

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti využití kapsaicinu ve výživě hospodářských
zvířat**

Bakalářská práce

Monika Ježková

Chov hospodářských zvířat

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti využití kapsaicinu ve výživě hospodářských 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 28. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu a motivaci ve studiu.

Možnosti využití kapsaicinu ve výživě hospodářských zvířat

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo sepsání literární rešerše zabývající se možnostmi využití a uplatněním kapsaicinu ve výživě hospodářských zvířat. Detailněji práce zkoumala samotnou látku, její chemické složení a výskyt v přírodě a z velké části její pozitivní a negativní účinky na jednotlivé druhy hospodářských zvířat. Mezi zástupce hospodářských zvířat byl zvolen skot, koně, malí přežvýkavci a drůbež.

Tato práce by se dala rozložit na oddíly, kdy se v prvním oddílu zabývá převážně představením látky kapsaicin po chemické stránce, kde v přírodě se vyskytuje, jeho botanické zařazení a popis rostliny, která nám danou látku zajišťuje. Dále se práce stáčí k obecnému pojetí aplikace a možností využití, jaké jsou pozitivní přínosy a jak by se dalo přínosně působit na jednotlivé druhy hospodářských zvířat. Každý druh je zde rozebrán zvláště a nachází se zde porovnání mnohých studií s pozitivními nebo se stagnujícími výsledky, které by mohly vést k lepšímu pochopení a správného začlenění kapsaicinu do výživy hospodářských zvířat, u kterých právě chceme cílit na co nejlepší možné výsledky.

V poslední části se nachází již jen stručné doporučení na obezřetnost při předávkování látkou a jaké by mohly nastat negativní účinky, například pro osoby zacházejícími s látkou.

Klíčová slova: kapsaicin, výživa zvířat, aplikace

Okomentoval(a): [OF1]: *malí

Okomentoval(a): [OF2]: Za mě asi lepší v jednom souvětí - „...výsledky, které by mohly...“

Okomentoval(a): [OF3]: *mohly

Using of capsaicin in animal nutrition

Summary

The aim of this bachelor thesis was to write a literature research, which deals with the possibilities of use and application of *capsaicin* in livestock nutrition. The thesis focuses on the introduction of the substance itself, its chemical composition and occurrence in nature and largely on its positive and negative effects on different species of livestock. The livestock representatives chosen were cattle, horses, small ruminants and poultry.

This thesis could be divided into sections, the first section dealing mainly with an introduction to the substance capsaicin chemically, where it occurs in nature, its botanical classification and a description of the plant that provides us with the substance. The thesis then turns to the general concept of application and possibilities of use, what the positive benefits are and how it could be beneficial to particular species of livestock. Each species is discussed separately and there is a comparison of many studies with positive or stagnant results. These could lead to a better understanding and proper incorporation of capsaicin into the diet of livestock, which is where we want to target the best possible results.

In the last section, there are only brief recommendations on the precautions to be taken in the event of an overdose of the substance and what negative effects might occur, for example for the handlers.

Keywords: capsaicin, animal nutrition, application

Okomentoval(a): [OF4]: *research

Okomentoval(a): [OF5]: Asi spíš v přítomném „focuses“ ale nevím 😊

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Obecně o kapsaicinu.....	12
3.2 Chemický popis látky.....	12
3.3 Výskyt v přírodě	13
3.3.1 Botanické zařazení	13
3.3.1.1 Čeleď lilkovité	13
3.3.1.2 Rod Paprika	13
3.3.1.3 Domestikovaný druh chilli papričky: Paprika setá	14
3.4 Popis rostlin rodu Capsicum.....	14
3.5 Popsané pozitivní účinky	15
3.6 Transient receptor potential channels (TRP).....	15
3.7 Transient receptor potential Vanilloid typu 1 (TRVP1)	15
3.8 Aplikace	16
3.8.1 Dávkování.....	16
3.8.1.1 Čistá forma.....	16
3.9 Využití v krmivářství	17
3.9.1 Využití u přežvýkavců	17
3.9.2 Využití u koní.....	20
3.9.3 Využití u prasat.....	22
3.9.4 Využití u drůbeže.....	23
3.9.5 Využití u králíků.....	25
3.10 Popsané negativní účinky	26
4. Závěr	28
5. Literatura	29
6. Seznam použitých zkratk a symbolů	37
7. Seznam obrázků	37

1. Úvod

Tato práce pojednává o možnosti forem aplikace kapsaicinu a srovnání jeho dávkování v čisté formě a v přírodních zdrojích. Kapsaicin nám z hlavní části charakterizuje pálivost chilli papriček a nachází uplatnění v mnoha oblastech. Jeho účinky mohou být využity v kulinářství, průmyslu, farmakologii a také v obecné prevenci zdraví. Účinky konzumace kapsaicinu však budou hlavní tematikou této práce.

2. Cíl práce

Cílem práce je sumarizace údajů o možnostech využití kapsaicinu ve výživě hospodářských zvířat.

3. Literární rešerše

3.1 Obecně o kapsaicinu

Kapsaicin je jedinečný alkaloid, který se převážně nachází v plodech rodu *Capsicum* a poskytuje mu jeho jedinečnou kořeněnou chuť (Reyes et. al. 2011). Odpuzuje býložravce, různé hmyzí strážníky a mezi jinými i některé parazitické houby (Vyskočil 2013).

Řadí se mezi kapsaicinoidy společně s dihydrokapsaicinem, nordihydrokapsaicinem, homodihydrokapsaicinem, homokapsaicinem a dalšími alkyly vanilamidu, který se vyskytuje právě ve zmiňovaných paprikách. Například v chilli papričkách bylo identifikováno až na 20 druhů kapsaicinoidů. Největší pálivost je však popsána právě u samotného kapsaicinu (Konvička 2020).

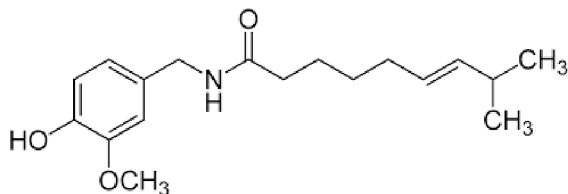
Každý z nich pálí trochu jinak, například nordihydrokapsaicin celkem příjemně a rychle zahřeje na patře a v přední části úst, kapsaicin a dihydrokapsaicin pálí už více, a kromě úst a patra se rozlévá až do zadní části jazyka a krku, homodihydrokapsaicin se chvíli rozžhavuje, než dosáhne vrcholu své ostré pálivosti, která poté zůstává patrná až několik hodin (Havlíková & Wittenberg 2019).

3.2 Chemický popis látky

Kapsaicin, jako sekundární metabolit chilli papriček, patří mezi protoalkaloidy. Jeho prekursori jsou fenylalanin a valin, a má také lipofilní vlastnosti. Kapsaicin vzniká v cytoplasmě buněk placentární tkáně paprik kondenzací vanilylaminu s 8-methyl-6-nonenovou kyselinou (Konvička 2020). Název „kapsaicin“ byl přidělen bezbarvé krystalické látce, která byla poprvé izolována z *Capsicum oleoresinu* v roce 1876. Tato látka byla dlouhou dobu považována za jedinou sloučeninu z odpovědných za pálivost chilli papriček, a to do roku 1960. Až ke konci roku 1960 bylo zjištěno, že přírodní produkt obsahuje i malé množství dalších **sloučenin**, známých jako kapsaicinoidy. Tyto látky jsou velmi podobné kapsaicinu, po kterém se název stal zavedeným (Britannica 2023). Jeho molekulová hmotnost je 305,40 g/mol. Kapsaicin vykazuje cis/trans izometrii (Reyes et al. 2011).

Mezinárodní název (IUPAC): 8-Methy-N-vanillyl-trans-6-nonenamide

Sumární vzorec: C₁₈H₂₇NO₃



Obrázek č.1: Strukturální vzorec kapsaicinu

3.3 Výskyt v přírodě

Kapsaicin vylučuje rostlina z rodu *Capsicum* do placenty, bílé hmoty u stopky plodu, k níž jsou přichycena semena. Ta samotná nejsou příliš pikantní, kapsaicin se na ně a do zbytku papričky dostává právě ze žláz umístěných v placentě. Tyto rostliny pocházejí z Jižní Ameriky a zřejmě pocházejí z jednoho společného předka, rostliny, která rostla v Latinské Americe již před 17 miliony let. Dodnes jsou nalézány divoce rostoucí variety chilli, většina z nich má menší plody směřující k nebi a s velkým množstvím semenek. Rostliny se však již domestikovaly a vzniklo hned pět druhů a nespočet hybridů (Havliková & Wittenberg 2019).

Kapsaicin se v rostlinách syntetizuje dvěma cestami, a to pomocí fenylypropanoidu, který určuje fenolickou **strukturu** a pomocí metabolismu mastných kyselin, který pak určuje mastné kyseliny a jejich molekuly. Celková koncentrace se během vývoje plodů postupně zvyšuje a maxima rostlina dosahuje při 40. až 50. dnu. Poté dochází k postupnému poklesu a degradaci na sekundární sloučeniny v důsledku působení peroxidázy (Reyes et al. 2011).

Okomentoval(a): [OF6]: *domestikovaly

Okomentoval(a): [OF7]: 40. až 50. dnu

3.3.1 Botanické zařazení

Říše: Rostliny (*Plantae*)

Podříše: Cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: Krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: Vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: Lilkotvaré (*Solanales*)

Čeleď: Lilkovité (*Solanaceae*)

Rod: Paprika (*Capsicum*)

3.3.1.1 Čeleď lilkovité

Čeleď lilkovité (*Solanaceae*) je jednou z nejrozsáhlejších a nejvýznamnějších čeledí dvouděložných rostlin, zahrnující komplexní spektrum více než 98 rodů. Tato čeleď nabízí široké využití, které se rozkládá přes různé oblasti lidské činnosti, včetně potravinářství, zemědělství a farmacie. Mezi její nejvíce známé plodiny patří paprika, lilek bramborový a lilek rajčatový. Je třeba poznamenat, že čeleď lilkovité zahrnuje užitkové rostliny, ale také některé druhy s toxickými vlastnostmi. Například některé rostliny z této čeledi mohou obsahovat alkaloidy nebo jiné chemické sloučeniny, které jsou toxické pro lidi a zvířata (Russo 2012).

3.3.1.2 Rod Paprika

Papriky mají aktuálně 36 druhů, tento počet ale není pravděpodobně konečný. Pro člověka jsou významné pouze některé druhy chilli papriček. Divoké druhy chilli papriček se vyskytují v hojném množství na území Střední a Jižní Ameriky. Největší pozornost je věnována 5 domestikovaným druhům, které jsou méně náročné a dají se tak pěstovat téměř po celém světě. V současnosti zajišťují lepší výnos i vlastnosti plodů paprik. Šlechtěním domestikovaných druhů vznikají nové kultivary s různými vlastnostmi, jako jsou například podmínky pro pěstování, velikost, barva či tvar plodů a koncentrace kapsaicinoidů v nich obsažených (Russo 2012).

3.3.1.3 Domestikovaný druh chilli papričky: Paprika setá

Paprika setá je z obecného hlediska jednoletý keř dorůstající metrové výšky s namodralými květy. Jeho plody mohou mít různý tvar, barvu i velikost v závislosti na kultivaru. Tento druh je původem z Mexika, avšak dnes je široce rozšířen na území Střední Ameriky (Russo 2012). Paprika má vysoký obsah vody a sacharidů s nízkým obsahem bílkovin a tuků, což z papriky dělá nízkokalorickou potravinu, která má také dostatečný obsah vlákniny. Obsahují také nutričně důležité sloučeniny, jako jsou vitamíny (B, A, D, C, E a K) a minerály (draslík, sodík, hořčík, vápník a fosfor) (Thuphairo et al. 2019).

3.4 Popis rostlin rodu *Capsicum*

Nejrozšířenějším a nejvariabilnějším druhem je *Capsicum annuum*, jedná se o kvetoucí rostlinu, která je hojně pěstována pro své pálivé nebo jemné chutě (Sottosanti et al. 2023). Rozšířenými kultivary tohoto druhu jsou sladká paprika, jalapeno, serrano a pablano, kajenské papričky, maďarské papriky nebo pequin (Havlíková & Wittenberg 2019).

Kořen této rostliny může dosahovat hloubky 70 až 120 cm. Avšak převážná část kořenů se nachází pod povrchem, a to v hloubce půdy 5 – 40 cm. Rostliny mají zelený válcovitý bylinný hlavní stonek, který je na bázi polodřevnatý. Růst stonku je omezen a dělí se na 3 nebo 4 větve či sekundární stonky mezi výškami 10 a 40 cm. Květy jsou dokonalé, pravidelné a skládají se z 6 – 7 kališních lístků částečně spojených dohromady a 6 – 7 okvětních lístků. Květy jsou samosprašné, ačkoliv včely, vosy a mravenci mohou přispět ke křížovému opylení, které je běžné, když je pěstováno v polních podmínkách (Bosland & Votava 2012).

Plodem je bobule ve formě tobolky lichoběžníkového tvaru a střední velikosti 10 cm na délku a 8 cm v rovníkovém průměru. Plody se obvykle konzumují po dosažení zralosti. Barva ovoce se liší podle vývojových stádií a tato vlastnost je poté zásadní pro určení správného okamžiku sklizně (Usda- Ars 2011).

Dalším známým druhem je *Capsicum chinense*, která dostala název díky omylu nizozemského botanika. Ten se domníval, že pálivá paprička pochází z Číny, ačkoliv ve skutečnosti je její původ z tropické oblasti severní Amazonie. Rostlina má mělké kořeny, podlouhlé listy a její plody se velmi výrazně liší co do velikosti, tak i do tvaru. Nejznámější zástupce je habanero. A podle mnohých odborníků je *Capsicum chinense* pouze odrůda *Capsicum annuum* (Havlíková 2019).

V obecném hledisku platí, že produkty získané z plodu *Capsicum* jsou využívány v potravinách, kosmetice a slouží i jako zdroj štiplavé složky kapsaicinu pro farmaceutické výrobky nebo zbraně pro sebeobranu (Pruthi 2003). Bioaktivní sloučeniny přítomné v plodech vykazují mimo jiné antioxidační, protirakovinné, protizánětlivé, protivředové a protiobeztní farmaceutické vlastnosti a slibují také další přínosy pro zdraví (Asnin & Park 2015). Kromě toho tyto plody vykazují širokou škálu farmakologických účinků, včetně chemkopreventivních, analgetických, antiligitenních, antiprůjmových, antialergických,

Okomentoval(a): [OF8]: *určení?

antidiabetických, antihypertenzních, hypoglykemických, antimikrobiálních, antioxidačních, antifungálních a antivirových vlastností (Khan et al. 2014).

3.5 Popsané pozitivní účinky

Kapsaicin, byl rozsáhle studován pro své biologické účinky, mezi které patří kardioprotektivní vliv, antitumogenní účinek, protizánětlivé a analgetické, termogenní vliv a příznivé účinky na gastrointestinální systém. Proto kapsaicinoidy mohou mít potenciální klinickou hodnotu pro úlevu od bolesti, prevenci rakoviny a úbytek hmotnosti. A již bylo prokázáno, že jsou potenciálními agonisty kapsaicinového receptoru.

Kapsaicinoidy mohou působit nejen cestou závislou na receptoru, ale také cestou nezávislou na receptoru. Je prokázáno, že lokální aplikace kapsaicinu zmírňuje bolest při artritidě, pooperační neuralgii, diabetické neuropatii, psoriáze. Jsou také dokumentovány toxikologické studie kapsaicinu podávaného různými cestami. Inhibuje sekreci kyseliny, stimuluje sekreci alkálií a hlenu a zejména průtok krve žaludeční sliznicí, což pomáhá při prevenci a hojení žaludečních vředů. Antioxidační a protizánětlivé vlastnosti kapsaicinu jsou stanoveny v řadě studií. Chemopreventivní potenciál kapsaicinu je doložen ve studiích buněčných linií. Zdraví prospěšný hypocholesterolemický vliv kapsaicinu kromě toho, že je kardioprotektivní, má další důsledky, a to prevenci cholesterolových žlučových kamenů a ochranu strukturální integrity erytrocytů v podmínkách hypercholesterolemie. Mezi příznivé vlivy kapsaicinu na gastrointestinální systém patří trávicí stimulační účinek a modulace střevní ultrastruktury tak, aby se zvýšila propustnost pro mikroživiny (Srinivasan 2016).

3.6 Transient receptor potential channels (TRP)

Přechodný receptorový potenciální kanál, také nazývaný TRP kanál je rozsáhlá skupina receptorů přítomných ve většině tkání savců. A tato skupina ovlivňuje velmi širokou škálu dějů probíhajících v našem těle. Podílejí se například na různých typech senzorického příjmu, včetně termorecepce, chemorecepce, mechanorecepce a fotorecepce. Tato skupina se rozděluje do sedmi podskupin: TRPC (kanonické), TRPV (vanilloid), TRPM (melastatin), TRPP (polycystin), TRPML (mukolipin), TRPA (ankyrin) a TRPN (NOMPC-like) a ten se nachází pouze u bezobratlých a ryb (Nilius & Owsianik 2011). Geny byly poprvé popsány u *Drosophila melanogaster* (octomilky) (Rogers 2023).

3.7 Transient receptor potential Vanilloid typu 1 (TRPV1)

První charakteristika pojmu pochází z roku 1997, kdy byl TRPV1 popsán jako cílové místo účinku kapsaicinu, který je agonistou tohoto receptoru. Název „vanilloid“ je odvozen ze struktury kapsaicinu, přičemž všechny kapsaicinoidy jsou deriváty kyseliny vanilové (Cuypers et al. 2008). Setkat se můžeme také s názvem „capsaicin receptor“ (Maji & Banerji 2016).

K dnešnímu dni je TRPV1 nejlépe charakterizovaným a rozsáhle studovaným TRP kanálem savců. Studie poskytla množství informací o jeho fyziologických a biofyzikálních vlastnostech, stejně jako o jeho roli v nemoci a jeho potenciálu jako terapeutického cíle.

TRPV1 je exprimován v senzoričských neuronech a je aktivován kapsaicinem, protony, toxiny a teplotou v škodlivém rozmezí, což jej činí fyziologicky důležitým pro tepelnou a chemickou nocicepci (Samanta et al. 2018).

Při aktivaci škodlivými chemikáliemi, teplem ($> 43\text{ }^{\circ}\text{C}$) nebo kyselinou ($\text{pH} \leq 5,9$) umožňuje TRPV1 přítok kationtů k vyvolání membránových proudů. TRPV1 umožňuje těmto primárním aferentním neuronům rozlišovat škodlivé signály prostředí od neškodných událostí, čímž chrání organismy před dalším zraněním. Klíčovým exogenním ligandem pro studium environmentálních stimulů TRPV1 je právě kapsaicin. Kromě něho může být aktivován také rostlinnými štiplavými sloučeninami a zejména sloučeninami obsahujícími vaniloidy, jako je například resiniferatocin, piperin, zingeron (Chu et al. 2020).

3.8 Aplikace

Je známo, že u kapsaicinu dochází k velmi rychlému a zaručenému absorbování při lokálním použití na kůži. Avšak v jedné rozsáhlé studii o distribuci kapsaicinu, jeho eliminaci a účinných látkách u zvířat se zjistilo, že při perorálním podání kapsaicinu docházelo téměř k 94% absorpci a maximální koncentrace byla dosažena hodinu po podání. Kromě toho bylo pozorováno maximální distribuce kapsaicinu, přesněji 24,4% v krvi, v játrech, ledvinách a ve střevě a to za 1 hodinu a poté se výrazně snižoval, dokud již nebyl po 4 dnech detekovatelný (Reyes et al. 2011).

3.8.1 Dávkování

Dávkování kapsaicinu závisí na mnoha různých faktorech, včetně konkrétního používaného produktu, jaký účel má splnit a na individuální citlivosti k této látce. Pro kapsaicin neexistuje žádná referenční dávka (Gervais et al. 2008).

3.8.1.1 Čistá forma

Kapsaicin byl poprvé izolován v roce 1816 v částečně čištěné krystalické formě Christianem Bucholzem a v čisté krystalické formě v roce 1876 Threshem, který jej pojmenoval kapsaicin (Pereira et al. 2017).

Existuje několik způsobů, jak izolovat kapsaicin a získat jeho čistou formu. Klasická metoda izolace z *Capsicum oleoresinu* je vyvinutá Nelsonem před téměř než jedním stoletím. V tomto zdlouhavém postupu se chlorid barnatý používá k odstranění mastných kyselin z okyseleného extraktu *oleoresinu* a nitratu stříbrného k vysrážení nenasycených kapsaicinoidů. Následuje dočištění a konečná krystalizace z etheru a promytí vroucím petroetherem. Konečný výtěžek závisí na štiplavosti výchozí papriky a jejím kapsaicinoidním profilu (Fattorusso et al. 2008).

Čistá forma je bezbarvá až světle žlutá krystalická sloučenina, která je extrémně silná a může způsobit intenzivní podráždění a pocity pálení při kontaktu s pokožkou, sliznicemi nebo jinými citlivými oblastmi. Vzhledem k jeho síle a potenciálu nepříznivých účinků je

Okomentoval(a): [OF9]: Zase bych to dal do jednoho souvětí - „... sloučenina, která je...“

nutné s ním zacházet velmi opatrně a používat jej uvážlivě. Zředěné formy kapsaicinu se často používají ve spotřebitelských produktech, aby se snížilo riziko podráždění, a přitom stále poskytovaly požadované senzorycké účinky. Kapsaicin je málo rozpustný ve vodě, ale dobře se rozpouští v tucích, olejích a organických rozpouštědlech (Fattorusso et al. 2008).

3.9 Využití v krmivářství

Dle mého názoru využití kapsaicinu v krmivářství dokáže nabídnout velmi zajímavý pohled pro zlepšení výkonnosti nebo zdraví hospodářských zvířat. Kapsaicin, jako hlavní bioaktivní sloučenina obsažená v plodech rostlin rodu *Capsicum*, jako jsou papriky a chilli, má schopnost velice dobře ovlivnit trávicí procesy a také metabolismus zvířat.

Kapsaicin lze využít přímo, a to díky jeho schopnosti stimulovat tvorbu trávicích šťáv a slin, což může vést k lepšímu trávení a vstřebávání živin. Tato vlastnost může být prospěšná i zejména u zvířat s citlivým trávicím systémem nebo u těch, která mají tendenci k zažívacím potížím. Další přínos sledávám v jeho antiparazitním účinku, díky kterému chrání hospodářská zvířata proti střevním parazitům.

Nepřímé využití kapsaicinu poté spočívá v jeho potenciálním vlivu na chování a metabolismus zvířat. Například může pomoci zvířatům překonat stresové situace, což může vést k lepším přírůstkům hmotnosti a celkovému zlepšení výkonnosti. Dále může podporovat produkci tepla v těle, což je užitečné zejména pro zvířata chovaná ve studených podmínkách.

3.9.1 Využití u přežvýkavců

Kapsaicin, zdroj kořeněných aromatických sloučenin rodu *Capsicum* a účinných látek, může ve stravě zvýšit příjem potravy přímým působením na neurony a stimulovat sekreci trávicích šťáv v trávicím traktu. Příklad kapsaicinu v potravě údajně zlepšil účinnost krmiva u kuřat, prasat, koz, ovcí a hovězího masa. A proto je možné, že by suplementace mohla zlepšit produkci mléka v důsledku zvýšeného metabolismu tuků u dojnic (Hsu et al. 2007).

V experimentu zabývajícím se pozitivním vlivem kapsaicinu na laktující dojnice byly vytvořeny čtyři skupiny. V první skupině se nacházeli kontrolní jedinci s příjmem 0g kapsaicinu/kg sušiny, zbylé tři skupiny byly rozděleny podle dávek na skupiny po 20, 40 a 80g kapsaicinu/kg sušiny. Dojnice byly dojeny dvakrát denně ve dvanáctihodinových intervalech, prvně v pět hodin ráno a posléze v pět hodin odpoledne. Mléčná užitkovost byla měřena každý týden. Jednotlivé vzorky mléka byly odebrány v 5 hodin ráno a v 17 hodin, na konci experimentu byly promíchány podle skutečné objemové produkce a konzervovány přidáním dichromanu draselného. Dojivost krav suplementovaných 20 mg/kg sušiny byla během experimentu vyšší než u kontrolních a jiných exponovaných skupin. Mléčná užitkovost se lineárně zvyšovala se zvyšujícím se přídatkem kapsaicinu. Taktéž se zvýšil lineárně obsah mléčného tuku a dusíku močoviny v mléce. Koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin byly lineárně snižovány se zvyšujícími se hladinami kapsaicinu. Experiment tímto dokazuje příznivé účinky na užitkovost laktujících dojnic díky dietní suplementaci kapsaicinem. Optimálním množstvím se ukázalo být 20 mg/kg sušiny kapsaicinu pro dojnice během letního období (An et al. 2022).

Okomentoval(a): [OF10]: Tady asi chybí čárka, nebo nevím, jak je to myšlené - „kapsaicin, zdroj...“ nebo „kapsaicin jako zdroj“?

Okomentoval(a): [OF11]: *nacházeli

Okomentoval(a): [OF12]: Za mě spíš asi neesterifikovaných*?

Okomentoval(a): [OF13]: Tímto*

Plody papriky, běžně známé jako feferonky, obsahují skupinu účinných látek zvaných kapsaicinoidy, které mají antimikrobiální vlastnosti. Z tohoto důvodu se začala zkoumat pro její využití v dietní suplementaci pro její potenciál modifikovat bachorovou fermentaci u hovězího masa (Audenaert et al. 2007) a mléčného skotu. Dopady na modulaci bachoru však byly zanedbatelné. Místo toho se však začalo řešit, že by se mohla využívat pro zlepšení výkonnosti zvířat ovlivněním imunologických a fyziologických odpovědí (Oh et al. 2013). Bylo hlášeno, že suplementace u dojnic neovlivnila parametry bachoru, doживost a složení ani stravitelnost živin a autoři předpokládali, že tento nedostatek účinku může být způsoben degradací papriky v bachoru. Při podání do bachoru, prostřednictvím abomasální infuze u dojnic, měl *Capsicum oleoresin* schopnost modulovat imunitní systém, zvyšovat podíl lymfocytů v oběhu ve vztahu k celkovému počtu bílých krvinek (Oh et al. 2013).

U přežvýkavců bylo pozorováno, že paprikový *oleoresin* může změnit inzulínové reakce a že vysoce intenzivní umělé sladidlo může zvýšit absorpci glukózy z tenkého střeva. Protože metabolismus glukózy a inzulínové reakce jsou kritické během časně laktace, tyto doplňky mohou mít vliv na metabolický stav dojnic během přechodného období. Cílem tohoto experimentu bylo vyhodnotit účinky *C. oleoresinu* chráněného bachoru podávaného samostatně nebo v kombinaci s umělým sladidlem během přechodného období na laktální výkonnost a náchylnost k subklinické ketóze u dojnic. Patnáct prvorodiček a 30 více párových holštýnských krav bylo uspořádáno do náhodného kompletního bloku v rozmezí ke vztahu k porodu. Skupinám byly náhodně přiřazeny suplementace a to buď 100 mg papriky chráněné bachorem/jedinec na den nebo s přidávkem 2 g vysoce intenzivního umělého sladidla. Suplementace bez přidání sladidla zvýšila sérový inzulín a snížila koncentrace β -hydroxybutyrátu před otelením, což naznačuje snížení lipolýzy. U všech krav se během expozice vyvinula subklinická ketóza, která nebyla ovlivněna přidávkou do krmiva. Dietní suplementace však byla účinná při zlepšování energetického stavu před otelením a měla tendenci zvyšovat produkci mléka a účinnost krmiva (Welchez et al. 2021).

Další studie hodnotící suplementaci forem *oleoresinu* chráněných bachorem uváděly zvýšenou doживost a účinnost krmiva a sníženou inzulinemickou a zánětlivou reakci u dojnic (Oh et al. 2017). Například od autorů Oh et al. (2017) měly dojnice doplněné o bachorem chráněný *Capsicum oleoresin* snížené hladiny haptoglobinu až 24 hodin po expozici lipopolysacharidu, což naznačuje snížení zánětlivé odpovědi. Ve stejné studii suplementace také snížila koncentrace reaktivních látek kyseliny thiobarbiturové - markeru oxidačního stresu, 24 hodin po provokaci. Suplementace má tedy údajně potenciál zlepšit imunitní funkci a výkonnost zvířat, avšak studie hodnotící tuto suplementaci u masného skotu jsou však omezené.

Eidsvik et al. (2019) uvedli, že se nezměnil příjem sušiny ani průměrný denní přírůstek u vykrmovaných volů. Proto se i předpokládalo, že suplementace usnadní přechod nedávno odstavených telat, která se budou chovat z pastvy na krmivo na bázi obilovin, a pozitivně ovlivní růstovou výkonnost díky zvýšenému příjmu krmiva, snížení zánětu spojeného s imunitní odpovědí a oxidačním stresem nebo zlepšení využití živin a stravitelnosti (Westphalen et al. 2021).

Okomentoval(a): [OF14]: *imunitní? Nebo je to napsané dobře a já to neznám, takže pardon 😊

Při hodnocení účinků různých dávek kapsaicinu na růstovou užítkovost, antioxidační kapacitu, imunitu, parametry fekální fermentace a střevní mikrobiální složení u kojených telat bylo vybráno dvacet čtyři novorozených holštýnských telat. Náhodně se tato telata rozdělila do tří skupin po osmi jedincích a byla jim podávána mléčná krmná směs s přídavkem kapsaicinu buď v dávce 0,015 nebo 0,3 ml/kapsaicinu. Výsledky ukázaly, že obě dávky kapsaicinu neměly žádný negativní vliv na růstovou výkonnost nebo parametry fekální fermentace telat a vyšší dávka kapsaicinu významně zlepšila antioxidační kapacitu a imunitu telat. Telata s vysokými dávkami měla nižší fekální skóre než telata z kontrolní skupiny bez dávky kapsaicinu. Vysoké dávky kapsaicinu dokonce zvýšily hodnoty imunoglobulinu A, imunoglobulinu G, imunoglobulinu M, glutathionového antioxidačního enzymu a snížily hladiny malondialdehydu. Kromě toho kapsaicin reguloval střevní mikroflóru a snížil množství bakterií spojených s průjmem, jako jsou *Eggerhella*, *Streptococcus*, *Enterococcus* a *Enterobacteriaceae*, ve střevě telat ve skupině se suplementací. Proto bylo vyhodnoceno, že vysoké dávky kapsaicinu mohou pozitivně ovlivnit antioxidační a imunitní kapacitu telat, aniž by to ovlivnilo růstovou užítkovost, a také zlepšit střevní mikrobiologické prostředí, které umožňuje zdravý růst telat (Su et al. 2023).

V další ze studií zaměřených na telata se zjišťovaly biologické aktivity kapsaicinu a zdali má tato látka vliv na jejich zdraví i v podmínkách skupinového ustájení. Experiment probíhal na dvaceti čtyřech novorozených holštýnských telatech, která se rozdělila do tří skupin. Mléčná krmná směs byla vždy před podáním obohacena o 0,15 nebo 0,3 ml kapsaicinu na den a zkrmovala se pomocí lahví v pravidelné časy. Telata se ve věku 36 dnů přesunula z individuálního ustájení do skupinových kotců, kde se v krmení lahvemi pokračovalo. Na konci studie byly odebrány vzorky séra, výkalů a výtěrů z horních cest dýchacích, aby se určil účinek přidání kapsaicinu. Výsledky ukázaly, že po přidání kapsaicinu nastalo zvýšení obsahu imunoglobulinů A, G, M, snížila se koncentrace amyloidu A a haptoglobinu. Kapsaicin tak dokázal zlepšit antioxidační kapacitu telat, imunitní kapacitu a snížil zánětlivé faktory, které hrají důležitou roli při skupinovém ustájení (Su et al. 2023).

V jedné studii byla hypotéza, která říká, že léčba kapsaicinem u jehňat selektivně inhibuje funkci bronchopulmonálních C- vláken, ale nemění ostatní funkce vagových plicních receptorů ani funkce periferních a centrálních chemoreceptorů. Jedenáct jehňat bylo randomizováno k podání subkutánní injekce 25 mg/kg kapsaicinu (6 jehňat) nebo rozpouštědla (5 jehňat) v celkové anestezii. Jehňata léčená kapsaicinem nevykazovala klasickou ventilační odpověď, která byla u kontrolních jehňat důsledně pozorována v reakci na bolusovou intraventrální injekci kapsaicinu. Kromě toho byly ventilační odpovědi na stimulaci rychle se adaptujících receptorů plicního roztažení (intratracheální instilace vody) a pomalu se adaptujících receptorů plicního roztažení u obou skupin jehňat podobné. Konečně ventilační odpovědi na různé podněty a tlumiče aktivity karotického tělíska na stimulaci centrálních chemoreceptorů (opětovné dýchání oxidu uhličitého) byly u kontrolních jehňat a jehňat léčených kapsaicinem shodné. Došlo se k závěru, že léčba kapsaicinem v této dávce selektivně inhibuje funkci bronchopulmonálních C- vláken, aniž by významně ovlivnila funkci ostatních vagových plicních receptorů nebo funkci periferních a centrálních chemoreceptorů (Coleridge 1992).

Extrakt z pepře byl přidáván do krmiva ovci během laktace za účelem udržení produkce, zlepšení kvality mléka a zachování zdraví. Skupiny ovci byly rozděleny na skupinu T0 (kontrolní bez pepře), skupinu T200 (koncentrát 200 mg kapsaicinu/kg), T400 (koncentrát 400 mg kapsaicinu/kg). Výsledek se ukázal takový, že produkce mléka se snížila u bahnic skupiny T400 ve dnech 0 až 18 a 14 až 18 než skupině T0. Konzervace krmiva byla nižší u skupiny T200 a T400 než u skupiny T0. Interakce mezi léčbou a denní dávkou bílkovin, laktózy a celkového mléka byla mnohem vyšší u bahnic, kterým se dávka podala 18. den. Počet somatických buněk v mléce byla snížena u skupiny T400. Celkové hladiny proteinu, globulinu byly nejvyšší v krvi zvířat ve skupině T400. A ve skupinách T200 a T400 byly v séru a mléce zvířat nižší dávky reaktivních forem kyslíku a lipoperoxidace. Při 18. dni séra ovci, které konzumovaly kapsaicin došlo ke zvýšení hladiny neproteinových thiolů a superoxidodismutázových aktivit. Shrnutí této studie je takové, že obsah kapsaicinu uprostřed laktace minimalizuje snížení produkce mléka a zlepšuje kvalitu a zároveň stimuluje antioxidační odpověď systému (Cunha et al. 2020).

Okomentoval(a): [OF15]: *počet byl snížen?

Ve studii, kde se hodnotil účinek suplementace extraktu z *oleoresinu* papriky na vlastnosti porážky jehňat, kvalitu masa a složení mastných kyselin se použilo 18 jehňat. Ta se rozřadila do tří stejných skupin po dobu 56 dnů. První skupina byla kontrolní bez suplementace, další byly krmeny dávkou 300 mg/kg. Krmení nemělo žádný vliv na porážku a jatečnou kvalitu výkrmu jehňat. Ve srovnání s jehněčímí samicemi však bylo zjištěno, že samčí jehňata mají vyšší porážkovou hmotnost, hmotnost jatečně upraveného těla za tepla a za studena a intramaskulární tuk. Bylo však zjištěno, že maso z jehňat má po 2 a 4 dnech skladování nižší hodnoty reaktivních látek kyseliny thiobarbiturové než maso z jehňat samců. Samičí maso však bylo preferovanější, pokud jde o chuť a obecné přijetí (Ünlü et al. 2022).

Studie zkoumající účinky kapsaicinu, bioaktivní látky obsažené v paprice na různá zvířata, od laktujících dojnic až po jehňata, přinesly zajímavé poznatky o jeho potenciálních přínosech pro produkci mléka a masa. Výsledky naznačují, že suplementace kapsaicinem může pozitivně ovlivnit produkci mléka u dojnic. Kapsaicin rovněž prokázal schopnost zlepšit antioxidační a imunitní kapacitu telat, aniž by ovlivnil jejich růstovou výkonnost. V případě ovci bylo zaznamenáno zlepšení kvality a udržení produkce mléka. Další studie naznačily, že kapsaicin může mít i potenciální výhody pro porážkové vlastnosti a kvalitu masa u jehňat.

Okomentoval(a): [OF16]: *naznačily

3.9.2 Využití u koní

Kapsaicin u koní se dá využít například u problému se žvýkáním dřeva. Tento jev je pro většinu koní naprosto přirozený, pokud se stává příležitostně (přezubování, hlad, větší množství parazitů v trávicím ústrojí, nedostatku minerálních látek v těle). Avšak pokud kůň okusováním tráví většinu svého času, nejsou uspokojeny jeho základní potřeby a je zde přítomen stres, může tento jev přejít do stereotypního chování. Jedinci s tímto chováním mohou mít poškozený chrup, třísky ze dřeva mohou vytvořit infekci dutiny ústní, stavební složka dřeva (lignin) může způsobit poruchy trávicího traktu a často dochází k tvorbě vředů.

Pro chovatele toto chování způsobuje hlavně materiální škodu v podobě oprav ohrad, boxů (Dušek et al. 2011).

K prevenci tohoto problému je možnost použití lokálních aplikací přírodního repelentu kapsaicinu. Repelenty mají dva způsoby odstrašení: primární repelent, který má okamžitý negativní důsledek v podobě nepříjemné chuti, zápachu nebo podráždění a sekundární repelent, který vede k naučené averzi v důsledku trvalejší malátnosti. Kapsaicin může být použit v obou případech. Ve studii zaměřené na tento **problém**, bylo využito komerčně dostupného kapsaicinového produktu jako odstrašujícího prostředku pro koně. A bylo zjištěno, že došlo k výraznému snížení frekvence olizování a okusování dřeva po aplikaci repelentu (Aley et al. 2015).

U koní se kapsaicin hojně vyskytuje především v analgetických a protizánětlivých krémech používaných při kulhání, laminitidě a artritidě (Seino et al.). V reverzibilním modelu kulhání koňské nohy se stupeň kulhání a další parametry indukující bolesti významně snížily u koní léčených lokálně kapsaicinem od 40 do 240 minut po jeho aplikaci (Seino et al. 2003). Kapsaicin se také používá jako odpuzovač žvýkání dřeva, jak bylo popsáno výše. V roce 2017 byla tato látka zařazena na seznam zakázaných látek pro koně, vytvořený Mezinárodní jezdeckou federací a měla by být u koní snadno a rychle zjistitelná (Wendt 2009).

Ve studii níže bylo cílem zjistit dobu detekce kapsaicinu v krvi po jeho topickém podání ve formě gelu s dávkovacím režimem založeným na nejčastějších doporučeních. Druhým cílem bylo porovnat detekovatelnost kapsaicinu v krevním séru a plazmě a vybrat nejlepší diagnostický materiál. Do studie níže bylo zařazeno devět koní (sedm klisen a dva valaši) s průměrným věkem 13,7 let, průměrná hmotnost 436,1 kg a různých plemen. Před zahájením studie bylo každému koni při T0 odebráno 10 ml žilní krve do zkumavek obsahujících kyselinu ethylendiamintetraoctovou jako antikoagulant a obyčejné zkumavky pomocí jehly 18G. První den studie 15 g komerčního gelu obsahujícího 0,1 % kapsaicinu bylo aplikováno na každou hrudní končetinu od úrovně karpálního kloubu po nad prsty ve 20 hodin. Při aplikaci kapsaicinového gelu se nosily latexové rukavice. Gel byl vmasírován do končetiny po dobu pěti minut. Poté byl na prst na 12 hodin přiložen obvaz z polárního rouna. Postup byl opakován každých 24 hodin po dobu pěti dnů. Žilní krev byla odebrána z krční žíly před aplikací gelu T0), poté 12 (T12), 18 (T18), 24 (T24), 36 (T36), 42 (T42), 48 (T48), 60 (T60), 84 (T84), 108 (T108), 132 (T132), 156 (T156) hodin po poslední aplikaci gelu. Výsledky se dostavily takové, že u dvou z devíti koní (22,22 %) byla koncentrace kapsaicinu kvantifikovatelná v krevním séru 12 hodin po posledním podání gelu. Kapsaicin nebyl detekován v krevním séru déle než 12 hodin po jeho poslední aplikaci (Zak et al. 2018).

Získané výsledky jsou v rozporu s výsledky You et al. (2013), kteří zjistili, že koncentrace kapsaicinu 24 hodin po jeho podání činila 4,7 pg/ml, a to i přes použití podobné metodiky a stejné metody detekce v obou studiích. Dihydrokapsaicin navíc nebyl detekován v žádném ze vzorků, což je také v rozporu se zjištěními You et al. (2013), kteří zaznamenali detekovatelné hladiny dihydrokapsaicinu 24 hodin po jeho podání. Rozdíl ve výsledcích se může přisuzovat rozdílnosti v plemenech, rozdílnou délkou srsti a také ve složkách gelu. Tyto

Okomentoval(a): [OF17]: *do studie?

Okomentoval(a): [OF18]: Zkumavek *obsahujících?

informace mohou být užitečné pro majitele koní a veterinární odborníky k určení doby, která by měla uplynout od podání gelů s obsahem kapsaicinu do účasti koní na jezdeckých závodech v souladu s FEI (Zak et al. 2013).

Byly učiněny i pokusy o stanovení koncentrace kapsaicinu v koňské moči, ale testy se ukázaly jako necitlivé. Bylo zjištěno, že detekce je možná až při koncentraci 10 ng/ml, což naznačuje, že je tato metoda nedostatečná pro rutinní hodnocení koní (Stanley et al. 2007).

Detekce kapsaicinu v koňských žíních nebyla dosud stanovena, což by mělo být předmětem dalšího výzkumu. Koňské žíně z hřívky a ocasu se obvykle používají k dlouhodobému hodnocení dopingových látek. Poskytují delší dobu detekce než krevní sérum, plasma nebo moč, ale znemožňuje stanovení doby příjmu látky. Současné studie prokazují možnost detekovat anabolické steroidy, clenbuterol a další terapeutické látky, které nejsou uvedeny na seznamu zakázaných látek v koňských žíních (Anielski 2008).

Závěr těchto výsledků nabízí poznatky pro využití kapsaicinu u koní v léčbě a prevenci různých zdravotních problémů.

3.9.3 Využití u prasat

Mezi jednu z největších výzev při optimalizaci zdraví a růstové výkonnosti čerstvě odstavených prasat je překonání nízké a proměnlivé spotřeby krmiva, která nám nepříznivě ovlivňuje gastrointestinální zdraví během tohoto období na komerčních chovech prasat (Pluske et al. 1997). Proto je důležité zařadit dietní intervence, které podporují rychlejší adaptaci a větší spotřebu krmiva a zlepšují i energetickou a živnou stravitelnost (Dong a Pluske 2007).

Četné druhy těchto doplňkových látek jsou komerčně dostupné a využívají se jako potenciální náhrady za růst podporující antibiotika ve stravě. Esenciální oleje a rostlinné extrakty se v dnešní době stávají více a více populární, a to hlavně pro svou schopnost zvýšit sekreci trávicích enzymů, absorpci živin, snížení střevních patogenů a poskytnutí antioxidačních vlastností a zlepšování imunitního stavu (Zeng et al. 2015).

Podle článku bylo zjištěno, že účinky krmných směsí botanických extraktů obsahujících různé koncentrace kapsaicinu na březí, laktující prasnice mají pozitivní zlepšení na užitkovost prasníc (Ilsley et al. 2003). V této studii bylo prokázáno, že přidáním kapsaicinu do stravy pro prasnice, se dostavil pozitivní účinek na pasivní imunitu selat kojících prasníc doplněných až o 10 mg/kg surového extraktu z papriky v jejich gestační a laktální stravě (Paraksa 2011). A při krmení odstavených prasat krmivem obsahujícím 5 mg/kg papriky došlo ke zlepšení i průměrného denního přírůstku, průměrného denního příjmu krmiva ve srovnání s prasaty krmenými krmivem bez papriky (Rujirapong et al. 2010).

Kapsaicin lze použít jako prostředek k aromatizaci, chutnosti krmiva podávaného laktujícím prasnícím. A díky chutnějšímu krmivu dochází k jeho zvýšenému příjmu a zároveň prospívá prasnícím z hlediska antioxidačních, imunostimulačních vlastností. A těmito

vlastnostmi společně s dopady na výkonnost vrhu, kontrolu průjmových stavů selat a příjem krmiva se vědci zabývali v práci, kde bylo celkem 132 březích a laktujících prasnic, které se později rozhodly do dvou skupin po 66 kusech. První skupina byla podrobena léčbě pomocí kapsaicinu na krmivo/den. A druhá skupina zůstala pouze jako kontrolní bez přídavku kapsaicinu. Kapsaicin pro první skupinu se smíchal s gestační a laktační dietou v poměru 98,6 kg krmiva a 1,4g kapsaicinu/kg krmiva, přičemž dávka byla podána „nahore“ 100 g na léčebný den při prvním krmení. Prasnice byly testovány mezi 90 dny březosti a 21 dny laktace. Hodnocena byla tloušťka hřbetního tuku, příjem krmiva během porodu, produkce mleziva, koncentrace IgG kolostra, reprodukční výkonnost prasnice, užítkovost selat a průjem. Ve srovnání s prasnicemi v kontrolní skupině měly ty, které dostávaly kapsaicin, vyšší příjem krmiva, vyšší hladinu IgG v kolostru, o 11,2 % vyšší přírůstek hmotnosti vrhu s přírůstkem hmotnosti jednotlivých selat větším než 5,24 % a účinné snížení frekvence průjmu selat v 10. a 17. dnu věku. Vyplyvá z toho tedy, že je kapsaicin vhodný jako doplňková látka s potenciálními účinky na užítkovost prasnice s pozitivními vlivy na zdraví a růst sajících selat (Moraes et al. 2022).

Okomentoval(a): [OF19]: Zase za mě spíš do jedné věty -prasnice, které....“

Ve studii zjišťující účinky suplementace kapsaicinu na výživu laktujících prasnic a jejich potomků na růstovou výkonnost a genovou expresi prasat po odstavu bylo použito dvacet osm prasnic, které byly krmeny stravou založenou na kukuřici, sóje s přídavkem kapsaicinu 2,5 mg/kg během 19 denního laktačního období. Vrhly těchto prasnic byly odstaveny a rozděleny na základě dietní úpravy matky a počáteční tělesné hmotnosti, aby poskytly 8 prasat na kotec. A byl použit třífázový program krmení ve školce s kapsaicinem po 1,0, 1,3 a 1, mg/kg diety. Nebyly zjištěny žádné účinky krmení kapsaicinovou dietou u laktujících prasnic a jejich odstavených potomků na tělesnou váhu, průměrný denní přírůstek nebo průměrný denní příjem krmiva prasat během odchovny. Prasata odstavená od prasnic, která byla krmená kapsaicinem během laktace a pokračovaly v krmení kapsaicinem během období odkojení, však měla tendenci mít větší přírůstek na krmivo než prasata krmená jinými dietními postupy. V závěru lze říci, že kombinace podávání kapsaicinu prasnicím během laktace a jejich potomkům po odstavu zlepšuje efektivitu přírůstku pro první týden po odstavu a může změnit genovou expresi ve větší míře, než když je kapsaicin doplňován pouze ve stravě ve školkách (Rosa et al. 2021).

Okomentoval(a): [OF20]:prasnic, které....“

Tyto poznatky naznačují, že kapsaicin má potenciál jako doplněk ve výživě prasat s možností zlepšení jejich zdraví, růstové výkonnosti a reprodukčních vlastností. Nicméně další výzkum je třeba k posouzení dlouhodobých účinků, optimálních dávek a konkrétních aplikací v praxi, aby bylo možné lépe porozumět celkovým vlivům kapsaicinu na produkci a zdraví prasat v komerčních chovech.

3.9.4 Využití u drůbeže

Mnoho studií prokázalo pozitivní vliv kapsaicinu na efektivnost výkrmu kuřat brojlerů. Může též zvýšit aktivitu pankreatických a střevních enzymů, zvýšit sekreci žlučových kyselin a zvýšit tělesnou hmotnost právě u kuřat brojlerů. Dokáže snížit dopad tepelného stresu, zlepšit stravitelnost krmiva, příjem krmiva, účinnost konverze krmiva, úmrtnost, vlastnosti jatečně upraveného těla, krevní parametry a výrobní náklady (Munglang a Vidyarthi 2019).

Chilli paprička vykazuje antioxidační aktivitu. Vykazuje antimikrobiální a baktericidní účinky proti střevním patogenním bakteriím, jako jsou *Escherichia coli*, *Clostridium spp.* a *Salmonella spp.* (Zeyrek a Oguz 2005). Dokonce byl zjištěn i účinek na barvu žloutku, který ztmavuje a zároveň zlepšuje snášku. Kapsaicin je pasivně absorbován ve střevě (Özer 2006). A účinně stimuluje metabolismus jak živin, tak i energie tím, že zvyšuje aktivitu glukóza – 6 – fosfátdehydrogenázy, lipoproteinové lipázy v tukových tkáních a pankreatických a střevních enzymů (Platel a Srinivasan 2004).

Okomentoval(a): [OF21]: *zvyšuje

Ve studii, kde bylo cílem zhodnotit vliv použití odstupňovaných hladin kapsaicinu na růstovou výkonost, koeficienty stravitelnosti živin, sérové metabolity, oxidační odpovědi a aktivitu střevních trávicích enzymů pekingských kachen. Pro tento účel bylo využito sto dvaceti čtrnáctidenních pekingských kachen, které se rozdělily do čtyř skupin. Jedna skupina byla ponechána jako kontrolní a pro zbylé byl připraven doplněk kapsaicinu, a to v dávkách 50 až 150 ppm. Výsledky ukázaly významné zlepšení tělesné hmotnosti a konverze krmiva u kachen, zejména s vysokou hladinou. Doplněk kapsaicin též zvýšil hodnoty koeficientu stravitelnosti, zejména u etherového extraktu a bezdusikátého extraktu. Sérové hladiny celkových proteinů, globulinu, lipoproteinu s vysokou hustotou tyroxinu, trijodthyroninu a antioxidačních enzymů byly významně zvýšeny u kachen krměných stravou obsahující buď 100 nebo 150 ppm kapsaicinu. Dospělo se k závěru, že suplementace byla dostatečná ke zlepšení růstových výkonnostních vlastností, nebylo prokázáno žádného nepříznivého vlivu na činnost jater (Ali 2016).

Okomentoval(a): [OF22]: *byl

Ve třech experimentech byly hodnoceny účinky profylaktického nebo terapeutického dietního zařazení kapsaicinu, štiplavé složky paprik, jako ne antibiotické alternativy pro snížení salmonely u brojlerových kuřat prostřednictvím kultivace a morfologického hodnocení tkáně. V prvním hodnotili účinky 0 nebo 10 ppm purifikovaného kapsaicinu v prvním až šestnáctém dnu života kuřat. V druhém byl přírůstek kapsaicinu zahrnut do diety, a to v dávce 0,5 nebo 20 ppm. A ve třetím byly hodnoty 0,5 nebo 20 ppm. Údaje z těchto experimentů poskytly důkazy, že profylaktický nebo terapeutický dietní kapsaicin různě ovlivňuje náchylnost brojlerů k salmonelóze (Orndorff et al. 2005).

U křepelek bylo zjištěno, že až 2 % pálivé červené papričky v křepelčí potravě má za následek pozitivní účinek na obsah krevních metabolitů. Též bylo dokázáno, že je dobrý jako přírodní krmná přísada pro zlepšení užitkovosti kachňat pižmových (El-Ghamry 2004).

Bylo ukázáno, že nedocházelo k žádným větším úhynům nebo významnému rozdílu v úmrtnosti (%) brojlerů s krmivem doplněným o různé koncentrace červené pálivé papričky, a to buď samostatně, nebo ve směsi s černým pepřem (Adegoke et al. 2018). Bylo zjištěno, že při dietní suplementaci pomocí pálivé červené papričky buď samostatně nebo v kombinaci s černým pepřem docházelo k významnému zvýšení váhy jater, prsního masa, žaludku, srdce a sleziny, a navíc došlo ke snížení procenta břišního tuku (Shahverdi 2013).

U studie, kde bylo cílem vyhodnotit, zda přidání různých hladin kapsaicinu do stravy krůtích samic má příznivé účinky na růstovou výkonost a antioxidační a oxidační stav séra a

masa, bylo zkoumáno celkem 150 krůt, které byly rozděleny do tří skupin. Pro experiment bylo použito kontrolní skupiny, skupiny s kontrolní dietou obsahující 400 mg/kg pepřového extraktu na kg krmiva a skupiny s bazální stravou obsahující 800 mg/kg pepřového extraktu na kg krmiva. Růstová výkonnost byla měřena první a dvacátý den experimentu. Krůty kmené stravou doplněnou kapsaicinem měly nižší příjem krmiva a lepší poměr krmiva a přírůstku. Krůty, kterým bylo přidáno 800 mg/kg pepřového extraktu vykazovaly snížení sérových hladin reaktivních forem kyslíku a kyseliny thiobarbiturové. Suplementace kapsaicinem zlepšuje konverzi krmiva a snižuje příjem krmiva, aniž by se změnil přírůstek hmotnosti u krůt. Kromě toho vyšší přídavek snížil oxidaci lipidů a oxidaci bílkovin v séru a snižuje oxidaci bílkovin v krůtím mase brojlerů (Zanotto 2023).

Okomentoval(a): [OF23]: Tady to za mě taky zní lépe v jedné větě - „...a masa, bylo...“

Při přidání pálivé červené papričky do stravy došlo k významnému snížení břišního tuku u brojlerů, tento proces byl zdůvodněn právě přítomností kapsaicinu. Který způsobuje snižování hladiny lipidů (Kawada 1984). Mechanismy, které se právě podílejí na snižování břišního tuku bylinnými přísadami do krmiv, však mohou záviset na zvýšení sekrece lipázy a sekundárních žlučových kyselin, které snižují akumulaci tuků v břišní dutině (El- Amin et al. 2015).

Okomentoval(a): [OF24]: *tento

Ve studii s cílem odhalit, jak semena feferonky přidávané do stravy křepelek mění dynamiku ovariálních folikulů a morfologickou strukturu vejcovodu, Z tohoto důvodu bylo jako materiál použito 48 samic křepelek japonských ve věku 14 týdnů. Semena červené feferonky (*Capsicum annuum*) byla přidána do krmiva zvířat, kdy v experimentální skupině byla přidána v množství 2 %, 4 % a 6 % a v kontrolní skupině 0 %. Na konci studie byl zaznamenán významný nárůst počtu nažloutlých folikulů ve skupinách ve srovnání s kontrolní skupinou, a to zejména u jedinců, kde byl přídavek 2 % a 4 % semen červené papriky. Bylo prokázáno, že přidáním semen červené feferonky do stravy křepel se zvyšuje výnos vajec (Korkmaz 2023).

Všechny tyto předchozí pozitivní účinky pálivé červené papričky na tělesnou hmotnost, příjem krmiva, poměr konverze krmiva, přírůstek hmotnosti nebo spotřebu krmiva a vlastnosti jatečně upraveného těla souvisejí se zlepšením střevní histologie a zdraví střev, které zvyšují využití živin prostřednictvím zvýšené délky klků a snižují množství škodlivých bakteriálních kmenů. Závěrem nám vyplývá, že při suplementaci pálivou červenou papričkou ve stravě brojlerů vzniklo několik ekonomických přínosů (poměr nákladů a přínosů), včetně zlepšené výkonnosti, tělesnou hmotností, přírůstkem hmotnosti, příjmem krmiva, poměrem konverze krmiva a krevních parametrů, jakož i antimikrobiálního účinku a zlepšení histomorfologie střev (AlAfifi 2020).

3.9.5 Využití u králíků

Ve studii zabývající se hodnocením zootechnických parametrů u králíků kmených různým množstvím papriky křovité (*Capsicum frutescens*) bylo použito 30 jedinců, kterým bylo podáno pět dávek se třemi opakováními v rozsahu 56 dnů. V kontrolním krmivu bylo nulové zastoupení papriky, v dalších dávkách bylo od 0,5 do 2 % prášku z plodů *C. frutescens*.

Výsledek se ukázal takový, že králíci dobře konzumovali stravu obsahující prášek z papričky, ale nebyl prokázán žádný vliv na růstovou výkonnost (Dougnon 2016).

Avšak v experimentu zkoumajícím vliv této papriky na snížení glykémie se ukázaly výsledky takové, že hladina klesá se zvyšující se rychlostí zabudování *C. frutescens*. Při nízké dávce (0,5 až 1 %) je účinek hypoglykemický a snižuje hladinu glykémie až o 15,51 %. Při dávce mezi 1,5 % až 2 % dochází ke snížení glykémie až o 24,13 %. Tento poznatek lze vysvětlit chemickým složením, a to zejména obsahem kapsaicinu v této rostlině (Dougnon 2016).

Ve studii provedené na Univerzitě Minia v Egyptě, kde bylo králíkům podáváno prášku z rostliny *C. annuum*, v poměrech 0,1 nebo 2 % v krmívu bylo zjištěno, že se dostavil vyšší přírůstek tělesné hmotnosti než u jedinců bez přídavku prášku. Dále bylo prokázáno zvýšení bílých krvinek ve srovnání s kontrolní skupinou, též se zvýšilo procento monocytů a neutrofilů. Výsledky imunitní odpovědi zprostředkované buňkami ukázaly, že králíci krmení směsí s práškem měli vyšší fagocytární aktivitu než kontrolní skupina. Pokud jde o výsledky humorální imunitní odpovědi, ukázalo se, že při přidání prášku vedlo ke zvýšení celkových imunoglobulinů. Celkově se ukázalo, že nejslibnější množství prášku se jeví 1% přídavku do stravy, u přídavku 2% se nedostavily žádné nežádoucí účinky (Elwan 2020).

U studie s cílem zjistit, jakých se dosáhne účinků epidurálního podání kapsaicinu na nociceptivní práh a neurologické funkce bylo použito 36 jedinců novozélandských samců bílých králíků. Podání této látky probíhalo v dávkách 0,04, 0,10 a 0,20 mg/kg. Změny neurologických funkcí a morfologie míchy a míšních nervových kořenů byly zjištěny během 24 hodin, změny nociceptivního prahu na zadních končetinách byly pozorovány po dobu 30 dnů. Účinek kapsaicinu byl hodnocen neurologickým funkčním skórem, vše bylo pozorováno transmisí elektronovou mikroskopií. Výsledky se dostavily takové, že kapsaicin zvrátil změny v neurologické funkci zadních končetin králíků. Ve skupinách 0,10 a 0,20 mg/kg byly zjištěny strukturální abnormality v míšních nervech králíků. Kapsaicin také významně zvýšil práh bolesti u králíků ve srovnání s kontrolní skupinou. Maximální hodnoty prahu bolesti byly zjištěny ve skupině 0,10 mg/kg kapsaicinu po 3 dnech léčby kapsaicinem (Ying-Wei 2011).

Z výše uvedených studií vyplývá, že kapsaicin může mít široké spektrum účinků na králíky, a to jak pozitivní, tak potenciálně negativní.

3.10 Popsané negativní účinky

Z přehledu literatury se zdá, že akutní toxicita kapsaicinu je stanovena pouze umělým vyvoláním, a to u laboratorních živočišných druhů. Například studie na myších ukázala, že aplikace kapsaicinu na základě hodnot LD50 vyšších než 5 mg/kg (subkutánně) nebo 190 mg/kg (ústí) je pravděpodobným mechanismem toxicity paralýza dýchacích cest. Kapsaicin může způsobit podráždění kůže, také může vážně dráždit oči a bylo zjištěno, že způsobuje léze rohovky u potkanů a myši (Johnson 2007). Kapsaicin má repelentní účinek, který se po kontaktu se sliznicemi očí nebo dýchacích cest projevuje kašlem, neschopností vokalizace a

Okomentoval(a): [VP25]: Latinské názvy musí být kurzívou. Opravit v celém souboru.

Okomentoval(a): [MJ26R25]: opraveno

dočasnou slepotu. U myši a potkanů, kterým bylo perorálně podáno kapsaicinu v dávce 96 až 200 mg/kg, bylo prokázáno okamžité slzení, křeče, zarudnutí kůže a namáhavé dýchání. Zvířata buď uhynula do 26 minut po podání, nebo nevykazovala žádné další příznaky 24 hodin po podání (Meister 2007). Inhalační expozice kapsaicinoidů v pepřových sprejích poškodila bronchiální, tracheální, nosní a alveolární buňky potkanů, což způsobilo akutní zánět (Reilly et al. 2003).

U prokázání chronické toxicity byla provedena studie chronického krmení hlodavců, kteří konzistentně prokazovali úbytek na hmotnosti, po podání dávky kapsaicinu žaludeční sondou nebo pokud byl kapsaicin smíchán s krmivem (Reilly et al. 2003). Při hodnocení účinků na reprodukční nebo teratogenní soustavy bylo zjištěno, že u králíčích plodů nedošlo k žádnému ovlivnění, i když matky vykazovaly známky toxicity u vyšších dávkách kapsaicinu (Proudlock et al. 2004).

Absorpce u lokální aplikace čistého kapsaicinu na kůži myši vedla k maximálním plazmatickým koncentracím za 4 až 12 hodin. A při pozdějším zkoumání byl kapsaicin detekován v krvi i po 24 hodinách. Dávky 5,12 mg/myš/ týden vedly k maximu plazmatické koncentrace 51,50 ng/ml u samců a 84,80 ng/ml u myších samic. Kapsaicin podaný potkanům byl rychle absorbován ze žaludku, přičemž 85 % dávky 3 mg bylo absorbováno během tří hodin. U distribuce bylo vypořováváno, že po podání kapsaicinu subkutánně, koncentrace v krvi potkanů dosahovaly vrcholu po pěti hodinách po podání, mozek a koncentrace míšní tkáně byly o něco nižší. Ledviny obsahovaly nejvyšší koncentrace a játra měly koncentrace nízké (Proudlock et al. 2004).

Závěr z dostupných studií naznačuje, že kapsaicin může vykazovat akutní toxické účinky, zejména při vysokých dávkách a při styku s kůží, očima nebo dýchacími cestami. Projevy toxicity mohou zahrnovat podráždění kůže, podráždění očí, dýchací potíže a paralýzu dýchacích cest. Studie provedené na laboratorních modelech ukázaly, že kapsaicin může mít repelentní účinky a vyvolávat akutní reakce, včetně slzení, křečí a potíží s dýcháním.

Důležité je také upozornění na potenciální chronické toxicity, které mohou být spojeny s dlouhodobým vystavováním se kapsaicinu. Přestože jsou některé studie prováděny na hlodavcích, výsledky poskytují důležité informace o možných rizicích spojených s expozicí kapsaicinu u člověka. Tyto poznatky by měly být brány v úvahu při používání produktů obsahujících kapsaicin a při ochraně zdraví a bezpečnosti pracovníků i veřejnosti.

Okomentoval(a): [OF27]: *poskytuji

4. Závěr

Ve světle neustále se rozvíjejícího výzkumu se v poslední době upírá pozornost k potenciálu kapsaicinu v kontextu výživy hospodářských zvířat. Kapsaicin, jako hlavní bioaktivní sloučenina obsažená v plodech rostlin rodu *Capsicum*, je předmětem zájmu vzhledem k jeho schopnosti ovlivnit trávicí procesy a metabolismus zvířat.

V této bakalářské práci byl vytvořen obecný přehled o kapsaicinu, zahrnující jeho botanické zařazení a chemické složení. Jeho chemická povaha a mechanismy účinku byly důkladně prozkoumány, aby bylo možné lépe porozumět jeho potenciálním přínosům ve výživě zvířat. Analytická část práce se zaměřila na zkoumání účinků kapsaicinu u různých zástupců hospodářských zvířat, mezi něž patří drůbež, přežvýkavci, koně, prasata a králíci. Výsledky studií potvrdily pozitivní účinky kapsaicinu v kontextu výživy zvířat, přičemž bylo zaznamenáno několik zajímavých pozorování. Například u laktujících dojnic bylo pozorováno zvýšení užitkovosti, což naznačuje možnost využití kapsaicinu k podpoře produkce mléka. U drůbeže bylo prokázáno zvýšení příjmu krmiva a zlepšení růstu, což má potenciál významně ovlivnit výsledné produkční parametry. Zvláště pak bylo pozoruhodné zjištění příznivého vlivu kapsaicinu na růst a vývoj sajících mláďat u prasat, kde byl kapsaicin podáván jako doplňkové krmivo pro matky. Tato zjištění naznačují možnost využití kapsaicinu k optimalizaci výživy prasat a zlepšení jejich produkčních výsledků.

Je však třeba zdůraznit, že mnoho z těchto zjištěných účinků bylo prokázáno pouze u přírodních zdrojů kapsaicinu. Tyto zdroje však vykazují nevyzpytatelnost v obsahu kapsaicinu, což může být způsobeno rozmanitostí druhů a dalšími faktory prostředí.

Psaní této práce pro mne bylo velice přínosné a měla jsem možnost získat širší přehled o využití této látky, která je běžně dostupná.

Okomentoval(a): [VP28]: V závěru by to chtělo zmínit, že pokusy nebyly prováděny pouze s čistým kapsaicinem, ale i s přírodními zdroji jako jsou papriky. Dále by bylo vhodné zmínit i to, že při použití přírodních zdrojů je rizikové podávat materiál bez zjištění obsahu účinné látky.

Okomentoval(a): [MJ29R28]: opraveno

5. Literatura

Havlíková M, Wittenberg GD. 2019. Chilli: průvodce světem pálivého jídla. Kniha Zlin, Zlin.

Thuphairo K, Sornchan P, Suttisansanee U. 2019. Bioactive compounds, antioxidant activity and inhibition of key enzymes relevant to Alzheimer's disease from sweet pepper (*Capsicum annuum*) extracts. Preventive nutrition and food science **24**: 327.

Rosa-Medina EA, Urriola PE, Jang JC, Faulk CD, Johnston, LJ, Shurson, GC. 2021. Effect of supplementing lactation and nursery pig diets with capsaicin on growth performance and gene expression of nursery pigs. Translational animal science **5**: txab201.

Oh J, Giallongo F, Frederick T, Pate J, Walusimbi S, Elias RJ, Hristov AN. 2015. Effects of dietary *Capsicum oleoresin* on productivity and immune responses in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, **98**: 6327-6339.

Su M, She Y, Deng M, Guo Y, Li Y, Liu G, Liu D. 2023. Effect of Capsaicin Addition on Antioxidant Capacity, Immune Performance and Upper Respiratory Microbiota in Nursing Calves." Microorganisms **11**.

Wendt JT. 2009. The Crisis of Doping in Equestrian Sport. Ent & Sports Law, **27**: 10.

Elwan H, Abdelhakeam M, El-Shafei S, El-Rahman, Ismail AA, Zanouny A, Elsnesr S. 2020. Efficacy of dietary supplementation with *Capsicum Annum* L on performance, hematology, blood biochemistry and hepatic antioxidant status of growing rabbits. Animals **10**: 2045.

Audenaert KM, Calsamiglia J, Munoz- Tapia R, Bagan E, Masanes L, Acin A, Verstraeta F. 2007. Discriminating states: The quantum chernoff bound. Physical review letters **98**: 160501.

Reilly CA, Ehlhardt WJ, Jackson DA, Kulanthaivel P, Mutlib AE, Espina RJ, Moody DE, Crouch DJ, Yost GS. 2003. Metabolism of capsaicin by cytochrome P450 produces novel dehydrogenated metabolites and decreases cytotoxicity to lung and liver cells. Chemical Research in toxicology **16**: 336-349.

Reyes- Escogido MDL, Gonzalez-Mondragon, Vazquez-Tzompantzi E. 2011. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. Molecules **16**: 1253-1270.

Johnson JW. 2007. Final report on the safety assessment of *Capsicum annuum* extract, *Capsicum annuum* fruit extract, *Capsicum annuum* resin, *Capsicum annuum* fruit powder, *Capsicum frutescens* fruit, *Capsicum frutescens* fruit extract, *Capsicum frutescens* resin, and capsaicin. *International Journal of Toxicology* **26**: 3-106

Dong YW, Zhang F, Liu L, Liu JR. 2011. Effects of Epidural Capsaicin on Nociceptive Threshold and Neurological Functions in Rabbits, *Pain Medicine* **12**: 1777–1783
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2011.01265.x>

Proudlock R, Thompson C, Longstaff E. 2004. Examination of the potential genotoxicity of pure capsaicin in bacterial mutation, chromosome aberration, and rodent micronucleus tests. *Environmental and Molecular Mutagenesis* **44**: 441-447.

Korkmaz D, Kirar N, Semin TOP, Yildirim O, Aydin SS, Korkmaz O, Polat IM. 2023. The Effects of Hot Pepper Seeds Added to the Diet in Quails on the Morphology of the Oviduct and Ovary. *Animal Health Production and Hygiene* **12**: 20-26.

Orndorff BW, Novak CL, Pierson FW, Caldwell DJ, McElroy APOD. 2005. Comparison of prophylactic or therapeutic dietary administration of capsaicin for reduction of Salmonella in broiler chickens. *Avian diseases* **49**: 527-533.

Ali WAH., Ahmed AMH, El-Gabry HE. 2016. "Effects of capsaicin supplementation on productive and physiological performance of pekin ducks during summer season. *Egyptian Journal of nutrition and feeds* **19**: 549-561.

Ünlü HB, İpçak HH, Kandemir Ç. 2022. Effects of oregano essential oil and capsaicin extract supplementation on slaughter characteristics, meat quality, and fatty acid composition of lambs. *South African Journal of Animal Science* **52**: 780-791.

Gervais JA, Luukinen B, Buhl K, Stone D. 2008. Capsaicin Technical Fact Sheet. National Pesticide Information Center. University Extension Services. USA Oregon.

Dougnon TJ, Gbeassor M. 2016. Evaluation of the effects of the powder of *Capsicum frutescens* on glycemia in growing rabbits. *Veterinary World* **9**: 281.

Anielski P. 2008. Hair analysis of anabolic steroids in connection with doping control—results from horse samples. *Journal of mass spectrometry* **43**: 1001-1008.

Fattorusso E, Tagliatela- Scafati O. 2008. *Modern Alkaloids*. Wiley, Weinheim, USA.

Stanley SM, Wee WK, Lim BH, Foo HC. 2007. Direct-injection screening for acidic drugs in plasma and neutral drugs in equine urine by differential-gradient LC–LC coupled MS/MS. *Journal of Chromatography B* **848**: 292-302.

Welchez SC. 2021. Dietary supplementation with rumen-protected capsaicin during the transition period improves the metabolic status of dairy cows, USA.

Zak A, Siwinska N, Slowikowska M, Borowicz H, Szpot P, Zawadzki M, Niedzwiedz A. 2018. The detection of capsaicin and dihydrocapsaicin in horse serum following long term local administration. *BMC veterinary research* **14**, 193 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1518-9>

Bosland PW, Votava EJ. 2012. Taxonomy, pod types and genetic resources. In *Peppers: Vegetable and spices capsicums*. CABI, UK Wallingford.

Pruthi JS. 2003. Advances in post-harvest processing technologies of Capsicum. In *Capsicum*. London, UK Taylor & Francis, London.

Asnin L, Park SW. 2015. Isolation and analysis of bioactive compounds in Capsicum peppers," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **55**, 254–289.

Khan FA, Mahmood T, Ali M, Saeed A, Maalik A. 2014. Pharmacological importance of an ethnobotanical plant: *Capsicum annuum* L. *Natural product research*, **28**: 1267–1274

Srinivasan K. 2016. Biological activities of red pepper (*Capsicum annuum*) and its pungent principle capsaicin: a review. *Critical reviews in food science and nutrition* **56**:1488-500. DOI: 10.1080/10408398.2013.772090. PMID: 25675368.

Nilius B, Owsianik G. 2011. The Transient receptor potential family of ion channels. *Genome biology* **12**, 218 DOI: <https://doi.org/10.1186/gb-2011-12-3-218>

Samanta A, Hughes TE, Moiseenkova-Bell VY. 2018. Transient Receptor Potential (TRP) Channels. *Membrane protein complexes: structure and function* **87**:141-165. DOI: 10.1007/978-981-10-7757-96. PMID: 29464560.

Cuypers E, Dabrowski M, Horoszok L, Terp GE, Tytgat J. 2008. Transient receptor potential vanilloid 1 and xenobiotics. *CNS neurological disorders drug targets* **7**:159-71 DOI: 10.2174/187152708784083803. PMID: 18537644.

Maji AK, Banerji P. 2016. Phytochemistry and gastrointestinal benefits of the medicinal spice, *Capsicum annum* L. Chilli: a review. *Journal of complementary and integrative medicine* **13**:97-122 DOI: 10.1515/jcim-2015-0037. PMID: 26756096.

Chu Y, Cohen BE, Chuang HH. 2020. Jedna aminokyselina TRPV1 řídí citlivost druhu na kapsaicin. *Scientific reports* **10**: 8038 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64584-2>

Platel K, Srinivasan K. 2004. Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? *Indian Journal of Medical Research* **119**: 167.

Munglang NN, Vidyarthi VK. Hot red pepper powder supplementation diet of broiler chicken a review. *Livestock Research international* **7**: 159-167.

Krinsky N. 2001. Carotenoids as antioxidants. *Nutrition* **17**: 815-817.

Zeyrek FY, Oguz E. 2005. In vitro activity of capsaicin against *Helicobacter pylori*. *Annals of microbiology* **55**: 125-127.

El-Ghamry AA, Azouz HM, El-Yamany AT. 2004. Effect of hot pepper and fenugreek seeds supplementation to low energy diets on Muscovi ducklings performance. *Egyptian Poultry Science Journal* **24**: 613-627.

Özer A, Erdost H, Zök B. 2005. Histological investigations on the effects of feeding a diet containing red hot pepper on the reproductive organs of the chicken. *Phytotherapy Research* **19**: 501-505.

Adegoke AV, Abimbola MA, Sanwo KA, Egbeyale LT, Abiona JA, Oso AO, Uposu SO. 2018. Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science* **6**: 95-102.

Shahverdi A, Kheiri F, Faghani M, Rahimian Y, Rafiee A. 2013. The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research* **2**: 44-48.

Kawada T, Suzuki T, Takahashi M, Iwai K. 1984. "Gastrointestinal absorption and metabolism of capsaicin and dihydrocapsaicin in rats." *Toxicology and applied pharmacology* **72**: 449-456.

Shahverdi A, Kheiri F, Faghani M, Rahimian Y, Rafiee A. 2013. The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research* **2**: 44-48.

AIAfifi SF. 2020. The productive performance, intestinal bacteria and histomorphology of broiler chicks fed diets containing hot red pepper. *Egyptian Poultry Science Journal* **40**: 345-357.

Pluske JR, Hampson DJ, Williams IH. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock production science* **51**: 215–236. DOI: 10.1016/S0301-6226(97)00057-2.

Coleridge HM, Coleridge JC, Green JF, Parsons GH. 1992. Pulmonary C-fiber stimulation by capsaicin evokes reflex cholinergic bronchial vasodilation in sheep. *Journal of applied physiology* **72**: 770-8. DOI: 10.1152/jappl.1992.72.2.770. PMID: 1559957.

Dong GZ, Pluske JR. 2007. The low feed intake in newly-weaned pigs: problems and possible solutions. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 20:440–452. DOI: 10.5713/ajas.2007.440.

Zeng, Z, Zhang S, Wang H, Piao X. 2015. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. *Journal of animal science and biotechnology* **6**:7. DOI: 10.1186/s40104-015-0004-5.

Ilsley S, Miller H, Greathead H, Kamel C. 2003. Plant extracts as supplements for lactating sows: effects on piglet performance, sow food intake and diet digestibility. *Animal Science* **77**: 247–254. DOI: 10.1017/S1357729800058987.

Paraksa N. 2011. The miracle of capsicum in animal production. 3rd International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries, Nakhon Ratchasima, Thailand 178–184.

Rujirapong A, Isaravisavakul S, Maktrirat R, Chupia V, Kongkaew S, Phachnee P, Yano T, Yamsakul P. 2010. Effect of capsaicin (Biocap®) mixed in feed for decreasing post-weaning diarrhea syndrome of piglets. 48th. Kasetsart University Annual Conference of Veterinary Medicine. Thailand 20103249965.

Dušek J. 2011. Chov koní. Brázda, Praha.

Aley JP, Adams NJ, Ladyman RJ, Fraser DL. 2015. The efficacy of capsaicin as an equine repellent for chewing wood. *Journal of Veterinary Behavior* **10**: 243-247.

Moraes DCA, Nagi JG, Fritzen J, Vitagliano LA, Oliveira ER, Oba A, Silva CA. 2022. Effect of capsaicin on the feed intake and immunoglobulin concentration of sows, and performance of piglets. *Tropical Animal Health Production* **54**: 241. DOI: 10.1007/s11250-022-03233-4. PMID: 35896831.

Arora V, Campbell JN, Chung MK. 2021. Fight fire with fire: Neurobiology of capsaicin-induced analgesia for chronic pain, *Pharmacology & Therapeutics*, Volume **220**: 107743 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107743>.

Pereira MP, Ständer S. 2017. Chronic Pruritus: Current and Emerging Treatment Options. *Drugs* **77**: 999-1007. DOI: 10.1007/s40265-017-0746-9.

Pereira ALC, Taques TC, Valim JO, Madereira AP, Campos WG. 2015. The management of bee communities by intercropping with flowering basil (*Ocimum basilicum*) enhances pollination and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*). *Journal of Insect Conservation* **19**: 479-486.

Archer V, Jones D W. 2002. Capsaicin pepper, cancer and ethnicity. *Medical hypotheses* **59**: 450-457.

Kosuge S, Furuta M. 1970. Studies on the pungent principle of Capsicum: Part XIV Chemical Constitution of the Pungent Principle. *Agricultural and Biological Chemistry* **34**: 248-256.

Serra I, Yamamoto M, Calvo A, Cavada G, Báez S, Endoh K. 2002. Association of chili pepper consumption, low socioeconomic status and longstanding gallstones with gallbladder cancer in a Chilean population. *International Journal of Cancer* **102**: 407-411.

Carabano MJ, Logar B, Bormann J, Minet J, Vanrobays ML, Diaz C, Hammami H. 2016. Modeling heat stress under different environmental conditions. *Journal of dairy science* **99**: 3798-3814.

Wheelock JB, Rhoads RP, Vanbaale MJ, Sanders SR, Baumgard LH. 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of dairy science* **93**: 644-655.

Key N, Sneeringer S, Marquardt D. 2014. Climate change, heat stress, and US dairy production. USDA-ERS Economic Research Report **175**.

Baumgard LH, Rhoads JRP. 2013. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* **1**: 311-337.

Cowley F C, Barber DG, Houlihan AV, Poppi DP. 2015. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *Journal of dairy science* **98**: 2356-2368.

Hsu, Chin- Li, Gow-Chin Y. 2007. Effects of capsaicin on induction of apoptosis and inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *Journal of agricultural and food chemistry* **55**: 1730-1736.

An Z, Zhang X, Gao S, Zhou D, Riaz U, Abdelrahman M, Hua G, Yang L. 2022. Effects of Capsaicum Oleoresin Supplementation on Lactation Performance, Plasma Metabolites, and Nutrient Digestibility of Heat Stressed Dairy Cow. *Animals* **12**, <https://doi.org/10.3390/ani12060797>

Cunha, MG, Alba DF, Leal KW, Marcon H, Souza CF, Baldissera MD, Da SAS. 2020. Inclusion of pepper extract containing capsaicin in the diet of ewes in the mid-lactation period: effects on health, milk production, and quality. *Research, Society and Development* **9**, e46791110020-e46791110020.

Seino KK, Foreman JH, Greene SA, Goetz TE, Benson GJ. 2023. Effects of topical perineural capsaicin in a reversible model of equine foot lameness. *Journal of veterinary internal medicine*, **17**: 563-566.

Westphalen MF, Carvalho PHV, Oh J, Hristov AN, Staniar WB, Felix TL. 2021. Effects of feeding rumen-protected Capsicum oleoresin on growth performance, health status, and total tract digestibility of growing beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114778>.

Su M, Yuanhang S, Ming D, Yongqing G, Yaokun L, Guangbin L, Hui Z, Baoli S, Dewu L. 2023. The Effect of Capsaicin on Growth Performance, Antioxidant Capacity, Immunity and Gut Micro-Organisms of Calves. *Animals* **14**: 2309.

Meister RT, Sinus C. 2007. Kapsaicin. Meister Media Worldwide: Willoughby, OH.

Rogers K. 2023. Transient receptor potential channel. *Encyclopedia Britannica*. DOI: <https://www.britannica.com/science/transient-receptor-potential-channel>. Přístup 22. srpna 2023.

Vyskočil F. 2013. Proč je kapsaicin z chilli papriček pálivý? Přírodovědci.cz. DOI: <https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/391>.

USDA-ARS, 2011. GRIN species records of Capsicum, National Genetic Resources Program, National Germplasm Resources Laboratory, Maryland, Md, USA.

Britannica. 2023. Kapsaicin. Encyclopedia Britannica. DOI: <https://www.britannica.com/science/capsaicin>.

Sottosanti K. 2023. Capsicum annuum. Encyclopedia Britannica. DOI: <https://www.britannica.com/plant/Capsicum-annuum>.

Zanotto MJ, Pagnussatt H, Valnetini FDS, Santo AD, Leite F, Mis G, Petrolli TG. 2023. Addition of capsaicin in the diet of turkeys: Effects on growth performance and antioxidant and oxidant status in serum and in meat. *Revista Brasileira de Zootecnia* **52**: e20220145.

Russo VM. 2012. Peppers: botany, production and uses. CABI, USA.

Reyes-Escogido MDL, Gonzalez-Mondragon EG, Vazquez-Tzompatzi E. 2011. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. *Molecules* **16**: 1253-1270.

Konvička J. 2020. Kapsaicin [bakalářská práce]. Masarykova univerzita, lékařská fakulta. Brno.

6. Seznam použitých zkratk a symbolů

IUPAC Mezinárodní unie pro čistotu a užitou chemii

7. Seznam obrázků

Obrázek č.1: Strukturní vzorec kapsaicinu