

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Vitamíny ve výživě domácích zvířat

Bakalářská práce

Marie Nováková

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

doc. Ing. Boris Hučko, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vitamíny ve výživě domácích 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15. července 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Borisu Hučkovi, CSc., za odborný a trpělivý přístup a za pomoc při hledání odborných článků k sepsání literární rešerše.

Vitamíny ve výživě domácích zvířat

Souhrn

První část práce obsahuje přehled a rozdělení jednotlivých druhů vitamínů. Ty můžeme rozdělit do dvou skupin – vitamíny, které pro vstřebávání v těle vyžadují tuk a žluč, se nazývají jako vitamíny rozpustné v tucích – sem se řadí vitamíny A, D, E, a K; a vitamíny rozpustné ve vodě, které zahrnují vitamín C a vitamíny skupiny B-komplexu. Většina těchto ve vodě rozpustných vitamínů se vstřebává v tenkém střevě a je vylučována močí. Dále se zaměřuje na jejich potřebu u domácích zvířat, zejména kočky a psa, vzhledem k jejich věku či zátěži. Popisuje jejich funkci, význam ve výživě psa a kočky a možné příčiny jejich nedostatku či nadbytku, jako je ztráta chuti k jídlu, ztráty hmotnosti, nesprávný vývoj kostry, zhoršená plodnost a jiné problémy v reprodukci a další.

Druhá část práce se věnuje krmení psa a kočky. Výživa je zvláště důležitá u stárnoucích domácích mazlíčků a při řízení rizikových faktorů vzniku rakoviny, onemocnění srdce, ledvin a jater. Komerčně připravovaná krmiva pro domácí zvířata jsou snadným a ekonomickým způsobem, jak splnit požadavky na živiny u domácích zvířat. Hlavní metodou zpracování v potravinářském a krmivářském průmyslu je extruze, která může být příčinou destrukce některých vitamínů. S nedostatečně vyváženou stravou je pak spojeno mnoho zdravotních problémů. Pozornost je následně zaměřena zejména na nedostatek thiaminu v závislosti na dlouhodobém zkrmování konzervovaného krmiva.

Ve třetí části jsou stručně shrnuty vitamíny, které jsou volně dostupné v přirozené stravě psů a koček.

Poslední část bakalářské práce se zabývá doplňky stravy, hlavně těmi přírodními. Při používání doplňkových látek u domácích zvířat je třeba vzít v úvahu některé určité faktory, jako je kvalita produktu, účinnost, tolerance či jeho bezpečnost. Nejvíce vyhledávané jsou pak produkty na podporu zdraví kloubů, antioxidanty a produkty, které podporují zdraví kůže.

Klíčová slova: pet zvířata; vitamíny; potřeby; obsahy v krmivech; vitamínové doplňky

Vitamins in pet food

Summary

The first part of the work contains an overview and classification of individual types of vitamins. These can be divided into two groups - vitamins that require fat and bile to be absorbed in the body are called fat-soluble vitamins - these include vitamins A, D, E, and K; and water-soluble vitamins, which include vitamin C and B-complex vitamins. Most of these water-soluble vitamins are absorbed in the small intestine and excreted in the urine. Furthermore, the work focuses on their need in domestic animals, especially cats and dogs, due to their age or burden. It describes their function, importance in dog and cat nutrition and possible causes of their deficiency or excess, such as loss of appetite, weight loss, poor skeletal development, impaired fertility and other reproductive problems and more.

The second part of the work is devoted to feeding the dog and cat. Nutrition is especially important in aging pets and in managing risk factors for cancer and heart, kidney and liver disease. Commercially prepared pet food is an easy and economical effect to meet the nutrient requirements of pets. The main method of processing the food and feed industry is extrusion, which can cause the destruction of some vitamins. There are many health problems associated with an insufficiently balanced diet. Attention is focused mainly on the lack of thiamines in participation in long-term feeding of canned feed.

The third part briefly summarizes the vitamins that are freely available in the natural diet of dogs and cats.

The last part of the bachelor thesis deals with food supplements, especially natural ones. When using additives in pets, certain factors need to be taken into account, such as product quality, efficacy, tolerances or safety. The most popular are products to support joint health, antioxidants and products that support skin health.

Keywords: pets; vitamins; needs; contents in feedingstuffs; vitamin supplements

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	1
3 Literární rešerše	1
3.1 Vitaminy rozpustné ve vodě	3
Vitamin C (kyselina askorbová)	3
Vitaminy skupiny B	5
3.1.1. Vitamin B1 (thiamin, aneurin).....	5
3.1.2. Vitamin B2 (riboflavin, oboflavin).....	8
3.1.3. Vitamin B3 (niacin, kyselina nikotinová).....	8
3.1.4. Vitamin B4 (cholin).....	9
3.1.5. Vitamin B5 (kyselina pantothenová).....	10
3.1.6. Vitamin B6 (pyridoxin, pyrodoxol, pyridoxal, pyridoxamin).....	11
3.1.7. Vitamin B7 (biotin, koenzym R, vitamin H).....	11
3.1.8. Vitamin B9 (kyselina listová, folacin).....	12
3.1.9. Vitamin B12 (kobalamin, cyanokobalamin).....	13
3.2 Vitaminy rozpustné v tucích	15
3.2.1 Vitamin A (axeroftol, retinol).....	15
3.2.2 Vitamin D (kalciferol, antirachitický vitamin).....	17
3.2.3 Vitamin E (tokoferol, antisterilní vitamin).....	19
3.2.4 Vitamin K (fylochinon, koagulační vitamin).....	22
3.3 Krmení psa a kočky	23
3.3.1. Výběr komponent.....	24
3.3.2. Suché krmivo	24
3.3.3. Konzervované krmivo	25
3.3.4. Polovlhké krmivo	26
3.3.5. Doma připravovaná strava	27
3.3.6. Dieta na bázi syrového masa.....	27
3.3.7. Nutriční požadavek versus doporučení.....	28
3.3.8. Stabilita vitamínů během extruze	29
3.3.9. Krmení starších zvířat.....	30
3.4 Vitaminy v přirozené stravě	31
3.5. Doplnky stravy	32
3.5.1. Posuzování informací o doplňkových látkách.....	32
3.5.2. Nutraceutika aktuálního zájmu	33
3.5.3. Přírodní doplňky stravy.....	35
3.5.4. Doplnky stravy pro stárnoucí kočky.....	36
4 Závěr	38
5 Literatura	39

1 Úvod

Veřejnost si v posledních několika desetiletích stále více uvědomuje důležitost výživy pro zdraví v důsledku rostoucího vědomí, že s nedostatečně vyváženou stravou je spojeno mnoho zdravotních problémů, jako je například hypertenze, obezita, diabetes mellitus nebo rakovina. Veterinární lékaři mohou těmto problémům v mnohých případech předcházet tím, že budou dobře a systematicky řešit nutriční aspekty každého případu, ať už je cílem samotné léčení nebo prevence nemocí. Celková prevence nemocí vyžaduje mimo jiné i celoživotní odhodlání věnovat se správné výživě. Nutriční faktory jsou základem maximalizace zdraví, výkonu, dlouhověkosti a prevence nemocí. Mezi tyto faktory patří kromě základních živin – bílkovin, sacharidů a tuků, také vitamíny. Jejich nedostatek či přebytek může vést k různým onemocněním, od snížené obranyschopnosti, až k závažným patologickým změnám v organismu, které mohou vést až ke smrti.

2 Cíl práce

Cílem práce je studium zahraniční a naší vědecké literatury zakončené sepsáním bakalářské práce na téma Vitamíny ve výživě domácích zvířat. Potřeby vitamínů se různí u odlišných druhů domácích zvířat. Tyto rozdílnosti budou popsány v bakalářské práci.

3 Literární rešerše

Vitamíny jsou chemicky nestejnorodé látky. Nejsou energetickým zdrojem, ale v určitém množství jsou potřebné pro správné biochemické procesy. Jedná se o esenciální složky potravy, které působí v malých koncentracích (Scott 2017). Jsou snad nejznámějšími esenciálními složkami potravy. Jedná se o skupinu živin, které jsou nezbytné pro normální fungování buněk, růst a vývoj. Nauka o vitamínech se nazývá vitaminologie. Obvykle se vitamíny dělí na rozpustné v tucích a rozpustné ve vodě (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamíny rozpustné v tucích

Vitamíny, které pro vstřebávání v těle vyžadují tuk a žluč, se nazývají vitamíny rozpustné v tucích. Jejich zásoby jsou uloženy v tukových buňkách a játrech, takže není nezbytné konzumovat je každý den. Tělo nedokáže tyto vitamíny vylučovat tak snadno jako vitamíny rozpustné ve vodě. Ve skutečnosti se nadbytek v tucích rozpustných vitamínů může v těle hromadit a způsobit různá poškození, takže je důležité je přijímat ve vhodných množstvích. Existují čtyři základní vitamíny rozpustné v tucích: vitamíny A, D, E a K.

Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamíny, které se mohou rozpustit ve vodě, se nazývají vitamíny rozpustné ve vodě. Jsou organismem využívány hned a nejsou uloženy ve tkáních. Esenciální ve vodě

rozpuštěné vitamíny musí být konzumovány denně. Jakékoli ve vodě rozpustné vitamíny, které tělo nepotřebuje, se vylučují močí (Jelínek & Koudela 2003).

Nedostatek mikroživin může vzniknout z důvodu nedostatečného příjmu, špatné absorpce ze střevního traktu, neefektivního využití nebo zvýšené ztráty či zvýšené potřeby. Tyto nedostatky mikroživin vedou ke specifickým klinickým syndromům. Ve stáří mohou být nedostatky spojeny s méně účinnou absorpcí střeva. Některé vitamíny, zejména vitamín A a D, a stopové kovy jsou toxické v nadbytku. Malabsorpce tuku může vést k nedostatku vitamínů A, D, E a K. Naopak přebytku některých vitamínů, zejména těch rozpustných ve vodě, se organismus dokáže zbavit (Baynes & Dominiczak 2018). Potřeba vitamínů je velmi malá a závisí na druhu zvířete, pohlaví, věku, fyziologickém stavu, úrovni produkce, podmínkách chovu, schopnosti vlastní syntézy daného vitamínu a schopnosti organismu příslušný vitamín využívat. Všechny organismy nepotřebují ke svému životu všechny vitamíny. Pokud je však daná látka nepostradatelným biokatalyzátorem, který si organismus nedokáže sám syntetizovat, stává se pro něj vitamínem. Dlouhotrvající nedostatek určitého vitamínu může vyvolat specifické onemocnění.

Při nedostatečném, nebo nepravidelném přísunu vitamínu dochází k **avitaminóze** nebo hypovitaminóze. Nedostatky způsobené avitaminózou lze vyléčit zvýšenými dávkami vitamínů. Jedná se o úplný nedostatek a dnes se vyskytuje jen zřídka. V krajním případě však může končit až smrtí organismu. Oproti tomu **hypovitaminóza** je chorobný stav způsobený částečným nedostatkem určitého vitamínu v krmné dávce. Jedná se tak o lehčí formu avitaminózy, která se projevuje mnohem častěji. Na hypovitaminózu mají vliv také další faktory, jako je například aktuální zdravotní stav zvířete, věk, fáze gravidity, laktace nebo stres. Jako poslední, **hypervitaminóza**, je onemocnění způsobené přílišným množstvím vitamínů nahromaděných v organismu. Týká se především vitamínů rozpustných v tucích, které jsou ukládány v játrech a tělesném tuku a jejichž dlouhodobá nadměrná koncentrace působí toxicky. Vitamíny rozpustné ve vodě tělo neuchovává a jejich aktuální přebytek se vylučuje ledvinami. Hypervitaminóza se proto u vitamínů rozpustných ve vodě vyskytuje jen minimálně.

Látky, které snižují nebo úplně ruší účinek vitamínu, se nazývají antivitamíny. Mohou mezi ně patřit enzymy rozkládající vitamíny (thiamináza, peroxidázy), látky, které tvoří s vitamíny nevyužitelné komplexy (např. avidin) nebo látky, které vzhledem k podobné chemické struktuře mohou zaujmout místo vitamínů v biologických systémech, jejich úlohu však nejsou schopny nahradit (antibiotika, sulfonamidy) (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamíny A, D a E se měří v mezinárodních jednotkách (IU). Většina ostatních vitamínů se měří v miligramech (mg) nebo mikrogramech (ug). Cholin je výjimkou v tom, že je vyžadován ve větším množství, a proto se měří v gramech (g) (Riaz et al. 2009).

3.1. Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitaminy rozpustné ve vodě zahrnují vitamin C a vitaminy skupiny B-komplexu. Většina těchto vitaminů se vstřebává v tenkém střevě a je vylučována močí. S výjimkou kobalaminu není tělo schopno je ukládat (Case et al. 2010).

Vitamin C (kyselina askorbová)

Objevení vitaminu C sahá do roku 1747, kdy se podařilo britskému loďnímu lékaři, J. Lindovi, prokázat, že citrusové plody hrají ochrannou roli proti kurdějím, které byly způsobovány právě avitaminózou C. Odpovědná chemická látka, kyselina L – askorbová, byla určena až o 200 let později.

Kyselina askorbová může být přijímána v hotové formě, nebo se biosyntetizuje v játrech a ledvinách. Tvoří ji hepatocyty, popř. buňky ledvin, z glukoronové kyseliny, z níž se odštěpením vody tvoří gulonolakton, jehož degradací vzniká právě kyselina askorbová (Jelínek & Koudela 2003). Vitamin C se v organismu ukládá v relativně malém množství, při podání vyšší dávky se vylučuje močí. Nejvyšší koncentrace kyseliny askorbové jsou v nadledvinách a hypofýze (Jelínek & Koudela 2003).

Hypovitaminóza C, známá také jako kurděje, se obvykle projevuje po dvou až třech týdnech například bolestí způsobenou intraartikulárním krvácením, anorexií, kulháním, úbytkem váhy a v neléčených případech může vést až k úmrtí. Příležitostně může být doprovázena také průjmami (Witkowska et al. 2017). Vitamin C je nezbytný pro vývoj a normální funkci mezibuněčných složek kosterní tkáně, působí jako stimulant imunitního systému, účastní se oxidoredukčních reakcí v organismu a podílí se na transportu železa (Kváš 1998). Kyselina askorbová je velmi důležitá pro tvorbu kolagenu. Její nedostatek vede k poruchám růstu kostí a zubů, může docházet ke krvácení v různých částech těla – v kůži, krvavá prosáknutí zubní dásně, krvácení do svalů a do vnitřních orgánů a subperiostální krvácení v oblasti růstové zóny kostí. Nedostatek tohoto vitaminu znamená nedostatečné oběhové, imunitní, žlázoové a regenerační schopnosti těla. Je hlavním faktorem pro tvorbu a udržování tkání, může zabránit rakovině a také arteroskleróze (Stein 2011).

Psi

Psi dokáží vitamin C za normálních okolností syntetizovat sami, jen u štěňat je jeho syntéza nedostatečná (Kváš 1998). Dospělý pes vyprodukuje každý den přibližně 40 miligramů na kilogram tělesné hmotnosti (Case et al. 2010). Někteří odborníci na výživu považují za zbytečné přidávat ho do psí stravy. Jiná klinická pozorování naznačují, že pokud jsou psi nemocní nebo stresovaní, mohou zásoby vitaminu C rychle vyčerpat. K těmto stavům dochází například během březosti, laktace, zranění, očkování apod. Studie z roku 1942 uvádí, že psi s kožními onemocněními mají obvykle velmi nízké koncentrace vitaminu C v krvi. Jiní vědci zase zjistili, že hladina vitaminu C je nízká, nebo dokonce žádná, u psů trpících horečkou a u psů, kteří vykonávají velkou fyzickou zátěž, například psi ve spřežení nebo lovečtí psi uprostřed lovecké sezóny.

Známý veterinář Wendell O. Belfield byl jedním ze zastánců doplňování vitamínu C u psů. Ve své veterinární praxi experimentoval. Po jednom případě, kdy se mu nepodařilo zachránit psa s psinkou, začal zkoumat virová onemocnění u psů. Našel článek o doktorovi, který ve 40. letech 20. století využíval léčbu vitamínem C u virových onemocnění u lidí, jako je například obrna nebo hepatitida. V roce 1965 tak zkusil dalšímu psímu pacientovi s tímž onemocněním aplikovat injekci s vitamínem C, kdy pes nečekaně přežil. Po tomto úspěchu začal Belfield tuto léčbu vitamínem C praktikovat běžně (Griswold & Kerns 2001).

Marshall et al. (2002) udělali experiment, jehož cílem bylo zjistit, zda velká dávka (1 g nebo 57 mmol) kyseliny askorbové ovlivňuje výkon a oxidační stres u chrtů greyhoundů. Bylo vybráno pět dospělých trénovaných dostihových chrtů, kteří dostávali: 1) žádný doplňkový askorbát; 2) 1 g askorbátu perorálně denně, podávaného po závodech; 3) 1 g askorbátu perorálně denně, podávaného 1 hodinu před závodem. Psi závodili 500 m dvakrát týdně. Byly změřeny koncentrace tokoferolu a koncentrace askorbátu v plazmě. Koncentrace kyseliny askorbové v plazmě 60 minut po závodění byly vyšší u psů, kteří dostávali vitamín C před závodem, než u psů, kteří buď nedostali žádný vitamín C nebo dostali vitamín C po závodění. Koncentrace askorbátu v plazmě dosáhly vrcholu během 1 - 2 hodin po perorálním podání a návrat k výchozím hodnotám nastal do 24 hodin. Trenéři chrtů běžně dávají svým psům vysoké dávky antioxidantů, jako je vitamín C a E, v přesvědčení, že tyto doplňky zlepšují výkon nebo snižují riziko poranění. Psi, kterým byl doplněn 1 g vitamínu C, však běželi v průměru o 0,2 s pomaleji. Ačkoli tento časový rozdíl byl malý, rovná se rozdílu o celé 3 m na konci závodu o délce 500 metrů. Vysoké dávky antioxidantů mohou být škodlivé a neměly by být závodním chrtům podávány.

Dle Marshalla et al. (2002) není vitamín C u sedavých psů nezbytnou živinou, ale požadavek na vitamín C se může během namáhavého cvičení zvýšit. Ve své studii uvádí, že plazmatické koncentrace vitamínu C u psích spřežení během závodní sezóny klesaly, a že doplnění vitamínem C těmto psům prospívalo. Tito autoři citují experimenty, ve kterých psi ve spřežení dostávali 1 g vitamínu C denně, a také naznačují, že psi provádějící namáhavé cvičení by měli dostávat ještě vyšší dávky, až 4 mg / kJ.

- Potřeba: -

Kočky

Kočky vitamín C také syntetizují samy. U koček je nedostatek kyseliny askorbové příčinou slabých a umírajících koťat, může docházet k infekcím a blokádam močových cest. Různými dopňky s vitamínem C lze docílit toho, že z pozitivních výsledků na leukózu (virová kočičí leukémie) nebo na „kočičí AIDS“ (virus imunodeficiency koček) se během několika měsíců mohou stát negativní (Stein 2011).

- Potřeba: -

Morčata

Z drobných domácích hlodavců si vitamin C nedokáže syntetizovat morče. Morčata by ho měla denně zkonzumovat 10 miligramů na 1 kilo živé váhy, čehož lze dosáhnout vyváženou stravou nebo přidáváním vitamínu do vody. Mezi dobré zdroje vitamínu C pro morčata patří kořenová zelenina, zejména mrkev a červená řepa, dále listová zelenina, jako je kapusta a zelí, a nebo pampeliškové listy (Witkowska et al. 2017). Protože si králíci a jiní hlodavci dokáží vitamin C syntetizovat sami, není tak potřeba, aby byl přidáván do jejich krmiva. Z toho důvodu nejsou tato krmiva pro morčata vhodná (Witkowska 2017). Speciální granule pro morčata bývají o vitamin C obohaceny. Příliš mnoho zeleného krmiva v podobě trávy nebo salátu může přetížit střevní flóru (Bartels & Gassner 2008).

McFadden et al. (2005) zkoumali u morčat souvislost mezi hladinami vitamínu C a ztrátou sluchu vyvolanou hlukem (NIHL). Aby se určilo, zda by tato ztráta sluchu mohla být ovlivněna manipulací s hladinou vitamínu C v potravě, byla morčata albínů krmena po dobu 35 dnů stravou s normálními, doplněnými nebo nedostatečnými hladinami askorbátu, poté vystavena hluku o frekvenci 4 kHz a intenzitě 114 dB po dobu 6 hodin k vyvolání trvalých posunů sluchového prahu vlasové odpovědi mozkového kmene. Zvířata byla hluboce anestetizována a poté dekapitována. Vlásokové buňky byly počítány jako přítomné, pokud bylo tělo buňky neporušené. Softwarový program spočítal hustotu vláskových buněk (buňky na mm) v 10% segmentech kochley od vrcholu po základnu a normalizoval tyto hodnoty podle laboratorních standardů na základě počtu vlasových buněk od 6 mladých, zdravých morčat albínů. Poškození stereocílií v oblastech Cortiho orgánu vlivem hluku bylo rozsáhlé. Výsledky ukázaly, že suplementace vitamínem C významně snížila trvalé zhoršení sluchu u morčat, zatímco nedostatek vitamínu C neměl ani příznivé, ani škodlivé účinky na sluch nebo ztrátu sluchu. Výsledky podporují hypotézu, že vysoká hladina vitamínu C může být prospěšná při snižování citlivosti na NIHL.

- Potřeba: dospělé morče 20 mg / den
březí samice 30 – 40 mg / den

V zimních měsících je doporučeno morčeti přidávat 5 mg vitamínu C v pitné vodě (Bartels & Gassner 2008).

Vitaminy skupiny B

3.1.1 Vitamin B1 (thiamin, aneurin)

Vitamin B1 byl objeven v roce 1897. Nachází se prakticky ve všech živočišných a rostlinných tkáních, zvířata jsou však odkázána na thiamin rostlinného a mikrobiálního původu. Je součástí membrán neuronů a ovlivňuje vedení vzruchu. Při nedostatku thiaminu dochází ke zvýšenému štěpení acetylcholinu a následným poruchám vedení vzruchu. Je nezbytný pro normální činnost nervové soustavy a zasahuje do intermediárního metabolismu. Svou účastí v cyklu kyseliny citronové ovlivňuje produkci

ATP a zasahuje i do metabolismu bílkovin a tuků. Potřeba thiaminu závisí na výši přísunu sacharidů. Při výživě bohaté na sacharidy hrozí větší nebezpečí hypovitaminózy (Jelínek & Koudela 2003).

Zprávy o nedostatku thiaminu jsou ve veterinární literatuře ojedinělé. Mezi zasažené druhy patří přežvýkavci, koně, kočky, norek, tuleň a liška. Příčina nedostatku thiaminu se liší mezi monogastrickými zvířaty a přežvýkavci. Thiamin je syntetizován normální bakteriální flórou v bachoru a slepém střevě býložravců. Deficit thiaminu se vyskytuje u těchto druhů pouze tehdy, když změny v bachorové flóře urychlují zastavení produkce thiaminu (Singh et al. 2005).

Nedostatek se projevuje poruchami funkce trávicí soustavy, které mají za následek snížený příjem krmiva (anorexie), průjmy, případně zácpy a omezení sekrece trávicích šťáv. Narušena bývá i srdeční činnost, dochází k hypertrofii srdečního svalu a k tachykardii. Nervové příznaky se projevují jen při dlouhodobějším nedostatku vitamínu B₁ (Jelínek & Koudela 2003). Klinické projevy deficitu thiaminu jsou variabilní. Nedostatek tohoto vitamínu může být ovlivněn u psů a koček nevyváženou domácí nebo vegetariánskou stravou, ale také neschopností endogenně syntetizovat velká množství thiaminu. Proto musí mít kočky i psi stálý přísun thiaminu v potravě. Gastrointestinální příznaky jsou obvykle prvním projevem, ale neurologické příznaky jsou rovněž často spojovány s nedostatkem thiaminu (Markovich 2013). Při deficitu dochází k zastavení oxidačního metabolismu v centrálním nervovém systému, což nutí mozek k anaerobnímu metabolismu a to má za následek hromadění kyseliny mléčné. Vyskytuje se oboustranně symetrické krvácení a nekróza šedé hmoty. U psů se vyskytuje také nekróza myokardu, atrofie tenké střešní sliznice a dilatace střevních žláz (Singh et al. 2005).

Léčba nedostatku thiaminu zahrnuje parenterální (mimostřevní) podávání thiaminu po dobu 3 až 5 dnů, po kterém následuje orální podávání po dobu dalších 2 až 4 týdnů. Dávky pro klinické případy se pohybují od 25 mg do 150 mg u koček a 100 mg až 600 mg u psů (Markovich 2013).

Ačkoli je thiamin přítomen ve velkém množství potravin, snadno degraduje při vysokých teplotách, které jsou potřebné pro zpracování mnoha krmiv pro domácí zvířata (Case et al. 2010). Thiamin je ničen také alkalickým prostředím a oxidačními činidly. Pokud je vázán na bílkovinu, jako je tomu u živočišných potravin, pak je stabilní. Stabilní je také ve zmrazených potravinách, při rozmrazování však dochází k jeho ztrátám. Thiamin patří mezi vitamíny, které se ničí teplem nejvýrazněji, ztráty dosahují 9–70 % (Solčány 2016).

Psi

Psi, a stejně tak kočky, nemohou syntetizovat thiamin, a proto vyžadují thiamin jako součást své stravy. Příznaky nedostatku thiaminu bývají nespecifické. Obecně se však známky nedostatku thiaminu u psů dělí na tři progresivní stádia: indukční fáze, kritická fáze a terminální fáze. První fáze, indukční, nastane během jednoho až dvou týdnů po deficitu a je charakterizována kombinací zvracení, letargie a hyporexie nebo anorexie, i když chování zvířete může zůstat nezměněno. Lze zaznamenat úbytek hmotnosti v důsledku chronického špatného příjmu potravy. Pokud není thiamin během indukčního stavu doplněn, zvíře vstoupí do kritického stadia a objeví se známky

poškození nervového systému. Příznaky mohou také zahrnovat ataxii, paraparézu, nystagmus, opožděnou světelnou odezvu zornic až slepotu, a stále slabší propriocepci. Kardiovaskulární příznaky během chronického deficitu mohou zahrnovat arytmiie a bradykardii. Konečná fáze nedostatku thiaminu začíná přibližně za měsíc závažné deficiencie a zahrnuje rychlé zhoršení příznaků, a nakonec, během několika dnů, pokud okamžitě nedojde k suplementaci, nastává smrt.

K diagnostice deficitu thiaminu lze použít vysoké koncentrace organických kyselin, které naznačují zhoršení metabolismu thiaminu. Koncentrace laktátu v moči a pyruvátu v krvi mohou být u psů s nedostatkem thiaminu zvýšené. K odhalení mozkových lézí běžně pozorovaných při nedostatku thiaminu může být použita magnetická rezonance. Ideální doplňkové dávky thiaminu uváděné v literatuře pro parenterální suplementaci se liší. U dospělých psů mohou být v rozmezí 50–1250 mg za den. Byly však hlášeny závažné reakce spojené s intravenózním podáním thiaminu, jako je anafylaxe, apnoe nebo hypotenze (Kritikos et al. 2017).

- Potřeba: růst a reprodukce 1,0 mg / kg
 dospělí psi 1,0 mg / kg (AAFCO 2006).

Kočky

Kočky jsou oproti psům náchylnější k nedostatku thiaminu, protože mají přibližně čtyřikrát vyšší požadavek na jeho obsah v potravě. U koček může být při deficitu detekována spastická cervikální ventroflexe. Oční vyšetření často odhaluje anizokorii (rozdíl mezi velikostí pravé a levé zornice větší než o 0,3 mm) nebo mydriázu (rozšířené zornice) se sníženými až chybějícími pupilárními světelnými reflexy. Nedostatek thiaminu může vést k několika elektrokardiografickým abnormalitám, které mohou být patrné jako bradykardie nebo tachykardie (Markovich 2013). Mezi další klinické příznaky, které se u tohoto druhu běžně vyskytují, patří kromě nechutenství a zvracení také nystagmus, tetraparéza (částečná obrna všech čtyř končetin), mentální deprese a smrt (Singh et al. 2005).

Nedostatek thiaminu se u koček krměných správně připravenými, komerčními, kompletními a vyváženými krmivami obecně nevyvíjí. Thiamináza, která se vykytuje v syrovém mase některých sladkovodních ryb, může způsobit deficit rychlým zničením thiaminu. Přestože konzervovaná komerční krmiva pro kočky mohou obsahovat ryby, teplo spojené s konzervováním je ke zničení thiaminázy dostatečné. Zničení thiaminu může být také způsobeno v důsledku ošetření potravin oxidem siřičitým nebo v důsledku přehřátí během sušení nebo konzervování. U koček s nedostatkem thiaminu se může rozvinout anorexie a časem se projeví křeče, které mohou v závažných případech vést až ke smrti. Při pitvě se v mozečku a středním mozku nacházejí malé petechie (drobné, okrouhlé tečky, které nevystupují nad povrch a objevují se na pokožce, sliznicích nebo serózních membránách, vznikají v důsledku podkožního krvácení). Dále jeho deficit může způsobit řadu dalších neurologických poruch, například ztrátu schopnosti udržovat rovnováhu při běžném pohybu nebo skákání nebo dysfunkce mozečku (Sanderson 2013).

U koček jsou příznaky spojené s nedostatkem thiaminu obdobné jako u psů. U dospělých koček se suplementační dávky pohybují v rozmezí 20–300 mg za den (Kritikos

et al. 2017). K zotavení dochází během několika minut až hodin, ale pokud není po této léčbě podávána strava s dostatkem thiaminu, lze očekávat relaps (Sanderson 2013).

- Potřeba: růst a reprodukce 5 mg / kg
 dospělé kočky 5 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.2 Vitamin B2 (riboflavin, ovoflavin)

Objevení vitamínu B₂ je úzce spjato s vitamínem B₁. Ukázalo se, že produkty, které obsahují thiamin, podporují růst mikroorganismů i zvířat. Později se zjistilo, že tato vlastnost, zpočátku připisována thiaminu, náleží jiné látce – vitamínu B₂. Faktor růstu byl později nazván riboflavinem (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin B₂ je součástí flavinových enzymů, které jsou nezbytné pro tkáňové dýchání. Při jeho nedostatku dochází k poruchám růstu, u člověka je výsledkem rhagád (hluboké trhliny v ústních koutcích) a zanícených okrajů víček. Organismem prochází beze změny do moči, kterou do třiceti minut zbarví oranžově (Zeman 2006).

Riboflavin je termostabilní, takže se jeho obsah v potravinách nemění sterilizací teplem, konzervováním ani vařením. Světlo ale velkou měrou snižuje obsah v potravinách (sušení na slunci, uchování ve skleněných nádobách). K velkým ztrátám dochází při vaření ve vodě – riboflavin přechází do vodného prostředí díky svojí rozpustnosti (Solčány 2016).

Psi

- Potřeba: růst a reprodukce 2,2 mg / kg
 dospělí psi 2,2 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 4 mg / kg
 dospělé kočky 4 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.3 Vitamin B3 (niacin, kyselina nikotinová)

Objevení vitamínu B₃ je spojováno s pelagrou u člověka (onemocnění vznikající z nedostatku niacinu), která se projevuje především dermatitidou a nervovými poruchami, i když původně byl izolován už při hledání faktoru proti beri-beri, tedy thiaminu. Niacin je derivát pyridinu. Potřebují ho ke svému vývoji téměř všechny organismy a většina z nich ho dokáže syntetizovat bez mikroflóry z tryptofanu (Jelínek & Koudela 2003). Od toho se odvíjí fakt, že potřeba niacinu je do jisté míry závislá na obsahu tryptofanu v potravě. Například 132 mg tryptofanu tak může nahradit 1 mg niacinu (Kváš 1998).

Niacin je potřebný pro přenos vodíkových iontů, a tím tak pro metabolismus tuků, sacharidů a bílkovin (Zeman 2006). Při nedostatku dochází k narušení oxidoredukčních pochodů v organismu. Hypovitaminóza se projevuje dermatitidou, krváceninami a záněty sliznice trávicího traktu, nechutenstvím, zpomaleným růstem a průjmami (Jelínek & Koudela 2003). Také snižuje množství cholesterolu v krvi (Novosádová 2014).

V procesu zpracování je niacin v potravíně velmi stabilní (Solčány 2016).

Psi

Nepříjemným onemocněním u psů z důvodu nedostatku niacinu je tzv. černý jazyk. Ten se projevuje nechutenstvím, intenzivním sliněním, hnilobně páchnoucími puchýřky na jazyku, krvavým průjmem, zvracením, celkovou skleslostí a apatií. Běžně se vyskytují také rozsáhlé vředy v tračníku a konečníku (Jelínek & Koudela 2003).

- Potřeba: růst a reprodukce 11,4 mg / kg
 dospělí psi 11,4 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 60 mg / kg
 dospělé kočky 60 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.4 Vitamin B4 (cholin)

Cholin není většinou zařazován mezi vitamíny, ale je nepostradatelný ve výživě pro mladé rostoucí savce, zejména prasata, hlodavce, masožravce a drůbež. Poprvé byl objeven ve žluči prasat. Organismus chrání před tukovou infiltrací jater. Jako složka lecitinu je součástí všech rostlinných a živočišných buněk (Jelínek & Koudela 2003), respektive jejich membrán (Case et al. 2010). Podílí se na metabolismu lipidů, je prekursorem acetylcholinu, ovlivňuje metabolismus karotenu a vitamínu A a má význam pro správnou činnost nervové soustavy. Oxidací cholinu vzniká betain, který poskytuje metylové skupiny pro syntézu metioninu a kreatinu (Jelínek & Koudela 2003). Účastní se tak metylace a transmethylace (Zeman 2006).

Tělo je schopné syntetizovat cholin z neesenciální aminokyseliny serinu. Mnoho savců si cholin syntetizuje dle svých potřeb, a proto ho není nezbytné přidávat do potravy. Protože cholin má obdobnou funkci jako metylového přenašeče jako metionin, strava s vysokým obsahem metioninu může potřeby cholinu zvířete nahradit. Jelikož je tělo schopné si ho vytvořit samo, nebyly jeho nedostatky u psů a koček plně prokázány (Case et al. 2010).

Psi

Podle Yilmaze et al. (2010) podávání cholinu nebo CDP-cholinu (citikolinu) psům zabraňuje endotoxinem indukovaným mnohočetným poškozením orgánů a dysfunkcím krevních destiček. Sepse / endotoxemie způsobuje dysfunkce krevních destiček, abnormality v koagulaci a hemostatické mechanismy vedoucí k dysfunkcím orgánů a mortalitě. Cholin zabraňuje poškození orgánů a zlepšuje přežití během endotoxemie. Podávání cholinu (jako cholinchloridu) nebo CDP-cholinu během experimentální endotoxemie u psů obnovuje abnormality v primární, sekundární a terciární hemostáze a brání rozvoji diseminované intravaskulární koagulaci, která se vyznačuje patologicky zvýšenou koagulační aktivitou s tvorbou trombů v periferní cirkulaci a

postupným vyčerpáním koagulačních faktorů, což následně vede ke zvýšení krvácivosti. Intravenózní dávka endotoxinu (1 mg / kg) způsobila u vybraných psů kříženců poruchu ve funkci krevních destiček a několikanásobné poškození / dysfunkce orgánů po dobu několika hodin. Dávka cholinu (20 mg / kg) nebo CDP-cholinu (70 mg / kg), podávaná třikrát ve 4hodinovém intervalu po dobu 12 hodin, výrazně zlepšila počet i funkci krevních destiček, a mimo jiné zároveň chrání psy před poškozením tkáně způsobeným endotoxinem.

- Potřeba: růst a reprodukce 1200 mg / kg
 dospělí psi 1200 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 2400 mg / kg
 dospělé kočky 2400 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.5 Vitamin B5 (kyselina pantothenová)

Kyselina pantothenová se vyskytuje ve všech rostlinných a živočišných tkáních a je nepostradatelnou složkou ve výživě všech druhů zvířat s výjimkou přežvýkavců. Je úzce spjata s ostatními vitaminy skupiny B. Byla objevena v roce 1901 při studiu komplexu stimulatorů růstu z kvasnic a v roce 1940 byla uskutečněna její syntéza (Jelínek & Koudela 2003). Je součástí koenzymu A (CoA), který jako aktivní složka mnoha enzymů katalyzuje přeměnu kyseliny octové, která vzniká při přeměně cukrů, tuků a bílkovin. Účastní se na oxidaci a syntéze mastných kyselin, fosfolipidů a dalších účinných látek.

Nedostatek vitamínu B₅ se projevuje trávicími poruchami, depigmentací a vypadáváním srsti a snížením hmotnosti (Kváš 1998).

Kyselina pantotenová je relativně stabilní látka, není inaktivována běžným kuchyňským zpracováním potravin. Zčásti ji ale ničí vysoké teploty, stejně tak kyselé a zásadité prostředí. Během konzervování a skladování dochází k 50% ztrátám (Solčány 2016).

Psi

Štěňata při vyšších dávkách nad 500 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ vykazují vyšší odolnost vůči onemocněním (Kváš 1998).

- Potřeba: růst a reprodukce 10 mg / kg
 dospělí psi 10 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 5 mg / kg
 dospělé kočky 5 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.6 Vitamin B₆ (pyridoxin, pyrodoxol, pyridoxal, pyridoxamin)

Krystalický vitamin B₆ byl získán v roce 1938 z kvasnic a rýžových otrub. O rok později byla stanovena jeho chemická struktura a dostal název pyridoxin. V současné době jsou vedle pyrodoxinu, který se nachází v rostlinách, biologicky aktivní také jeho deriváty, pyridoxal a pyridoxamin, vznikající v těle zvířat (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin B₆ je nezbytný k přeměně aminokyselin a syntéze bílkovin, je koenzymem transamináz a dekarboxyláz (Zeman 2006). Pyridoxalfosfát, který je koenzymem při transaminaci a dekarboxylaci aminokyselin, je účinnou součástí aminotransferáz, dekarboxyláz a různých lyáz a syntáz a ovlivňuje zejména metabolismus aminokyselin.

Nedostatek vitaminu B₆ se příliš nevyskytuje, obvykle je spojen s deficitem dalších vitaminů skupiny B (Jelínek & Koudela 2003).

V kyselém prostředí je tento vitamin vcelku stabilní, klesá v neutrálním a alkalickém prostředí, zejména za přítomnosti světla a tepla. Při běžných kuchyňských úpravách mohou ztráty z potraviny činit až 40 %, nejvíce dosahují při úpravě živočišných produktů (Solčány 2016).

Psi

U psů se poměrně často může vyskytovat hypovitaminóza B₆. U zvířat dochází ke ztrátě chuti k jídlu, zvracení, průjmům, apatii, zaostávání v růstu, paréze končetin, poruchám vidění až slepotě. Může být provázena mikrocytární hypochromní anémií (Jelínek & Koudela 2003).

- Potřeba: růst a reprodukce 1,0 mg / kg
 dospělí psi 1,0 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 4,0 mg / kg
 dospělé kočky 4,0 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.7 Vitamin B₇ (biotin, koenzym R, vitamin H)

Výzkumy vedoucí k objevení vitaminu H byly zahájeny v 70. letech 19. století Louisem Pasteurem. Až roku 1935 byl z komplexu biologicky aktivních látek kvasnic izolován krystalický biotin. Současně se zjistilo, že zkrmování velkých dávek syrového vaječného bílku vyvolává u krys dermatitidu, kterou lze odstranit podáváním výtažku z rostlin, případně živočišných tkání. Tento faktor byl nazván vitaminem H a porovnáním s biotinem bylo zjištěno, že se jedná o totožné látky. Chemická struktura vitaminu H byla stanovena roku 1942 a o rok později byl vyroben syntetický vitamin (Jelínek & Koudela 2003).

Bitoin je koenzymem karboxyláz a má význam v přeměně sacharidů a tuků (Zeman 2006). Je součástí různých enzymů, včetně dekarboxyláz, které přenášejí oxid

uhličítý. Právě z tohoto důvodu je nepostradatelný pro každou buňku. Jeho biologickou využitelnost snižuje bílkovina avidin, obsažena právě ve vaječném bílku, a proto k jeho deficitu může docházet po dlouhodobém zkrmování syrových vajec. Stejně tak jeho nedostatek může být vyvolán podáváním antibiotik (Kváš 1998).

Biotin se ničí teplem, konzervováním a také přítomností kyslíku. Jeho ztráty se však dají zmírnit použitím antioxidačních činidel (Solčány 2016).

Psi

Nedostatek biotinu se u psů může projevit onemocněním kůže, vypadáváním srsti a ztrátou hmotnosti. Biotin z obilovin je pro psy málo využitelný, a proto jsou dobrým zdrojem zejména živočišné produkty (Kváš 1998).

- Potřeba: -

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 0,07 mg / kg
 dospělé kočky 0,07 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.8 Vitamin B9 (kyselina listová, folacin)

Kyselina listová byla poprvé izolována roku 1941 z listů, po kterých byla rovněž pojmenována (Jelínek & Koudela 2003).

Ve své koenzymové formě katalyzuje přenos a metabolismus jednonukleotidových zbytků kyseliny mravenčí a metylových skupin, účastní se tvorby metioninu, cholinu a nukleových kyselin. Společně v součinnosti s vitamínem B₁₂ má vliv na tvorbu erytrocytů (Kváš 1998). Důležitou roli hraje také její účast na syntéze thymidinu, který je složkou deoxyribonukleové kyseliny (DNA). Při nedostatečném množství kyseliny listové v těle není DNA adekvátně syntetizována a to vede ke sníženému buněčnému růstu a zranění. To se klinicky projevuje jako anémie či leukopenie. Stejně jako většina vitaminů skupiny B je kyselina listová syntetizována u psů a koček bakteriemi tlustého střeva (Case et al. 2010).

Kyselina listová je poměrně nestabilní látka. Lehce podléhá oxidaci, zejména při zpracování potravin a jejich skladování. Také se její stabilita zhoršuje vzestupem teploty, přístupem světla a přítomností kovů. Při vaření přestupuje do vody a dochází rovněž k velkým ztrátám (Solčány 2016). Vrem se ničí až 95 %, velké ztráty také vznikají oxidací a působením světla. Proto je její využití z potravy často velmi malé (Novosádová 2014).

Psi

Hypovitaminóza se u psů vyskytuje po delším podávání antibiotik a sulfonamidů. Projevuje se anémií, tukovou degenerací jater, allotriofágií a zpomalením růstu štěňat (Kváš 1998). Kyselina listová se společně s vitamínem B₁₂ podílí na tvorbě červených krvinek a syntéze nukleových kyselin (DNA, RNA). Tím umožňuje bezchybné dělení buněk a reprodukci. Je velmi důležitá pro vývoj plodů a chrání proti vrozeným defektům

(rozštěpy patra a páteře) a u predisponovaných plemen (zejména rhodéský ridgeback a jeho kříženci) zabraňuje vzniku dermoidního sinusu (Novosádová 2014).

Cílem studie Domoslawské et al. (2013) bylo porovnat četnost výskytu rozštěpu rtu nebo patra u štěňat dvou plemen, mopsů a čivav, a změřit hladiny kyseliny listové v krvi během březosti s perorálním doplňkem kyseliny listové a bez něj. V prvním pokusu byla zvířatům (n = 25) podávána kyselina listová do 40. dne březosti. Ve druhé studii byla srovnána prevalence případů rozštěpů rtu / patra ve vrzích před a po suplementaci. Procento štěňat s rozštěpy po suplementaci se u štěňat mopsů a čivav snížilo (z 10,86% na 4,76% a z 15,78% na 4,8% v uvedeném pořadí). V první den byly koncentrace kyseliny listové u všech zvířat na nízké fyziologické úrovni (kolem 8 ng / ml). U fen experimentální skupiny hladina kyseliny listové v krvi ve 14. a 30. dni suplementace vykazala nárůst u obou plemen (13,65 ± 4,27 ng / ml u mopsů, 10,79 ± 2,84 ng / ml u čivav a 14,94 ± 3,22 ng / ml u mopsů, 12,95 ± 3,58 ng / ml u čivav, v uvedeném pořadí). U francouzských buldočků bylo snížení těchto rozštěpů dokumentováno Guilloteauem et al. (2006). V jeho komplexní studii na 140 štěňatech trvala suplementace kyselinou listovou od 15 dnů před pářením do konce březosti. Procento rozštěpů patra a rtů se snížilo z 8 % na 4,4 %. Zdá se, že suplementace kyselinou listovou je jednoduchá a účinná preventivní metoda ke snížení rizika rozštěpů rtu a patra, zejména u predisponovaných plemen. Navíc byl pozorován pokles počtu císařských řezů u fen po doplnění kyselinou listovou. U březích fen před suplementací kyselinou listovou byly provedeny císařské řezy 8× (4× u mopsů a 4× u čivav), zatímco po doplnění byly provedeny pouze 3× (2 císařské řezy u čivav a 1 u mopsů).

- Potřeba: růst a reprodukce 0,18 mg / kg
 dospělí psi 0,18 mg / kg

Kočky

- Potřeba: růst a reprodukce 0,8 mg / kg
 dospělé kočky 0,8 mg / kg (AAFCO 2006).

3.1.9 Vitamin B12 (kobalamin, cyanokobalamin)

V první polovině 19. století byla popsána perniciózní (zhoubná) anémie, při které je v kostní dřeni inhibováno zrání erytrocytů a která v té době byla nevléčitelná a mnohdy až smrtelná. Toto onemocnění bylo provázeno částečnou atrofií žaludeční sliznice a nedostatečnou sekrecí kyseliny chlorovodíkové. Předpokládalo se, že jeho příčinou je nedostatek vnějšího faktoru, obsaženého v krmivu, a rovněž vnitřního faktoru, vylučovaného žaludeční sliznicí. Později se přišlo na to, že konzumace jater před touto nemocí ochraňuje. V roce 1948 pak byl z jater izolován vitamin B₁₂ (Jelínek & Koudela 2003).

Kobalamin stimuluje a reguluje dozrávání erytrocytů, proto je také někdy nazýván antianemickým faktorem. Spolu s kyselinou listovou se účastní na tvorbě metioninu,

přeměně tuků a některých aminokyselin. Důležitou roli hraje také při tvorbě hemoglobinu (Kváš 1998). Schopnost syntetizovat vitamin B₁₂ má většina bakterií přítomných ve střevech zvířat. K jeho syntéze je potřeba dostatečné množství kobaltu, který je součástí molekuly vitaminu (Jelínek & Koudela 2003).

Vedle perniciózní anémie se při nedostatku kobalaminu pozoruje také snížení počtu trombocytů a leukocytů. Nedostatek vitaminu B₁₂ může být způsoben poruchou transportní funkce epitelových buněk ilea nebo nepřítomností vnitřního faktoru, který je nutný pro resorpci kobalaminu v tenkém střevě. Nedostatek vnitřního faktoru je nejčastěji způsoben atrofií žaludeční sliznice (Case et al. 2010). U psů a koček je vnitřní faktor primárně produkován slinivkou břišní. Kyselina listová a vitamin B₁₂ jsou nezbytné pro podporu normálního dělení buněk a léčba nedostatku vitaminu B₁₂ obvykle vyžaduje parenterální podávání. Nedostatek vitaminu B₁₂ se vyvíjí nejčastěji z intestinální malabsorpce, může to však být také důsledkem syndromu krátkého střeva. Absorpce vitaminu B₁₂ v gastrointestinálním traktu je omezena na ileum a chirurgické odstranění velkých částí ilea může vést k potřebě celoživotního parenterálního doplňování B₁₂ (Sanderson 2013).

Výhodou kobalaminu je fakt, že jakmile je jednou přijat ze stravy, může být v těle jeho nadbytek uložen. Mezi zásobárny kobalaminu patří svaly, kosti a kůže (Case et al. 2010).

Kobalamin je poměrně vysoce stabilní vitamin, jeho stabilitu snižuje vysoká koncentrace kyseliny askorbové a železa, které ho oxidují (Solčány 2016).

Psi

U psů jsou případy spojené s nedostatkem kobalaminu vzácné z důvodu jeho intestinální syntézy. Nedostatek se projevuje nechutenstvím, anémií, mokvavými záněty kůže a vypadáváním srsti (Kváš 1998).

Deficit kobalaminu je u čínských psů – šarpejů dědičný a zděděné příčiny nedostatku kobalaminu mohou ovlivnit jeho buněčné zpracování. Grützner et al. (2013) hodnotili koncentrace homocysteinu v séru (HCY) a kyseliny methylmalonové (MMA) u šarpejů a dalších šesti plemen s nedostatkem kobalaminu. Přesný test byl použit k vyhodnocení, zda je nedostatek kobalaminu u šarpejů spojen s hyperhomocysteinémií (zvýšená hladina homocysteinu), která má vliv na řadu chorob, jako jsou ateroskleróza nebo ischemické srdeční choroby. Koncentrace HCY a MMA v séru byly u šarpejů asi 10× vyšší ve srovnání s ostatními plemeny (P < 0,0001). Hyperhomocysteinémie tak byla u těchto psů spojena s nedostatkem kobalaminu (P = 0,009).

- Potřeba: růst a reprodukce 0,022 mg / kg
 dospělí psi 0,022 mg / kg (AAFCO 2006).

Kočky

U 261 koček s gastrointestinálním onemocněním byla měřena koncentrace kobalaminu v séru. Kromě toho bylo stanoveno referenční rozmezí pro kobalamin (305 - 1,967 ng / l). Celkem 108 z 261 koček (41,4%) mělo hypokobalaminemii, mezi jejíž klinické příznaky patřil zejména průjem. Mezi nejčastější diagnózy patřil rovněž lymfom

a zánětlivá enteropatie. Stručně řečeno, vysoké procento koček s gastrointestinálními poruchami trpí také hypokobalaminemií. Starší kočky s podváhou měřené po více než 2 týdnech zvracení a průjmu měly častěji hypokobalaminemii. Ačkoli anémie a objem červených krvinek, neutrofilní leukocytóza a hypoalbuminemie korelovaly s nízkými hladinami kobalaminu, nedošlo k žádným typickým změnám krevního obrazu. Velmi nízké hladiny kobalaminu byly nejčastěji spojeny s lymfomem, proto by z těchto důvodů mělo být stanovení kobalaminu zahrnuto do rutinního vyšetřování chronických gastrointestinálních problémů u koček (Kook et al. 2012).

- Potřeba: růst a reprodukce 0,02 mg / kg
 dospělé kočky 0,02 mg / kg (AAFCO 2006).

Vitaminy rozpustné v tucích

Vitaminy rozpustné v tucích tvoří vitaminy A, D, E a K. Tato skupina vitaminů používá stejné mechanismy jako dietní tuk a jejich metabolity jsou vylučovány primárně do stolice prostřednictvím trávení a vstřebávání žluči. Přebytky vitamínů se ukládá především v játrech. Výsledkem je, že vitaminy rozpustné v tucích, konkrétně A a D, mají mnohem větší potenciál toxicity než vitaminy rozpustné ve vodě, které odcházejí močí z těla ven. Protože je lze v těle uchovávat, mohou se u zvířat uvolňovat pomaleji, a proto se s nedostatky zvíře tak často neseťká (Case et al. 2010).

3.2.1. Vitamin A (axeroftol, retinol)

Začátkem 20. století bylo zjištěno, že krmná dávka bez obsahu tuku vede po určité době k onemocnění a následné smrti zvířete. Byl tak učiněn závěr, že přírodní látky, zejména ty živočišného původu, obsahují v tuku rozpustný faktor nezbytný pro vývoj a normální funkci organismu. Tato látka byla v roce 1913 označena jako vitamin A (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin A, odborně nazývaný axeroftol, se v přírodě vyskytuje ve dvou formách. Známější z nich je retinol (vitamin A1), méně známá forma je 3-dehydroretinol (vitamin A2). V širším slova smyslu se k nim přiřazují tzv. karotenoidy, ze kterých se vitamin A v našem organismu vytváří, především v tenkém střevě a v játrech (Arndt 2013).

Vitamin A je esenciální vitamin rozpustný v tucích. Podporuje vidění, správný růst kostí, reprodukci, buněčnou diferenciaci a imunitu (Morris et al. 2012). Je nezbytný k ochraně epitelů před rohovatěním. Mezi jeho nejvýznamnější funkce patří funkce protiinfekční, protože poškozený epitel sliznice střeva a dýchacích cest pak snadno propouští choroboplodné zárodky. Je také nejdůležitějším vitaminem pro zárodečný epitel ve vaječniku a varlately (Zeman 2006). Podporuje hojení ran, popálenin či vředů, pomáhá při tvorbě zubů a kostí. Nedostatek se projevuje lámavostí drápů, suchou srstí, šeroslepostí, kožními vyrážkami a neplodností (Novosádová 2014). Příliš mnoho vitaminu A nebo hypervitaminóza A však může vést k závažné toxicitě (Ward 2018).

Vitamin A chrání vitamin C před oxidací. Stabilitu vitaminu A narušuje teplo a světlo za přítomnosti kyslíku. Při kuchyňských úpravách běžně dochází ke ztrátám 20 % (Solčány 2016).

Psi

Psi si dokáží vitamin A vyrobit z karotenu, který se nachází v zelenině. Pokud je však zelenina z jídelníčku vynechána, není na škodu ho přidávat do stravy (Pitcairn & Pitcairn 2005). U psa je přebytečný vitamin A uložen v esterifikované formě v lipidových kapénkách, nacházejících se v cytoplasmě Itových (hvězdicových) buněk jater. Psi vylučují vitamin A močí (Morris et al. 2012).

K hypervitaminóze A může vést nadměrná konzumace jater a může vyvolat skeletální léze, včetně deformace cervikální spondylózy (degenerativní onemocnění krční páteře), ankylózy obratlů a velkých kloubů, osteoporózy, inhibované syntézy kolagenu nebo zúžené meziobratlové otvory (Sanderson 2013).

- Potřeba: růst a reprodukce 5000 IU / kg
 dospělí psi 5000 IU / kg
 dospělí psi – maximum 250.000 IU / kg (AAFCO 2006).

Kočky

Kočky, narozdíl od psů, vyžadují přísun vitaminu A zejména v živočišné formě. Jsou citlivé na jeho nízké či vysoké koncentrace ve stravě (Pitcairn & Pitcairn 2005). Na rozdíl od většiny ostatních savců nemohou kočky převést β -karoten na vitamin A, protože postrádají enzym střevní dioxygenázy nezbytný pro štěpení β -karotenu. Kočky proto vyžadují ve své stravě předem vytvořený zdroj, například zdroj dodávaný z jater, rybích jaterních olejů nebo syntetického vitaminu A (Sanderson 2013).

Toxicita na vitamin A je u koček obvykle způsobena konzumací příliš velkého množství orgánového masa, zejména jater, které obsahuje vysoké hladiny vitaminu A, a nebo dopňky, které obsahují hodně oleje z tresčích jater (Ward 2018). Ten je ale zároveň vynikajícím zdrojem nenasycených mastných kyselin, a proto je dobré ho kočkám podávat (Pitcairn & Pitcairn 2005). Příznaky toxicity se obvykle neobjeví, dokud není kočka alespoň ve středním věku (nejčastěji od 2 – 9 let). Nejběžnějším problémem je forma artritidy, při které se kolem kloubů vyvíjí nová kost. To vede ke ztuhlosti a nehybnosti kloubů. Společným místem vzniku nových kostí je místo mezi kčnými obratli, což narušuje pohyb krku a vede k bolesti a nepohodlí. Často se jedná také o loket, zápěstí, ramena a kyčelní klouby. To může vést ke kulhání a bolesti. Tato poškození jsou nevratná. Jelikož se vysoké hladiny vitaminu A ukládají v játrech, nezbyvá nic než změnit stravu a zcela omezit jakýkoli jeho přísun (Ward 2018).

Příznaky nedostatku vitaminu A u koček jsou podobné příznakům u jiných druhů. Nicméně kočky krmené dietami s nedostatkem vitaminu A mohou vykazovat zánět spojivek, degeneraci sítnice, fotofobii a zpomalenou pupilární reakci na světlo. Hypovitaminóza A u koček může vyčerpávat zásoby vitaminu A v ledvinách a játrech; ovlivňuje reprodukci a má za následek mrtvě narozená mláďata, dále také vrozené

anomálie (hydrocefálie, slepotu, bezsrstost, hluchotu, ataxii, střevní kýlu). Hraniční deficit je častější, zejména u chronického onemocnění (Sanderson 2013).

- Potřeba: růst a reprodukce 9000 IU / kg
 dospělé kočky 5000 IU / kg
 dospělé kočky – maximum 750.000 IU / kg (AAFCO 2006).

3.2.2. Vitamin D (kalciferol, antirachitický vitamin)

Rachitida u dětí byla známá již ve starověku. První systematický popis tohoto onemocnění však pochází už z roku 1650. Od konce 18. století je známo, že ji lze léčit rybím tukem. Počátkem 19. století pak byl odhalen léčebný účinek slunečních paprsků (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin D nelze tak zcela považovat za vitamin, protože není normálně obsažen v potravě. Vzniká v kůži z endogenního prekursoru působením slunečního světla a je sám předchůdcem hormonu kalcitriolu. Ten reguluje spolu s parathormonem a kalcitoninem hladinu vápníku v krevní plazmě (Case et al. 2010). Pro výživu zvířat mají význam pouze vitaminy D₂ (ergokalciferol) a D₃ (cholecalciferol) (Kváš 1998). Ergokalciferol vzniká, když je sloučenina ergosterol vystavena ultrafialovému záření. K této přeměně dochází pouze u sklizených nebo poškozených rostlin, nikoli v živé rostlinné tkáni. Proto je tato forma vitaminu D významná pouze pro přežvýkavce a nepřežvýkavé býložravce, kteří konzumují potravu sušenou na slunci (Case et al. 2010). U savců je účinnost těchto dvou vitaminů prakticky stejná. V komerčních preparátech se nachází pouze vitamin D₃ (Kváš 1998), který má pro všežravce a masožravce, jako je kočka a pes, největší výživový význam (Case et al. 2010). Ve větších dávkách působí vitamin D toxicky, je příčinou vyplavování vápníku z kostních rezerv a jeho ukládání v životně důležitých orgánech, zejména v ledvinách, a tím blokuje jejich účinnost (Zeman 2006). Hypervitaminóza D způsobuje hyperkalcemii a zvápenatění měkkých tkání, jako jsou plíce, játra, ledviny. Nedostatek naopak vede k rachitidě nebo osteomalácii – měknutí kostí (Kváš 1998). U mladých zvířat má jeho deficit za následek křivici a u dospělých zvířat osteomalacii. Klasické příznaky křivice jsou u štěňat a koťat vzácné a nejčastěji se objevují, když se doma připravovaná strava krmí bez doplnění vitamínu D. U koťat krmených stravou chudou na vitamín D byla zaznamenána křivice, i když množství vápníku a fosforu ve stravě bylo normální. U křivice je hladina vápníku a fosforu v séru snížena nebo nízká, s odpovídající vysokou hladinou parathormonu. Smrt u psů a u koček většinou souvisí s chronickým selháním ledvin (Sanderson 2013).

Vitamin D₂ i D₃ jsou náchylné na teplo, světlo, kyslík, ke zlepšení stability je vhodné použít antioxidantů (Solčány 2016).

Psi

Psi, na rozdíl od lidí, nemohou syntetizovat vitamín D z prekursorů cholesterolu a ultrafialového záření, takže jsou závislí na příjmu cholecalciferolu nebo ergokalciferolu ve stravě (Kraus 2013).

Hypervitaminóza D může vést u březích fen k poškození štěnat. Potřeba vitamínu D je pak vyšší zejména u rostoucích psů a psů v reprodukci (Kváš 1998).

Gow et al. (2011) porovnávali sérové metabolity vitamínu D a koncentrace parathormonu (PTH) v plazmě u psů se zánětlivým onemocněním střev (IBD) a normální koncentrací albuminu. Koncentrace 25-hydroxyvitamínu D (kalcidiolu) a kalcitriolu byly měřeny celkem u 118 psů. Tato studie prokázala, že psi s IBD a hypoalbuminemií mají výrazné odchylky v homeostáze vápníku. U mnoha psů je IBD a hypoalbuminemie spjata s hypovitaminózou D a tak nízkou koncentrací celkového i ionizovaného vápníku. Stručně řečeno, psi s IBD a hypoalbuminemií trpí hypokalcémií, mají vysoké koncentrace PTH a nízké koncentrace 25-hydroxyvitamínu D.

Dle Dvir et al. (2019) může být nízká hladina 25-hydroxyvitamínu D spojena se psí babeziózou, která postihuje psy v Jižní Africe. Tento výzkum poukazuje také na to, že hypovitaminóza D může být užitečným doplňujícím ukazatelem závažnosti tohoto onemocnění.

Lze také předpokládat, že nízké koncentrace 25-hydroxyvitamínu D mohou být pro psy rizikovým faktorem pro CHF (městnavé srdeční selhání). Studie Krause et al. (2013) potvrzuje, že vitamín D má kardioprotektivní účinky, tzn. potlačuje systém renin-angiotenzin-aldosteron (RAS), snižuje hypertrofii myokardu, inhibuje prozánětlivé cytokiny a zlepšuje aterosklerózu.

- Potřeba: růst a reprodukce 500 IU / kg
 dospělí psi 500 IU / kg
 dospělí psi – maximum 5000 IU / kg (AAFCO 2006).

Kočky

U 170 hospitalizovaných nemocných koček byla provedena studie, která zkoumala vztah mezi koncentrací vitamínu D a počtem leukocytů. U každé kočky byl zaznamenán věk, který průměrně činil 9 let, pohlaví, plemeno a konečná diagnóza. K dispozici byly také klinické údaje, jako je celkový počet bílých krvinek, neutrofilů, počet monocytů, eozinofilů a lymfocytů. Hlavním zjištěním této studie bylo, že kočky s neutrofilii mají nižší koncentrace vitamínu D než kočky s normální hladinou neutrofilů. Nízký obsah vitamínu D může být proto pozorován u koček s mykobakteriálními infekcemi, zánětlivým onemocněním střev nebo malobuněčným gastrointestinálním lymfomem (Titmarsh et al. 2016). Dlouhodobé zkrmování komerčního krmiva s nadměrným obsahem vitamínu D je u koček zodpovědné za kalcinózu (Morita et al. 1995).

Existuje stále více epidemiologických důkazů, které prokazují spojitost mezi deficitem vitamínu D a tuberkulózou. Dále se hromadí důkazy, že suplementace vitamínem D může zvýšit imunitu vůči mykobakteriím. Lalor et al. (2011) zjistili, že kočky s mykobakteriózou mají výrazně nižší koncentrace 25-hydroxyvitamínu D ve srovnání se zdravými kočkami. Toto zjištění je v souladu s několika dalšími studiemi na lidských mykobakteriálních infekcích, u nichž bylo zjištěno, že nižší hodnoty kalcidiolu jsou spojeny s vyšším rizikem aktivní tuberkulózy.

- Potřeba: růst a reprodukce 750 IU / kg
 dospělé kočky 500 IU / kg
 dospělé kočky – maximum 10.000 IU / kg (AAFCO 2006).

3.2.3. Vitamin E (tokoferol, antisterilní vitamin)

V roce 1922 byl tento vitamin nazván tokoferolem. O několik let později byla odhalena jeho chemická struktura a uskutečněna jeho syntéza (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin E je název používaný k popisu skupiny chemicky příbuzných sloučenin, které se nazývají tokoferoly a tokotrienoly. Existují čtyři přirozeně se vyskytující tokoferoly, ze kterých je nejaktivnější formou alfa-tokoferol, který se v krmivech pro domácí zvířata vyskytuje nejčastěji. V těle se vitamin E nachází v malém množství téměř ve všech tkáních (Case et al. 2010).

Vitamin E je antioxidačním činidlem (Zeman 2006). Polynenasycené mastné kyseliny buněčných membrán podléhají oxidaci a za přítomnosti kyslíku podléhají progresivní peroxidaci. Tokoferol dodává vodík k redukci volných radikálů, které jinak mohou tyto reakce urychlovat (Case et al. 2010). Podílí se také na zlepšení imunitních reakcí a zvýšení rezistence vůči některým onemocněním, jako je například mastitida (Zeman 2006). Chrání krevní cévy a svaly, předchází neplodnosti, snižuje účinek hepatotoxinů a podporuje syntézu gonadotropinů (Kváš 1998).

Tři základní mikroživiny, vitamin E, vitamin C a selen, mají hlavní antioxidační funkce. Byly charakterizovány jednotlivé nedostatky těchto mikroživin a bylo prokázáno, že poškození centrální nervové soustavy způsobuje pouze nedostatek vitamínu E, který je závažný.

Nadbytek je charakteristickým znakem biologické obrany proti oxidačnímu poškození. To znamená, že existuje mnoho obranných mechanismů, které reagují na četné oxidační hrozby, a tyto obranné mechanismy se překrývají, takže ztráta jednoho mechanismu je pro organismus zřídka katastrofická. Ztráta více než jednoho antioxidačního mechanismu však může vést ke zhroucení obrany oxidantů se závažnými následky. Příkladem je masivní peroxidace lipidů a nekróza jater, ke které dochází u potkanů se současným nedostatkem vitamínu E a selenu (Burk et al. 2006). Nedostatek vitamínu E vede také k degeneraci zárodečného epitelu a Leydigových buněk v semenných provazcích. Použití selenu a vitamínu E má na samčí reprodukční systém synergické účinky (Zubair 2017).

Obsah vitamínu E klesá sušením a konzervováním. Tokoferol se rozkládá při vyšších teplotách a při změnách pH. V průběhu zpracování a skladování masa a masných výrobků nepřesahují ztráty 10 %. K největším ztrátám dochází při pečení a smažení (Solčány 2016).

Psi

Vitamín E je v tlustém střevě psa tvořen pomocí bakterií, čímž je téměř kryta jeho potřeba (Lišková 2012). Nedostatek vitamínu E vyvolává u samic ireverzibilní zastavení spermiogeneze. U fen může být příčinou potratů. Jeho deficit se projevuje také myopatiemi (Kváš 1998). Domoslawska et al. (2018) vybrali deset psů, kterým byly po

dobu 60 dnů perorálně podávány organické selenové kvasnice (6 µg / kg) a vitamin E (5 mg / kg). Po 60 dnech bylo zjištěno zvýšení ($p < 0,05$) koncentrace selenu a vitaminu E v krvi. Výsledky tohoto výzkumu naznačují, že suplementace selenem a vitaminem E zvýšila antioxidační stav spermií a zlepšila kvalitu spermatu psů se sníženou plodností.

Také u psích atopických dermatitid (CAD) byly zjištěny nízké koncentrace vitaminu E v plazmě. Tato studie byla zaměřena na stanovení účinku osmitýdenního doplňování vitaminu E na klinickou odpověď (míra závažnosti atopicitidy u psů a intenzita svědění) u psů s atopickou dermatitidou. Byly také stanoveny hladiny markerů oxidačního stresu (malondialdehyd v plasmě a celková antioxidační kapacita (TAC), krevní glutathionperoxidáza a erytrocyt superoxididismutáza, koncentrace plazmatu a vitaminu E v kůži). Do studie bylo zařazeno dvacet devět psů s CAD. Čtrnáct jich dostalo vitamin E (8,1 IU / kg jednou denně, orálně) a 15 dostalo minerální olej jako placebo, také orálně. Ve skupině se suplementací vitaminem E byly pozorovány signifikantně vyšší plazmatické hladiny vitaminu E a TAC než ve skupině s placebem. Výsledky této studie podporují doplnění vitaminu E u psů s atopickou dermatitidou jako rutinní dermatologickou praxi (Kapun et al. 2014).

Několik vědců také zkoumalo, zda doplňkové antioxidanty omezují oxidativní poškození svalů způsobené cvičením u sportujících psů. U psích spřežení se plazmatické koncentrace isoprostanu (markeru peroxidace lipidů) a kreatinkinázy (markeru poškození svalů) zvyšují a koncentrace vitaminu E se během namáhavého vytrvalostního cvičení snižují. Denní suplementace vitaminu E (457 IU), karotenem (5,1 mg) a vitaminem C (706 mg) nezmírnila zvýšení koncentrací cirkulující kreatinkinázy spojené s vytrvalostním cvičením u psích spřežení (Marshall et al. 2002).

- **Potřeba:**

růst a reprodukce	50 IU / kg
dospělí psi	50 IU / kg
dospělí psi – maximum	1000 IU / kg

Kočky

Podle O'Brien et al. (2015) má suplementace vitaminem E nebo selenem příznivý vliv na imunitní funkce kočky. Může ovlivnit jak vrozenou, tak získanou imunitu. Bylo zjištěno, že suplementací vitaminem E může být zvýšena fagocytární aktivita, což je pravděpodobně způsobeno účinky vitaminu E na produkci imunosupresivních sloučenin, jako jsou volné radikály a prostaglandin E2. Také bylo prokázáno, že 500 IU / kg sušiny vitaminu E (450 mg / kg sušiny) zvyšuje u starých koček proliferativní odpověď lymfocytů na konkanavalin A (ConA).

Pro tento pokus bylo vybráno 72 koček domácích. Jeden týden před pokusem byly všechny kočky krmeny bazální stravou ad libitum, aby se standardizoval příjem vitaminu E a Se. Bazální strava byla komerční vlhká (konzervovaná), která měla analyzovaný obsah vitaminu E (celkový alfa-tokoferol) a Se v množství 63,2 mg / kg sušiny a 0,38 mg / kg sušiny v tomto pořadí. Kočky byly váženy týdně po celou dobu studie. Všechny kočky zůstaly zdravé po celou dobu pokusu. Nebyly pozorovány žádné známky toxicity Se, jako je zvracení, průjem, vypadávání chlupů nebo kulhání. Průměrný úbytek tělesné hmotnosti ve skupinách (n = 8) se pohyboval od 17,8 g (0,97%) do 275,1 g (7,1%). Po 28

dnech krmení byly u koček krmených stravou s doplňkem vitamínu E pozorovány zvýšené proliferativní odpovědi lymfocytů na ConA a fytohemaglutinin ($P < 0,05$) bez ohledu na to, zda krmná dávka obsahuje také selen. Výsledkem je, že doplnění vitamínu E významně zvýšilo proliferaci lymfocytů v reakci na ConA. Nicméně, vyšší dávka vitamínu E (450 mg / kg sušiny) neměla větší účinek než střední dávka (225 mg / kg sušiny). Bylo prokázáno, že selen nemá účinek na proliferativní odpověď lymfocytů na Con A, a proto není nezbytné ho přidávat do stravy koček.

Vitamín E se také používá při léčbě steatitidy (zánět tukové tkáně). Toto onemocnění se nejčastěji vyskytuje u koťat krmených výhradně velkým množstvím nenasycených mastných kyselin ve stravě, která nemá odpovídající rovnováhu antioxidantů vzhledem k polynenasyceným tukům. Klinickými příznaky jsou anorexie, horečka, bolest na hrudníku a břicho nebo neutrofie (zvýšení krevních neutrofilních granulocytů). Kočky se steatitidou by měly být krmeny dietami s omezeným obsahem polynenasycených mastných kyselin (povoleny jsou mononenasycené a nasycené tuky) a strava by se měla doplnit o vitamín E v dávce 10–20 mg, podávaný po dobu 5–7 dnů (Sanderson 2013).

- Potřeba: růst a reprodukce 30 IU / kg
 dospělé kočky 30 IU / kg (AAFCO 2006).

Morčata

Burk et al. (2006) provedli sérii studií na morčatech, ve kterých bylo cílem charakterizovat všechny 3 kombinace antioxidantních nedostatků mikronutrientů. Kombinace, které zahrnovaly nedostatek selenu v kombinaci s nedostatkem vitamínu E nebo vitamínu C, způsobily poškození kosterního svalu. Kombinace nedostatků vitamínu E a vitamínu C vedla k paralýze končetin náhlého nástupu, který postupoval k smrti, obvykle do 12 hodin. Krátké období kombinovaného nedostatku vitamínů E a C způsobuje u morčat hlubokou dysfunkci centrálního nervového systému (CNS). Byla studována histopatologie CNS za účelem vymezení povahy a rozsahu zranění způsobeného tímto dvojitým nedostatkem. Po odstavení byla morčata po dobu 14 dnů krmena nedostatkem vitamínu E. Poté byl odebrán i vitamín C ze stravy některých morčat. Byly tedy vytvořeny čtyři skupiny stravy: úplná, nedostatek vitamínu E, nedostatek vitamínu C a nedostatek vitamínu E i C. Morčata byla pozorně sledována a jejich pohyblivost byla hodnocena nejméně dvakrát denně. Když byly detekovány známky ochrnutí, postižené morče bylo anestetizováno a perfundováno pro odstranění krve a fixace mozku a míchy pro histopatologii. Zbývající morčata byla připravena ke studiu stejným způsobem ve 13. – 15. dni. Pouze kombinovaný nedostatek způsobil poškození v CNS. Poškození spočívalo hlavně v odumření nervových buněk, degeneraci axonů, poškození cév a souvisejících reakcích gliových buněk. Tyto výsledky ukazují, že paralýza a smrt způsobená kombinovaným nedostatkem vitamínů E a C u morčat je způsobena vážným poškozením mozku a míchy.

3.2.4. Vitamin K (fylochinon, koagulační vitamin)

Avitaminóza K byla jako první popsána v roce 1929 u kuřat. Základním příznakem byla hemoragie – krevní výrony do podkoží a svaloviny, jako důsledek snížené srážlivosti krve. O deset let později byl z vojtěšky izolován vitamin K₁ – fylochinon, a ze zahrávající rybí moučky získána látka s antihemoragickým účinkem – vitamin K₂ (Jelínek & Koudela 2003).

Vitamin K₁, také známý jako fylochinon, je přírodní forma vitamínu K rozpustného v tucích, který se nachází v rostlinách. Jedná se o viskózní olejovitou kapalinu intenzivní žluté barvy. Je nerozpustný ve vodě, mírně rozpustný v ethanolu a volně rozpustný v etheru, chloroformu, tucích a olejích. Vyskytuje se přirozeně v potravinách, zejména v listových zeleninách (např. špenát, kapusta) a v košťálové zelenině (např. v brokolici a růžičkové kapustě). Komerčně dostupný vitamin K₁ se však nejčastěji vyrábí chemickou syntézou.

Vitamin K je nutný pro dokončení syntézy proteinů srážení krve a pro mineralizaci kostí. Nedostatek vitamínu K může vést ke koagulopatiím a nekontrolovanému krvácení (Delaney & Dzanic 2018). Je syntetizován mikroorganismy trávicího traktu, a proto například při podávání antibiotik, které mikroorganismy potlačují, je třeba vitamin K přidávat (Zeman 2006). Vitamin K je také esenciální pro syntézu některých proteinů. To platí především pro osteokalcin, protein extracelulární kostní matrix. Dostatečné zásobení vitamínem K je nutné jak pro vývoj kostry v průběhu růstové fáze, tak i pro udržení kostní hmoty v dospělém věku (Kasper 2015).

Nejčastější příčinou nedostatku vitamínu K je otrava domácích zvířat warfarinem, který dle Delaney & Dzanic (2018) blokuje enzym vitamin K-epoxid reduktázu a tím snižuje schopnost jater používat vitamin K k produkci funkčních faktorů srážení krve. Vitamin K může být také nápomocný při aflatoxikóze, která je způsobena mykotoxiny (aflatoxiny) produkovány plísněmi. Toxické účinky se projevují zejména jako hematologické a oběhové poruchy. Ve studiích na zvířatech nezpůsobilo perorální požití velkého množství vitamínu K žádné úmrtí (McDowell 2012). Podle Delaney & Dzanic (2018) neexistují žádné zprávy o hypervitaminóze K nebo toxických účincích u psů nebo koček krmených syntetizovaným vitamínem K₁. Po rozsáhlém přezkumu literatury dospěli k závěru, že fylochinon nemá při podávání zvířatům v masivních dávkách žádné nepříznivé účinky.

Komerční vitamin K₁ může být skladován v neotevřeném originálním obalu po dobu 36 měsíců od data výroby nebo do data „minimální spotřeby“ na etiketě. Je relativně stabilní vůči teplu, ale je poměrně rychle degradován světlem a při kontaktu se silnými zásadami se rozkládá (Delaney & Dzanic 2018).

Psi

Pro vitamin K pro psy neexistuje dietní požadavek, protože ho mohou syntetizovat střevní bakterie. Jakýkoli stav, který mění střevní mikroflóru, jako je antibiotická terapie, však může vést k nedostatku vitamínu K. Výsledkem je, že NRC doporučuje vitamin K v množství 0,33 mg / 1 000 kcal ME u štěňat a 0,45 mg / 1 000 kcal ME u dospělých psů (Sanderson 2013).

- Potřeba: -

Kočky

Center et al. (2000) navrhuje, aby se podávání vitamínu K zvažovalo u koček se závažným onemocněním jater nebo zánětlivým onemocněním střev spojeným se střevní malabsorpcí (stav, kdy tenké střevo není schopno získat pro tělo živiny; podílí se na ní porucha rozkladu – maldigestce, porucha vstřebávání – malabsorpce a poruchy pohyblivosti střeva). Vyčerpání vitamínu K se může vyvinout v důsledku různých chorobných stavů a nutriční deprivace. Jakýkoli zdravotní stav, který způsobuje nedostatek vitamínu K, by mohl vyvolat zvýšenou dobu srážení PIVKA (označení proteinu vznikajícího při syntéze koagulačních faktorů závislých na vitamínu K tj. II, VII, IX, X, a protein C v nepřítomnosti tohoto vitamínu). Poruchy ve funkci tenkého střeva mohou vést k nedostatku vitamínu K v důsledku snížené absorpce vitamínu. Kočky se zánětlivým onemocněním střev měly v této studii zvýšenou dobu srážení PIVKA. Toto onemocnění je u koček spojeno s koagulopatií reagující na vitamín K. Koagulopatie reagující na vitamín K byla prokázána u 21 / 24 koček se zvýšenou dobou srážení PIVKA; 17 koček mělo onemocnění jater nebo těžké zánětlivé střevní onemocnění a 5 koček mělo různé poruchy. Abnormální časy srážení PIVKA se normalizovaly s podáváním vitamínu K. Nedostatek vitamínu K je důležitým faktorem přispívajícím ke koagulopatiím pozorovaným u koček s onemocněním jater a je v souladu se zjištěním snížené aktivity faktoru VII.

- Potřeba: růst a reprodukce 0,1 mg / kg
 dospělé kočky 0,1 mg / kg (AAFCO 2006).

NRC doporučuje vitamín K v množství 0,25 mg / 1 000 kcal ME u koťat a dospělých koček (Sanderson 2013).

3.3. Krmení psa a kočky

Krmiva lze obecně rozdělit na granulovaná (suchá nebo polovlhká), která jsou vyvážená, plnohodnotná, zohledňují věk, zatížení a způsob života psa či kočky; konzervy (vlhká), které jsou ve výživě koček považovány za kompletní krmivo, avšak obsahují nízké hodnoty vitamínů a minerálů; a BARF, což je způsob krmení, který se nejvíce podobá přirozenému stravování vlků ve volné přírodě (Zicker 2008).

Mnoho krmiv pro domácí mazlíčky obsahuje potřebné složky pro konkrétní fázi života zvířete. Fáze života domácích zvířat se dělí takto: kotě nebo štěně je do 1 roku, dospělá kočka nebo pes je jeden až šest let a starší kočka nebo pes je starší než šest let (Hamilton 2003).

Bezpečnost, přiměřenost a účinnost krmiv pro domácí zvířata jsou pro veterináře a spotřebitele důležitými hledisky. Výrobci krmiv pro domácí zvířata jsou povinni dodržovat různé předpisy od různých vládních a státních agentur před jejich uvedením na trh. Nedávné události v komerčním průmyslu krmiv pro domácí zvířata zaměřily

pozornost na přiměřenost a bezpečnost komerčně vyráběných krmiv z malých i velkých výrobních zařízení.

Komerčně připravená krmiva pro domácí zvířata jsou snadným a ekonomickým způsobem, jak splnit požadavky na živiny u domácích zvířat. Tyto druhy krmiv poskytují více než 90 % kalorií spotřebovaných domácími mazlíčky. Existují tři základní formy komerčních krmiv pro domácí zvířata: suchá, polovlhká a vlhká nebo konzervovaná. Hlavní rozdíl v tomto schématu kategorizace je založen na obsahu vody. Suchá krmiva obsahují obvykle méně než 11 % vody, polovlhká 25 až 35% vody a vlhká nebo konzervovaná krmiva obsahují 60 až 87 % vody (Zicker 2008).

3.3.1. Výběr komponent

Většina vyráběných krmiv pro zvířata v zájmovém chovu je formulována tak, aby splňovala specifické nutriční cíle podporující růst, udržování nebo graviditu / laktaci, jak doporučuje AAFCO (The Association of American Feed Control Officials). K cíleným živinám patří bílkoviny, tuky, sacharidy, vitamíny a minerály potřebné k udržení života a pokud je to možné, k optimalizaci výkonu. Komerční formulace krmiv pro domácí zvířata se při výrobě opírají o vlastní nebo veřejné databáze obsahu živin. S těmito rozsáhlými databázemi je možné, aby počítačová technologie optimalizovala zahrnutí přísad tak, aby bylo velmi přesně dosaženo specifických fyziologických potřeb. Kromě toho se přidávají minerální a vitamínové směsi, aby se zajistilo kompletní a vyvážené krmivo (Zicker 2008).

3.3.2. Suché krmivo

Suché krmivo je hlavním segmentem průmyslu krmiv pro domácí zvířata, což lze připsat jeho jednoduchosti při skladování a zkrmování. Suché částice se obvykle vytvářejí procesem zvaným extruze, při kterém se vyrábějí v extrudéru protlačováním jemně našrotované a navlhčené směsi surovin přes matrici, která dává krmivu finální tvar za použití optimální teploty a tlaku a poté se ještě suší, aby byla zajištěna dlouhodobá trvanlivost. Teploty se pohybují mezi 100 až 200 ° C a tlak od 34 do 37 atm, což jsou dostatečně vysoké hodnoty, aby se zajistila sterilizace potravin. Suchá krmiva jsou chráněna proti znehodnocení díky nízkému obsahu vody, zatímco antioxidanty jsou přidávány, aby se zabránilo oxidačnímu poškození. Antioxidanty mohou být buď přírodní zdroje, jako je vitamin E, nebo syntetické (např. BHA, BHT). Výsledný extrudovaný materiál má vlhkost přibližně 25 % před sušením, kde je dosaženo konečného obsahu vlhkosti 8 až 10 %. Při této hladině vlhkosti je inhibována tvorba plísní (Zicker 2008).

Suchá krmiva obvykle obsahují 90 % sušiny a 10 % vody. Přibližně 95 % suchých krmiv pro psy a kočky se vyrábí kombinací ingrediencí (zrna, maso a vedlejší produkty z masa, tuky, minerály a vitamíny), poté se směs vytlačí do formy. Hlavní výhodou suchých krmiv jsou nižší náklady. Některé druhy suchého krmiva mohou také poskytovat prospěšnou masáž zubů a dásní, která pomáhá snižovat periodontální onemocnění (Sanderson 2013).

Podle studie Changa et al. (2016) může mít vadné suché krmivo za následek nedostatek thiaminu u koček. Ačkoli přesný problém nebyl identifikován, mohl vzniknout

výrobním procesem, nedostatečným doplněním thiaminu během výroby nebo skladování. Skladování krmiva pro domácí zvířata může také vést ke ztrátě thiaminu. U suchých krmiv pro kočky byla zdokumentována ztráta thiaminu o 34% po 18 měsících skladování. Podmínky skladování, jako je vlhkost a teplo, mohou potenciálně urychlit degradaci thiaminu. Výrobci obvykle dodávají extra thiamin, aby kompenzovali ztráty ze zpracování a skladování.

3.3.3. Konzervované krmivo

Vlhká krmiva mají vysoký obsah vody, obvykle 60 až 87%, a pro dosažení konečné konzistence vyžadují přítomnost gelujících činidel, jako je škrob nebo gummy. V některých technikách zpracování může být vlhká strava vyrobena tak, aby nabírala vzhled kousků masa, které nemusí nutně odrážet množství masa v produktu. Mnoho vlhkých krmiv však ve srovnání se suchými obsahuje vyšší procento masa. Vlhká krmiva procházejí procesem, jehož výsledkem je dobře sterilizovaný finální produkt podobný konzervovaným výrobkům pro lidskou spotřebu. Ingredience jsou smíchány, rozemlety a poté vařeny do horké směsi pro přenos do plechovky. Vrchní část je utěsněna parou, která vytlačuje vzduch, což vede k vytvoření anaerobního prostředí. Nakonec jsou plechovky sterilizovány v zařízení zvaném retort, kde jsou udržovány teploty 121 ° C po dobu minimálně 3 minut, aby se usmrtily patogenní bakterie (Zicker 2008).

Mnoho konzervovaných krmiv pro domácí mazlíčky obsahuje strukturované bílkoviny získané z obilí, jako je pšenice nebo sója. Tyto materiály fungují jako masové analogy, které mají fyzikální strukturu podobnou masu a vysokou nutriční hodnotu. Použití masa v kombinaci s některými strukturovanými bílkovinami může zlepšit celkový nutriční profil konečného produktu. Mezi výhody konzervovaných potravin patří dlouhá trvanlivost a vysoká chutnost. Konzervovaná krmiva jsou však dražší než suchá (Sanderson 2013).

Dlouhodobé krmení konzervovaného masa však může mít u psů za následek nedostatek thiaminu. Příčiny nedostatku thiaminu u malých zvířat zahrnují požití ryb s vysokým obsahem thiaminázy, inaktivaci thiaminu při vaření nebo zpracování a přidání oxidu siřičitého nebo siřičitanových konzervačních látek do masa. Patří sem konzervační látky a sulfatizační činidla zpomalují kazení tím, že inhibují oxidaci myoglobinu na metmyoglobin, snižují zápach a zachovávají červenou barvu masa. Tyto látky také zvyšují trvanlivost a chutnost vařeného masa. Thiamin se štěpí siřičitanem na neaktivní sloučeniny, pyrimidin a thiazol. Když je maso konzervované siřičitanem a krmeno samostatně nebo ve stejnou dobu jako zdroj thiaminu (například komerční krmivo pro domácí zvířata nebo pivovarské kvasnice), thiamin se v celé potravě štěpí a může dojít ke stavu nedostatku thiaminu. Rozsah ničení thiaminu lineárně roste s množstvím oxidu siřičitého v masu. Hladina 400 mg oxidu siřičitého / kg vyčerpává thiamin o 55 % a 1000 mg / kg až o 95 %. K deaktivaci může dojít také v žaludku a většina thiaminového štěpení nastane během první hodiny. Pravidelné krmení domácích mazlíčků masem ošetřeného siřičitanem může vést k potenciálně fatálnímu nedostatku.

Nově se objevující potravinové trendy a široká škála informací dostupných na internetu znamenají, že veterináři a majitelé zvířat si často nejsou jisti, zda je zvolená

strava ideálním řešením pro dané zvíře a zda jsou pokryty všechny nutriční požadavky zvířete. Kromě toho je často věnována pozornost možnému vztahu složení krmiva ke zdravotním problémům. Zhruba 15% komerčních mokrých krmiv pro kočky na základě doporučení NRC (National Research Council) obsahovalo nízké hladiny thiaminu. U koček byly v různých mokrých krmivech zjištěny výrazně odlišné hladiny selenu či jódu (Rückert et al. 2017).

Rückert et al. (2017) také analyzovali živiny, které byly porovnány s předpisy směrnice EU 767/2009 o uvádění na trh a používání krmiv. Ve 12 kompletních krmných směsích byl obsah vápníku a fosforu trojnásobně vyšší než příslušný požadavek. Obsah vitamínů, argininu a taurinu nevykazoval však žádné významné rozpory s doporučenými hodnotami. Doporučení pro obsah vitamínu A v kompletním krmivu u dospělých koček je 5000 UI / kg. Ve dvou případech z 19 analyzovaných krmiv obsah vitamínu A překročil podle Evropské federace výrobců krmiv pro domácí zvířata (The European Pet Food Industry Federation, FEDIAF) přípustné maximální hodnoty. Především k těmto vysokým hladinám vede vysoký podíl jater v krmivech. Další studie již ukázala, že konzervované výrobky z koňského masa měly často, vzhledem k vysokému procentu obsahu jater, hladinu vitamínu A na hranici maximálních tolerovatelných hodnot. Kočky mají nízkou toleranci k vysokému příjmu vitamínu A. Při dlouhodobém příjmu nelze vyloučit zdravotní poruchy, jako jsou ankylózy krční a hrudní páteře a exostózy (povrchový kostní výrůstek z tkáně kosti nebo chrupavky) na dlouhých kostech. Dalším zkoumaným vitamínem byl vitamín D3. Jeho maximální přípustnou hodnotu překročily tři kompletní krmiva. Při dlouhodobém příjmu existuje riziko kalcifikace měkkých tkání (zejména krevních cév a ledvin) a deformace epifýz. Obecně platí, že zdravé dospělé kočky jsou při krmení komerčních konzervovaných krmiv dostatečně zásobovány energií a živinami.

V Austrálii bylo testováno maso z různých zdrojů na přítomnost siričitanových konzervačních látek. Byly testovány tři vzorky domácího masa z obchodů pro domácí zvířata, dvě plechovky komerčního krmení a dvě směsi domácího masa / konzervovaných potravin. Všechny tři čerstvé vzorky měly nadměrnou koncentraci SO₂ (průměr 1146 mg / kg), zatímco konzervované potraviny měly zanedbatelné úrovně (<10 mg / kg). Pro zpracované potraviny existují maximální povolené koncentrace, které musí být označeny.

Pokud chtějí majitelé domácích zvířat čerstvé maso krmit, měli by uvědomit, že maso zakoupené pro lidskou spotřebu neobsahuje konzervační látky (Sangh et al. 2005).

3.3.4. Polovlhké krmivo

Tato krmiva vyžadují použití zvlhčovadel a okyselení pro kontrolu obsahu vody a potlačení růstu plísní. Mají také nízký obsah vlákniny a relativně vysoký obsah cukru, což z nich činí vysoce chutné. Vyrábějí se podobným způsobem jako extrudované potraviny, ale obsah vody je díky přidaným zvlhčujícím látkám udržován na vyšší úrovni. Konečný obsah vlhkosti je 25 až 35 % a jsou tak náchylnější k plísním a kazům. Kontrola kvality po zpracování zahrnuje následné zpracování živin za účelem stanovení ztrát živin, dlouhodobého a krátkodobého skladování potravin za účelem posouzení stability a ztrát živin při skladování, jakož i průběžné sledování stability produktu za různých podmínek

prostředí. Je třeba poznamenat, že analýza potravin po výrobě pomáhá posoudit ztráty živin během složitého výrobního procesu. Pouhé stanovení hladin živin, které splňují cíle, však nezajišťuje plně nutriční přiměřenost produktu, protože laboratorní analýzy neměří biologickou dostupnost živin (Zicker 2008).

Výhodou je to, že nevyžadují chlazení a jsou konzervovány pomocí zvlhčovadel - látek, které vážou vodu, takže je zamezeno růstu bakterií a plísní a zajišťují trvanlivost. Zahrnují jednoduché cukry (obvykle sacharózu), sorbitol, propylenglykol a soli. Mnoho polovlhkých krmiv je okyseleno pomocí kyseliny fosforečné, jablečné nebo kyseliny chlorovodíkové pro zpomalení kazení. Mezi další výhody patří vysoká stravitelnost energie a chutnost (Sanderson 2013).

3.3.5. Doma připravovaná strava

Psi mohou být úspěšně udržováni na správně formulovaných domácích jídlech; to je však mnohem těžší u koček. Mezi výhody doma připravované stravy patří použití čerstvých, vysoce kvalitních surovin zvolených majitelem. Nevýhody zahrnují dobu přípravy, variabilní kontrolu kvality a konzistenci stravy, vyšší náklady a obtížnost při formulaci a přípravě nutričně kompletní a vyvážené stravy. Je nejobtížnější formulovat výživově kompletní a vyváženou stravu s dostatečnou hustotou živin v malém množství potravin, které jsou chutné také pro kočky. Mnohdy se stává, že strava obsahuje vysoké procento bílkovin a kalorií a nevhodný poměr vápníku a fosforu a nedostatečné hladiny mědi, jodu, vitamínů rozpustných v tucích a několik vitamínů B komplexu. Pokud se majitelé rozhodnou nakrmit doma připravenou stravu, měli by použít recepty formulované veterinárním odborníkem na výživu (Sanderson 2013).

3.3.6. Dieta na bázi syrového masa

V posledních letech se stravě na bázi syrového masa dostalo velké pozornosti. Spory, nedostatek přesných údajů a kvalitního výzkumu ztěžují veterinárním lékařům informovat majitele domácích zvířat o doporučeních ohledně této praxe krmení. Asociace amerických nemocnic pro zvířata (AAHA), Americká asociace veterinárních lékařů (AVMA) a Kanadská veterinární lékařská asociace (CVMA) však vydaly prohlášení, která odrazují od krmení surového nebo nedostatečně vařeného proteinu živočišného původu psům a kočkám.

Existují dva hlavní typy surovin na bázi syrového masa: domácí a komerční. Kromě toho do této kategorie spadá řada surových sušených nebo zmrazených sušenek pro domácí mazlíčky. Domácí stravy zahrnují různé režimy krmení, včetně BARF (Bone and Raw Food). Komerční strava na bázi syrového masa je nejčastěji čerstvá, zmrazená, pasterizovaná nebo sušená mrazem. Některé z těchto komerčních diet jsou formulovány tak, aby splňovaly nutriční profily AAFCO, ale mnoho jich není.

Jednou z největších oblastí diskuse kolem těchto typů stravy je bezpečnost nejen pro domácí zvířata, která je konzumují, ale také pro vlastníky domácích zvířat a další, kteří jsou vystaveni zvířatům, která je konzumují. I když majitelé nakoupí maso určené k lidské spotřebě, neexistuje žádná záruka, že tyto přísady neobsahují patogeny a lze je bezpečně konzumovat. Surové kuře je běžným zdrojem salmonel a odhaduje se, že 21%

- 44% kuřat nakoupených z maloobchodních míst určených pro lidskou spotřebu v celé Severní Americe je kontaminováno salmonelou. I když majitel domácího mazlíčka přijme opatření při manipulaci a přípravě těchto diet, ukázalo se, že po konzumaci jediného jídla kontaminovaného salmonelou vyloučilo 44 % psů salmonelu do stolice až 7 dní po pozření a žádný z těchto psů neprojevoval žádné symptomy vykazující známky nakažení salmonelou. Odhaduje se, že míra kontaminace salmonelou u hovězího a vepřového masa určeného k lidské spotřebě se pohybuje od 3,5 % do 4 %, u listerie je odhadována u 15 % -34 % kuřecího masa a 25 % -52 % hovězího a vepřového masa.

Některé komerční stravy na bázi syrového masa jsou zmrazené nebo sušené mrazem, to však nezničí všechny potenciální patogeny v těchto produktech. Někteří komerční výrobci stravy na bázi syrového masa nyní používají vysokotlakou pasterizaci ve snaze snížit riziko patogenů. Ačkoli tento proces může snížit počet mnoha patogenů, obvykle je zcela nevyučuje a bakterie a viry se liší svou náchylností k tomuto procesu.

Dalším problémem jsou nutriční nerovnováhy. Bylo hodnoceno 95 domácích strav na bázi syrového masa určených pro psy, z toho 60 % mělo velkou nutriční nerovnováhu. Bylo vyvinuto několik kazuistik týkajících se vývoje vitamin D-dependentní rachitidy typu I spojené se psem, který byl krmen stravou na bázi syrového masa.

Zastánci syrové stravy často uvádějí, že strava na bázi syrového masa je evoluční strava psů a koček a že domácí psi a kočky se nikdy nevyvinuli ve schopnost trávit a absorbovat komerční krmiva pro domácí zvířata. Zastánci syrové stravy také uvádějí, že vaření ničí základní enzymy potřebné pro trávení. Zatímco malé množství bílkovin je zničeno během vaření a enzymy jsou bílkoviny, neexistuje důkaz, že zvířata nebo lidé tyto exogenní zdroje enzymů vyžadují. Navíc, mnoho z těchto enzymů je zničeno ve vysoce kyselém prostředí v žaludku a nikdy nedosáhne tenkého střeva, kde je absorbována většina živin.

Veterináři, kteří doporučují domácí stravu na bázi syrového masa, jsou však potenciálně odpovědní za to, pokud majitel zvířete onemocní v důsledku přípravy tohoto typu krmení a nebo v důsledku toho, že domácí mazlíčci vylučují patogeny do stolice (Sanderson 2013).

3.3.7. Nutriční požadavek versus doporučení

Před projednáním výživových doporučení je důležité porozumět rozdílu mezi požadavkem a doporučením. Vědecké studie u psů a koček se obvykle provádějí během specifického životního stadia, aby se určilo, jaké množství živiny je potřebné k podpoře konkrétního fyziologického výsledku, jako je růst, hmotnost nebo nějaký další relevantní parametr. Požadavky na růst, graviditu a laktaci se mohou lišit. Kromě toho se požadavky na živiny mohou měnit s délkou života. Publikace dokumentující studie o výživových požadavcích jsou odborníky v této oblasti občas přezkoumávány za účelem vypracování konsensu znaleckého posudku. Je důležité si uvědomit, že dohoda o požadavku nebo minimálním potřebném množství v potravě je funkčně odlišná od doporučení pro množství v komerční potravě. V humánních potravinách je doporučení pro denní dávku definováno jako „průměrná denní hladina příjmu v potravě, která je dostatečná k

uspokojení nutričních požadavků téměř všech (97 až 98%) zdravých jedinců v konkrétní životní fázi a genderové skupině“. Požadavek je pak stanoven jako minimální průměrná hodnota potřebná k podpoře specifické fyziologické funkce u konkrétního druhu a v určitém stádiu života (Zicker 2008).

3.3.8. Stabilita vitamínů během extruze

Extruze je hlavní metodou zpracování v potravinářském a krmivářském průmyslu. Jedním z možných nepříznivých účinků zpracování potravin a krmiv extruzí je destrukce vitamínů. Schopnost vitamínu udržet si svou kvalitu během skladování a za působení chemických nebo fyzických faktorů se nazývá jako stabilita.

Vitamín A, biotin a kyselina listová jsou nejcitlivější na teplo. Stabilita vitamínu K a kyseliny pantothenové je nepříznivě ovlivněna vlhkostí. Zatímco některé vitamíny skupiny B-komplexů (B₂, B₆, B₁₂, niacin, kyselina pantothenová a biotin) jsou velmi stabilní, nejcitlivější na proces extruze jsou vitamíny A, E, C, B₁ a kyselina listová. Tyto vitamíny mohou ztratit až 20 % své aktivity při nejnižší teplotě expandéru. Při nejvyšších teplotách expanderů tyto vitamíny ztrácí nejméně 65 % své původní aktivity.

Existuje několik faktorů, které ovlivňují stabilitu vitamínů během extruze, např. teplota, tlak, vlhkost, velikost matrice, expanze, vlhkost krmiva apod. Minimalizace teploty v extruderu chrání většinu vitamínů. Typické ztráty různých vitamínů během extruze, konzervace a skladování jsou uvedeny v tabulce (viz Tabulka 1) (Riaz et al. 2009).

Tabulka 1 Ztráty různých vitamínů v procesu extruze, konzervace a skladování.

Vitamín	Extruze (80 °C)	Konzervace	Skladování
Vitamín A	30 %	Až 70 %	6 – 7 % / m
Vitamín D	25 %	-	10 % / m
Vitamín E	10 %	-	-
Vitamín K	50 %	-	50 % v krmné směsi
Vitamín B ₁	50 %	Až 70 %	5 – 20 % / m
Vitamín B ₂	20 %	-	2 – 10 % / m
Vitamín B ₆	5 – 25 %	3 – 5 %	2 – 5 % / m
Niacin	10 – 30 %	5 %	1 – 2 %
Vitamín B ₅	10 – 20 %	-	0 – 5 % / m
Cholin	-	-	3 % / 6 m
Kyselina listová	50 %	50 %	10 – 50 % / m
Biotin	15 – 25 %	-	1 – 2 % / m
Vitamín C	90 %	-	2 – 5 % m

Zdroj: Riaz et al. (2009).

3.3.9. Krmení starších zvířat

Dnes domácí zvířata žijí výrazně déle kvůli vylepšeným léčbám infekcí a parazitů, zlepšené diagnostice a lepší lékařské technologii. Role také hraje zlepšená výživa, zejména koncept životního stádia, který uznává různé nutriční potřeby v různém věku. Výživa je zvláště důležitá u stárnoucích domácích mazlíčků a při řízení rizikových faktorů vzniku rakoviny, onemocnění srdce, ledvin a jater. Kromě toho se starší mazlíčci stávají méně aktivní a mají sníženou svalovou hmotu. Z těchto důvodů vyžadují v krmivu méně energie. Mají také sníženou imunitní reakci a glukózovou toleranci. Cílem krmiv pro starší domácí zvířata je udržování optimální výživy, řízení rizikových faktorů, zvládnutí nemocí a zlepšování kvality a dlouhověkosti života. Dosud to znamenalo snížení obsahu bílkovin, tuků, zdrojů energie, fosforu a sodíku a zvýšení vody a vlákniny. Velmi staří psi (starší než 12 let) však mohou vyžadovat poněkud více zdrojů tuku a energie. Mezi další důležité živiny u starších zvířat patří vápník, vitamín D, vitamín B12, kyselina listová, vitamín B6, niacin, vitamín C nebo E, železo a zinek. Mnoho z těchto živin je ve stravě starších psů v nedostatečném množství a mělo by být vhodně doplněno spolu s karnitinem, kyselinou thioktovou a případně koenzymem Q nebo kreatinem.

Například krmivo Eukanuba Senior Maintenance je určeno k výživě pro stabilizaci trávicího systému psa seniora. Je určeno pro malá plemena starší 8 let, střední plemena starší 7 let, velká plemena starší 6 let a obří plemena starší 5 let. Mezi jeho složky patří kuřecí vedlejší produkt, kukuřičná moučka, mleté zrně čirok, mletý celozrnný ječmen, kuřecí maso, rybí moučka, sušená řepa (cukr odstraněn), kuřecí tuk (konzervovaný smíšenými tokoferoly, zdroj vitamínu E a kyselina citronová), sušené vaječné výrobky, pivovarské sušené kvasnice, vitamíny a minerály. Poskytuje 4 219 kcal / kg v následující distribuci: protein 27 %, tuk 28 % a uhlohydrát 45 %. Ke zlepšení nutriční hodnoty pro starší psy se přidávají následující složky: kyselina C-lipoová v množství asi 0,15 až 50 mg / kg tělesné hmotnosti / den, karnitin v množství asi 0,5 až 100 mg / kg / den a volitelně koenzym Q10 asi 0,01 mg / kg / den a / nebo kreatin v množství přibližně 15 mg až přibližně 1 g / kg / den.

Dalším příkladem je krmivo pro kočky Iams Cat Senior splňuje většinu speciálních nutričních potřeb koček starších 7 let. Poskytuje nezbytné hladiny proteinů a menším obsahem tuku (o 30 %) se kočka vyhýbá nadměrnému přírůstku hmotnosti. Složení zahrnuje kuřecí vedlejší produkt, kuře, rýžovou mouku, kukuřičnou moučku, sušenou řepnou dřeň (cukr odstraněn), sušený vaječný produkt, přírodní kuřecí příchut', rybí moučku, chlorid draselný, pivovarské sušené kvasnice, dl-methionin, uhličitan vápenatý, sůl, cholinchlorid, doplněk vitamínu E, oxid zinečnatý, kuřecí tuk (konzervovaný směsnými tokoferoly, zdroj vitamínu E a kyselina citronová), vitamíny a minerály. Tato formulace poskytuje 4 108 kcal / kg nebo 373 kcal / šálek z následujících zdrojů: protein 32 %, tuk 34 % a uhlohydrát 34 %. Pro správné dodávání živin starším kočkám se přidávají následující složky: kyselina c-lipoová v množství asi 0,15 až 50 mg / kg tělesné hmotnosti / den, karnitin v množství asi 0,5 až 100 mg / kg / den a případně Q10 v množství asi 0,01 mg / kg / den a / nebo kreatin v množství přibližně 15 mg až přibližně 1 g / kg / den (Hamilton 2003).

3.4. Vitamíny v přirozené stravě

Vitamín A (retinol)

Výborným zdrojem vitamínu A jsou játra, ledvinky, rybí tuk, špenát, mrkev, zelená kapusta, dýně, rajčata, paprika nebo vaječný žloutek. Vitamín A obsažený v syrové mrkvi však nedokáže organismus vstřebat. Aby byl využitelný, musí se mrkev tepelně upravit při teplotě maximálně 80°C a hned podávat kvůli jeho citlivosti na světlo. Pak se jeho využitelnost pohybuje od 50-100 %.

Vitamín D (kalciferol)

Při dostatečném obsahu tuku v krmivu není třeba vitamín D přidávat. Pokud je to však nutné, dobrými zdroji jsou tučné ryby (tuňák, losos) nebo játra.

Vitamín E (tokoferol)

Vitamín E můžeme najít ve vaječném žloutku, v játrech, ovesných vločkách, listové zelenině, v zastudena lisovaných olejích nebo v semenách a oříškách (například vlašské ořechy).

Vitamín K (fylochinon)

Vitamín E je obsažen zejména v listové zelenině, jako je kapusta, brokolice, hlávkový salát nebo špenát, dále v petrželi, játrech, rybách a rostlinných olejích.

Vitamín C (kyselina L-askorbová)

Pes, stejně tak jako většina zvířat, si syntetizuje vitamín C sám, a tak nepotřebuje žádné jeho přídatky. Nedostatek způsobuje potíže zejména u štěňat a psů v období růstu, kdy ho organismus potřebuje pro výstavbu chrupavek, kostí a zubů. Proto je vhodné ho právě v těchto obdobích doplňovat. Ideálním přirozeným doplňkem je například paprika, šípek, citrusy (pomeranč, grapefruit), jahody, černý rybíz, brambory nebo rajčata.

Vitamín B1 (thiamin)

Nedostatek thiaminu není tak častý, protože je obsažen v potravě. Jeho spotřeba stoupá při větší fyzické a psychické zátěži. Nedostatek se může vyvinout v důsledku nadměrného podávání některých druhů syrových ryb (kapr obecný, cejn velký, karas stříbrný, máčka skvrnitá a další), které obsahují enzym thiaminázu. Naopak tento enzym neobsahuje např. treska obecná, štika obecná, okounek, úhoř, pstruh nebo losos obecný. Při častém zkrmování ryb obsahujících thiaminázu je třeba vitamín B1 doplňovat, například prostřednictvím Pangaminu nebo kvasnic.

Vitamín B2 (riboflavin)

Zvýšená potřeba tohoto vitamínu nastává při onemocnění štítné žlázy, jater nebo při cukrovce. Jeho zdrojem jsou kvasnice, játra, ledviny, vejce, ryby, tvaroh nebo oříšky.

Vitamín B3 (niacin)

Potřeba niacinu roste při onemocnění ledvin. Lze ho najít v kvasnicích, játrech, krůtím mase, vejcích nebo v tuňáku.

Vitamín B5 (kyselina pantothenová)

Nedostatek kyseliny pantothenové nebyl zaznamenán, protože se nachází prakticky ve všech potravinách, zejména pak v mase, vnitřnostech a vejcích.

Vitamín B6 (pyridoxin)

Deficit vitamínu B6 je poměrně vzácný, většinou se projeví při nedostatku celého B-komplexu. Mezi zdroje patří kvasnice, játra, vepřové maso, vejce, banány, špenát nebo oříšky

Vitamín B9 (kyselina listová)

Kyselina listová je velmi důležitá pro normální růst a vývoj plodů v období březosti. Hlavním zdrojem je listová zelenina, kvasnice, játra nebo ledvinky.

Vitamín B12 (kobalamin)

Při nedostatku kobalaminu vzniká chudokrevnost, únava a hubnutí. Nachází se především v mase, vnitřnostech a vejcích (Novosádová 2014).

3.5. Doplnky stravy

Spory ohledně doplňků jsou mezi majiteli domácích zvířat velmi časté. Čerství majitelé štěňat mají potřebu toho přidávat co nejvíce, druzí tvrdí, že stačí pestrá strava. Minerálních a vitamínových doplňků je na trhu celá řada. Většinou se jedná o kompletní doplňky, které obsahují celý soubor minerálů a vitamínů. Tyto látky lze však získat i ve formě přírodních doplňků (Novosádová 2014).

3.5.1. Posuzování informací o doplňkových látkách

Při používání doplňkových látek u domácích zvířat je třeba zohlednit 4 kategorie – kvalita produktu, účinnost, tolerance a bezpečnost.

Kvalita produktu

První složkou je kvalita produktu. Měly by být k dispozici informace o kvalitě produktu nebo látky. Musí být nejprve stanoveno, že produkt obsahuje množství látky, které je v takové odpovídající koncentraci, aby byla zajištěna jeho možná účinnost a bezpečnost. Některé přípravky mohou obsahovat méně účinné látky, což je přijatelné, pokud je produkt formulován tak, aby poskytoval dostatečné množství složky v konečném přípravku a pokud neobsahuje škodlivé nebo interferující materiály. Náklady na látku mohou do určité míry odrážet její kvalitu. Distributor by měl na vyžádání vydat informace o výrobcu a ten následně uvést informace o otázkách týkajících se kvality produktu, jako jsou specifikace a další látky, které mohou být součástí formulace produktu. Výrobce by měl snadno sdílet informace o postupech kontroly kvality a dalších

podpůrných materiálech. Jakákoli neochota ze strany výrobce nebo distributora poskytnout tyto informace by měla být důvodem k nalezení jiného zdroje této konkrétní látky.

Účinnost

Účinnost látky je důležitá z vědeckého hlediska. Prokázání účinnosti nutraceutické látky vyžaduje přísné a často nákladné testování v závislosti na rozsahu tvrzení o produktu. V případě veterinárních lékařů by měli být výrobci požádáni, aby poskytli veškerou podpůrnou dokumentaci o účinnosti. Některé z těchto materiálů nemusí být obecně dostupné, ale další informace jsou často zaslány na vyžádání.

Tolerance

Třetí složkou je tolerance. Aby byl jakýkoli výživový doplněk užitečný, musí existovat tolerance, kterou majitelé domácích zvířat musí akceptovat. Například podávání tobolek z rybího oleje psům je jednoduchý úkol, protože většina psů je snadno přijme jako pamlsek. U některých psů se však může vyvinout problém se zápachem spojeným s rybami. Podávání tobolek z rybího oleje kočkám může být obtížnější. Během podávání takové tobolek je možné, že by kočka mohla kousnout do tobolek, než ji spolkne. Lze si představit následnou averzi k chuti. V některých případech mohou neaktivní složky, které se někdy používají jako dispergační činidla (změkčovačla) nebo ředidla určitého nutraceutika, způsobit u konkrétního zvířete nepříznivou reakci. Například nadýmání se může u konkrétního zvířete vyvinout v důsledku zařazení konkrétních fermentovatelných typů vlákniny do formulace. Mléčné cukry, jako je laktóza, mohou u psů nebo koček způsobit žaludeční nevolnost, průjem nebo zvracení, zejména pokud je zvíře zvláště citlivé.

Bezpečnost

Poslední kategorií je bezpečnost. Otázka bezpečnosti výrobků má prvořadý význam. Před zahájením jakéhokoli krátkodobého nebo dlouhodobého použití musí být známa bezpečnost látky. Bez zveřejněných informací nebo jiného přezkumu údajů o bezpečnosti u daného druhu se však doporučení pro nový produkt u konkrétního druhu mohou ukázat jako riskantní. Štítky produktů by měly obsahovat seznam složek spolu s jejich množstvím a čistotou v sestupném pořadí koncentrací (na základě hmotnosti). Pokyny pro použití a další potřebné informace by měly být uvedeny na etiketě, v závislosti na státních předpisech o krmivech, pro konkrétní složky, jako je protein, tuk, vláknina, vitamíny a minerály (Bauer 2001).

3.5.2. Nutraceutika aktuálního zájmu

Existují určité kategorie použití doplňků výživy pro domácí zvířata a přísady, kterým v současné době věnuje petrochemický průmysl a veterináři velkou pozornost. Tři z těchto kategorií zahrnují produkty na podporu zdravých kloubů, antioxidanty a produkty, které podporují zdraví kůže.

Zdraví kloubů

Vyšší kvalita krmiv pro domácí zvířata může vést ke zvýšení životnosti společenských zvířat. Se zvyšující se délkou života se mohou zhoršovat geneticky podmíněné degenerativní choroby, jako je onemocnění meziobratlové ploténky, dysplazie kyčlí a další poruchy. Ve snaze zlepšit zdraví kloubů a kostí bylo vyvinuto množství doplňkových produktů a také speciální produkty obsahující látky s předpokládanými přínosy. Mezi tyto látky se řadí například glukosamin, chondroitin sulfát, methylsulfonylmethan (MSM) a stopové minerály, jako je zinek, měď a mangan.

Glukosamin je aminokyselina, která se v těle přirozeně vytváří. Je složkou glykosaminoglykanů (GAG), které jsou v kloubech, šlachách, vazech, kůži a krevních cévách. Glykosaminoglykany jsou molekuly s dlouhým řetězcem, které zadržují vodu a umožňují kloubnímu pouzdru přizpůsobit se změnám tlaku. Glukosamin může být u psů po perorálním požití absorbován gastrointestinálním traktem a kloubní chrupavkou.

Interaktivní účinky mezi glukosaminem a chondroitin sulfátem mohou přispět k udržení zdraví kloubů synergicky. Perorální podání glukosaminu samotného nebo v kombinaci s jinými přípravky obsahujícími mukopolysacharidy nebo jiné látky může pomoci zmírnit problémy s kloubem nebo obnovit degenerující chrupavku.

Antioxidanty a poškození volnými radikály

Antioxidanty mají schopnost odstraňovat volné radikály v tělech zvířat. Vytváření volných radikálů se jeví jako důsledek stresu, různých nemocí, věku a dalších faktorů. Volné radikály mohou poškodit buněčné membrány a tento mechanismus hraje roli při různých chronických degenerativních onemocněních. Je tedy zřejmá potřeba antioxidantů. Vitamin E je nejznámější antioxidant. Spadá do skupiny sloučenin rozpustných v tučích známých jako tokoferoly. Díky svým antioxidačním aktivitám pomáhají chránit biologické membrány před poškozením volnými radikály způsobenými vysoce reaktivními metabolity kyslíku generovanými v plicích, svalech, kůži či mozkových tkáních. Doplněk vitamínu E může také mít příznivý účinek na imunitní systém, a tím zlepšit odolnost vůči chorobám nebo infekcím. Proto jsou tyto sloučeniny spolu se selenem důležité pro udržení stability buněčných membrán. Jiné antioxidanty, jako je β -karoten, selen a vitamin C, mají také antioxidační vlastnosti, které působí podobnými mechanismy. Vitamin E a další doplňkové antioxidanty jsou snadno dostupné samy o sobě, jejich individuální použití jako doplňků stravy tak není ve veterinární praxi tolik rozšířené. Místo toho se kombinace antioxidantů často začleňují do formulací krmiv pro domácí zvířata.

Zdraví kůže

Pokud mají zvířata kožní problémy, je důležité, aby byly provedeny úplná dermatologická vyšetření a vhodné testy, spíše než pouhé změny ve stravě nebo podávání doplňků stravy v naději na zlepšení. Důležité je také zajistit, aby každé zvíře bylo krmeno dobře formulovanou stravou. Doplnění množstvímí mastných kyselin nebo změna stravy se obecně zvažuje, až když jsou zvířata svrbivá, mají suchou šupinatou kůži nebo je-li podezření na poruchy metabolismu mastných kyselin. Využívá se například omega-6 mastných kyselin, jako je kyselina linolová, omega-3 mastných kyselin, zejména typy s

dlouhým řetězcem (více než 18 uhlíků), které jsou známé zejména svou úlohou v neurologickém vývoji a potenciálem ke snížení zánětlivé reakce (Bauer 2001).

3.5.3. Přírodní doplňky stravy

Sezamové semínko

Sezamová semínka obsahují kvalitní bílkoviny (20 %), rostlinné oleje (50 %), minerální látky, stopové prvky a vlákninu (9 %). Je výborným zdrojem vápníku, fosforu, železa, zinku, draslíku a vitamínů skupiny B. Nejvhodnější je neloupaný sezam, protože právě slupka je zdrojem minerálů a vitamínů.

Dýňová semínka

Dýňová semínka obsahují velké množství minerálních látek (zinek, fosfor, vápník, draslík), vitamínů a nenasycených mastných kyselin. Z vitamínů se jedná o vitamíny A, D, E a některé vitamíny skupiny B. Díky velkému obsahu zinku působí příznivě na drápy a kůži.

Alfalfa

Alfalfa neboli vojtěška je ceněná pro vysoký obsah bílkovin (až 40 %), velké množství esenciálních aminokyselin, vitamínů (A, D, E, K, C, B6) a minerálů (draslík, vápník, fosfor, železo). Alfalfa zlepšuje metabolismus a trávení, podporuje činnost imunitního systému, má desinfekční a detoxikační účinky. Je vhodným doplňkem při onemocnění močových cest nebo ledvin a také pro starší psy.

Ořechy

Ořechy mají vysokou energetickou hodnotu, protože obsahují poměrně velké procento tuků (36 – 70 %), ale také bílkovin, minerálních látek a vitamínů – vitamíny E, B (vlašský ořech, lískový ořech, para ořech).

Živočišné oleje

Rybí oleje jsou přirozeným zdrojem vitamínů A a D a nenasycených mastných kyselin (Omega-3). Rybí tuk příznivě ovlivňuje všechny tělesné funkce, díky vitamínu D pak správný růst a vývoj kostry. Má příznivý vliv na kůži, hojení ran, pomáhá při různých kožních vyrážkách.

Hnědé mořské řasy

Hnědé mořské řasy obsahují řadu cenných minerálů (vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, železo, jód a další), vitamínů skupiny B a velké množství vitamínu C. Jsou také cenným zdrojem aminokyselin. V přírodní neupravené formě jsou řasy velmi dobře stravitelné a pro organismus využitelné. Mají vysoké antioxidační vlastnosti, podporují imunitní systém, obsahují kvalitní vlákninu. Také přispívají k lepší pigmentaci. Důležitý je poměr vápníku a fosforu – 10:1 a obsah vitamínu C. Toto vše přispívá ke správnému vývoji kostry štěnat. Podávají se v dávce 1 čajové lžičky na 10 kg váhy denně.

Chlorella

Jedná se o sladkovodní zelenou řasu. Stejně jako mořské řasy obsahuje velké množství esenciálních aminokyselin a vitamíny B a C, dále E, K, biotin a kyselinu listovou. Z minerálů pak vápník, hořčík, železo, zinek, selen a další. Chlorella má výrazné detoxikační účinky, posiluje metabolismus a imunitu, a díky obsahu celulózy pročišťuje střeva. Je rovněž silným antioxidantem.

Kvasnice – Pangamin

Kvasnice jsou výborným zdrojem vitamínů skupiny B a obsahují velké množství bílkovin (až 46 %). B vitamíny mají příznivý vliv na kvalitu srsti, na trávení a také podporují chuť k jídlu. Česrtvé kvasnice však mohou nadýmat, a proto je lepší je podávat sušené kvasnice ve formě prášku a nebo speciálně upravené – tzv. Pangamin. Ten obsahuje komplex vitamínů B, minerálních látek, aminokyselin, enzymů a bílkovin. Vyrábí se ze sušených pivovarských kvasnic. Kvasnice lze přidávat denně do krmení v dávce zhruba 1,5 g na 10 kg (sympkých kvasnic) a 3 tablety na 10 kg Pangaminu.

Vitamín C

Přestože si organismus psa umí syntetizovat vitamín C sám, někdy toto množství nestačí a je tak třeba jej přidávat. Vitamín C podporuje vstřebávání vápníku, a proto je vhodné ho podávat štěňatům a mladým psům v růstu. Obzvláště v době přezubování, kdy je potřeba vápníku největší. Nejlepší je podávat vitamín C v přírodní formě – tzv. acerola. Acerola je keř, jehož plody obsahují velké množství vitamínu C (až 30× více než citrusové plody). Dávkuje se v rozmezí 100 – 250 mg denně dle velikosti psa (Novosádová 2014).

Sibiřský ženšen

Kořen této rostliny byl po staletí používán v Asii jako posilující tonikum, které omlazuje a revitalizuje tělo. Rovněž udržuje hladinu glukózy v krvi, hraje roli v regulaci krevního tlaku, posiluje kardiovaskulární systém a imunitu. Účinná dávka pro kočku s váhou 3 – 6 kg činí 12,5 mg / den (Rapisarda 2008).

3.5.4. Doplnky stravy pro stárnoucí kočky

Dlouhověkost je připisována 70 % životnímu stylu a 30 % genetice. Až 90 % nemocí u koček je způsobeno degenerativním procesem spojeným se stárnutím. Vyvážená strava je nezbytná, ale sama o sobě nemůže kočce poskytnout optimální množství živin, které organismus potřebuje. Například ve skutečnosti by kočka musela spotřebovat 2500 kalorií denně, aby získala dostatečnou hladinu vitamínu E. Konzumace těchto mnoha kalorií poškozuje zdraví koček a mohla by rychle vést k obezitě a několika dalším zdravotním problémům. Také užívání vitamínů jednou denně nemusí být pro kočku přínosem proti stárnutí. Mnoho vitamínů je rozpustných ve vodě a poměrně rychle se ředí a vylučují z těla (Rapisarda 2008).

Rapisarda (2008) tak navrhla doplněk stravy pomáhající podpořit delší a zdravější život kočky. Jedná se o ochucený prášek s jedinečnou kombinací přírodních ingrediencí podávaný dvakrát denně (ráno a večer) v kapsli. Doplněk obsahuje bohatá množství

antioxidantů včetně vitamínů A, C a E spolu s minerály selenu a zinku. Optimální dávka by měla být podávána ráno a poté znovu před spaním. Ranní dávka zahrnuje extrakt ze zeleného čaje (17,5 mg), ženšen (12,5 mg), glukosamin MSM (methylsulfonylmethan) (31,25 mg) a HCL (hydrochlorid) (100 mg) a esenciální mastné kyseliny, které zlepšují náladu koček, mobilitu a energetické hladiny. Večerní dávka pak obsahuje antioxidanty – vitamín A (113 IU), vitamín C (17 mg), vitamín E (5 IU), koenzym Q10 (1 mg), dále vitamíny B-komplexu – B₁ (1,3 mg), B₂ (0,55 mg), niacin (1 mg), biotin (8,3 ug), kyselina listová (8,3 ug), B₁₂ (8,3 ug), kyselina pantothenová (2,5 mg), B₆ (0,415 mg), trávicí enzymy, mlezivo (0,65 mg) a melatonin (0,095 mg), který kočku připravuje ke spánku a dodává energii jejím tělním buňkám.

4 Závěr

Ve své práci jsem se zabývala především významem vitamínů ve výživě domácích zvířat, nejčastěji ve výživě kočky a psa. Shrnuji, jaké následky může mít nedostatek či naopak nadbytek určitého vitamínu, u každého vitamínu je také popsána jeho funkce a jsou zde uvedena i doporučená množství. V neposlední řadě je v práci uveden jejich výskyt v přírodních doplňcích stravy určených především pro psy.

Vitaminy zajišťují optimální průběh všech procesů v organismu. V organismu dochází k přeměně bílkovin, tuků a sacharidů a aby mohla tato přeměna probíhat, je k ní zapotřebí enzymů. Tyto reakce jsou katalyzovány za pomoci různých vitamínů. Ty můžeme rozdělit do dvou skupin – rozpustné ve vodě (sem patří vitamíny B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆, B₇, B₉, B₁₂, C) a rozpustné v tucích (A, D, E, K). Vitamíny rozpustné ve vodě se v těle neukládají, jsou vylučovány močí, a proto je zvíře musí přijímat s potravou. Vitamíny rozpustné v tucích jsou důležité pro strukturu buněčných membrán. Jejich nadměrný příjem však může vést v organismu až k toxickým koncentracím.

V některých situacích je třeba příjem vitamínů zvýšit. Například zvýšená dávka vitamínu D je potřebná u rostoucích psů pro správné utváření kostí, v příliš velkých dávkách ale působí toxicky. Různé studie pak mohou být rozporuplné. Jedna uvádí, že zvýšená dávka vitamínu C ovlivňuje negativně výkon psa, druhá zase tvrdí, že se požadavek na vitamín C může během namáhavého cvičení zvýšit. Vhodným složením krmné dávky je zajištěna její vitamínová plnohodnotnost. Potřeba vitamínu je ovlivněna řadou faktorů. Všeobecně platí, že mladá zvířata mají obvykle vyšší potřebu než dospělá, březost a laktace pak zvyšují potřebu stejně jako nemoc. Stejně tak podávání antibiotik může účinek vitamínu částečně omezit či úplně zrušit. To platí zejména u vitamínů B₇, B₉, B₁₂ a K.

Závěrem je třeba zmínit, že existuje mnoho zdravotních příčin, které mohou souviset s nedostatkem či nadbytkem určitého vitamínu, ne však vše bylo doposud podrobně prostudováno a názory řady odborníků se mohou lišit.

5 Literatura

Arndt T. 2013. Vitamin A. Celostní medicína. Available from <https://www.celostnimediceina.cz/vitamin-a.htm> (accessed February 2013).

Bartels A, Gassner G. 2008. Bydlíme s morčetem: aktivně, pestře, radostně. Grada Publishing a.s.

Bauer JE. 2001. Evaluation of nutraceuticals, dietary supplements, and functional food ingredients for companion animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **218**:1755–1760, doi:<https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.1755>

Baynes JW, Dominiczak MH. 2018. *Medical Biochemistry*. Elsevier Health Sciences.

Burk RF, Christensen JM, Maguire MJ, Austin LM, Whetsell WO, May JM, Hill KE, Ebner FF. 2006. A Combined Deficiency of Vitamins E and C Causes Severe Central Nervous System Damage in Guinea Pigs. *The Journal of Nutrition*, **136**:1576–1581, doi:[10.1093/jn/136.6.1576](https://doi.org/10.1093/jn/136.6.1576)

Case LP, Daristotle L, Hayek MG, Raasch MF. 2010. *Canine and feline nutrition*. Elsevier, Missouri.

Center SA, Warner K, Corbett J, Randolph JF, Erb HN. 2000. Proteins Invoked by Vitamin K Absence and Clotting Times in Clinically Ill Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, **14**:292–297, doi:[10.1111/j.1939-1676.2000.tb01169.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb01169.x)

Delaney SJ, Dzanic DA. 2018. Safety of vitamin K, and its use in pet foods. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **252**:537–542, doi:[10.2460/javma.252.5.537](https://doi.org/10.2460/javma.252.5.537)

Domośławska A, Jurczak A, Janowski T. 2013. Oral folic acid supplementation decreases palate and/or lip cleft occurrence in Pug and Chihuahua puppies and elevates folic acid blood levels in pregnant bitches. *Polish Journal of Veterinary Sciences* **16**:33–37, doi:[10.2478/pjvs-2013-0005](https://doi.org/10.2478/pjvs-2013-0005)

Domośławska A, Zdunczyk S, Franczy M, Kankofer M, Janowski T. 2018. Selenium and vitamin E supplementation enhances the antioxidant status of spermatozoa and improves semen quality in male dogs with lowered fertility. *Andrologia* (e13023), doi:doi.org/10.1111/and.13023

Dvir E, Rosa C, Handel I, Mellanby RJ, Schoeman JP. 2019. Vitamin D status in dogs with babesiosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* (e1644), doi:[10.4102/ojvr.v86i1.1644](https://doi.org/10.4102/ojvr.v86i1.1644)

Gow AG, Else R, Evans H, Berry JL, Herrtage ME, Mellanby RJ. 2011. Hypovitaminosis D in dogs with inflammatory bowel disease and hypoalbuminaemia. *Journal of Small Animal Practice* **52**:411-418, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01082.x>

Griswold B, Kerns N. 2001. Whole Dog Journal: Benefits of vitamin C to your dogs. Available from <https://www.whole-dog-journal.com/food/benefits-of-vitamin-c-to-your-dog/> (accessed June 2019).

Grützner N, Heilmann RM, Stupka KC, Rangachari VR, Weber K, Holzenburg A, Suchodolski JS, Steiner JM. 2013. Serum homocysteine and methylmalonic acid concentrations in Chinese Shar-Pei dogs with cobalamin deficiency. *The Veterinary Journal* **197**:420–426, doi:10.1016/j.tvjl.2013.02.002

Hamilton ND. 2003. Nutritional supplements for mature pets. United States Patent Application. Publication number US20030060503A1.

Chang YP, Chiu PY, Lin CT, Liu IH, Liu CH. 2016. Outbreak of thiamine deficiency in cats associated with the feeding of defective dry food. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, **19**:336–343, doi:10.1177/1098612x15625353

Jelínek P, Koudela K. et al. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Kapun PA, Salobir J, Levart A, Kalcher TG, Svete NA, Kotnik T. 2014. Vitamin E supplementation in canine atopic dermatitis: improvement of clinical signs and effects on oxidative stress markers. *Veterinary Record* **175**:560–560, doi:10.1136/vr.102547

Kasper H. 2015. Výživa v medicíne a dietetika. Grada Publishing, Praha.

Kook PH, Lutz S, Sewell AC, Bigler B, Reusch CE. 2012. Untersuchungen zur Serumcobalaminkonzentration bei Katzen mit gastrointestinaler Symptomatik. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 479 – 486, doi:10.1024/0036-7281/a000391

Kraus MS, Rassnick KM, Wakshlag JJ, Gelzer ARM, Waxman AS, Struble AM, Refsal K. 2013. Relation of Vitamin D Status to Congestive Heart Failure and Cardiovascular Events in Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **28**:109–115, doi:10.1111/jvim.12239

Kritikos G, Parr MJ, Verbrugghe A. 2017. The Role of Thiamine and Effects of Deficiency in Dogs and Cats. *Veterinary sciences*, **4**:59, doi:10.3390/vetsci4040059

Kváš M. 1998. Výživa psů. Dona, České Budějovice.

Lalor SM, Mellanby RJ, Friend EJ, Bowlt KL, Berry J, Gunn-Moore D. 2011. Domesticated Cats with Active Mycobacteria Infections have Low Serum Vitamin D (25(OH)D) Concentrations. *Transboundary and Emerging Diseases*, **59**:279–281, doi:10.1111/j.1865-1682.2011.01265.x

Lišková A. 2012. Technologické zpracování „PET FOOD“ [BSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Markovich JE, Heinze CR, Freeman LM. 2013. Thiamine deficiency in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **243**:649–656, doi:10.2460/javma.243.5.649

Marshall RJ, Scott KC, Hill RC, Lewis DD, Sundstrom D, Jones GL, Harper J. 2002. Supplemental Vitamin C Appears to Slow Racing Greyhounds. *The Journal of Nutrition*, **132**:1616–1621, doi:10.1093/jn/132.6.1616s

McDowell LR. 2012. *Vitamins in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition*. Academy Press, London.

McFadden SL, Woo JM, Michalak N, Ding D. 2005. Dietary vitamin C supplementation reduces noise-induced hearing loss in guinea pigs. *Hearing Research*, **202**:200–208, doi:10.1016/j.heares.2004.10.011

Morita T, Awakura T, Shimada A, Umemura T, Nagai T, Haruna A. 1995. Vitamin D Toxicosis in Cats: Natural Outbreak and Experimental Study. *The Journal of Veterinary Medical Science* **57**:831–837, doi: <https://doi.org/10.1292/jvms.57.831>

Morris PJ, Salt C, Raila J, Brenten T, Kohn B, Schweigert FJ, Zentek J. 2012. Safety evaluation of vitamin A in growing dogs. *British Journal of Nutrition* **108**:1800–1809, doi: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000128>

Novosádová K. 2014. BARF – krmení psa přirozenou stravou. PLOT, Praha.

O'Brien T, Thomas DG, Morel PCH, Rutherford-Markwick KJ. 2015. Moderate dietary supplementation with vitamin E enhances lymphocyte functionality in the adult cat. *Research in Veterinary Science* **99**:63-69, doi:10.1016/j.rvsc.2015.01.007

Pitcairn RH, Pitcairn SH. 2005. *Dr. Pitcairn's New Complete Guide to Natural Health for Dogs and Cats*. Rodale, USA.

Rapisarda CO. 2008. Pet anti-aging wellness supplement for cats. United States Patent Application. Publication number US7368481B1.

Riaz MN, Asif M, Ali R. 2009. Stability of Vitamins during Extrusion. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **49**:361–368, doi: 10.1080/10408390802067290

Rückert C, Braun C, Vervuert I. 2017. Ernährungsphysiologische Beurteilung kommerzieller Feucht-Alleinfuttermittel für Katzen. Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere, **45**:219–225, doi:10.15654/tpk-170029

Sanderson SL. 2013. Dog and Cat Foods, Merck Veterinary Manual, Georgia. Available from <https://www.merckvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-small-animals/dog-and-cat-foods>

Sanderson SL. 2013. Nutrition in Disease Management in Small Animals, Merck Veterinary Manual, Georgia. Available from <https://www.merckvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-small-animals/nutrition-in-disease-management-in-small-animals>

Sanderson SL 2013. Nutritional Requirements and Related Diseases of Small Animals, Merck Veterinary Manual, Georgia. Available from <https://www.merckvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-small-animals/nutritional-requirements-and-related-diseases-of-small-animals>

Scott B. 2017. Krmiva pro psy. Neptun, Brno.

Singh M, Thompon M, Sullivan N, Child G. 2005. Thiamine deficiency in dogs due to the feeding of sulphite preserved meat. Australian Veterinary Journal, **83**:412–417, doi:10.1111/j.1751-0813.2005.tb13078.x

Solčány V. 2016. Sledování kvalitativního a kvantitativního zastoupení vitaminů v masozeleninových přesnídávkách určených pro dětskou výživu [MSc. Thesis]. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Stein D. 2011. Natural healings for dogs and cats. Crossing Press, Berkeley.

Titmarsh HF, Cartwright JF, Kilpatrick S, Gaylor D, Milne EM, Berry JL, Bommer NX, Gunn-Moore D, Reed N, Handel I, Mellanby RJ. 2016. Relationship between vitamin D status and leukocytes in hospitalised cats. Journal of Feline Medicine and Surgery, **19**:364-369, doi: <https://doi.org/10.1177/1098612X15625454>

Ward E. 2018. Vitamin A Toxicosis in Cats. VCA Hospitals. Available from <https://vcahospitals.com/know-your-pet/vitamin-a-toxicosis-in-cats> (accessed 2018).

Witkowska A, Hughes C, Price J, Smith D, White K, Alibhai A, Rutland CS. 2017. The Effects of Diet on Anatomy, Physiology and Health in the Guinea Pig. Journal of Animal Health and Behavioural Science, **1**:103.

Yilmaz Z, Ozarda Y, Cansev M, Eralp O, Kocaturk M, Ulus IH. 2010. Choline or CDP-choline attenuates coagulation abnormalities and prevents the development of acute disseminated intravascular coagulation in dogs during endotoxemia. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, **21**:339–348, doi:10.1097/mbc.0b013e328338ce31

Zeman L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha.

Zicker SC. 2008. Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food? *Topics in Companion Animal Medicine*, **23**:121-126, doi:10.1053/j.tcam.2008.04.003

Zubair M. 2017. Effects of dietary vitamin E on male reproductive system. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, **6**:145-150, doi:10.12980/apjr.6.20170401