vliv na zvířata (Bampidis et al. 2020).

3.3.3 Vstřebatelnost

Jednou z nevýhod při podávání kurkuminu, je jeho nízká biologická dostupnost. Ta je zapříčiněna pomalou rozpustností ve vodě a jeho rychlou metabolickou eliminací a degradací v gastrointestinálním traktu. To může být překážkou při rozhodování o jeho klinickém využití. Je však snaha o zlepšení těchto vlastností, přesněji o zlepšení biologické dostupnosti, absorpce, transformace a distribuce.

Rozpustnost kurkuminu ve vodě je závislá na hodnotě pH. Bylo zjištěno, že je chemicky stabilnější v kyselém prostředí. Alkalické pH tedy vede k procesu rozpouštění, při kterém se kurkumin rychle rozkládá reakcí zvanou autooxidace na bicyklopentadion, kyselinu ferulovou a vanilin. Jejich bioaktivita je ale bohužel nižší než u samotného kurkuminu. Sloučenina je kromě hydrolýzy rozkládána i v přítomnosti kyslíku a světla, ty jeho autooxidaci také podporují. Chemická stabilita je závislá i na teplotě. Ve vysokých teplotách přibližujících se 70 °C, je kurkumin stabilní po dobu 10 minut. Poté degraduje a po 20 minutách varu částečně ztrácí svou strukturu.

Celková biodostupnost závisí na cestě do systémové cirkulace. Pokud je aditivum transportováno do systémového oběhu přes portální žílu, prochází játry, kde se vlivem přeměny látek jeho dostupnost snižuje. V případě průchodu lymfatickým systémem, kdy kurkumin neprochází játry, je bioaktivita a biodostupnost vyšší. V tomto případě může terapeuticky působit už při distribuci, protože nádorové metastázy se mohou lymfatickým systémem šířit.

Vzhledem ke své hydrofobnosti, je kurkumin špatně rozpustný ve vodných gastrointestinálních tekutinách. Z tohoto důvodu, musí být rozpouštěn v podobě smíšených micel. Dalším krokem v procesu využití kurkuminu je absorpce, která znamená průchod bioaktivních sloučenin přes buňky epitelu, vystýlající trávicí trakt. K tomu dochází pomocí usnadněné difuze, endocytózou a transcytózou. Tímto průnikem se sloučenina dostává do oběhu.

Transformací chápeme podléhání látek fyzickým, chemickým a metabolickým přeměnám, v čase putování do místa působení. Jejich biologická aktivita se tedy může měnit a přijímaná molekula může být jinak účinná při podání a po doputování do místa účinku. U kurkuminu lze pozorovat nejvyšší aktivitu u počáteční molekuly, inhibováním transformace, bychom tedy mohli dosáhnout lepších výsledků.

Distribucí chápeme dopravení části absorbované látky do požadovaného místa účinku a okolních tkání.

Využitelnost dodaných látek, snižuje také vylučování prostřednictvím dýchání, pocení, močení a kálení. Část sloučenin je totiž těmito procesy vyloučena z těla dříve, než dojde k jejich využití.

Ke zvýšení biologické dostupnosti aditiv, v tomto případě kurkuminu, je možné použít dvě hlavní metody, a to dodávací a pomocné. V případě dodávacích systémů, jde o extrakci kurkuminu z kurkumy a jeho vložení do vhodného aplikačního prostředku. Těmi bývá zpravidla enkapsulace a nanosystémy. Při využití pomocných látek, hovoříme o ponechání kurkuminu v jeho původní podobě, možno i v kurkumě a jeho podávání za pomoci pomocné potraviny, která zvyšuje jeho vstřebatelnost (Sabet et al. 2021). Takovou potravinou, bývá například černý pepř, který pro obsah svého alkaloidu, zvaného piperin, zajišťuje lepší propustnost kurkuminu skrz stěnu střeva a inhibuje enzymy metabolizující léčiva v játrech (Kesarwani a Gupta 2013).

Dále je možné použít olej, protože rozpuštěný kurkumin je v něm stabilnější, než ve vodě. Jeho dalšími účinky je směřování kurkuminu do lymfatického systému, díky čemuž omezujeme metabolickou degradaci. Lipofilita také způsobuje lepší propustnost do enterocytů (Sabet et al. 2021).

3.4 Bezpečnost použití kurkuminu

Vědecká komise pro přísady a produkty nebo pro látky pro zvířata (FEEDAP) je složena z vědců z celé Evropy, kteří se věnují problematice výživy zvířat, toxikologie, farmakokinetických, farmakodynamických a metabolických studií, mikrobiologie a antimikrobiální rezistence a posouzení rizik pro životní prostředí. Právě tato komise, se věnovala bezpečnosti a účinnosti produktů z kurkumy, ať už hovoříme o extraktech, olejích, oleoresinu, anebo tinktuře ve výživě zvířat (Efsa 2023).

FEEDAP prokázal, že posuzovaná aditiva jsou bezpečná při maximálním navrhovaném množství, tedy extrakt z kurkumy v dávce 15 mg/kg kompletního krmiva, silice z kurkumy v dávce 80 mg/kg u mláďat při krmení mléčné náhražky, nebo 20 mg/kg kompletního krmiva. Dále kurkumový oleoresin v podávaném množství 30 mg/kg kompletního krmiva. U tinktur je doporučena dávka 0,8 ml/l vody u drůbeže a 6 ml/l u koní.

U těchto dávek, nebyly zjištěny žádné vedlejší nebo toxické účinky a jsou tedy bezpečné. Tyto látky mohou být ale při nevhodné manipulaci dráždivé pro kůži, oči a dýchací cesty. Pro životní prostředí nepředstavují tyto látky žádný negativní vliv.

Dále také potvrdili, že po přidávání kurkuminu zvířatům do krmiva nebo vody, není nutné dodržovat žádnou ochrannou lhůtu (Bampidis et al. 2020).

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce, bylo seznámit se s kurkuminem jako takovým, jeho vlastnostmi a jeho účinky na zvířata. Vzniká extrakcí z kořenů rostliny kurkumy dlouhé a jí příbuzných druhů. Jako přísada do krmných směsí, se nejčastěji používá ve formě prášku.

Ukázalo se, že kurkumin má mnoho příznivých účinků na zdraví a život zvířat. Pozitivně ovlivňuje růst i obranyschopnost organismu. Potvrdila se možnost jeho použití jako prevence proti gastrointestinálním parazitům. U ovcí se projevil jeho antibakteriální účinek proti nejčastějšímu a ekonomicky nejzávažnějšímu onemocnění dojnic, a to proti mastitidám. U telat dobře fungoval jako podpora pro zdravý vývin, růst a jako antikokcidikum. U koní zlepšil stav kulhání při onemocnění zvaném osteoartritida. U drůbeže podpořil barvu kůže brojlerů, zmínil dopady tepelného stresu a zvýšil produkci vajec u nosnic. U prasat snížil oxidaci lipidů v mase a tím zvýšil jeho kvalitu.

Kurkumin se ukázal být velmi dobrým a všestranným aditivem ve výživě nejrůznějších hospodářských zvířat. Jeho vedlejší účinky a možná toxicita se potvrdila jen v ojedinělých případech (např. u Awang et al. (1992), kde negativně působil na játra) a tak je jeho použití bezpečné a přínosné v mnoha směrech. Nevykazoval žádné negativní účinky na produkci živočišných produktů, a proto je možné ho bezpečně zařazovat do výživy zvířat i v rámci dalšího zjišťování jeho pozitiv. Při jeho preventivním podávání zvířatům by v budoucnu zřejmě bylo možné dosáhnout menších finančních nákladů na veterinární léčiva a snížit použití antibiotik.

5 Literatura

Al-Rubaei ZMM, Mohammad TU, Ali LK. 2014. Effects of local curcumin on oxidative stress and total antioxidant capacity in vivo study. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **17**: 1237-1241.

Afrin F, Chowdhury MMR, Saha SS, Rahman A, Asgar A, Islam K. 2020. Efficacy of curcumin against gastro-intestinal parasites in goat. *European journal of pharmaceutical and medical research* **3**: 158-165.

Arslan M, Danish MM. 2017. Curcuma longa supplementation on growth performance, immune response, carcass characteristics and cholesterol profile in Broilers. *Veterinaria* **66**: 16-20.

Awang I.P.R., Chulan U, Ahmad, F.B.H. 1992. Curcumin for upgrading skin colour of broilers. *Pertanika Journal of social sciences & humanities* **1**: 37-38.

Bampidis V, et al. 2020. Safety and efficacy of turmeric extract, turmeric oil, turmeric oleoresin and turmeric tincture from *Curcuma longa* L. rhizome when used as sensory additives in feed for all animal species. *EFSA Journal* **18** (e6146) DOI:10.2903/j.efsa.2020.6146

Clark J. 2023. Turmeric vs Ginger. Available from: <https://www.tipsbulletin.com/turmeric-vs-ginger/> (accessed April 2023).

Durand D, Collin A, Merlot E, Baéza E, Guilloteau LA, Le Floc'h N, Thomas A, Fontagné - Dicharry S, Gondret F. 2022. Review: Implication of redox imbalance in animal health and performance at critical periods, insights from different farm species. *Animal* **16** (e100543) DOI: 10.1016/j.animal.2022.100543

Efsa. 2023. Přísady a produkty nebo látky používané v krmivech pro zvířata. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/cs/science/scientific-committee-and-panels/feedap> (accessed May 2023).

Galli GM, et al. 2018. Feed addition of curcumin to laying hens showed anticoccidial effect, and improved egg quality and animal health. *Veterinary Science* **118**: 101-106.

Glombowski P, Volpato A, Campigoto G, et al., 2020. Dietary addition of curcumin favors weight gain and has antioxidant, anti-inflammatory and anticoccidial action in dairy calves. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. **33**: 16-31.

Gupta SC, Sung B, Kim JH, Prasad S, Li S, Aggarwal BB. 2013. Multitargeting by turmeric, the golden spice: From kitchen to clinic. **57**: 1510-1528.

Hebeeb MAA, El-Tarabany AA. 2012. Effect of nigella sativa or curcumin on daily body weight gain, feed intake and some physiological functions in growing zaraibi goats during hot summer season. **46**: 60-78.

Chapell MM. 2022. Turmeric 101: What it tastes like and how to cook with it. Available from: <https://www.forksoverknives.com/how-tos/turmeric-taste-cooking-tips-and-uses/> (accessed April 2023).

Izard S. 2020. Turmeric: What are the benefits for our farm animals? Available from: <https://livestock-world.com/turmeric-spice-animal-husbandry/> (accessed April 2023).

Jagetia GC, Aggarwal BB. 2007. “Spicing Up” of the Immune System by Curcumin. Journal of Clinical Immunology volume **27**: 19–35.

Jaguezeski AM, Perin G, Crecencio RB, Baldissera MD, Stefani LM, Schafer da Silva A. 2018. Addition of Curcumin in Dairy Sheep Diet in the Control of Subclinical Mastitis. Acta Scientiae Veterinariae **46**: 1-5.

Ježková T. 2021. Kokcidioza skotu. Veterinární průvodce. Available from: <http://zverolekarka.com/kokcidioza-skotu/> (accessed May 2023).

Jiang T, Ghosh R, Charcosset C. 2021. Extraction, purification and applications of curcumin from plant materials-A comprehensive review. Trends in food science and technology. **112**: 419-430.

Jin S, Yang H, Liu F, Pang Q, Shan A, Feng X. 2021. Effect of dietary curcumin supplementation on duck growth performance, antioxidant capacity and breast meat quality. Foods. **10**, 1–12.

Jyothi D. 2023. From which part of the plant is turmeric obtained? Quora. Available from: <https://www.quora.com/From-which-part-of-the-plant-is-turmeric-obtained> (accessed May 2023).

Katelyn S. 2023. What is golden paste for dogs? Everything you need to know. Available from: <https://www.veterinarians.org/golden-paste/#the-ultimate-golden-paste-turmeric-and-black-pepper-recipe> (accessed May 2023).

Kenneth A, William M, Miles H. 2009. Pharmacology. Academic Press, Cambridge.

Kesarwani K, Gupta R. 2013. Bioavailability enhancers of herbal origin: An overview. Asian pacific Journal of tropical biomedicine. **3**: 253-266.

Kocaadam B, Sanlier N. 2017. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. Critical Reviews in food science and nutrition. **57**: 2889-2895.

Kramer K. 2023. Is yellow ginger and turmeric the same? Available from: <https://www.quora.com/Is-turmeric-the-same-as-ginger> (accessed April 2023).

Larson C. 2018. Inflammation: Link with animal performance. Available from: <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/inflammation-link-with-animal-performance/> (accessed April 2023).

Livestock & poultry middle east. 2021. Inflammation: The threat to profitability and animal welfare. Available from: <https://livestockmiddleeast.com/inflammation-the-threat-to-profitability-and-animal-welfare/> (accessed April 2023).

Maithili Karpaga Selvi N, Sridhar MG, Swaminathan RP, Sripradha R. 2014. Curcumin attenuates oxidative stress and activation of redox-sensitive kinases in high fructose and high fat-fed male wistar rats. *Sci Pharm* **83**:159-175.

Majerová D. 2014. Lékové formy. VŠCHT, Praha. Available from: <https://www.vscht.cz/files/uzel/0005766/L%C3%A9kov%C3%A9+formy.pdf?redirected> (accessed May 2023).

Mancini, S., Paci, G., Pisseri, F. a Preziuso, G. 2017. Effect of (*Curcuma longa* L.) powder as dietary antioxidant supplementation on pig meat quality. *Journal of food processing and preservation* **41** (e12878) DOI: 10.1111/jfpp.12878

Mandal A, Viswanathan Ch. 2015. Natural killer cells: In health and disease. *Hematology/oncology and stem cell therapy* **8**: 47-55.

Marcon H, et al. 2021. Dietary supplementation with curcumin – loaded nanocapsules in lambs: Nanotechnology as a new tool for nutrition. *Animal nutrition* **7**: 521-529.

Mclwraith CW, Frisbie DD, Kawcak CE. 2012. The horse as a model of naturally occurring osteoarthritis. *Bone Joint Res* **11**: 297-309.

Mendelu, 2023. Mastitidy. Available from: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7420&typ=html (accessed May 2023).

Molosse VL, et al. 2022. Curcumin or microencapsulated phytogenic blend to replace ionophore and non-ionophore antibiotics in weaned calves: Effects on growth performance and health. *Livestock Science* 263 (e105029) DOI:10.1016/j.livsci.2022.105029

Niranjan A, Singh S, Dhiman M, Tewari SK. 2013. Biochemical composition of *Curcuma longa* L. *Analytical letters* **46**: 1069-1083.

Ondruš J. 2007. Oxidační stres a antioxidanty. Available from: <http://atletickytrenink.cz/Regenerace/antioxidanty.php> (accessed April 2023).

Osborn ML, Cornille JL, Blas - Machado U, Uhl EW. 2021. The equine navicular apparatus as a premier enthesis organ: Functional implications. *Vet Surgery* **50**: 713-728.

Plant daleysfruit. 2023. Turmeric. Available from: <http://plant.daleysfruit.com.au/ml/turmeric-3320.jpeg> (accessed May 2023).

Popuri AK, Pagala B. 2013. Extraction of Curcumin From Turmeric Roots. *International Journal of Innovate Research and Studies* **2**: 290-299.

POWO. (2023). *Curcuma longa* L. Available from: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (accessed April 2023).

Prasad S, Aggarwal BB. 2011. *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. Taylor & Francis, Boca Raton.

Prasad Yadav R, Tarun G. 2017. Versatility of turmeric: A review the golden spice of life. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **6**: 41–46.

Prausová H. 2019. Kdy odčervit ovce a kozy. Available from: <https://labvet.cz/blog/odcervovani-ovci-a-koz/> (accessed May 2023).

Rajput N, Muhammad N, Yan R, Zhong X, Wang T. 2013. Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization of broiler chicks. *The Journal of Poultry Science* **50**: 44-52.

Ravindran NP, Nirmal Babu K, Sivaraman K. 2007. *Tumeric: The Genus Curcuma*. Taylor & Francis, Boca Raton.

Rojek T. 2018. Extrakt. Available from <https://botanic.cz/slovník-pojmu/extrakt> (accessed May 23).

Sabet S, Rashidinejad A, Melton DL, McGillivray DJ. 2021. Recent advances to improve curcumin oral bioavailability. *Trends in food science & technology* **110**: 253-266.

Salem M, Sohrab R, Gillies RE. 2014. Curcumin, a promising anti-cancer therapeutic: a review of it's chemical properties, bioactivity and approaches to cancer cell delivery. *RSC Advances* **4**: 10815-10829.

Sharma RK, Misra BP, Sarma TC, Bordoloi AK, Pathak MG, Leclercq PA. 1997. Essential oils of *curcuma longa* L. from Bhutan. *Journal of essential oil research* **9**: 589-592.

Shehzad A, Rehman G, Lee YS. 2013. Curcumin in inflammatory diseases. *BioFactors* **39**: 69-77.

Shell T. 2009. Curcumin and equine osteoarthritis. *Journal of the American Holistic Veterinary Medical Association*. **28**: 11–15.

Shen LR, Parnell LD, Ordovas JM, Lai ChQ. 2013. Curcumin and aging. *BioFactors* **39**: 133-140.

Stankovič I. 2004. Chemical and technical assessment. 61st JECFA **922**: (e1044) DOI:[10.13140/RG.2.1.2024.1044](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2024.1044)

Steinmeyer J, Bock F, Stöve J, Jerosh J, Flechtenmacher J. 2018 Pharmacological treatment of knee osteoarthritis: Special considerations of the new german guideline. *Orthopedic reviews* **10**: 2035-8237.

Sugiharto S. 2020. Alleviation of heat stress in broiler chicken using turmeric (*Curcuma longa*) - a short review. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* **8**: 215-222.

Sureshbabu A, Smirinova E, Karthijeyan A, Moniruzzaman M, Kalaiselvi S, Nam K, Goff GL, Min T. 2023. The impact of curcumin on livestock and poultry animal's performance and management of insect pests. *Frontiers in veterinary science* **10**: (e1048067) DOI: [10.3389/fvets.2023.1048067](https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1048067)

Sync with nature. 2023. Turmeric leaves. Available from: <https://syncwithnature.in/know-your-food/turmeric-leaves/> (accessed May 2023).

Švehlová D. 2013. Veterinární poradna MVDr Švehlové: Artróza u koní. Available from: <https://www.equitv.cz/video/Veterinarni-poradna-MVDr-Svehlove-Artroza-u-koni.html> (accessed February 2023).

Šviglerová J. 2020. Eozinofilní granulocyt. Available from: https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Eozinofiln%C3%AD_granulocyt&oldid=437687 (accessed November 2022).

Tang X, Xiong K, Wassie T, WU X. 2022. Curcumin and intestinal oxidative stress of pigs with intrauterine growth retardation: A review. *Frontiers in nutrition* **9**: (e847673) DOI: [10.3389/fnut.2022.847673](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.847673)

Tizard I. 2020. Biology of the immune system in animals. Available from: <https://www.msdtvetmanual.com/immune-system/the-biology-of-the-immune-system/biology-of-the-immune-system-in-animals> (accessed April 2023).

Trunda M. 2010. Diagnostika a léčba kulhání. Available from: <http://www.trunda-vet.cz/sluzby/diagnostika-a-lecba-kulhani/> (accessed May 2023).

Tayyem RF, Heath DD, Al-Delaimy WK, Cheryl LR. 2006. Curcumin content of turmeric and curry powders. *Nutrition and cancer* **55**: 126-131.

Wright JS. 2002. Predicting the antioxidant activity of curcumin and curcuminoids. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM* **591**: 207–217.

Xiong L, You J, Zhang W, Zhu Q, Blachier F, Yin Y, Kong X. 2020. Intrauterine growth restriction alters growth performance, plasma hormones, and small intestinal microbial communities in growing-finishing pigs. *Animal Science and Biotechnology* **11**: 1-18.

Yixuan L, Qaria MA, Sivasamy S, Jianzhong S, Daochen Z. 2021. Curcumin production and bioavailability: A comprehensive review of curcumin extraction, synthesis, biotransformation and delivery systems. *Industrial Crops and Products* **172**: 1-20.

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

HDL – Lipoprotein s vysokou hustotou

LDL – Lipoprotein s nízkou hustotou