

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zootechnika (N 4103)
Studijní obor: Zootechnika
Katedra: Katedra zootechnických věd
Vedoucí katedry: prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Stanovení stravitelnosti *in vitro* sušiny a organické
hmoty u vybraného krmiva pro psy**

Autor diplomové práce: Bc. Gabriela Uhlířová
Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.
Konzultant bakalářské práce: Ing. Barbora Znoj Novotná

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Gabriela UHLÍŘOVÁ
Osobní číslo: Z16320
Studijní program: N4103 Zootechnika
Studijní obor: Zootechnika
Téma práce: Stanovení *in vitro* stravitelnosti sušiny a organické hmoty u vybraného krmiva pro psy
Zadávající katedra: Katedra zootechnických věd

Zásady pro vypracování

Výživa psů je významným tématem kynologů, veterinářů i výživářů.

Na trhu je celá řada krmiv rozdílné ceny a kvality.

Výrobci jsou ze zákona povinni deklarovat obsah živin v krmivu, ale ani optimální zastoupení živin nezaručuje kvalitu krmiva, neboť využitelnost živin se liší v závislosti na jejich zdroji.

Cílem diplomové práce je stanovení nutriční hodnoty, stanovení *in vitro* stravitelnosti sušiny a organické hmoty u vybraného krmiva pro psy a vyhodnotit vybrané metody stravitelnosti.

Ve své literární studii se zaměřte především na hodnocení nutriční hodnoty a kvality krmiv pro psy, na suroviny využívané k výrobě krmiv pro psy v souvislosti s kvalitou a nutriční hodnotou a na význam a potřebu živin pro psy.

Proveďte analýzu základních ukazatelů výživné hodnoty a stanovení *in vitro* stravitelnosti sušiny a organické hmoty.

Na základě pokusného experimentu vyhodnoťte dle možností skutečně stravitelnou sušinu a organickou hmotu s metodou *in vitro*.

Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Dvořáková, Z. 2003. Moderní výživa psa. Golftime.

Huml, O. 2005. Způsoby hodnocení krmiv pro psy a kočky. Veterinářství, č.6, s. 332-336.

Procházka, Z. 2005. Chov psů. Paseka, 2005, 332 s.

The Waltham book. Výživa psa a kočky, II. Vyd.

Suchý, P., Straková, E. 2007. Výživa psů, potřeba živin a dietetické účinky krmiv. Veterinářství, č.6, roč. 57, s. 343-350.

BIAGI, Giacomo, Irene CIPOLLINI, Monica GRANDI, Carlo PINNA, Carla Giuditta VECCHIATO a Giuliano ZAGHINI. A new in vitro method to evaluate digestibility of commercial diets for dogs. Italian Journal of Animal Science. 2016, 15(4), s. 617-625.

Odborné a vědecké časopisy, databáze přístupné na internetu.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Lád, CSc.**
Katedra zootechnických věd

Konzultant diplomové práce: **Ing. Barbora Znoj Novotná**
Katedra zootechnických věd

Datum zadání diplomové práce: **28. března 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**

V Českých Budějovicích dne 29. března 2019

V. Š. 

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA ⁴³
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Svatoborská 1368, 370 05 České Budějovice

L.S.



prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
vedoucí katedry

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Stanovení *in vitro* stravitelnosti sušiny a organické hmoty u vybraného krmiva pro psy“ vypracovala samostatně a to s použitím zdrojů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce v nezkrácené podobě, archivované zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů

V Českých Budějovicích dne 15. dubna 2019

.....

Gabriela Uhlířová

Děkuji vedoucímu své diplomové práce panu doc. Ing. Františku Ládovi, CSc. za odborné vedení a vstřícnost při zpracování této práce. Děkuji též paní Ing. Barboře Znoj Novotné, za konzultace a cenné rady. Děkuji paní Haně Prenerové a paní Ing. Evě Petráškové, Ph.D za pomoc při laboratorních analýzách. Poděkování také patří mé rodině, příteli a blízkým přátelům za jejich podporu. Děkuji též všem majitelům psů, kteří se zapojili do pokusu a bez kterých by nebylo možné test stravitelnosti provést. Poděkování patří i mým dvěma psům, díky kterým je chov psů mou zálibou a proto jsem si toto téma diplomové práce zvolila.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo porovnat stravitelnost *in vivo* a *in vitro* sušiny a organické hmoty granulovaného krmiva pro psy. V práci jsou nejprve shrnuty základní poznatky o potřebě a významu jednotlivých živin ve výživě psů, dále jsou zde uvedeny možnosti krmení psů a přehled vstupních surovin pro výrobu krmiv. V práci se též pojednává o legislativních a nutričních požadavcích na krmiva. Součástí práce bylo stanovení základních nutričních ukazatelů, které prokázaly, že testované krmivo je v normě s deklarovanými hodnotami. Dále byl proveden test stravitelnosti krmiva, do kterého bylo zapojeno devět psů. Test prokázal vysoké hodnoty stravitelnosti, stravitelnost sušiny byla konkrétně 86,7 % a organické hmoty 93,44 %. Dále byl proveden test stravitelnosti metodou *in vitro* a hodnoty tohoto testu byly porovnány s hodnotami stravitelnosti skutečné. Ze statistického zpracování výsledků vyplynulo, že stravitelnost metodou *in vitro* lehce nadhodnocuje hodnoty stravitelnosti skutečné. Stravitelnost sušiny *in vitro* byla v průměru o 2,13 % vyšší (na hladině významnosti $p=0,0118$), než stravitelnost skutečná. Hodnota stravitelnosti organické hmoty *in vitro* byla vyšší v průměru o 2,34 % (na hladině významnosti $p=0,0008$). Vysoké hodnoty stravitelnosti hovoří o kvalitních vstupních surovinách a kvalitním zpracováním krmiva. I přes mírně vyšší hodnoty, které byly naměřeny metodou *in vitro*, nám tyto metody stanovení stravitelnosti poskytují relativně přesné informace o stravitelnosti daných krmiv. Po provedení dalších testů nám tyto výsledky mohou poskytnou možnost ustupovat od klasických metod stanovení stravitelnosti a nahrazovat je metodami *in vitro*.

Klíčová slova: pes, výživa, krmivo, stravitelnost, *in vitro*

Abstract

The aim of this diploma thesis was to compare the digestibility in vivo and in vitro of both dry and organic matter of granulated dog feed. Firstly, the fundamental knowledge regarding the need and the meaning of particular nutrients in the diet of dogs is summarized. Then, various different ways of feeding dogs are listed and so is the overview of ingredients used in the dog feed production. This thesis also discusses the legislative and nutritional requirements for the feed. Part of the work was to set up the basic nutritional indicators, which are to be used to confirm that the tested feed is within the declared norms. Next, the digestibility test, in which nine dogs were included, was carried out. The results manifested high degree of digestibility, with digestibility of the dry matter being 86,7 %, while that of the organic matter 92,56 %. Then, the in vitro digestibility test was carried out, and the results were compared with the results of the previous test. Statistical interpretation of the collected data implies that digestibility as presented by in vitro method slightly overrates the actual digestibility. The digestibility of the dry matter obtained by the in vitro method was on average 2,13 % ($p=0,0118$) higher than the real digestibility, while the digestibility of the organic matter obtained by the in vitro method was on average 2,34 % ($p=0,0008$) higher. The high levels of digestibility mean both good quality raw materials going into the manufacturing, and a high quality of the manufacturing process. All things considered, the in vitro methodology provides relatively accurate information regarding dog feed digestibility, even though it yields a slightly higher values. This finding brings an opportunity to utilize more this kind of methodology in next studies instead of using the traditional methods.

Key words: dog, nutrition, feed, digestibility, in vitro

Obsah

1	Úvod a cíl práce	10
2	Literární přehled	11
2.1	Historie a vývoj psa	11
2.2	Trávicí ústrojí	12
2.3	Živiny.....	14
2.3.1	Voda.....	14
2.3.2	Proteiny.....	15
2.3.3	Lipidy.....	17
2.3.4	Sacharidy	19
2.3.5	Vláknina	20
2.3.6	Minerální látky.....	21
2.3.7	Vitaminy	30
2.4	Energie.....	38
2.4.1	Rozdělení energie.....	38
2.4.2	Potřeba energie	39
2.5	Způsoby krmení psa	44
2.5.1	Dělení dle obsahu vody a způsobu výroby	47
2.5.2	Dělení krmiv dle kvality	48
2.5.3	Dělení dle kategorie psů	50
2.6	Suroviny využívané k výrobě krmiv.....	52
2.7	Požadavky na krmiva	57
2.7.1	Legislativní požadavky na krmiva	57
2.7.2	Biologické hodnocení a nutriční hodnota krmiva	57
2.7.3	Stravitelnost	58
2.7.4	Zdravotní nezávadnost krmiva.....	59
3	Materiál a metodika	61

3.1	Materiál	61
3.2	Odběr a příprava materiálu	63
3.3	Laboratorní analýzy	63
3.3.1	Stanovení obsahu vlhkosti	63
3.3.2	Stanovení obsahu popela	65
3.3.3	Stanovení dusíkatých látek	65
3.3.4	Stanovení hrubé vlákniny	66
3.3.5	Stanovení tuku	68
3.3.6	Stanovení obsahu popela nerozpustného v HCl	69
3.3.7	Stanovení bezdusíkatých látek výtahových	69
3.3.8	Stanovení stravitelnosti	70
4	Výsledky a diskuze	71
4.1	Vyhodnocení nutričních hodnot testovaného krmiva	71
4.2	Výsledky stravitelnost	73
4.2.1	Výsledky stravitelnosti jednotlivých živin	74
4.2.2	Porovnání stravitelnosti <i>in vitro</i> a <i>in vivo</i>	78
4.3	Ekonomické vyhodnocení krmiva	82
5	Závěr	83
6	Seznam použité literatury	85

1 Úvod a cíl práce

Psi jsou s člověkem spjati již mnoho tisíc let. Je to jeden z prvních domestikovaných savců a díky jejich úzkému vztahu s člověkem jsou bezesporu i jedni z nejoblíbenějších. To dokládá i fakt, že více než polovina domácností v Evropské unii vlastní minimálně jednoho psa. S rostoucí oblíbeností chovu psů se též prohlubují znalosti o jejich chovu a výživě nejen u odborníků, ale též u veřejnosti.

Postupem domestikace se pes stal na člověku zcela závislý. To ze strany člověka nese velkou odpovědnost, především v oblasti výživy. Za posledních 25 let prošla výživa psů velkými změnami a doby, kdy byli psi krmeni zbytky ze stolů dávno minuly. Tyto změny zapříčinily jak prohlubující se znalosti o potřebě živin, tak vývoj nových technologií, které pomáhají lépe zpracovat vstupní suroviny. Narůstající poptávka majitelů psů, kteří požadovali kvalitní krmiva odstartovala velkoplošnou výrobou různých krmiv, především těch granulovaných. Výroba krmných směsí pro domácí mazlíčky se stala atraktivním odvětvím a dnešní trh je doslova přehlcen krmivou. Na trhu jsou k dostání krmiva různých kvalit určená, například zaměřená na specifické potřeby psů, na jednotlivé věkové skupiny, či pro psy v různých stupních zátěže.

Kompletní krmné směsi majiteli psa značně usnadňují způsob jeho krmení, skladování krmiv je nenáročné a krmná dávka by měla pokrýt veškerou živinovou potřebu psa. To, že ale majitel koupí drahé krmivo ještě neznamená, že tím poskytne psovi všechny potřebné živiny. Dostupnost živin totiž závisí nejen na vstupních surovinách, ale též na způsobu jejich zpracování.

Spotřebitel by se při výběru krmiva neměl řídit jen lákavými reklamními nabídkami, ale měl by se dívat především na vstupní suroviny a nutriční hodnotu krmiva. Nejlepším ukazatelem pro kvalitu krmiv je stravitelnost, kterou však výrobci neudávají. Levná a nekvalitní krmiva mívají stravitelnost kolem 50%, kdežto kvalitní krmiva dosahují stravitelnosti i přes 90%.

Cílem práce je zpracování literárního přehledu o základních aspektech ve výživě psa, nutriční hodnotě krmiva, pojednání o významu a potřebě základních živin a možnostech krmení psa. Součástí práce je též stanovení výživné hodnoty vybraného granulovaného krmiva, provedení pokusu stravitelnosti a jeho vyhodnocení. Dále bude provedena stravitelnost testovaného krmiva *in vitro*, vyhodnocena jeho sušina a organická hmota a porovnána se stravitelností skutečnou.

2 Literární přehled

2.1 Historie a vývoj psa

Psi patří do skupiny masožravců (Clutton-Brock, 1999), která se objevila přibližně před 65 miliony lety, krátce po vymírání na konci křídly (Wang, 2008). Samotné čeledi psovití (*Canidae*) předcházely vývoj mnoha čeledí psovitým podobných, jako byli *Amphicyonidae*, jedna z nejdůležitějších skupin predátorů té doby. Tato čeleď se poprvé objevila před 45 miliony let v Severní Americe, kdy se v pozdním eocénu rozšířila do celé Evropy, později i do Afriky a Asie. Před 8 miliony lety *Amphicyonidae* vyhynuli na všech kontinentech. Dalšími důležitými zástupci ve vývoji byl řád *Creodonta* a čeledi *Borhyaenidae* a *Thylacinidae*.

K domestikaci došlo přibližně před 10 až 12 tisíci lety př. n. l.. Tento proces nejspíše probíhal vícekrát, nezávisle na sobě a na různých místech světa (Vilá et al., 1997). Psí plemena prošla dlouhým a složitým procesem domestikace. Od svých divokých předků vlků, vykazují velké odlišnosti (Clutton-Brock, 1999). Jedna z mnoha důležitých odlišností je například schopnost trávení škrobu. Enzym alfa-amyláza, jež zahajuje štěpení škrobu, je kódován genem *AMY2B* (Arend et al., 2014). Axelsson et al., (2013) udává, že psi mají vyšší počet tohoto genu, než vlci. Psi mají též vyšší aktivitu amylázy, než vlci.

Již během domestikace docházelo k selekci, která vedla mimo jiné k potlačení agresivity a strachu u psů (Chen et al., 2004).

Během domestikace docházelo též k morfologickým změnám. K celkovému poměru těla je psí hlava menší a zmenšené jsou též zuby (Coppinger, Schneider, 1995).

Na vývoj jednotlivých typů psa měly zpočátku největší vliv především vnější podmínky, člověk zprvu reprodukční proces psa nijak neovlivňoval. V průběhu dalších let docházelo k vzájemnému křížení jednotlivých typů psů, kteří se křížili jak s vlky, tak se šakaly. Člověk využíval psy nejprve k hlídání sídel, poté k lovu a dalším činnostem.

V dnešní době se psi chovají především pro práci a jako společníci (Procházka, 2005).

2.2 Trávicí ústrojí

Proces trávení je degradace složitějších složek na formy jednoduché, které mohou být absorbovány z trávicího traktu do tkání a tím být využity na záchovu, obnovu, růst a zásobu energie (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Trávicí soustava jednotlivých zvířat je přizpůsobena typu přijímané potravy. Pes je masožravec, nepotřebuje proto trávit velké množství vlákniny, jako je tomu u přežvýkavců (Reece, 2011).

Funkcí trávicí soustavy je též vylučování zbytků, které organizmus nestrávil. Soustava je tvořena třemi základními významnými vrstvami: sliznicí, hladkou svalovinou a tenkou pobřišnicí. Trávicí soustavu lze anatomicky i funkčně rozdělit do jednotlivě oddělených částí.

Začíná dutinou ústní, ve které dominují zuby. V dospělém věku má pes 42 zubů, z toho 12 řezáků, 4 špičáky, 16 zubů třenových a 10 stoliček. Z uskupení a tvarů zubů je očividné, že pes potravu zuby pouze porcuje (Procházka, 2005).

Zuby psovitých šelem v průběhu evoluce projevily velkou adaptabilitu na rychle se měnící podmínky vnějšího prostředí. To je jeden z nejdůležitějších důvodů, proč byla tato skupina tak úspěšná (Wang, 2008).

Tvar čelisti a poloha dutiny ústní naznačuje, že pes je schopen potravu pouze uchopit a k hltanu ji posouvat nadhazováním, jazyk v tomto případě plní funkci pouze přidržovací.

Pro příjem potravy jsou důležité sliny, jejichž tvorba je umocněna při příjmu potravy. Sliny jsou sekret s mírně kyselým charakterem. Obsahují hlen, který usnadňuje polykání. U psů nemají sliny v trávicím procesu žádný další velký vliv (THE WALTHAM BOOK, 1991), psí sliny totiž neobsahují amylázu, štěpící škroby na jednodušší cukry. Proto je důležitá tepelná úprava škrobů (Axelson, 2013).

Na dutinu ústní navazuje hltan, který pokračuje v jícnu. Jeho svalovina má schopnost se široce roztáhnout. Vnitřní stranu jícnu tvoří sliznice (Procházka, 2005).

Další, velmi důležitý orgán trávicí soustavy je žaludek. Slouží jako rezervoár potravy, zahajuje trávení proteinů a reguluje posun tráveniny do tenkého střeva. Stěna žaludku je tvořena elastickou hladkou svalovinou, schopná přizpůsobit se velkému objemu tráveniny. Vnitřní strana je tvořena sliznicí (THE WALTHAM BOOK, 1991). Na

sliznici se nacházejí žlázy, mající specifické funkce. Žlázy vedlejší produkují hlen. Hlavní žlázy produkují proteázy, hlavní proteázou je pepsinogen. Ten je sám o sobě neaktivní a až po aktivaci HCl se mění na aktivní pepsin. Jeho hlavní funkcí je štěpení proteinů na polypeptidy. Krycí žlázy vylučují kyselinu chlorovodíkovou a žlázy pylorické vylučují gastrin, hormon, který zvyšuje tvorbu žaludečních šťáv. Pepsinogen a HCl jsou uvolňovány do dutiny žaludku, kdežto gastrin je uvolňován do krve (Reece, 2011).

Hlen, který žaludek produkuje, slouží jako ochrana epitelu žaludku před vlastním natrávením. Ve spodní části žaludku (předsíní) se postupně tvoří chymus, což je promíchaná trávenina s alkalickým roztokem, který produkuje mukózní tkáň předsíně. Na distální části žaludku se nachází vrátník, který reguluje tok chymu do další části trávicí soustavy, tenkého střeva (THE WALTHAM BOOK, 1991). Přibližně 20-ti kilový pes je schopen za 3,5 hodiny vyloučit až 1 litr žaludeční šťávy. Tento fakt, spolu s peristaltickými pohyby žaludku, napomáhá psovi trávit i velké kusy potravy za relativně krátkou dobu (Procházka, 2005).

Trávení pokračuje ve střevech, která jsou poměrně krátká. Dělí se na tenké a tlusté střevo. Tenké střevo se dále dělí na dvanáctník, lačník a kyčelník (Reece, 2011). Procházka (2005) zmiňuje, že na rozdíl od žaludku, kde je prostředí kyselé, v tenkém střevě je prostředí zásadité a to hlavně kvůli působení jiného druhu enzymů.

Do dvanáctníku ústí vývody slinivky břišní, jejíž šťávy se významně podílejí na trávení tuků, sacharidů a bílkovin. Většina resorpčních procesů probíhá právě ve střevech (Reece, 2011). Jelínek a Jelínek, (2002) dodávají, že v tenkém střevě probíhá též trávení škrobu. Délka střev u psa je přibližně 4m.

Koncový úsek tenkého střeva ústí do tračnicku, což je jedna ze dvou částí tlustého střeva. První částí je slepé střevo. To má pes vyvinuté jen málo. V tlustém střevě dochází hlavně k fermentaci, které předchází samotné enzymatické trávení. (Reece, 2011).

Tlusté střevo je zakončeno konečníkem. Po jeho stranách se nacházejí anální žlázy, které do něj vyúsťují. Tyto žlázy vylučují sekret, který je součástí pachů rozlišujících jedince.

Do trávicí soustavy patří též tzv. přídatné orgány, které se na trávení výrazně podílejí. Jsou to slinivka břišní, slinné žlázy a játra. Játra vylučují žluč, která napomáhá v tenkém střevě dokončit proces trávení tuků (Procházka, 2005).

2.3 Živiny

Psi mají specifické požadavky na živiny, které se věkem, aktivitou a zdravotním stavem různí (FEDIAF, 2018).

Pro správnou funkci organismu jsou nezbytné proteiny, lipidy, sacharidy, minerální látky a vitaminy. Pro organismus je nezbytná i voda, která se taktéž řadí mezi živiny. Ta je často z hlediska výživy opomíjena (Suchý, 2007).

Z výše uvedených makroživin, tj. proteiny, lipidy a sacharidy, si tělo musí získat ATP, sloužící jako nositel energie (Zápalková, 2018). Ta je důležitá pro udržení rovnováhy v organismu, udržení látkové výměny a pro správnou funkci všech orgánů (Suchý et al., 2010).

Živiny musejí být biologicky dostupné, tzn., že trávicí systém zvířete musí být schopen živiny z krmiva extrahovat, použít je do svého metabolického systému a tak dosáhnout potřebné stravitelnosti (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Podle Dvořákové (2003) je stravitelnost velmi důležitým ukazatelem pro kvalitu krmiva a zároveň i jeho biologickou hodnotu. Čím méně přijatého krmiva je vyloučeno výkaly a močí, tím se stravitelnost krmiva zvyšuje. Zatímco levná krmiva mívají stravitelnost i méně než 50%, kvalitní krmiva mohou dosahovat stravitelnosti i 90%. Stravitelnost ovšem nezávisí jen na kvalitě vstupních surovin, ale též na technologii zpracování. Tepelnou úpravou krmiv lze dosáhnout vyšší stravitelnosti rostlinných bílkovin, avšak musí se dát pozor, aby se nezničily vitaminy obsažené v krmivu.

2.3.1 Voda

Ve většině klimatických podmínkách je voda běžně dostupná, proto bývá často jako živina opomíjena, trvalý přísun vody je však nezbytný (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Pes získává vodu pitím, z potravy a metabolickými přeměnami (především rozklad tuků a sacharidů). Obsah vody v organismu psa se pohybuje okolo 70%, u mladých psů a štěňat může být obsah vody i vyšší. S postupujícím věkem obsah vody

v těle psa klesá (Procházka, 2005). Obsah vody v jednotlivých tkáních se však liší (Straková et al., 2008). Podle Case (2011), je obsah intracelulární tekutiny přibližně 40-45%, u extracelulární pak 20-25% hmotnosti. Labuda et al. (1982) dále dodává, že obsah vody v těle zvířete též ovlivňuje stav tukové tkáně, neboť polovina celého množství vody se nachází ve svalech. Bylo zjištěno, že 20 kilový pes spotřebuje denně průměrně 1,5l vody, což vychází přibližně 60-75 ml vody na 1kg živé hmotnost (Procházka, 2005). Tento fakt dokládá i podrobněji rozpracovaná tabulka níže.

Tab. č. 1- Denní potřeba vody pro psy (ml/kg) při rozdílných typech krmiva. (Meyer, Zentek, 2005)

Podmínky		Suché krmivo	Mokrý krmivo
Průměrná teplota okolí	< 20°C	40-50	5-10
Vysoká teplota	> 20°C	50-100	20-50
Vysoká fyzická aktivita	< 20°C	Up to 100	Up to 50
	> 20°C	Up to 150	Up to 100

Voda je pro organismus tak důležitá, že následky jejího nedostatku v těle lze pozorovat mnohem dříve, než jakékoli jiné živiny. Dehydratace se může projevit při nedostatečném příjmu vody, při zvracení, průjmu, či při přehřátí. Dehydratace způsobuje pokles objemu cirkulující krve, to má za následek nerovnováhu elektrolytů uvnitř a okolo buněk regulujících teplotu. Buňky a orgány tak nemohou správně fungovat, při přetrvávající dehydrataci dochází k selhání organismu a úmrtí (FEDIAF, 2018).

Webster (1999) udává, že k dehydrataci může dojít též při nadměrném příjmu minerálů, zvýšeným sliněním, nebo pocením. Mezi nejhorší případy dehydratace způsobené teplotní regulací dochází při zanechání psa v uzavřeném prostoru na slunném místě, příkladem může být zaparkované auto.

2.3.2 Proteiny

Proteiny, též také známe pod pojmem bílkoviny, se řadí mezi dusíkaté látky. Z výživového pojetí se mohou dusíkaté látky vyskytovat v krmivech v různých formách.

Buď v podobě organické, mezi které se řadí právě proteiny, peptidy, volné aminokyseliny, různé dusíkaté báze a močovina. Do anorganických se pak řadí dusičnany a dusitany (Suchý et al., 2007).

Z chemického hlediska jsou proteiny velké a složité molekuly, skládající se z uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku. Základní stavební jednotkou proteinů jsou aminokyseliny, které se k sobě váží peptidickou vazbou. Tato vazba vzniká mezi karboxylovou skupinou jedné aminokyseliny a aminoskupinou druhé aminokyseliny. Při této reakci se navíc uvolňují molekuly vody.

Proteiny se nacházejí jak v živočišných, tak v rostlinných krmivech. Jelikož se psi řadí mezi masožravce, jsou proto pro psy považovány bílkoviny živočišného původu za plnohodnotnější. Většina živočišných proteinů má příznivější zastoupení esenciálních aminokyselin a lepší stravitelnost. Stravitelnost u rostlinných proteinů je většinou snížena přítomností vlákniny a antinutričních látek, omezujících jejich trávení (Šterc, Štercová, 2014).

Pes k výživě potřebuje 23 aminokyselin, přičemž 10 aminokyselin si nedokáže syntetizovat sám, jsou tedy esenciální (Procházka, 2005). Kváš (1998) udává, že esenciální aminokyseliny ve výživě psů jsou arginin, fenyloalanin, histidin, izoleucin, leucin, lysin, methionin, threonin, tryptofan a valin. Neesenciální jsou poté alanin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin, prolin a hydroxyprolin. Důležité jsou i semiesenciální cystin a tyrosin. Aminokyseliny se mohou do krmiva přidávat též jako umělá aditiva (Jeroch et al., 2006).

Potřeba proteinů je závislá na řadě faktorů, zejména na jejich aminokyselinovém složení a stravitelnosti. Obecně je známo, že čím kvalitnější bílkovina je, tím je její potřeba menší, neboť jsou schopny lépe pokrýt aminokyselinovou potřebu. Denní doporučený příjem bílkovin u dospělého psa středního plemene se pohybuje mezi 1,5-3 g/kg živé hmotnosti, u menších plemen je potřeba o něco málo vyšší (Šterc, Štercová, 2014).

Normy NRC (2006) uvádějí, že potřebné množství proteinu pro dospělé psy činí $3,28 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Obecně lze říci, že minimální potřebné množství proteinu v sušině je 18 %, na čemž se shodují jak organizace AAFCO, tak FEDIAF. U horní hranice se již organizace mírně liší, pro rostoucí psy doporučují hodnoty 22% a 25%. Procházka (2005) ve své

publikaci uvádí doporučenou horní hranici proteinů 30%, neboť dlouhodobý nadbytek bílkovin může u masožravců zapříčinit zatížení organismu dusíkatými látkami, což vede k přetížení ledvin. Nadbytek bílkovin může též způsobit disbalanci mezi vápníkem a fosforem.

Toto tvrzení je však s rozporem s Robertsonem et al. (1986), který pokusem potvrdil, že dlouhodobý příjem krmiva s vyšším obsahem bílkovin v sušině (až kolem 50%) neměl negativní vliv na funkci ledvin. Šterc a Štercová (2014) dodávají, že ani u starších jedinců není důvod snižovat množství bílkovin, jelikož ve vyšším věku se naopak zvyšují nároky na kvalitu i množství bílkovin, neboť klesá jejich využitelnost.

2.3.3 Lipidy

Hlavním a zároveň nejbohatším zdrojem energie pro psy jsou tuky. Jsou to jedny z nejlépe stravitelných živin, jejich stravitelnost dosahuje přes 90%. Ve srovnání s bílkovinami, nebo sacharidy obsahují tuky více než dvojnásobek energie, proto také tuky rozhodují o energetické hodnotě krmiva. Mimo jiné, tuky zvyšují chutnost krmiva, jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin a umožňují využití liposolubních vitaminů A, D, E a K (Šterc, Štercová, 2014).

Využitelnost tuků organismem a jejich kvalita, je dána jejich zdrojem. Obecně platí, že pro psa jsou nejvhodnější, živočišné, jednodruhové tuky (Dvořáková, 2003).

Tuky mohou ve své molekule obsahovat buď jednu dvojnou vazbu, nebo více dvojných vazeb, takzvané PUFA (Suchý et al., 2007).

Podle Strakové et al. (2008) jsou ve výživě psů nejvýznamnější právě nenasycené mastné kyseliny MUFA (mononenasycené) a PUFA (polynenasycené).

Mezi mononenasycené mastné kyseliny patří omega-9, neboli kyselina olejová. Mezi polynenasycené kyseliny se pak řadí omega 6 kyselina linolová a arachidonová a omega 3, kyselina linoleová. Ve výživě psů je přísun kyseliny linolové nutný. Tato kyselina je považována také jako jedna z nejdůležitějších esenciálních živin, protože je z ní organismus schopen syntetizovat v rámci intermediálního metabolismu další polynenasycené kyseliny a z nich pak další biologicky vysoce účinné látky (Suchý et al., 2007).

Jejím bohatým zdrojem jsou rostlinné oleje, z živočišných zdrojů poté rybí tuky a vaječný žloutek. U psů je též nutný přísun kyseliny – α linoleové (omega 3), nacházející se například ve lněném, sójovém, nebo řepkovém oleji (Šterc, Štercová, 2014).

Suchý et al. (2007) uvádí jako projevy nedostatku kyseliny linolové poruchy látkové výměny, poruchy zraku a další patologické změny. Do popředí zájmu vědců se v poslední době také dostávají kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dekosahexaenová (DHA). Tyto kyseliny mají velký účinek jak z hlediska dietetického, tak terapeutického.

Kyseliny EPA a DHA jsou předmětem zájmu především dietetiků, kteří zkoumají jejich využití při léčení hypersenzitivních reakcí a onkologických onemocnění (Huml, 2005).

Nedostatek tuků obecně se u psů projevuje především na stavu kůže a srsti, kůže je suchá a šupinatá, srst hrubá a bez lesku. Naopak dlouhodobý nadbytek tuků nepříznivě ovlivňuje využitelnost bílkovin, jódu a thiaminu (Šterc, Štercová, 2014).

Tab. č. 2- Minimální potřeba tuku a kyseliny linoleové u psů podle AAFCO (2008) a FEDIAF (2013) v % sušiny krmiva a v g/1000 kcal ME

	Tuk		Kyselina linolová	
	% suš	g/1000 kcal	% suš	g/1000 kcal
Dospělí psi AAFCO	5,0	14,00	1,00	2,86
Dospělí psi FEDIAF	5,5	13,75	1,32	3,30
Rostoucí psi AAFCO	8,0	23,00	1,00	2,86
Rostoucí psi FEDIAF	8,5	21,25	1,30	3,25

Na rozdíl od bílkovin, pro tuky jsou stanovené i maximální přípustné hodnoty. Maximální bezpečný limit z celkového obsahu energie krmiva se doporučuje 70% a ze sušiny 33%. Výjimku tvoří psi v těžké zátěži, kde bývá obsah tuku v krmné dávce i vyšší. Na takové množství se ale musí psi navykat postupně (Šterc, Štercová, 2014).

Doporučený poměr v krmivu by mezi proteiny a tuky měl být přibližně 2:1-1,5 a při velké zátěži i 1:1 (Suchý et al., 2007). Reinerth (2005) dodává, že čím delší řetězec mastná kyselina obsahuje, tím je daný tuk hůře stravitelný.

2.3.4 Sacharidy

Sacharidy sice patří mezi základní energetické živiny, pro psy však nejsou zcela nezbytné a ani normy neuvádějí jejich potřebu. Příslušníci řádu Carnivora dokáží účinně využívat aminokyseliny z přijatých bílkovin a syntetizovat si tak v játrech glukózu sami. Jsou tedy na příjmu sacharidů v krmivu relativně nezávislí. Přiměřený obsah sacharidů v krmivu je však prospěšný, neboť slouží jako pohotový zdroj energie (Šterc, Štercová, 2014).

Procházka (2005) udává, že zastoupení sacharidů v krmné dávce je prospěšné také z důvodu lepšího využití bílkovin, neboť se nemusí podílet na glukoneogenezi a šetří se na jiné funkce. Ideální zastoupení sacharidů v krmivu by mělo být kolem 20%.

Pes přijímá sacharidy v podobě rostlinného krmiva. Nadbytek sacharidů se přemění v glykogen, představující sacharidový zdroj energie. Glykogen se ukládá především v játrech a svalech, zbytek se poté uloží ve formě zásobního tuku.

Sacharidy se dělí podle počtu uhlíků v molekule na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy. Mezi monosacharidy se řadí ribóza, glukóza, fruktóza a galaktóza. Skládají se z uhlíkového řetězce o délce 3 až 9 uhlíků. Slouží výhradně jako zdroj rychle se uvolňující energie. Disacharidy jsou zastoupeny sacharózou, maltózou a laktózou. Jsou složeny ze 2 až 9 monosacharidových jednotek (Suchý, 2007). Šterc a Štercová (2014) uvádějí, že kromě maltózy jsou psi schopni trávit i limitované množství sacharózy. Laktóza je plně stravitelná pouze u sajících štěňat, u dospělých psů může dokonce vyvolat intoleranci. Mudřík et al. (2007) dodává, že zejména starší psi mohou při nadbytečném přísunu laktózy trpět dietetickými poruchami.

Mezi polysacharidy se zařazuje škrob, glykogen a celulóza. Jsou to makromolekulární látky, složeny z více než 10 sacharidových jednotek. Z dietetického hlediska lze polysacharidy rozdělit na stravitelné (škrob a glykogen) a na obtížně stravitelné až nestravitelné, mezi něž se řadí celulózy, hemicelulózy a pektiny, souborně v komplexu s ligninem označované jako vláknina (Suchý, 2001).

Nejvýznamnějším sacharidem, nacházejícím se v krmivech pro psy, je škrob. Hlavním zdrojem škrobu jsou luštěniny, obiloviny, brambory, maniok, či batáty. Stravitelnost syrového škrobu je však omezená z důvodu nedostatečně rozvinutého enzymového systému pro hydrolytické štěpení (Šterc, Štercová, 2014).

Axelson (2013) však ve své práci uvádí, že pes má v porovnání s vlkem mnohem vyšší aktivitu enzymů amylázy a maltázy, klíčových enzymů štěpící škrob. To se prokázalo již v rané domestikaci jako velmi výhodné, neboť mohl pes lépe trávit zbytky lidské potravy. Z tohoto vyplývá, že pokud je rostlinná složka v krmivu dobře tepelně zpracována, je ji pes schopen relativně dobře trávit.

Vařený škrob je totiž 2-12krát lépe stravitelný, než syrový (Šterc, Štercová, 2014).

Stravitelnost sacharidů dle Hiltona (2000) je následující: Glukóza a sacharóza 99%, tepelně upravený bramborový a kukuřičný škrob 84%, kdežto syrový škrob pouze 47%. Surový bramborový škrob 19%, celulóza 6 až 31%. Laktóza 0 až 60%, záleží na konkrétních jedincích.

2.3.5 Vlákna

Z hlediska výživné hodnoty je vlákna v krmivu u psů zanedbatelná, v jejich výživě je však její funkce nenahraditelná. Jednotlivé složky vlákniny nejsou stravitelné enzymy, lze je rozštěpit pouze symbiotickými bakteriemi v tlustém střevě. Jelikož mají psi tlusté střevo krátké a s nedostatečným množstvím symbiotických bakterií, mohou vlákninu trávit pouze velmi omezeně (Šterc, Štercová, 2014).

Vlákna je komplex polysacharidů, dělí se na acido-detergentní (ADF) a neutrálně- detergentní (NDF). ADF je ligninocelulósový komplex a kutin, který zbyde po kyselé hydrolyze reagenční směsi v roztoku kyseliny sírové. NDF je zbytek celulózy, hemicelulózy, ligninu a kutinu po hydrolyze reagenční směsi při neutrálním pH.

Vlákninu lze rozdělit dle rozpustnosti. Rozpustná plní funkci střebávání vody, tím bobtná a zvětšuje střevní obsah. Reguluje též vstřebávání cukrů a tuků. Nerozpustná vlákna příznivě podporuje peristaltiku střev a způsobuje pocit sytosti (Dvořáková, 2003).

Nadbytek vlákniny se projeví nadýmáním, průjmem, snižuje se využitelnost živin a minerálních látek (Šterc, Štercová 2014). Nedostatek vlákniny vede ke snížení peristaltiky střev a má souvislost s mnoha dietetickými poruchami. Doporučené množství vlákniny v krmivu by se měl pohybovat mezi 2% až 3%. Zvýší-li se podíl nad 5%, snižuje se výrazně využitelnost živin z krmiva (Suchý et al., 2007). Tento fakt potvrzuje ve své publikaci i Kváš (1998).

Mezi nejčastěji používané zdroje vlákniny v krmivech se používají obilniny, například oves, dále řepná drť, ovoce, či zelenina (Beaton, 2013).

2.3.6 Minerální látky

Na rozdíl od proteinů, lipidů a sacharidů jsou minerální látky anorganického původu, patří však také mezi životně důležité součásti psích krmiv. Do organismu se dostávají potravou a vodou (Procházka, 2005).

Minerální látky představují většinu z obsahu popela, čili hodnoty, která vzejde po spálení vzorku krmiva při vysoké teplotě (Šterc, Štercová, 2014).

Dle stupně pokrytí potřeby minerálních látek lze rozlišit tři základní stupně. Karence, optimální příjem a nadměrný příjem. Z hlediska zdraví a užítkovosti zvířete je ideální samozřejmě optimální příjem. Karence a nadměrný příjem, stejně jako nevyvážený poměr mezi jednotlivými prvky, jsou v poměrně krátké době výsledkem výrazných patologických změn v organismu. Dlouhodobý suboptimální příjem některých minerálních látek je též významným rizikem. Projevuje se chronickými poruchami zdraví jedinců (Suchý et al., 2007).

McDowell (1992) uvádí, že savci potřebují více než 18 esenciálních minerálních látek.

Prvky lze též rozdělit podle potřeby a obsahu v živočišném organismu. Do první skupiny se zařazují prvky, jež jsou na denní potřebě v krmivu řádově v gramech (Ca, P, Mg, Na, K, Cl a S), jedná se o takzvané makroprvky. Další skupinou jsou mikroprvky, které jsou v krmivech obsaženy řádově v miligramech. Jedná se o Fe, Cu, Zn, Mg a další (Reinhert, 2005). Suchý et al. (2007) ještě uvádí třetí skupinu rozdělení a to takzvané ultramikroprvky, které jsou v krmivech obsaženy řádově v nanogramech. Jedná se například o Se, Co, Mo, Cr a další.

Straková et al. (2008) dodává, že přítomnost minerálu v krmivu ještě není zárukou, že jej zvíře dokáže využít. Pro správnou využitelnost je důležité, aby byly prvky dobře rozpustné v krmivu. Zároveň je nezbytné, aby byl organismus schopen prvek uvolnit z dané sloučeniny, a to pomocí metabolických procesů. Z anorganických sloučenin jsou dobře stravitelné chloridy, hůře už sírany, uhličitany a oxidy. Lépe využitelné jsou pak minerály vázané v organických sloučeninách, což potvrzuje i Suchý et al. (2007). Takto vázané prvky jsou souborně označovány jako cheláty stopových prvků. Mezi nejvýznamnější patří vazby na kvasniční proteiny, aminokyseliny, nebo v laktátové formě.

V podstatě všechny mikroprvky jsou v nadbytku toxické, proto je nezbytné dodržovat při jejich dávkování stanovené horní hranice (Šterc, Štercová, 2014).

Tabulka č.3 uvádí minimální a maximální potřebu minerálních látek pro psy.

Tab.č. 3- Minimální a maximální potřeba minerálních látek u psů podle AAFCCO (2014) v sušině krmiva

Prvky	Jednotky	Rostoucí psi a reprodukce	Dospělí psi	Maximum
Vápník	%	1.2	0.5	1.8
Fosfor	%	1.0	0.4	1.6
Poměr Ca:P		1:1	1:1	2:1
Draslík	%	0.6	0.6	
Sodík	%	0.3	0.6	
Chloridy	%	0.45	0.12	
Hořčík	%	0.06	0.06	
Železo	mg/kg	88	40	
Měď	mg/kg	12.4	7.3	
Mangan	mg/kg	7.2	5.0	
Zinek	mg/kg	100	80	
Jód	mg/kg	1.0	1.0	11
Selen	mg/kg	0.35	0.35	2

Zvýšenou potřebu minerálů lze obecně doporučit při růstu mláďat, v období reprodukce, ve druhé polovině březosti a též v období laktace. Zvýšenou potřebu minerálů mají též dospělí psi v zátěži, psi při výměně srsti a staří jedinci (Suchý et al., 2007).

Minerální látky se v organismu podílejí na mnoha funkcích. Slouží kupříkladu k výstavbě kostry, mají význam při některých základních metabolických procesech, jako je například regulace elektrolytů, jsou významné při přenosu nervových vzruchů, a další (Procházka, 2005).

Makroprvky

Makroprvky plní v organismu mnoho funkcí. Řadí se mezi ně vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, chlor a síra. Obsah těchto esenciálních prvků se v těle pohybuje v rozmezí mezi 0,4 až 20 g/kg tělesné hmotnosti (Kváš, 1998).

Vápník a fosfor

Tyto dva makroprvky spolu velice úzce souvisí, v otázce výživy mají velmi důležitou roli, proto je potřeba tyto prvky sledovat komplexně (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Beránková a Králová-Kovaříková (2015) uvádějí, že vápník je jeden z minerálů, který je vyžadován v nejvyšším množství. Zatímco v komerčně vyráběných krmivech je obsah vápníku optimální, nebo mírně zvýšený, u domácích způsobů příprav krmiv je většinou vápník v nedostatku (Huml, 2005).

Vápník se v těle nachází z 99,5% v kostech, zubech, šlachách a vazech. Zbytek podílu vápníku v těle se nachází v plazmě, měkkých tkáních a v lymfě (Kváš, 1998). Vápník plní významnou roli v pevnosti kostí a zubů, dále se aktivně podílí na krevním srážení, na přenosu nervových vzruchů, svalové kontrakci a podstatná je též jeho funkce membránová a sekreční (Beránková, Králová-Kovaříková, 2015). Je též důležitý při regulaci permeability buněčných membrán. Je též důležitý pro aktivaci a inhibici různých enzymů a některých hormonů (Suchý, 2001).

Většina tělesných zásob fosforu (80%) je uložena v kostech, z 10% poté v zubech. Fosfor se též nachází v mozku, plicích, játrech, srdci a v žlázách s vnitřní sekrecí (Kváš, 1998). Spolu s vápníkem se uplatňuje při tvorbě kostí, je důležitý při metabolismu bílkovin, sacharidů a tuků a také při tvorbě vitamínu B. Fosfor se též podílí při procesu přenosu energie (Suchý, 2001).

Správný poměr vápníku a fosforu je velmi důležitý. Ten by měl být podle Mudříka et al. (2007) Ca : P 1,2-1,4:1. Kváš (1998) uvádí optimální poměr 1:1 až 1,7:1. AAFCO (2014) uvádí poměr 1:1, maximum poté 2:1.

Správný poměr je potřeba dodržet zvláště u rostoucích jedinců. Abnormální příjem vápníku a fosforu má za následek vývoj ortopedických onemocnění, jako je

například osteochondróza, fibrózní osteodystrofie a jiné. To může být následek vzniku dysplazie loketního kloubu. (Šterc, Štercová, 2012)

Při nadbytečném množství vápníku vzniká v trávicím traktu fosforečnan vápenatý, to má za následek snížené vstřebávání fosforu. Nadbytek vápníku také negativně ovlivňuje i využití jódu, manganu, zinku, či železa. Vzájemné vztahy mezi vápníkem a hořčíkem jsou oboustranné, tudíž nadbytek jednoho prvku negativně ovlivňuje vstřebávání druhého prvku (Kváš, 1998). Jeroch et al. (2006) uvádí, že nadbytek vápníku též souvisí se špatným vstřebáváním zinku a mědi.

Šterc a Štercová (2012) udávají, že štěňata do šesti měsíců věku nejsou schopna množství vstřebávaného vápníku regulovat v takové potřebě, jako dospělí psi. Resorpce se u nich nikdy nesníží pod 40 % z celkového příjmu vápníku, dokonce ani při jeho velmi vysokých koncentracích v krmivu.

Velmi náchylné na přísun vápníku jsou též laktující feny. V důsledku přechodu velkého množství vápníku do mléka nastane pokles hladiny vápníku v těle feny, to může vést k porodní eklampsii. Na toto onemocnění trpí zejména feny malých a středních plemen (Chylíková, 2010).

Zdrojem vápníku jsou krmiva živočišného původu (kosti, vaječné skořápky), luštěniny, krmné kvasnice a další (Suchý, 2001). Za dobré zdroje fosforu se obecně považují obiloviny, luštěniny a olejniny. Z živočišných surovin to jsou poté vepřová játra, vaječný žloutek a ryby (Velíšek, 2002).

Hořčík

Hořčík, řadící se do skupiny makroprvků, se v těle nachází ve výrazně nižší koncentraci, než například vápník a fosfor (Reinhert, 2005). Podle Kváše (1998) se hořčík podílí na přibližně 0,05% celkové tělesné hmotnosti. Pověšinou je uložen v kostech, ale také v buňkách a v buněčné tekutině.

Přítomnost hořčíku v organismu je důležitá pro správnou funkci srdce, kosterní svaloviny a nervové tkáně. Jeho funkce je spjata s rovnováhou s vápníkem (THE WALTHAM BOOK, 1998). Je též důležitý při energetické látkové výměně a hraje roli při aktivaci enzymů.

Nedostatek hořčíku má vliv na kardiovaskulární systém a na svalovinu, kdy může vést ke křečím a svalovému třesu (Reinhert, 2005), nebo k nervovým poruchám (Campbell, Reece, 2006). Tento nedostatek může být způsoben nadbytkem vápníku a fosforu v krmivu. Většinou bývají na nedostatek náchylnější mladí psi, kteří potřebují zvýšené množství hořčíku k vývoji kostí a zubů (Kváš, 2007).

Nadbytek se naopak projevuje průjmy a poruchami činnosti ledvin (Reinhert, 2005). Mudřík et al. (2007) uvádí, že disbalance v hladině hořčíků se objevuje jen zřídka.

Draslík

Draslík je elektrolyt, nacházející se v buňkách. Spolu s vápníkem reguluje osmotický tlak buněk a je tak odpovědný za hospodaření s vodou. Draslík má také vliv na rovnováhu kyselin a zásad, podílí se na aktivaci enzymů a při přenosu nervových vzruchů (Reinerth, 2005).

Obsah draslíku v buňkách stoupá, převládají-li anabolické procesy. Naopak při katabolických procesech dochází ke ztrátám draslíku (Suchý, 2001).

Kváš (1998) uvádí, že přibližně 75% draslíku nacházejícího se v těle, je uloženo ve svalech.

Přebytek draslíku se projevuje poruchami srdeční činnosti a může souviset s nedostatkem sodíku v krmné dávce (Süvegová, Mertin, 1994). Jeroch et al. (2006) dodává, že nadbytek může též vést k poruchám plodnosti a průjmům.

Nedostatek naopak způsobuje nechutenství, podrážděnost a též srdeční poruchy. K nedostatku však dochází jen v případech, kdy pes trpí dlouhodobými průjmy a zvracením. Kidd (2005) dodává, že snížená hladina draslíku může být způsobena různými medikačními přípravky, například některými diuretiky.

Mezi zdroje draslíku patří zelenina, ovoce, vepřové maso, ryby a mléčné výrobky (Reinhert, 2005).

Sodík a chlór

Sodík se nachází až ze 40% v kostech (Süvegová, Mertin, 1994) a převážně také v mimotělních tekutinách. Sodík bývá často dáván do spojitosti s chlórem, neboť tvoří dohromady většinu elektrolytů v těle. Společně se podílejí na regulaci osmotického tlaku v těle a udržování stálého pH (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Sodík ovlivňuje elektrickou aktivitu buněk, přenos nervových vzruchů a přenos látek přes buněčnou membránu, což je aktivní transport zprostředkovaný Na⁺ K⁺ ATPázou. Je též aktivátorem některých enzymů (Suchý, 2001). Nedostatek způsobuje nechutenství, pokles využitelnosti bílkovin, křeče svalů, narušení acidobazické rovnováhy, sníženou produkci slin a poruchy plodnosti (Jeroch et al., 2006). Na nedostatek sodíku jsou citlivé zvláště laktující feny, u nichž se nedostatek projevuje zhoršením kvality srsti, poruchami funkce srdce a ledvin. Velký nedostatek může končit i úmrtím jedince.

Nadbytek sodíku bývá příznak při nedostatku vody, to se projevuje depresí, nechutenstvím, zvracením a zrychleným dýcháním. Mohou se též vyskytovat křeče (Süvegová, Mertin, 1994). Mudřík et al. (2007) uvádí, že diety bohaté na sodík mohou vést k hypertenzi.

Mezi zdroje sodíku patří vejce, ryby, maso a živočišné moučky, také ale i čerstvá krev (Velíšek, 2002).

Chlor je součástí žluči a kyseliny chlorovodíkové. Je nezbytný pro udržování acidobazické rovnováhy a regulaci osmotického tlaku (Mudřík et al., 2007). Chloridy jsou hlavním antagonistou bikarbonátů, směřujících proti jejich koncentračnímu spádu. Tímto procesem se účastní tvorby membránového potenciálu (Suchý, 2001).

Nedostatek chloru způsobuje snížené vylučování žaludečních šťáv, poruchy při trávení bílkovin a poruchy acidobazické rovnováhy. Vysoký příjem má za následek průjmy a onemocnění ledvin. Lu et al. (2013) dodává jako další následek nadbytku chlóru intoxikaci solí a pokles aniontové a kationtové bilance.

Mezi přirozené zdroje chloridů patří sladový květ, řepa a krmiva živočišného původu, viz zdroje sodíku (Suchý, 2001).

Síra

Síra se v organismu vyskytuje především v aminokyselinách jako je methionin, cystein a cystin. Je také součástí koenzymů a vitaminů. Síra se ukládá především v srsti (Velíšek, 2002).

Nedostatek se projevuje nechutenstvím, nedostatečnou syntézou keratinu, ochabnutím vazů, narušením tvorby inzulínu a oxytocinu. Při nedostatku metioninu dochází k poškození jater a ledvin, poruchám růstu, či plodnosti. Dochází též k poklesu hodnot kationtové a aniontové bilance a snížení využitelnosti mědi (Jeroch et al., 2006).

Velíšek (2002) uvádí jako přirozené zdroje chrupavky kostí, sušené mléko, masokostní moučky, maso, sóju, obiloviny a vejce.

Mikroprvky

Jeroch et al. (2006) zmiňuje, že esenciálních stopových prvků je více jak 20, nicméně pouze pár z nich má praktický význam sledovat v potřebě dávkování. Mezi tyto prvky se řadí železo, mangan, měď, kobalt, jód, zinek a selen. Tyto prvky se nacházejí v organismu v koncentracích většinou menších, než 100 mg/kg. Jsou součástí organických sloučenin a jejich funkce jsou rozmanité.

Zvláštní skupinu tvoří tzv. ultramikroprvky, mezi něž se řadí například bor, hliník, nikl, lithium a cín. V krmivech jsou však obsaženy v tak malém množství, že se jim ve výživě nepřikládá význam.

Přidávky minerálů, jako jsou zinek, selen, mangan nebo měď, jsou nápomocny při posílení antioxidačních systémů, redukující volné radikály. Tím se výrazně snižuje riziko poškození tělních buněk, zvláště bílých krvinek (Ashry et al., 2012).

U komerčních prvků se nedostatek mikroprvků téměř nevyskytuje. Větší problém nastává při nadbytku mikroprvků, které hrozí spíše u zkrmování potravinovými doplňky, než při samotném krmení komerčními krmivy (Huml, 2005).

Železo

V živočišném organismu se přibližně tři čtvrtiny železa nacházejí v krvi, přesněji v hemoglobinu a myoglobinu (Kováč et al., 1989). Železo působí ve formě dvoumocné a třímocné (Veselý et al., 1984). Mudřík et al. (2007) dodává, že železo se též nachází v enzymech oxidoreduktáz. Více jak 70% železa se v těle neustále doplňuje rozpadem červených krvinek a hemoglobinu, proto je jeho potřeba za normálních okolností nízká (Kváš, 1998).

Hlavním příznakem nedostatku železa je hypochronická anémie (Kováč et al., 1989) a oslabená imunita (Campbell, Reece, 2006). Nadbytek se projevuje sníženým příjmem krmiva a úbytkem na hmotnosti.

Je známo, že pes dokáže lépe vstřebat železo z živočišných krmiv, než z rostlinných (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Mangan

Nejvíce manganu se v organismu nachází v játrech, kostře, slinivce břišní a v ledvinách. V těle živočichů obsah mangan kolísá od 0,2-0,4 mg/kg (Kováč et al., 1989).

Je součástí řady enzymaticko-katalyzačních reakcí, je též důležitý pro tvorbu chrupavek, metabolismus tuků a sacharidů (Mudřík et al., 2007). Veselý et al., (1984) zmiňuje jeho vliv na krevetvorbu, mění vlastnosti krevních buněk, ale neovlivňuje množství hemoglobinu v krvi.

Nedostatek manganu lze pozorovat při zhoršené reprodukci, projevuje se též nervozitou a narušenou stavbou kostní tkáně (Jeroch et al., 2006).

Kváš (1998) dodává, že dobrým zdrojem manganu pro výživu psů jsou obilné šroty.

Měď

Zastoupení mědi v živočišném organismu je poměrně nízké, jeho obsah v těle s věkem kolísá. Dospělá zvířata mají obsah vyšší, než mladí jedinci (Kováč et al., 1989).

Měď je zapojena do tvorby a činnosti červených krvinek, ovlivňuje pigmentaci kůže a srsti a je kofaktorem řady enzymatických systémů (Mudřík et al., 2007). Percival (1998) dodává, že měď též plní funkci při správném vykonávání určitých reakcí imunitního systému, nicméně se přesně neví jeho přímé mechanismy působení. Nedostatek mědi zpomaluje růst štěňat a způsobuje ztrátu pigmentace srsti (Kváš, 1998), může též způsobit cirhózu jater, deformaci kostí a cév (Jeroch et al., 2006).

Anorganická měď má silný prooxidační účinek a pokud není vázaná proteiny, dokáže zamezit peroxidaci lipidů jak v krmivu, tak dokonce i v zažívacím traktu (Surai, 2006).

Mezi dobré zdroje mědi patří játra, kosti, slezina, srdce, svalovina, kvasnice a tvaroh (Kváš, 1998).

Kobalt

Obsah kobaltu v organismu je poměrně nízký, pohybuje se v rozmezí od 30 do 60 mg/kg živé hmotnosti a přibývajícím věkem jedince se jeho obsah zvyšuje. Kobalt se v největších koncentracích nachází v játrech, ledvinách, slezině a v kostech (Kováč et al., 1989).

U psů je jeho hlavní biologickou funkcí podílení se na složení vitamínu B12, je-li příjem tohoto vitamínu optimální, není tedy přídavek kobaltu do krmné dávky nutný (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Hlavním projevem nedostatku je anémie, hubnutí, potraty a poruchy nervové soustavy (Campbell, Reece, 2006). Zdroj kobaltu jsou ryby (Kváš, 1998).

Jód

Jód je nepostradatelnou složkou hormonů štítné žlázy, regulující bazální metabolismus v organismu. Nedostatek jódu má za následek vznik struma, tzv. vole.

Klinické příznaky nedostatku se též projevují abnormalitami na kůži a srsti, může docházet k apatii a k narušení metabolismu vápníku. Projevy nadbytku jódu jsou obdobné. Disbalance množství jódu způsobuje sníženou produkci hormonů štítné žlázy (Mudřík et al., 2007).

Kváš (1998) uvádí, že nejvíce jódu se nachází v mořských rybách.

Zinek

Zinek je v organismu rozdělen poměrně nerovnoměrně, jeho největší zastoupení se nachází v kostní tkáni, kůži, srsti a v játrech. S přibývajícím věkem se v kostech jeho koncentrace zvyšuje, v kůži a srsti se naopak snižuje (Kováč et al., 1989).

Je nepostradatelný v řadě enzymatických systémů a to i těch, které se vztahují k metabolismu bílkovin a sacharidů. Potřeba zinku je často ovlivňována jinými složkami krmiva. Potřeba zinku se může výrazně zvýšit, krmíme-li dietami s vysokým obsahem vápníku, nebo zkrmováním krmiv pouze s rostlinnými zdroji bílkovin.

Nedostatek vede k nechutenství, špatnému růstu, atrofii varlat, onemocnění kůže a vyhublosti (Mudřík et al., 2007). Podle The Waltham (1991) je spojitost mezi množstvím zinku v organismu a stavem srsti a kůže zvláště markantní, neboť pes nemusí nutně navenek vykazovat známky nemoci, avšak jeho srst se výrazně odlišuje od jeho normálu. Ferenčík a Ebringer (2003) dodávají, že nízký příjem zinku má za

následek omezenou imunologickou rezistenci vůči infekcím, zvláště pak u stárnoucích zvířat.

Mudřík et al. (2007) uvádí, že vyšší obsah zinku v organismu neškodí, neboť zinek není toxický, podle Ibse a Rinka (2003), však vysoké dávky zinku mohou mít negativní dopad na buňky imunitního systému.

Biologicky vázaný zinek je považován za lépe stravitelný a využitelný v organismu, než zinek z anorganických zdrojů (Surai, 2006).

Selen

Selen se v živočišném organismu nachází nejvíce ve svalech, v játrech, kůži a kostech. Selen se dává často do úzké souvislosti s vitamínem E a s aminokyselinami obsahujícími síru (Kováč et al., 1989).

Je nezbytnou součástí enzymu glutathionu peroxidázy, která chrání buněčné membrány před poškozením od oxidačních sloučenin. Surai (2006) udává, že suplementace selenu zlepšuje přirozenou schopnost imunity. Mudřík et al. (2007) však dodává, že rozdíl mezi doporučenou a toxickou dávkou selenu je velmi malý, proto se musí s přidavky selenu opatrně. Intoxikace se projevuje kloubní slabostí, vypadáváním srsti a anémií (Jeroch et al., 2006)

Obecně se domnívá, že během evoluce se všechna zvířata adaptovala pouze na organickou formu selenu, tudíž anorganická forma selenu je rozdílně a obtížně vstřebávána, většinou pasivně ve střevech, jako minerální ionty (Surai, 2002).

Mezi kvalitní zdroje selenu patří svalovina, játra a kůže (Kváš, 1998).

2.3.7 Vitaminy

Vitaminy se řadí mezi anorganické složky potravy. Přestože nejsou zdrojem energie, neslouží jako stavební látky a jejich množství je v těle velmi nízké (FEDIAF, 2018), je jejich přítomnost v organismu nezbytná. Tyto specificky účinné látky v těle působí jako biokatalyzátory, podílejí se tedy na aktivitě řady enzymů a umožňují průběh biochemických reakcí (Kváš, 1998).

Většina vitaminů je nutno přijímat v potravě a následně pak absorbovat v trávicím traktu. Organismus psa je schopen sám syntetizovat pouze velmi omezené množství

vitaminů, jako je například vitamin C, či vitamin D3. Ten vzniká v těle za působení slunečního záření (Jeroch et al., 2006).

Vitaminy podporují odolnost organismu a jeho výkonnost, nedostatek, či jejich nadbytek v těle jedince se projevuje nepříznivě. Avitaminóza je úplný nedostatek vitaminů. Buď se může projevit při nedostatečném příjmu z krmiva, tzv. primární avitaminóza, nebo se projeví sekundární avitaminóza, způsobena neschopností organismu vitaminy využít (Slováček, 2002). Částečný nedostatek se označuje jako hypovitaminóza. Nejzávažnější bývá hypervitaminóza, kdy dochází k předávkování vitaminů. Hypervitaminóza vyvolává fyziologické a patologicko-morfologické změny, svými důsledky daleko převyšující následky hypovitaminózy (Suchý et al., 2007).

Šterc (2014) uvádí, že některé vitaminy jsou v nadbytku dokonce toxické, nejvyšší toxicity dosahuje vitamin A a D.

Tab. č. 4- Minimální a maximální potřeba vitaminů u psů podle AAFCCO (2008) v sušině krmiva

Vitaminy	Jednotky	Rostoucí psi a reprodukce	Dospělí psi	Maximum
A	IU/kg	5000	5000	250000
D	IU/kg	500	500	5000
E	IU/kg	50	50	1000
B1	mg/kg	1	1	
B2	mg/kg	2.2	2,2	
B3	mg/kg	11.4	11.4	
B5	mg/kg	10	10	
B6	mg/kg	1	1	
Kys. listová	mg/kg	0.18	0.18	
B12	mg/kg	0,02	0,02	
Cholin	mg/kg	1200	1200	

Potřeba vitaminů je závislá na pohlaví, věku, vnějších vlivech, fyziologickém stavu a na mnoha dalších faktorech. Obecně lze tvrdit, že štěňata a mladí psi jsou náchylnější k nedostatku vitaminů, feny v období březosti a laktace vykazují vyšší potřebu vitaminů, stejně tak jako psi ve fyzické zátěži. S intenzivnějším metabolismem stoupá potřeba vitaminů. Příjem vitaminů je též ovlivněn jinými složkami potravy. Při zvýšeném příjmu

cukrů je vyžadován vyšší příjem vitamínu B1 a při zvýšeném příjmu vápníku je zase nutno zvýšit příjem vitamínu D (Slováček, 2002).

Podle rozpustnosti se vitamíny rozdělují na dvě skupiny. Vitamíny rozpustné v tucích, mezi něž patří vitamín A, D, E a K. Druhou skupinou jsou vitamíny rozpustné ve vodě, mezi které se řadí vitamín C a komplex vitamínu B (Jeroch et al., 2006).

Vitamíny rozpustné v tucích

Tyto vitamíny se tráví společně s tukem, proto pro svou resorpci potřebují nenarušené vstřebávání tuků. Do organismu psa se dostávají přes vnitřní stěnu. Jelikož se ukládají v játrech, může jejich předávkování být nebezpečné (Reinerth, 2005).

Vitamín A

Termín vitamín A se v současnosti používá k popsání několika biologicky aktivních složek, ale ve fyziologii savců má největší význam retinol. V přírodě se tento vitamín nachází většinou ve formě prekurzorů, karotenů, které tvoří většinu žluté a oranžové barvy v rostlinných složkách potravy. Nejvýznamnější, karoten, obsahuje dvě spojené molekuly vitamínu A, jež jsou psi schopni přeměnit na dvě aktivní molekuly vitamínu A (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Za účasti enzymu karotinázy a hormonu tyroxinu se z provitaminu karotenu vytváří vitamín A ve střevech organismu. Jeho zásoba se pak ukládá v játrech (Procházka, 2005).

Z jeho fyziologických funkcí je nejvýznamnější zraková. Vitamín A, nacházející se v sítnici, tvoří společně s bílkovinou opsin sloučeninu rodopsin. Ta se při světelné expozici štěpí a za pomoci vzniklé energie jsou do mozku vysílány nervové vzruchy, kde následně dojde k přeměně na zrakové vjemy (THE WALTHAM BOOK, 1991). Další funkce tohoto vitamínu je například ochranná pro kůži a sliznice (Procházka, 2005).

Nedostatek vitamínu A má u fen za následky zhoršení implantace embryí, u psů poruchy spermiogeneze a poruchy regenerace epitelových buněk sliznic, zvláště v soustavě dýchací, trávicí a močopohlavní. Hypervitaminóza může vést k deformaci kostí.

Mezi zdroje vitamínu A se řadí mléčné výrobky, rybí tuk, vejce a játra (Kváš, 1998).

Vitamin D

Existuje několik látek mající vlastnosti vitamínu D, pro výživu zvířat mají však význam vitaminy D₂ a D₃. Pro vznik vitamínu D a jeho previtaminu v organismu je nezbytné sluneční záření (Kváš, 1998). Vitamin D₃ vzniká v kůži psa, po ozáření slunečním zářením provitaminu dihydrocholesterolu. Vitamin D₂ vzniká stejným způsobem, avšak vzniká v kvasinkách a rostlinách, z provitaminu ergosterolu (Procházka, 2005). V komerčních krmivech se nachází pouze vitamin D₃ (Case, 2011).

Vitamin D hraje významnou roli v metabolismu vápníku a fosforu. Ovlivňuje jejich vstřebávání v tenkém střevě, též ukládání vápenatých solí, fosforu a hořčíku v kostech a vylučování vápníku ledvinami (Mudřík et al., 2007).

Nedostatek vitamínu D vede k rachitidě, nebo osteomalácii. Hypervitaminóza způsobuje zvápenatění měkkých tkání a často se dává do souvislosti se špatným skusem (Kváš, 1998). Procházka (2005) dodává, že zvláště u psů velkých plemen je třeba dbát na nepředávkování vitamínem D.

Mezi přirozené zdroje vitamínu D uvádí Reinerth (2005) rybí tuk a játra, vaječný žloutek, obilné klíčky a maso.

Vitamin E

Vitamin E, nebo-li tokoferol, má nepostradatelný význam na metabolismus bílkovin, tím nepřímo, avšak výrazně, ovlivňuje funkci rozmnožovacích orgánů a podporuje syntézu gonadotropinů (Procházka, 2005). Další významná funkce tohoto vitamínu spočívá v jeho antioxidačních schopnostech. Zabraňuje oxidaci tuků na toxické peroxidy a též zabraňuje oxidaci vitamínu A a karotenů (Kváš, 1998).

Vitamin E je spjat s vyššími mastnými kyselinami. Zvýší-li se obsah VMK, zvýší se též požadavky na vitamin E (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Nedostatky tokoferolu se vyskytují jen zřídka, vyskytnou-li se, jejich následky mohou vést k potížím se svalovinou a srdcem (Reinerth, 2005), u samců dochází k ireverzibilnímu zastavení spermiogeneze a u fen může docházet k potratům (Kváš, 1998). Slováček (2002) uvádí též chudokrevnost, svalovou dystrofii a nižší využití vitamínu A. Hypervitaminóza je v tomto případě téměř vyloučena.

Přirozenými zdroji vitamínu E jsou arašídy, olej z pšeničných klíčků, ryby, vejce a špenát (Reinerth, 2005).

Vitamin K

Vitamin K tvoří několik sloučenin, společně se označující jako chinony. Patří sem vitamin K1 (fylochinon) a vitamin K2 (menachinon). Fylochinon se vyskytuje především v rostlinách, například v zelených listových salátech. Menachinon se vytváří v těle psa, konkrétně je syntetizován bakteriemi ve střevech (Reinerth, 2005).

Uvádí se, že většina vitamínu K je vstřebávána játry, doposud ale nebyly provedeny žádné přímé studie (Shearer et al., 2012) .

Vitamin K má velmi úzký vztah ke srážení krve (Kváš, 1998), nedostatek tohoto vitamínu se tedy projevuje hlavně zvýšenou krvácivostí, jak zevní, tak vnitřní (Slováček, 2002). K hypovitaminóze dochází obvykle při delším užívání antibiotik, která často negativně ovlivňují střevní mikroflóru.

Vysoký přísun vitamínu K může mít za následky chudokrevnost (Slováček, 2002), Reinerth (2005) a Kváš (1998) se však shodují na tom, že předávkování se u psů téměř nevyskytuje.

Vitaminy rozpustné ve vodě

Hydrofilní vitaminy nejsou náročné na resorpci v gastrointestinálním traktu a po většinu se v těle organismu neukládají. Na rozdíl od lipofilních vitaminů, vitaminy rozpustné ve vodě mohou díky svému rychlému metabolismu při nadbytečném příjmu být snadno vyloučeny močí (Procházka, 2005), proto prakticky nehrozí jejich hypervitaminózy.

Komplex vitamínu B

Skupina vitamínu B se díky svému podružnému výskytu v přírodě a své podobné funkci shrnuje do jedné skupiny, tzv. B-komplex (Reinerth, 2005). Do této skupiny se řadí B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B6 (pyridoxin), kyselina nikotinová, kyselina panteonová (B5), kyselina listová, inositol, cholin, vitamin B12 (cyanokobalamin) a biotin (někdy uváděný jako vitamin H). Pro výživu psů jsou důležití všichni zástupci (Procházka, 2005). Většina se jich podílí na homogenizaci potravy, či vzájemné výměně energie v organismu. Vitaminy B jsou v organismu též využívány pro tvorbu koenzymů.

Vitamin B1 obsahuje síru, sloučeninu, podílející se na vytváření pyrofosfátu (TTP). TTP je zahrnuta v několika klíčových přeměnách v metabolismu sacharidů, potřeba TTP je tak závislá na jejich obsahu v dietě. Obecně platí, že diety s vyšším obsahem tuku vyžadují méně TTP, než je tomu u diet s vyšším obsahem sacharidů (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Při nedostatku vitamínu B1 může dojít k poškození centrální nervové soustavy (Reinerth, 2005), ztrátě chuti k jídlu, poruchám vidění, křečím a paralýzám (Kváš, 1998). Nedostatky se u psů však víceméně nevyskytují, zvláště u psů krmených syrovými dietami, jelikož B1 se ničí až za působení vysokých teplot (Reinerth, 2005). Výjimku mohou tvořit diety obsahující vyšší množství syrových ryb. Ty obsahují enzym thiaminázu, která vitamin B1 rozkládá (Mudřík et al., 2007).

Přirozenými zdroji vitamínu B1 jsou pivovarské kvasnice, obilné klíčky, vejce a syrové maso (Kváš, 1998).

Vitamin B2, nebo-li riboflavin, je v přírodě hojně rozšířený. Má fyziologické účinky ve struktuře flavinových enzymů a účastní se téměř všech oxidoredukčních reakcí v organizmu při přeměně látek (Koudelka, Jelínek, 1996). Část potřeby riboflavínu může být pokryt bakteriální syntézou ve střevech (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Potřeba riboflavínu roste se zvyšujícím se obsahem bílkovin v krmivu. Nedostatek tohoto vitamínu se může vyskytnout při krmení pouze granulovanými krmivy bez přídavku přirozených složek. Projevem nedostatku je snížená glykogeneze, zpomalený růst štěnat, nechutenstvím, embryonální mortalitou a zhoršení kvality srsti (Kváš, 1998). Reinerth (2005) uvádí, že avitaminóza u psů se může prakticky vyloučit.

Přirozenými zdroji jsou mléčné výrobky, játra, ryby, špenát, brokolice a zelené saláty.

Pyridoxin je součástí mnoha enzymů, katalyzující přeměnu bílkovin na aminokyseliny. Největšího významu se mu přisuzuje jako součást transamináz. Podílí se též na činnostech nervové a pohybové soustavy (Kváš, 1998). Slováček (2002) dodává jeho kladný účinek proti epileptickým záchvatům.

Projevy nedostatku jsou periferní neuritidy, svalové křeče, dermatitidy a váhové úbytky. Süvegová a Mertin (1994) uvádějí, že nedostatek se u psů vyskytuje zřídka,

jelikož psi jsou schopni si ho syntetizovat ve střevech. Přirozené zdroje jsou maso, ryby, luštěniny, brokolice, banány a vaječný žloutek (Reinerth, 2005).

Kyselina nikotinová je důležitou součástí koenzymů vstupujících do metabolismu energie. Podílí se též na mnoha enzymatických reakcích v metabolismu cukrů, tuků a bílkovin (Kváš, 1998). V těle jedince se poměrně rychle přemění na fyziologicky aktivní derivát nikotinamid, který je součástí koenzymů nikotinamid adeninu a dinukleotidu. To ho činí důležitým při oxido-redukčních reakcích. (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Nedostatky jsou u psů doprovázeny záněty v dutině ústní, vředy a krvavou salivací (Mudřík et al., 2007). Zdroji tohoto vitamínu jsou kvasnice, mléko, pšeničné klíčky a vejce (Kváš, 1998).

Vitamin B5 je přítomen ve všech tělesných tkáních živých zvířat. Jeho význam je především jako součást koenzymu A, podílejících se na mnoha procesech v organismu. Například katalyzuje přeměnu kyseliny octové a účastní se oxidace a syntézy mastných kyselin a fosfolipidů (Reinerth, 2005).

Podle The Waltham (1991) je hypovitaminóza popisována jako poruchy růstu, alopecie a poruchy gastrointestinálního traktu. Zdroji jsou obilné klíčky, kvasnice, játra, ryby a mléko (Kváš, 1998).

Kyselina listová ve své koenzymové formě katalyzuje přenos a metabolismus jednouhlíkových zbytků kyseliny mravenčí a metylových skupin. Podílí se též na tvorbě metioninu, cholinu (Kváš, 1998) a na tvorbě nukleových kyselin (Case, 2011).

Nedostatek vitamínu B11 je nepravděpodobný, neboť jej dokáží syntetizovat střevní bakterie jedince. Dojde-li k jeho nedostatku, projevuje se anémií, tukovou degradací jater (Mudřík et al., 2007), zvracením, průjmy a vypadáváním srsti (Slováček, 2002).

Cholin s v těle syntetizuje z metioninu a má několik základních funkcí. Spolu s dalšími látkami blokuje ukládání tuku v játrech. Podílí se na tvorbě acetylcholinu, který má význam při přenosu nervových vzruchů (Kváš, 1998). Je též využíván pro transport mastných kyselin a je obsažen v buněčných membránách. V krmivu se přirozeně vyskytuje v hojné míře, jeho nedostatky se téměř nevyskytují (Reinerth, 2005). Vyskytnou-li se jeho nedostatky, jsou popisovány disfunkcí ledvin a infiltrací jater (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Vitamin B12 je jediný vitamin obsahující mikroprvek- kobalt. Odtud pramení i jeho název kobalamin. Je syntetizován pouze mikroorganismy (Case, 2011). Podílí se na metabolismu tuků, uhlohydrátů a na syntéze myelinu (THE WALTHAM BOOK, 1991). Je též přítomen při transportu uhlíku v těle.

K nedostatku může dojít, schází-li psovi tzv. intrinsic factor. Je to mechanismus, který psovi usnadňuje příjem vitamínu B12 přes stěnu střev. Nedostatky se zpravidla projevují anémiemi a poruchami nervového systému (Reinerth, 2005). Podle Slováčka (2002) může být projevem i porucha krve tvorby a poruchy pohlavního cyklu.

Zdroji jsou játra, kvasnice, hovězí maso a rybí moučky (Kváš, 1998).

Biotin je vitamin, jež ovlivňuje metabolismus mastných kyselin, glycidů a proteinů. Je syntetizován pomocí střevní mikroflóry (Slováček, 2002).

Předpokládá se, že biotin též funguje jako koenzym. Při jeho nedostatku dochází ke sníženému začlenění aminokyselin do bílkovin, dochází též ke snížené syntéze mastných kyselin (THE WALTHAM BOOK, 1991). Reinerth (2005) uvádí mezi příznaky nedostatků také svědění, tvorbu lupů a celkově problémy se srstí psa. Slováček (2002) zmiňuje, že důvod hypovitaminózy biotinu může být nadměrný přísun vaječného bílku, který obsahuje termolabilní bílkovinu avidin. Tato bílkovina spolu s biotinem vytváří velmi stabilní komplex, který je biologicky inaktivní.

Mezi přirozené zdroje biotinu se řadí mléko, játra, luštěniny, ovoce a kvasnice (Reinerth, 2005).

Další vitamin rozpustný ve vodě je **vitamin C**, známá též jako kyselina askorbová. Tento vitamin je pes na rozdíl od většiny jiných savců schopen si syntetizovat sám vlastním organismem (Procházka 2005). Kváš (1998) zmiňuje, že vlastní syntézy jsou schopni pouze dospělí psi, štěňatům je nutno vitamin dodávat v krmné dávce. Syntéza kyseliny askorbové je též snížena u psů ve stresu, při vysoké okolní teplotě a při infekčních onemocněních, či parazitárním napadení (Mudřík et al., 2007).

Vitamin C je nepostradatelný pro správný vývoj mezibuněčných složek a kosterní tkáň. Účastní se redoxních reakcí, transportu železa a je důležitý pro podporu imunitního systému. Předávkování, ani nedostatek se většinou nevyskytuje.

Mezi přirozené zdroje vitamínu C v potravě jsou játra, krev, citrón, špenát, kořenová a zelená listová zelenina (Reinerth, 2005).

Případné nedostatky se projevují krvácením z dásní a ztrátě zubů, lumbální dysplazií, anémií, psychickými změnami a žaludečními, či střevními katary (Slováček, 2002).

2.4 Energie

Výživná hodnota krmiv je dána kromě obsahu živin též obsahem energie (Kváš, 1998). Ta se nachází v energetických živinách, což jsou tuky, bílkoviny a sacharidy (Šterc, Štercová, 2014). Energie se většinou udává v kilokaloriích, kdy 1 kcal je definována jako množství tepla potřebné na zvýšení teploty 1 kg vody o 1 stupeň (1°C). Energie se též vyjadřuje v kilojoulech (kJ), kdy 1 kcal se rovná 4,2 kJ. Kilojoul je založen na mechanickém, nebo chemickém ekvivalentu tepla (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Jeroch et al. (2006) uvádí přesnější vyjádření, 1 cal se rovná 4,184 J.

Organismus získává energii spalováním složitých, enzymy regulujících, chemických reakcí. Tyto reakce by nemohly fungovat jak bez katalyzujících enzymů, tak bez vitaminů a minerálních látek. Energie se uvolňuje postupně, organizmem je využita k vykonávání základních činností, jako je dýchání, svalová a fyzická činnost, k udržení tělesné teploty a jiných dalších funkcí. Vzhledem k velké vnitrodruhové variabilitě u psů je velmi důležité vybírat krmiva tak, aby byla pokryta potřeba energie

2.4.1 Rozdělení energie

Podle využití energie v přijatém krmivu ji lze rozdělit na jednotlivé části.

Brutto energie (BE) je celková energie, kterou krmivo obsahuje. Tato energie se stanovuje kalorimetrickou metodou (Kváš, 1998), nebo se dá vypočítat z rovnice uvádějící Jeroch et al. (2006):

$$BE \text{ (MJ/kg)} = 0,0239 \times NL \text{ (g/kg)} + 0,0398 \times \text{tuk (g/kg)} + 0,0201 \times \text{vláknina (g/kg)} + 0,0175 \times \text{BNLV (g/kg)}$$

Tuto energii organismus zvířete nevyužije v plném rozsahu, ale část se jí ztrácí ve formě nestrávených zbytků potravy.

Stravitelná energie (SE) je podíl z BE po odečtení energie výkalů. SE představuje přibližně 85% z BE (Kváš, 1998). Energie, která se získá ze stravitelných tuků a sacharidů je v organismu zvířete využita beze zbytků. Energie získaná z bílkovin ale není organizmem jedince využita tak efektivně, jelikož část aminokyselin, jež nejsou

zapojeny do proteolýzy, je v játrech přeměňována na močovinu, která je ve formě moči odváděna z těla ven (Mudřík et al., 2007).

Metabolizovatelná energie (ME) je množství energie, která zůstane po odečtení ztrát v moči a plynných produktech trávení od SE. Tato energie je definitivně zpracovaná tkáněmi (Süvegová, Mertin, 1994). Jelikož produkce plynů je u psů zanedbatelná, ME se počítá pouze jako rozdíl stravitelné energie a energie vyloučené močí (Hall, 2013). Poměr ME k BE se označuje jako metabolizovatelnost energie krmiva.

Huml (2005) uvádí, že pro praktické hodnocení energie krmiv pro psy je metabolizovatelná energie nejvhodnější. To potvrzuje i Jeroch et al. (2006), kdy dodává, že toto hodnocení zohledňuje v podstatě všechny energetické ztráty na úkor krmiva.

Netto energie (NE) je množství energie, které je potřebné na vykonávání svalové práce, k trávení, dýchání a jiným fyziologickým činnostem a též k udržování tělesné teploty (Mudřík et al., 2007). NE se vypočítá z ME pomocí koeficientu využití metabolizovatelné energie (Kváš, 1998).

Množství SE a ME v krmivu je ovlivňován hlavně složením krmiva, typem zátěže, ale i druhem zvířete a věku. Trávicí trakt se mezi jednotlivými druhy podstatně liší a kromě mezidruhových rozdílů existují i rozdíly mezi jednotlivými zvířaty, které plynou z jejich vlastních rozdílných metabolických procesů. Stravitelnost krmiva je pak ovlivňována mnoha faktory. Hlavním faktorem je vlastní skladba krmiva a vzájemný poměr živin v nich obsažený. Dalším důležitým faktorem ovlivňující stravitelnost krmiva je obsah vlákniny. Vlákna nejen že je málo stravitelná, ale svým obsahem též zpomaluje stravitelnost ostatních živin (Mudřík et al., 2007).

2.4.2 Potřeba energie

Všechna zvířata musí denně přijímat určité množství energie, která je dána jejich energetickou potřebou. Waltham Centre for Pet Nutrition (1993) uvádí, že energie by v krmné dávce měla být rozdělena tak, aby alespoň 30% celkové metabolizovatelné energie pocházelo z bílkovin, 30-60 % z tuků a 10-40 % ze sacharidů. Minimální potřeba energie, potřebná pro správnou funkci organismu, tepelnou regulaci a trávení se nazývá záchovná potřeba (Jeroch et al., 2006). Procházka (2005) však uvádí, že

denní záchovná potřeba je pouze základní a orientační informace, která se musí přizpůsobovat okolnostem daného jedince.

Potřeba energie lze vypočítat na základě tělesné hmotnosti v kg, vzhledem ale k velmi širokému rozpětí hmotnost psů se potřeba počítá častěji pomocí metabolické velikosti těla (hmotnost jedince v $\text{kg}^{0,75}$) (Šterc, Štercová, 2014). Bermingham et al. (2014) tvrdí, že takto počítaná potřeba energie není zcela směrodatná, protože je ovlivněna celou řadou dalších faktorů, jako je věk, způsob chovu, fyzická aktivita a psychický stav jedince.

Tab.č. 5- Výpočet denní potřeby energie pro dospělé psy podle National Research Council (2006)

Kategorie	ME (kcal)	ME (kJ)
Neaktivní domácí psi	$93 \times H^{0,75}$	$389 \times H^{0,75}$
Středně aktivní psi	$105 \times H^{0,75}$	$440 \times H^{0,75}$
Aktivní domácí psi	$130-140 \times H^{0,75}$	$544-586 \times H^{0,75}$

H = hmotnost psa

Množství ME v krmivu lze vypočítat na základě obsažených energetických živin. Jednotlivé živiny se vynásobí svou energetickou hodnotou, následně se provede jejich součet. AAFCO (2008) uvádí pro výpočet energie následující rovnice:

$$\text{ME (kcal/kg)} = [(3,5 \times \text{hrubý protein}) + (8,5 \times \text{hrubý tuk}) + (3,5 \times \text{NFE})] \times 10$$

$$\text{ME (kJ/kg)} = [(14,65 \times \text{hrubý protein}) + (35,59 \times \text{hrubý tuk}) + (14,65 \times \text{NFE})] \times 10$$

NFE = *Nitrogen-Free Extract*- odpovídá bezdusíkatým látkám výtažkovým.

NFE = 100 – (hrubý protein + hrubý tuk + hrubá vláknina + vlhkost + popel)
-vše uvedeno v procentech.

Následující tabulka uvádí způsob výpočtu denní potřeby energie s přehledem pro jednotlivé kategorie psů

Tab. č. 6- Výpočet denní potřeby energie pro psy (Hand et al., 2010)

KATEGORIE	VÝPOČET	DER V kcal/kg ^{0,75}	DER V KJ/ KG ^{0,75}
RER, redukce hmotnosti	1,0 x RER	70	293
Sklon k obezitě	1,4 x RER	98	410
Kastrovaný	1,6 x RER	112	469
Nekastrovaný	1,8 x RER	126	527
Lehce pracující	2,0 x RER	140	586
Středně pracující	3,0 x RER	210	879
Težce pracující	4,0-8,0 x RER	280-560	1172-2344
Březost prvních 42 dní	1,8 x RER	126	527
Březost posledních 21 dní	3,0 x RER	210	879
Laktující fena	4,0-8,0 x RER	280-560	1172-2344
Štěně do 50% dospělé hmotnosti	3,0 x RER	210	879
Štěně 50-80% hmotnosti	2,0-2,5 x RER	140-175	586-732,5
Štěně nad 80% dospělé hmotnosti	1,8-2,0 x RER	126-140	527-586

RER= Záchovná potřeba energie = 70 kcal . kg^{0,75}, DER =denní potřeba energie

Za největší vliv působící na potřebu energie se považuje způsob chovu. V provedeném pokusu vykazovali nejvyšší nároky na energii psi ve vysoké zátěži. Mezi ně lze zařadit sportovní psy, psy, jež jsou využíváni ke služebním účelům, či lovecké psy. Naopak nejnižší nároky na potřebu energie vykazovali psi chovaní v kotci a psi společenští. Rozdíl v pohlaví nebyl pozorován (Birmingham, 2014).

Dzimko (2006) uvádí, že psi malých plemen vykazují vyšší energetické nároky na kg živé hmotnosti, než psi velkých plemen. Pro příklad pes o hmotnosti 60 kg potřebuje až 3000 kcal/den, kdežto pes s hmotností 3 kg potřebuje přibližně 300 kcal/den. Z tohoto porovnání je patrné, že pes malého plemene potřebuje na kg živé váhy dvojnásobek energie, než pes velkého plemene. Toto potvrzuje i tabulka č. 7, kde je uvedena denní záchovná potřeba energie pro psa s uvedením hmotnosti.

Tab. Č. 7- Denní záchovná potřeba energie pro psa (Procházka, 2005)

Hmotnost psa (kg)	Energie (kJ/kg ž. h.)	
	dospělý pes	štěně
1-5	460	920
5-19	350	700
10-20	287	574
20-30	247	494
30-60	218	436

Další srovnání uvádí též European Pet Food Federation (2011). Ač by se mohlo zdát, že dvě plemena obřích psů by měli vykazovat podobnou potřebu energie, není tomu tak. Novofundlandský pes potřebuje poměrně málo energie na den, německá doga vykazuje nároky mnohem vyšší. Tyto rozdíly jsou nejspíš zapříčiněny rozdílnou konstitucí, rozdílným typem osrstění a jiným temperamentem.

Bermingham et al. (2014) shrnuje denní potřebu energie pro psa v rozmezí 95 až 200 kcal/kg^{0,75}.

Huml (2005) uvádí, že ve výživě psů obsahuje 1 kg tuku krmiva přibližně 35,6 MJ ME, 1 kg N-látek a sacharidů obsahuje přibližně 14,65 MJ ME. Běžná psí krmiva obsahují 14,6 MJ ME v 1 kg sušiny.

2.5 Způsoby krmení psa

Pes musí být krmen tak, aby si byl schopen udržet svou optimální hmotnost. Nesmí být překrmován, nebo nedokrmován (Mudřík et al., 2014). Cílem je zajistit psovi kompletní a vyváženou stravu pro dosáhnutí jeho potřeb (Longland et al., 2000). Dodržují-li se určitá daná pravidla, mohou všechny způsoby krmení poskytnout psovi plnohodnotnou výživu. Způsobů, jak krmit psa, je hned několik (Buff et al., 2014).

Přestože se v současné době často uvádí jako nejlepší způsob krmení použití výhradně průmyslových krmiv, v praxi se však setkáváme s celou řadou psů řádně prospívajících na doma připravovaných dietách, či na kombinaci průmyslových a domácích krmiv. Žádný ze způsobů krmení nelze označit za jednoznačně nejlepší (Šterc, Štercová, 2014), neboť v současnosti existuje přes 300 plemen psů, mezi nimiž jsou v mnoha ohledech velké rozdíly a to i v otázce výživy (Kovaříková, 2018).

První možnost výživy psa je domácí utvářená strava. Je to tradiční způsob, který se v posledních letech stává opět oblíbený. Buď je možno krmivo připravovat tepelně upravované, nebo jej podávat v syrovém stavu. Diety tepelně upravované vycházejí z přesvědčení, že dlouhodobým soužitím psa s člověkem se pes přizpůsobil natolik, že je pozměněn i jeho trávicí trakt. Krmná dávka obsahuje mnohem větší množství obilovin, než je tomu u druhého způsobu, krmení výhradně stravou syrovou. Tento způsob výživy je založen na myšlence krmit psa dle jeho vrozených potřeb za předpokladu, že si pes sám vybere typ stravy odpovídající jeho požadavkům (Buff, 2014).

Výživa psů tímto způsobem se mezi chovateli stává čím dál tím oblíbenější a to i navzdory převážně odmítavému postoji odborné veřejnosti.

Syrové diety zahrnují tepelně neupravené části těl domácích, či volně žijících zvířat, případně i mléčné výrobky a tepelně neupravená vejce. K syrovým dietám většinou náleží i rostlinná část, která se také tepelně neupravuje, výjimku tvoří suroviny, které tepelnou úpravu vyžadují (Štercová, 2018).

Mezi výhody doma připravované stravy je bezesporu její menší ekonomická náročnost, větší chuťová přitažlivost, znalost použitých surovin a vysoká výživná

hodnota (Vajc, 2000). V syrové stravě jsou tak zachovány všechny vitaminy, enzymy, aminokyseliny a další látky v původní, nezměněné podobě (Štercová, 2018).

Základem krmné dávky by měly vždy být suroviny živočišného původu, především svalovina, dále vnitřnosti, vejce a mléčné výrobky. Tyto suroviny pokrývají většinu z potřeby bílkovin a tuků. Krmivo se ještě doplňuje složkou rostlinnou, která zajistí zdroj sacharidů a stravitelné vlákniny. Poměr mezi živočišnou a rostlinnou složkou by měl být 50-70% : 50-30 % (Vajc, 2000).

Nedílnou součástí krmné dávky musejí být též kosti, které zajistí příjem vápníku. Ty se však musejí podávat zásadně syrové (Procházka, 2005).

Mezi nevýhody krmení syrové stravy patří živinová nevyváženost, přítomnost patogenních mikroorganismů a relativně vysoké riziko poranění trávicího traktu od podávaných kostí. S tím souvisí i další riziko, rozvoj hypertyreózy, který souvisí se zkrmováním zbytků štítné žlázy.

Nevyváženost živin není častým problémem pouze syrové stravy, ale též doma vařených diet, kde je disbalance živin umocněna tepelnou úpravou vstupních surovin (Štercová, 2018).

Druhá možnost výživy psa je pomocí krmiv komerčních. Ty lze rozdělit na krmiva kompletní a krmiva doplňková.

Kompletní krmiva zajišťují celkovou krmnou dávku. Pojem kompletní a vyvážený může být však mnohdy zavádějící, protože rozpětí mezi minimem a maximem hodnot pro jednotlivé živiny bývá velmi variabilní. Pro některé živiny dokonce ani limit stanoven není (Procházka, 2005).

Podle AAFCO pojem kompletní a vyvážené krmivo znamená, že krmivo úspěšně prošlo krmným testem, nebo že na základě chemické analýzy odpovídá jeho živinovým profilům.

Doplňková krmiva nepokrývají potřebné množství živin a je tedy nutno je zkrmovat s přidavkem jiných krmiv (Procházka, 2005). Používají se na doplnění krmných dávek, ať už se jedná o diety doma připravovaných, tak krmiv ve formě různých konzerv, a jiných (Vajc, 2000).

Mezi hlavní výhody průmyslových krmiv bezesporu patří jednoduchost a nenáročnost jejich používání, relativně vyvážené živinové složení a malé nároky na

skladování. Za nevýhody se považuje málo transparentní, dokonce až neznámé složení, často nízká kvalita živočišných surovin nebo vysoký podíl rostlinných složek a obsah potencionálně rizikových látek, které mohou krmivo kontaminovat, například při skladování a další manipulaci (Šterc, Štercová, 2014). Důkazem je událost z USA z roku 2007, kdy v důsledku přítomnosti melaminu kyanurátu v krmivu uhynulo na následky otravy této látky velké množství zvířat (Rumbeiha, 2010).

Zdravotní nezávadnost v České republice kontrolují orgány Státní veterinární správy. Složení krmiv pak pravidelně provádějí výrobci sami, namátkově však kontroly provádí i Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Procházka, 2005).

V rámci Evropské unie podává RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) pravidelné hlášení o výskytu průmyslových krmiv rizikových pro zdraví zvířat (Šterc, Štercová, 2014).

Do výživy psů se též řadí krmné doplňky, které lze rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou přípravky zaměřené na doplnění minerálních látek a vitaminů, druhý jsou přípravky určené pro specifickou skupinu psů. Do třetí skupiny se řadí přípravky zaměřené na podpůrnou funkci některých z tělních soustav. Nejvíce využívané jsou přípravky k doplnění minerálních látek a mají ve výživě psů nejdelší tradici. Jsou k dostání buď ve formě kompletních minerálních aditiv, nebo konkrétních vitamin a jejich skupin. Doplňky určené pro specifickou skupinu psů mohou například obsahovat organicky vázaný chrom, podílející se na metabolismu cukrů a tím lépe udržuje hladinu glukózy v krvi. Tyto doplňky jsou vhodné například pro velmi zatížené psy. Z poslední skupiny doplňků se nejvíce používají například přípravky na pohybový aparát, či na kožní soustavu (Popelářová, Jirásek, 2000).

Doplňkové látky mohou být do některých krmiv přidávány již výrobcem, tudíž si i spotřebitel může zvolit, pro jakou cílovou kategorii krmivo vybírá. Častým problémem však je, že ve skutečnosti deklarované množství doplňkových látek neodpovídá skutečnému obsahu v krmivu (Ježková, 2018).

V České republice upravuje nakládání s doplňkovými látkami Zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších změn a doplňků a vyhláška Ministerstva Zemědělství ČR 356/208 Sb., kterou se provádí zákon o krmivech (Zákon č. 91/1996 Sb.), upravující vývoz, výrobu, dovoz, balení a označování, uvádění do oběhů krmiv, doplňkových látek a premixů.

2.5.1 Dělení dle obsahu vody a způsobu výroby

Komerční krmiva lze dle obsahu vody rozdělit v zásadě do tří skupin. Krmiva suchá, polosuchá a mokrá. Majitelé psů mají na výběr ze širokého spektra krmiv, ať už se jsou z jakékoli z uvedených skupin. Obecně lze tvrdit, že s rostoucím obsahem vody v krmivu stoupá i jeho chutnost. To je také důvod, proč majitelé psů často přidávají do krmiv suchých vodu, či jiná vlhčí krmiva (Swenson, 2008).

Suchá krmiva obsahují 5-12% vody, obsah vody v polosuchých krmivech se pohybuje v rozmezí od 15 do 50 %. Mokrá krmiva obsahují 72 až 85 % vody. (Šebková, 2010).

V dnešní době se stále nejvíce používají suchá, granulovaná krmiva. Ty se vyrábějí pomocí extruze (Vajc, 2000), která se používá hlavně za účelem zlepšení výživové hodnoty vstupních surovin, inaktivaci termolabilních antinutričních faktorů, patogenních bakterií a k vytvoření požadovaných tvarů granulí. Extruze zvyšuje stravitelnost a také zvyšuje chutnost (Peterson et al., 2018).

Je to soubor po sobě jdoucích hydrotepečných procesů (Vajc, 2000). Krmivo je v extrudéru vystaveno kombinaci intenzivního mechanického a hydrotermického namáhání. Jednotlivé rozmělněné složky směsi se v extrudéru dopravují pomocí šneku proti tlakovému spádu za současného přidání vodní páry, míchají se a v konečné fázi se protlačí matricemi, nebo tryskami za účelem požadovaného tvaru.

Mezi výhody tohoto zpracování patří zřetelná redukce zárodků mikroorganismů, deaktivace antinutritivních látek, rozložení a zlepšení stravitelnosti škrobů (Čermák, Cempírová, 2008).

Při extruzi dochází též k částečné denaturaci bílkovin a tím i k snížení aktivity inhibitoru trypsinu. U tuků jsou díky teplu denaturovány enzymy lipáza a lipoxidáza, díky tomu dochází ke zpomalení rozkladu a oxidaci tuků. Dojde též k expandaci materiálu, tzn. narušení buněčných stěn, ze kterých je mnohem lépe zpřístupněný olej (Kopřiva et al., 1992). K nevýhodám spojeným s procesem extruze se řadí ztráty vitaminů a některých, již zmíněných enzymů (Čermák, Cempírková, 2008).

Extruze se provádí v zásadě dvěma způsoby:

- 1) Výrobou za studena
- 2) Výrobou za tepla

Výroba granulí za studena patří k šetrnějším metodám, jelikož jsou zachovány vyšší hodnoty nutričních hodnot jednotlivých složek krmiva, zejména vitaminů a živočišných proteinů, neboť jsou tyto látky citlivé na vysoké teploty. Často se používají přídavky různých sacharidů, sloužících jako pojiva. Mezi další výhody lze určitě zařadit fakt, že výsledný produkt je měkčí a křehčí, tudíž jej pes může přijímat bez přídavku vody (Vajc, 2000).

Výroba granulí za tepla se většinou používá v případě, jsou-li ve větší míře použity rostlinné suroviny. Jak již bylo zmíněno, živočišné složky jsou na vysoké teploty citlivé, proto se tento výrobní proces využívá méně často (Procházka, 2005).

Mezi mokrá krmiva se řadí různé konzervy, kapsičky, paštiky a mražené směsi. Při výrobě konzervovaných krmiv se používá pasterace konzervací, kdy se teploty pohybují do 100°C, nebo se využívá pasterace, kdy teplota dosahuje 115 až 120 °C. Konzervy mohou být buď kompletní, tudíž není potřeba krmnou dávku doplňovat jinými složkami, nebo masové. U masových konzerv je potřeba přidat do krmné dávky přílohu.

Výhodou mokrých krmiv oproti suchému krmivu je jejich vyšší chutnost (Šebková, 2010). Granulovaná krmiva zase obsahují relativně málo vody, nevytvářejí tak ideální podmínky pro růst bakterií a plísní. U mokrých krmiv je toto riziko daleko vyšší (THE WALTHAM BOOK, 1991). Při podávání suchého granulovaného krmiva je nutné, aby měl pes vždy přístup k dostatečnému množství čerstvé vody (Dzimko, 2006).

2.5.2 Dělení krmiv dle kvality

Průmyslově vyráběná krmiva jsou navrhována tak, aby byla výživná a chutná. Produkce nutričně vyváženého, chutného a ekonomicky dostupného krmiva ale není pro výrobce krmiv jednoduché. Snahou je vytvořit krmivo, které bude nejen nutričně vyvážené, ale též udržitelné. Hledají se například metody a suroviny, které nejsou v přímém lidském potravním řetězci a tím se tak výrobci mohou vyhnout případné potravní konkurenci mezi lidmi a psy (Bessonov et al., 2018).

Znalosti o složení krmiv, potřebě živin a jejich využitelnosti se sice stále prohlubují, určení kvality krmiv není ale vůbec jednoduché. Doposud používané úpravy krmiv zatím neumožňují předejít všem případným rizikům, které s sebou krmení kompletními krmnými směsmi nese. Existují však jednoduché analytické metody, díky nimž můžeme zjistit množství jednotlivých živin. Pomocí těchto metod se obvykle stanovuje obsah sušiny/vlhkost, obsah dusíkatých látek, obsah tuků, obsah vlákniny, obsah popelovin, obsah vitaminů, makro a mikroprvků. Tyto metody nám však neumožňují stanovit recepturu, neboli složení a přítomnost jednotlivých surovin v krmivu. Vzhledem k tomu, že krmiva se po výrobě stávají prakticky sterilní a ke kontaminaci různými sporama plísní může docházet až následně, provádí se různá mykologická a mikrobiologická vyšetření spíše z hygienického důvodu a kontroly výroby, než pro posouzení kvality (Huml, 2005).

Nejběžnější rozdělení krmiv dle kvality je udáváno pomocí označení economy, premium a superpremium. Jeho rozdělení je však diskutabilní, protože se nejedná o oficiální označování, ale o dělení, které používají sami výrobci (Mudřík et al., 2007). Není tudíž vytvořené na základě legislativních předpisů. Toto rozdělení spadá do oblasti tzv. tvrzení (Nařízení Komise EU č. 767/2009), pro která mimo jiné platí:

- tvrzení musejí být objektivní, ověřitelné a srozumitelné
- odpovědná osoba musí v případě potřeby doložit vědecké odůvodnění pravdivosti
- nesmí být uváděno, že krmivo zabraňuje určité nemoci, že nemoc zmírňuje, nebo ji dokonce léčí
- upozorňují na přítomnost, či nepřítomnost určitých látek v krmivu, nebo na specifickou nutriční vlastnost

Výrobce může o svých krmivech tvrdit prakticky cokoli a tyto informace nemusí být ani ničím podložené. Musí ovšem dbát, co deklarují na obalech krmiv, tyto informace nesmí být lživé a musí být případně vždy doložitelné (Štercová, 2018).

Na trhu je k dostání velké množství průmyslově vyráběných krmiv, mezi kterými jsou rozdíly jak ve složení, tak v kvalitě použitých surovin. Obecně by mělo platit, že kvalita a cena surovin ovlivňuje i výslednou cenu krmiva, ne vždy je ale vysoká cena zárukou kvalitního krmiva. Zatímco vysoká kvalita u levného krmiva nemůže být očekávaná prakticky nikdy, stejně tak vysoká cena neznamena kvalitní krmivo. Často se totiž platí za značku a reklamu (Šterc, Štercová, 2014).

Kvalitní krmivo by mělo mít dostatečně velký podíl živočišných, druhově určených surovin. Nemělo by obsahovat rostlinné zdroje bílkovin, jako je sója, pšeničný, či kukuřičný gluten. Obsah obilovin samozřejmě na škodu není, nesmí jich ale být příliš (Štercová, 2017).

2.5.3 Dělení dle kategorie psů

Nároky na živiny a složení se různí. Jiné nároky bude mít starší pes, než štěně. Též rozdílná plemena psů mají živinové nároky odlišné. Podrobné rozdělení komerčních krmiv podle kategorie psů uvádí Mudřík et al. (2007) následovně:

Krmiva pro štěňata odpovídají živinovým a energetickým nárokům psů ve věku od odstavu, do dosažení tělesné dospělosti. Granule jsou často menší velikosti a obsahují více bílkovin, tuku, vápníku a fosforu. Jelikož se liší i živinové nároky štěňat různých plemen, jsou často i tato krmiva dále rozdělena podle velikosti plemen.

Krmiva pro dospělé psy jsou univerzální, vhodná pro nejširší skupinu psů. Jedná se o krmiva pro psy v normální zátěži od dosažení tělesné dospělosti, po stáří. I tato krmiva se většinou dále rozdělují podle velikosti plemen.

Krmiva se zvýšeným obsahem energie je vhodné podávat psům se zvýšenou fyzickou aktivitou. Obsahují více než 30% bílkovin, i podíl tuku je vyšší. Jsou vhodná též pro březí a laktující feny.

Krmiva se sníženým obsahem energie jsou vhodná pro psy obézní, či pro psy, kteří mají k obezitě sklony. Většinou se jedná o psy po kastraci. Tato krmiva obsahují méně tuku.

Krmiva pro seniory jsou vhodné pro staré psy. U těchto krmiv je kladen důraz na vysokou stravitelnost živin, je zde upraven obsah sodíku a draslíku (z důvodu podpory činnosti srdce a ledvin), vápníku i fosforu (prevence defektu kloubů a kostí).

Hypoalergenní krmiva jsou určena pro jedince s intolerancí na určité suroviny, či pro jedince s lehčí formou potravní alergie. Tato krmiva neobsahují suroviny typu sója, vejce, kvasnice, pšenice, mléčné výrobky, či hovězí maso (Mudřík et al., 2007).

Výraz hypoalergenní však není legislativou (Nařízení Komise EU č. 767/2009) znám, používá se tzv. pojem dietní krmiva, určena zvířatům s určitým zdravotním

omezením. Pro tato krmiva platí, že zdroje bílkovin, či sacharidů musí pocházet pouze z určitých zdrojů .

Holistická krmiva se řídí Nařízením Komise EU č. 834/2007 a č. 889/2008, týkající se ekologické produkce a vnitrostátních předpisů pro ekologickou produkci. Složení krmiv je navrhováno tak, aby bylo zdraví prospěšné. Jako vstupní suroviny se používají čistě přírodní suroviny, celá zrna, zelenina, ovoce a nepoužívají se odpady ze zpracování surovin (Štercová, 2018).

Vegetariánská krmiva jsou ta, u kterých je hlavním zdrojem bílkovin sója, kukuřice, rýže, či oves. V současnosti je k dostání na evropském trhu jediné vegetariánské granulované krmivo, vyznačující se vysokou stravitelností i chutností. Tato krmiva jsou vhodná pro psy s neznámou anamnézou na krmení (Hanzlíček, 2016).

Bezobilná krmiva neobsahují jako vstupní surovinu obiloviny, dokonce ani tzv. pseudoobiloviny (pohanka, quiona, amarant). Jako zdroj rostlinných škrobů a vlákniny se používají brambory, batáty, luštěniny, či tapioka (Štercová, 2018). Standardy FEDIAF (2018) uvádějí pouze pojem gluten free, u kterých obsah glutenu v krmivu nesmí přesáhnout hodnotu 20 mg/kg.

Brambory jsou také dobrým zdrojem draslíku. Díky svému nízkému obsahu fosforu jsou též vhodné do ledvinových diet (Valešová, 2016).

Krmiva s nízkým obsahem bílkovin byla vyvinuta především jako doplněk pro psy v dietetické terapii při chronickém ledvinovém selhání (Markwell, 1994). Vyšší příjem bílkovin zatěžuje ledviny nadměrným vylučováním fosforu, proto jsou tato krmiva vhodná pro psy s onemocněním ledvin (Šebková, 2010).

2.6 Suroviny využívané k výrobě krmiv

Suroviny, ze kterých jsou krmiva vyrobená, vypovídají o kvalitě krmiva mnohem více, než provedené chemické analýzy. Výrobce je povinen uvést seznam použitých surovin a to podle obsahu v sestupném pořadí. Pokud jsou tedy na předních místech uvedeny kvalitní živočišné suroviny, je krmivo pro psy mnohem vhodnější, než to, kde jsou na předních místech uvedeny obiloviny (Štercová, 2018).

Kvalitní krmivo by mělo obsahovat druhově určené suroviny, bez vedlejších produktů, bez vysokého podílu rostlinných složek, sójových proteinů, či glutenu. Jako zdroj obilovin by měly být celá zrna, ne odpadní produkty z obilovin (Šterc, Štercová, 2014).

Maso a vedlejší produkty živočišného původu

Maso je tvořeno svalovými vlákny, tukem (přidruženým, i intramuskulárním), šlachami, povázkami a cévami. Maso se považuje za velmi dobrý zdroj kvalitních bílkovin, tuků, železa a též některých vitamínů ze skupiny B. Stravitelnost syrového masa činí přes 90% (Mudřík et al., 2007).

Obsah tuku určuje nejen jeho kvalitu, ale též chutnost. Obsah tuku v libovém hovězím, vepřovém, drůbežím, čo králičím masu se pohybuje v rozmezí od 2 do 9 %. Tzv. bílé maso (drůbeží, telecí) má obsah tuku v rozmezí 2 až 5 %. Drůbeží a vepřový tuk obsahuje více nenasycených mastných kyselin, než tuk v hovězím masu (Svoboda, Rozsypal, 1991).

Vedlejší masné produkty, jako jsou ledviny, játra, žaludky, plíce, mají přibližně stejnou výživnou hodnotu. Nezáleží přitom, z jakého zvířete pocházejí. Existují však značné rozdíly v nutričních hodnotách mezi jednotlivými droby. Kupříkladu játra jsou mnohem výživnější, než plíce, či žaludek (Mudřík et al., 2007). Nejvyšší z vnitřností je srdce, jeho výživná hodnota je velmi podobná masu (Štercová, 2018).

Maso obecně obsahuje velmi málo vápníku a vyznačuje se i nepříznivým poměrem vápníku a fosforu. Pro psy je chuťově velmi přitažlivé a vysoce stravitelné (Mudřík et al., 2007).

Jako zdroj masa se v komerčních krmivech často využívá kuře. Do receptur jsou používány buď obligátní konfiskáty (části těl, nepoužitelné pro lidskou výživu, ale

vhodné pro masožravce), nebo celá kuřata. Podle použité suroviny se pak liší i živinové složení (Havelka, 2001).

Mezi vedlejší živočišné produkty používané v průmyslové výrobě krmiv se řadí mleté suroviny, mající strukturu moučky. Jsou to vnitřnosti, krev, maso, drůbeží kostry, hlavy, kůže, pařáty, končetiny prasat, ovcí a jiných. Moučky jsou zdrojem tuk a bílkovin. Velmi často využívanou moučkou v krmivech je drůbeží moučka. Ta obvykle obsahuje 64-68% NL, 12-15% tuku a do 15 % popela. Obsah popela se odvíjí od obsahu kostí (Svoboda, Rozsypal, 1991). Čím méně má moučka popela, tím je kvalitnější. Low ash moučky mají okolo 8%, kdežto levné masokostní moučky ho můžou obsahovat až 40%. Jsou-li moučky druhově označené (například kuřecí moučka, jehněčí moučka), jsou v nich použiti pouze suroviny pocházející z daného druhu. Čím obecnější označení, tím více druhově neurčených a odpadních surovin obsahuje (Štercová, 2018).

Ryby a vedlejší produkty z ryb

Ryby se obvykle dělí podle obsahu tuku na tučné a bílé. Tučné ryby obsahují od 5 do 18% tuku, řadí se mezi ně makrely, slanečci, tuňáci, lososi a pstruzi. Bílé ryby, což je většina sladkovodních ryb a makrely, obsahují méně než 2% tuku. Složením masa se podobají libovému masu ptáků a savců, jejich maso má vysokou biologickou hodnotu .

V průmyslově vyráběných krmivech se často používají rybí moučky. Ty se vyrábějí sušením a následným mletím celých těl ryb, nebo jejich zbytků (THE WALTHAM BOOK, 1991). Rybí moučky jsou zdrojem kvalitních bílkovin, minerálů, vitamínů a stopových prvků. Obsahují 6-10% tuku, ten je nejbohatším zdrojem polynenasycených mastných kyselin. Bílkoviny z ryb mají vysokou biologickou hodnotu (Novosádová, 2011).

Rybí maso obsahuje vysoký podíl omega 3 a omega 6 mastných kyselin (Reinhert, 2005).

Vejde

Kvalitním zdrojem bílkovin, železa, mnoha vitamínů a též tuku jsou vejce. Obvykle se zkrmují bez skořápky, která je ale kvalitním zdrojem minerálních látek. Rozemleté skořápky jsou biologicky dostupnější.

Celá sušená vejce jsou komplexně hodnotným zdrojem živin (Novosádová, 2011).

Obiloviny a jejich vedlejší produkty

Mezi obiloviny se řadí pšenice, oves, rýže, žito, kukuřice a jejich opracované části, kterými jsou šroty a jiné. Obiloviny obecně jsou v poslední době čím dál častěji diskutovaným tématem. Používají se méně, neboť mnoha psům způsobují trávicí problémy (Mudřík et al., 2007).

V průmyslově vyráběných krmivech se jako obilovina nejčastěji vyskytuje rýže, díky své nejméně alergizující vlastnosti. Je proto častým komponentem právě v hypoalergenních krmivech. Rýže je poměrně lehce stravitelná a nezpůsobuje nadýmání. Pokud se k výrobě použije rýže neloupaná, přispěje tak svým živinovým složením k obsahu draslíku, sodíku, železa a vitamínu komplexu B.

Pšenice není pro výživu psů příliš vhodná. Díky vysokému obsahu lepku je nejhůře stravitelná a často způsobuje poruchy trávení. Psům totiž chybí enzym pro správné štěpení lepku. Komerční krmiva s vysokým obsahem pšenice mohou způsobovat problémy s trávicím traktem, srstí a kůží.

Z hlediska nutriční hodnoty je pro psy mnohem vhodnější zkrmování ovsa. Oproti pšenici, kukuřici, či ječmeni obsahuje vyšší podíl bílkovin, tuků a esenciálních mastných kyselin. Obsahuje též vysoké množství betaglukanů, zpomalujících trávení škrobů. Tím se snižuje obsah glukózy v krvi. Obsah vlákniny je prospěšný pro správnou funkci střev. Oves je pro psy mnohem lépe stravitelný, pokud je uvařený (Novosádová, 2011).

Oleje a tuky

Tuky a oleje se od sebe liší bodem tání. Oleje jsou při pokojové teplotě tekuté. V průmyslově vyráběných krmivech se využívá jak živočišných tuků, tak rostlinných olejů.

Podle zastoupení mastných kyselin se tuky dělí na nasycené a nenasycené. Jako zdroj nenasycených kyselin, především pak kyseliny linolové, jsou rybí tuky. Jejich obsah v rybím tuku je přes 20% (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Mezi nejpoužívanější rybí tuky patří lososový olej. Je to odpadní produkt při výrobě rybích mouček, často se ale přidává do krmiv díky jeho vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin a příznivým účinkům na zdraví zvířete (Šmolík, 2006).

The Waltham (1991) doplňuje, že tuky jsou přibližně 2,25x koncentrovanějším zdrojem energie, než bílkoviny, či sacharidy. Rostlinné oleje, především olej z pšeničných klíčků, jsou zdrojem vitamínu E. Tuky dodávají krmivu vůni a chuť.

Ovoce a zelenina

Zelené části rostlin obsahují velké množství vody a vlákniny. Vzhledem k faktu, že psi jsou monogastři, se zeleným částem rostlin nepřikládá ve výživě psů velký význam. Kořenová zelenina je pro psy dobrým zdrojem sacharidů, avšak až po tepelné úpravě, kdy se v nich obsažený škrob stává lépe stravitelným. Semenná část zeleniny, jako je například hrách, je zdrojem bílkovin a poskytují více energie, než zelená, či kořenová část zeleniny. Vzhledem k obsahu komplexních uhlohydrátů a jednoduchých cukrů, které psi nestráví, mohou působit nadýmavě. Zelenina je dobrým zdrojem vitamínu A a pokud se podává syrová, tak i vitamínu B (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Ovoce v malé míře je pro psa prospěšné z hlediska obsahu pektinu a vitamínů. Více jak 10g/kg váhy psa za den však může změnit tuhost stolice (Dvořáková, 2003).

Kvasnice

Pro vysoký obsah bílkovin, jež jsou velice dobře stravitelné, se řadí mezi hodnotné suroviny. též kvasnice. Nejčastěji jde o biomasu kvasinek (*Sacharomyces cerevisiae* *Carsbergensis*). Jejich hlavní využití je při zkvašování sladového extraktu při výrobě piva, proto se také často setkáme s pojmem pivovarské kvasnice (Mudřík et al., 2007).

Kvasnice slouží též jako zdroj minerálů a vitamínů, zejména komplexu vitamínu B. Mají blahodárny vliv na kůži a srst, proto se doporučují přidávat hlavně v době línání (Reinhert, 2005).

Kvasnice jsou bohaté na aminokyseliny, především na lysin, methionin, leucin, cystin, valin a izoleucin. Obsahují též glycidy, lipidy, fosfatidy a steroly a ostatní biologicky účinné látky.

Jsou důležité především pro mláďata, gravidní feny, nemocná zvířata a psy v tělesné zátěži (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Doplňkové látky

Doplňkové látky byly vypracovány v podkapitole Způsoby krmení psa.

Přehled jednotlivých kategorií technologických doplňků dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003:

Funkční skupiny:

- konzervanty: látky, nebo mikroorganismy, chránící krmiva před znehodnocením způsobeným mikroorganismy, nebo jejich metabolity
- antioxidanty: látky, které prodlužují trvanlivost krmiv a krmných surovin. Chrání je před znehodnocením způsobeným oxidací
- emulgátory: látky, umožňující vytváření nebo zachování homogenní směsi dvou, nebo více nesmísitelných fází v krmivu
- stabilizátory: látky, umožňující krmivu uchovat si svůj fyzikálně chemický stav
- zahušťující látky: zvyšují viskozitu krmiva
- želírující látky: dodávají krmivu gelovitou strukturu
- pojiva: zvyšují přilnavost částic krmiva
- protispékavé látky: omezují tendenci částic krmiva se spojit
- látky ke snižování kontaminace krmiva mykotoxiny: tyto látky mohou potlačit, nebo snížit absorpci mykotoxinů, podporují vyloučení, nebo mění způsoby jejich účinku

Senzorické doplňky:

- barviva: dodávají, či navracejí krmivům barvu
- zchutňující látky: přidáním do krmiv zvyšují jejich vůni a chutnost

Nutriční doplňkové látky

- vitamíny, provitamíny a chemicky přesně definované látky se srovnatelnými účinky
- sloučeniny stopových prvků
- aminokyseliny, jejich soli a analogy

Zootechnické doplňkové látky:

- látky, zvyšující stravitelnost: při zkrmování zvířaty zvyšují stravitelnost krmiva
- stabilizátory střevní flóry: mikroorganismy, či jiné chemicky přesně definované látky, které zkrmováním zvířaty příznivě ovlivňují účinek střevní flóry.

2.7 Požadavky na krmiva

2.7.1 Legislativní požadavky na krmiva

Hlavní rozvoj výroby granulovaných krmiv nastal v 90 letech 20. století. To vedlo k zpřísnění krmivářských ale též hygienických předpisům. V roce 1990 se na Ministerstvu zemědělství začal připravovat první zákon o krmivech. Jeho vzorem byl tehdejší německý zákon (Huml, 2010).

Požadavky pro výrobu, dovoz, používání, balení, označování, uvádění na trh krmiv a doplňkových premixů stanovuje Zákon o krmivech č. 91/1996 Sb.

V České republice funguje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Odbor zemědělské inspekce), který schvaluje krmiva uvedená na trh určená pro zvířata v zájmovém chovu (ÚKZÚZ).

Odbor zemědělské inspekce provádí úřední kontrolu v následujících oblastech:

- výkon úřední kontroly nad výrobou, dovozem, užitím a jakostí krmiv, doplňkových látek, premixů a jejich skladování a označování
- odběr vzorků krmiv, doplňkových látek a premixů
- monitoring výskytu zakázaných a nežádoucích látek v krmivech
- zbožíznalecké hodnocení vzorků krmiv, vydávání posudků, rozborů a osvědčení
- spolupráce při tvorbě právních předpisů v oblasti krmiv

Výrobce krmiv pro zvířata v zájmovém chovu, který používá jako výrobní suroviny živočišné suroviny podléhá schválení Státní veterinární správy ČR. Je tedy povinen respektovat hygienické požadavky na krmiva, které jsou dané Nařízením EP a Rady č 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu.

2.7.2 Biologické hodnocení a nutriční hodnota krmiva

Pro biologické hodnocení nutriční hodnoty krmiv jsou vyžadována přesně definovaná kritéria. Jedno určité krmivo může být zařazeno jako kompletní pro všechny věkové kategorie psů, kdežto jiné krmivo může být použito jako kompletní pouze pro dospělé jedince. Definice běžně používaných krmiv určují a dávají k dispozici národní orgány, mezi něž patří Sdružení amerických kontrolních úřadů (Association of American Feed Control Officials), nebo Britské normy (UK Feedingstuffs Regulations) (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Vlastní nutriční hodnota je definována jako optimální složení všech nutričních složek a to jak energetických, tak bílkovinných. Spolu s optimální saturací vitaminů a minerálních prvků (Přikryl, 2015).

Každý rok vychází seznam, kde Whole Dog Journal hodnotí a zveřejňuje seznam testovaných krmiv. Vybere-li spotřebitel krmivo, jež je uvedeno na seznamu Top Dry Food, může si být jist, že dané krmivo je nutričně hodnotné a vyvážené. Tato krmiva mají vždy přesné, druhově určené složení, jako zdroj bílkovin jsou kvalitní živočišné suroviny. Na prvním místě z uvedených surovin je vždy maso, obsahuje-li krmivo obiloviny, jedná se vždy o celá a nezpracovaná zrna. Krmiva neobsahují vedlejší živočišné, ani rostlinné produkty, umělá barviva, konzervanty a dochucovadla (Whole Dog Journal, 2019).

Aby bylo možné provádět nutriční zkoušky, je nutné znát potřeby daných živin pro psy. Rozsáhlé a autoritativní zdroje poskytuje Národní výzkumná rada (National Research Council). Dalším následným doporučením hodnot jsou jejich směrnice.

Nejjednodušším způsobem, jak získat představu o množství živin v krmivech, jsou chemické analýzy. Tímto způsobem však nelze zjistit biologickou hodnotu krmiva.

Pomocí analytických metod, jimiž se analyzují krmiva pro psy, se nejčastěji stanovuje obsah sušiny/vlhkost, obsah dusíkatých látek, obsah aminokyselin, obsah tuků, obsah vlákniny, obsah popelovin, obsah makro a mikro prvků a obsah vitamínů. Přítomnost jiných živin, jako například mastných kyselin, antioxidantů a jiných aditivních látek, se analyticky běžně nestanovují (Huml, 2005).

Trávicí trakt zvířete musí být schopen živiny extrahovat z krmiva a inkorporovat je do svého metabolického systému. Jedině tak jsou živiny zvířeti užitečné (THE WALTHAM BOOK, 1991).

2.7.3 Stravitelnost

Cílem trávení je odstranit vazby v složitých složkách potravy na volné jednotky. Tohoto je možno dosáhnout hydrolýzou, za pomoci trávicích enzymů. Enzymy jsou organické katalyzátory regulující chod většiny reakcí v těle (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Stravitelnost značně kolísá v závislosti na druhu jedincem přijatého krmiva (Čermák et al., 2004). Levná komerční krmiva mohou být stravitelná i méně než z poloviny, oproti krmivům vyráběným moderními technologiemi z nenáhražkových

surovin mají stravitelnost okolo 70-80%. Krmiva nejvyšších kvalit mívají stravitelnost přes 90%. Dosažení takových vysokých hodnot stravitelnosti závisí nejen na kvalitě vstupních surovin, ale také na technologii zpracování (Dvořáková, 2003).

Zkoušky stravitelnosti se provádějí z důvodu představy o tom, jak jsou jednotlivé živiny biologicky dostupné. Stravitelnost se vždy zjišťuje u vyššího počtu zvířat, kvůli přesnějším a spolehlivějším výsledkům. Jedinci, jež jsou do pokusu zařazeni, musí být zdraví a bez parazitů.

Období pokusu se dá rozdělit do dvou částí. První, období přípravné, kdy se zvíře navyká na pokusné krmivo a zároveň vyloučí poslední zbytky krmiva předchozího. Toto období trvá 5-15 dní. Druhou částí je samotné bilanční období pokusu, které trvá 5-10 dní (Doležal, 2005).

Stravitelnost je vyjádřena jako úbytek živin, organické hmoty, nebo energie, k němuž dochází při průchodu trávicím traktem zvířete (Mudřík et al., 2007). V bilančním období se pak používá buď metoda klasická, nebo indikátorová.

Při indikátorové metodě se do krmné dávky přidává indikátor, což bývá přirozená látka krmiva, avšak nestravitelná., nebo může jít o záměrně přidanou látku (oxid železitý, oxid chromitý (Zeman, 2006). Doležal (2005) dodává, že indikátor nesmí ovlivnit proces trávení. Musí být snadno rozmíchatelný v krmivu, nesmí se zapojovat do metabolických procesů a musí procházet trávicím traktem stejně rychle, jako krmivo. Indikátor též nesmí být pro zvíře nijak nebezpečný, nesmí být produkován v trávicím traktu a nesmí být rozložitelný mikroorganismy přítomnými v trávicím ústrojí jedince.

Výhoda indikátorové metody oproti klasické je ta, že stačí odebírat pouze průměrné vzorky krmiv a výkalů a zvířata není nutné držet po dobu pokusu v klecích (Zeman, 2006).

2.7.4 Zdravotní nezávadnost krmiva

Je nezbytné, aby komerčně vyráběná krmiva, která jsou uváděna na trh, byla zdravotně nezávadná. Je tedy potřeba zajistit, aby neobsahovala toxické látky nad limit dle platných legislativ (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Výroba a použití zdravotně nezávadných krmiv je řízeno předpisy ES. Jedná se například o Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2377/90, které stanovuje postup Společenství pro stanovení maximálních limitů reziduí veterinárních léčivých přípravků v potravinách živočišného původu. Další nařízení je Nařízení Evropského

parlamentu a Rady (ES) č. 1774/2002, které upravuje a stanovuje podmínky na hygienická pravidla pro vedlejší produkty živočišného původu, která nejsou určena pro lidskou spotřebu (Nařízení evropského parlamentu a Rady) .

Nejbezpečnější cesta, jak zajistit, aby krmiva nebyla toxická, je znát původ vstupních surovin. Suroviny by měly pocházet z ověřených zdrojů, kde jsou záruky dány jednotlivými zákonnými ustanoveními, omezující , kontrolující a regulující přípustnou hladinu cizorodých látek a množství aditiv.

Většina výrobců krmiv provádí různé kontroly kvalit jak produkce, tak screening hotových výrobků a jednotlivých surovin. Z takových kontrol je pak poskytována záruka nezávadnosti výsledného produktu, kterou není jinak prakticky možné zaručit (THE WALTHAM BOOK, 1991).

Pro zdravotní nezávadnost krmiv je tedy nutná úzká spolupráce provozovatelů krmivářských podniků a veterinářů.

Zdraví zvířat je též v úzké spojitosti s welfare zvířat.

3 Materiál a metodika

3.1 Materiál

Pro účely pokusu bylo vybráno české, superprémiové krmivo, bezobilné receptury.

Do pokusu bylo zařazeno celkem 9 psů. 5 středně velkých psů, zástupci plemene border kolie a 4 psi plemene americký kokršpaněl, zástupci malých plemen psů. Všichni psi, kteří byli do pokusu zařazeni, byli v době pokusu v normální fyzické zátěži.

Na Katedře zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů, Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích byly provedeny laboratorní analýzy pro stanovení popela, sušiny, tuku, dusíkatých látek, vlákniny, sloužící k vyhodnocení výživné hodnoty testovaného granulovaného krmiva. Dále byla provedena chemická analýza popela nerozpustného v HCl a test stravitelnosti sušiny a organické hmoty (OH) testovaného krmiva pomocí sáčkové metody.

Specifikace testovaného krmiva

Jedná se o české, superprémiové, bezobilné krmivo

Obr. č. 1. Testované krmivo



Složení:

Losos sušený (35%), brambory (34%), lososový protein (10%), kuřecí tuk (chráněno tokoferoly), sušená jablka, přírodní chuť, lososový olej (2%), pivovarské kvasnice, schránky mořských korýšů (zdroj glukosaminu, 260 mg/kg), extrakt z chrupavky (zdroj chondroitinu, 160 mg/kg), mannanoligosacharidy (150 mg/kg), ovocný a bylinný extrakt (rozmarýn, hřebíček, citrusy, kurkuma, 150 mg/kg), frukto-oligosacharidy (100 mg/kg), juka schidigera (100 mg/kg), inulin (90 mg/kg), ostropestřec mariánský (*Silybum marianum*) (75 mg/kg).

Analytické složky:

Hrubý protein 26%, hrubý tuk 15%, vlhkost 10%, hrubý popel 7,5%, hrubá vláknina 2,5%, vápník 1,2%, fosfor 1,0%.

Podrobnější nutriční složení:

Vitamín A (E672) 20 000 IU, vitamín D3 (E671) 1 500 IU, vitamín E (α -tocopherol) (3a700) 500 mg, vitamín C (E300) 200 mg, cholinchlorid 600 mg, biotin 0,6 mg, vitamín B1 1 mg, vitamín B2 4 mg, niacinamid (3a315) 12 mg, pantothenan vápenatý 10 mg, vitamín B6 (3a831) 1 mg, kyselina listová (3a316) 0,5 mg, vitamín B12 0,04 mg, zinek (E6) 80 mg, železo (E1) 70 mg, mangan (E5) 35 mg, jód (E2) 0,65 mg, měď (E4) 15 mg, selen (3b8.10) 0,25 mg.

Tab. č. 8 – Doporučené denní dávkování testovaného krmiva

Váha dosp. psa (kg)	1	2	4	6	8	10	15	20	25
Denní dávka (g/den)	35	45	70	90	110	125	170	210	250

Metodika byla prováděna na základě Nařízení komise (ES) č 152/2009, který stanovuje metodu odběru vzorků a laboratorní zkoušení pro úřední kontrolu krmiv.

3.2 Odběr a příprava materiálu

Samotnému odběru materiálu předcházelo 14 dní přípravného období, kdy byla testovaná zvířata navykána na pokusné krmivo. Odběr testovaného materiálu od jednotlivých psů probíhal od února 2018 do konce dubna 2018. Exkrementy byly odebírány po dobu 7 dnů. Odběr prováděli sami majitelé psů, kteří byli do pokusu zapojeni. Majitelé psů byli řádně poučeni o průběhu pokusu, způsobu krmení psů testovaným krmivem a sběru materiálu. Exkrementy byly vždy po sběru zmrazeny.

Odběr vzorků testovaného krmiva byl proveden 1.den bilančního pokusu. Od každého psa bylo z pokusného krmiva odebráno 200 g krmiva na analýzy.

Následně proběhla příprava vzorků před laboratorními analýzami. Zmražený materiál byl ponechán v lednici, dokud nerozmrzl. Poté byly exkrementy od jednotlivých psů zváženy, rozetřeny na jednotlivé tácy na vrstvu o přibližné tloušťce 1 cm a dány do sušárny. Předsušení probíhalo po dobu 48 hodin, při teplotě 55 °C. Po prvních 24 hodinách byly vzorky na tácu obráceny, aby bylo vysoušení rovnoměrné. Po uplynutí 48 hodin byly vzorky nechány při pokojové teplotě a následně dány do exikátoru.

Předsušený materiál byl následně zvážen a rozemlet na laboratorním mlýnku. Mezi mletím jednotlivých materiálu byl mlýnek vždy důkladně očištěn, aby nedocházelo ke kontaminaci vzorků. Jednotlivým vzorkům byly přiřazeny čísla od 1 do 9 .

Odebrané testované krmivo bylo též namleto na laboratorním mlýnku a proseto přes síto o velikosti 1 mm. Jednotlivým vzorkům testovaných krmiv byla přiřazena čísla od 1 do 9, podle označení testovaných psů. Takto připravené vzorky byly následně použity v provedených laboratorních analýzách.

3.3 Laboratorní analýzy

3.3.1 Stanovení obsahu vlhkosti

Principem stanovení obsahu vlhkosti je vysoušení vzorků v sušičce za předepsaných podmínek. Dále byl vážením stanoven úbytek hmotnosti.

Postup:

1. Nejprve se zváží vysoušečka, s přesností na 1 mg. Do vysoušečky se naváží 5 g vzorku s přesností na 1 mg
2. Vysoušečka s naváženým vzorkem se umístí do laboratorní sušárny, která je předehřátá na 103 °C. Suší se se sundaným víčkem vysoušečky. Po ustálení teploty na 103 °C se začne měřit čas a vysouší se 3 hodiny. Následně se vzorek opět přiklopí, vyjme, umístí se do exikátoru, kde se nechá vychladnout. Po vychladnutí se vysoušečka se vzorkem zváží s přesností na 1 mg.
3. Výpočet:

$$\text{Vlhkost (\%)} = (m - m_0) / m \times 100$$

m = počáteční hmotnost vzorku před sušením

m₀ = hmotnost vzorku po vysušení

3.3.2 Stanovení obsahu popela

Principem stanovení obsahu popela je zpopelnění vzorku při teplotě 550 °C.

Postup:

1. Nejprve se spalovací kelímek předem nahřeje při teplotě 550 °C, následně zchladí a zváží s přesností na 1 mg. Do spalovacího kelímku se naváží 5 g vzorku, s přesností na 1 mg.
2. Kelímek se vloží do muflové pece, která je zahřátá na 550 °C. Vzorek se spaluje tak dlouho, dokud nevznikne bílý, světle šedý, či načervenalý popel, který se zdá být prostý zuhelnatělých částic. Následně se kelímek vyjme, nechá se zchladnout v exikátoru a zváží se, s přesností na 1 mg.
3. Výpočet:

$$\text{Obsah popela (\%)} = (c-a) * 100 / b$$

a = hmotnost prázdného kelímku

b = navážka vzorku

c = hmotnost kelímku se vzorkem po zvážení

3.3.3 Stanovení dusíkatých látek

Dusíkaté látky byly stanoveny metodou dle Kjeldahla.

Principem metody je mineralizace testovaného vzorku kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru. Následně proběhne v přístroji Kjeltec alkalizace kyselého roztoku hydroxidem sodným. Vydestilovaný amoniak se jímá do kyseliny sírové a přebytek se následně titruje roztokem hydroxidu sodného.

Postup:

1. Do mineralizační baňky se naváží 1 g vzorku s přesností na 0,001 g. Dále se naváží a do baňky převede 15 g síranu draselného, 1 g oxidu měďnatého a 25 ml kyseliny sírové. Baňka se zahřívá, dokud hmota nezuhelnatí a

- nepřestane pění. Poté se intenzita zahřívání zvýší do ustáleného varu. Po zbarvení roztoku do zelena se roztok vaří ještě 2 hodiny
2. Následuje destilace, přidá se voda, aby došlo k rozpuštění sulfátů.
 3. Destilace do kyseliny sírové- do předlohy destilačního zařízení se odměří 25 ml kyseliny sírové a přidá se pár kapek methylčerveně. Mineralizační baňka se připojí ke kondenzátoru destilačního přístroje. Konec kondenzátoru se ponoří do kapaliny v předloze. Do mineralizační baňky se přidá 100 ml hydroxidu sodného a baňka se zahřívá, dokud se nepředestiluje veškerý amoniak.
 4. Následuje titrace, kde se přebytek kyseliny sírové titruje v předloze roztokem hydroxidu sodného do dosažení bodu ekvivalence. Titrace a destilace probíhá v Automatické destilační a titrační jednotce UDK 159.
 5. Přístroj po dokončení destilace a titrace uvede % NL a % N

3.3.4 Stanovení hrubé vlákniny

Principem metody je postupné působení vroucího roztoku kyseliny sírové a hydroxidu sodného v přístroji Ankom. Zbytek se přefiltruje, následně promyje, vysuší, zváží a nakonec spálí. Úbytek váhy po spálení odpovídá obsahu vlákniny

Postup

1. Příprava- prázdný sáček se zváží, naváží se 0,500 g s přesností na 1 mg. Obsah sáčku se opatrně sklepe, aby nedošlo při uzavírání k zatavení vzorku do sáčku. Sáček se následně zataví. Sáčky se propláchnou v uzavřené nádobě petroletherem a acetonem, nechají se okapat a odvětrat.
2. Analýza- Sáčky se naskládají do nosiče, který se vloží do přístroje, zalije se kyselinou sírovou a zavře se víko přístroje, který se zapne. Po 45 minutách se kyselina sírová vypustí a přístroj se propláchne vodou. Dále se nalije roztok hydroxidu sodného, zavře se víko a přístroj se opět zapne. Po 45 minutách se hydroxid vypustí a přístroj se opět propláchne vodou.
3. Po odkapání se vzorky přesunou do uzavíratelné nádoby a zalijí se acetonem, následně se vyndají a nechají se okapat. Sáčky se vysouší 4 hodiny při 105 °C. Po vysušení se ochladí v exikátoru a zváží.

4. Následuje spalování. Zvážené sáčky se vloží do předem zvážených a označených keramických kelímků. Proces spalování trvá 2 hodiny při 550 °C. Následně se kelímky zchladí na 300 °C a poté vloží do exikátoru. Po úplném zchladnutí se kelímky zvaží.
5. Výpočet:

$$\text{Obsah vlákniny (\%)} = (W_4 - W_1 \times C_2 \times 100) / W_2$$

C_2 = korekce (slepý vzorek)

W_1 = hmotnost prázdného sáčku

W_2 = hmotnost vzorku

W_4 = hmotnost organické hmoty (úbytek po spalování)

3.3.5 Stanovení tuku

Stanovení proběhlo dle metody vhodné pro krmiva živočišného původu, metodou dle Soxhleta a předcházející hydrolýzou vzorku.

Principem metody je za současného působení vysoké teploty hydrolýza vzorku kyselinou chlorovodíkovou, následné ochlazení a přefiltrování směsi a stanovení obsahu tuku pomocí petroletheru v extrakčním přístroji

Postup:

1. Hydrolýza- s přesností na 1 mg se naváží 2,5 g vzorku a převede do baňky, přidá se 100 ml 2 molární kyseliny chlorovodíkové a varné kamínky. Obsah v baňce se postupně zahřívá a udržuje se na mírném varu 1 hodinu. Je nutné dbát, aby se neusazovaly částičky vzorku na stěnách nádoby.
2. Filtrace- Povařená směs se vychladí, přidá se filtrační prostředek (křemelina), z důvodu zamezení ztrát tuku během filtrace. Filtruje se přes dvojitý zvlhčený filtr, který neobsahuje tuk. Zbytek na filtru je promýván studenou vodou, dokud není filtrát neutrální. Dvojitý filtr se zbytkem po hydrolýze se umístí na hodinové sklo a suší se 1,5 hodiny při teplotě $100 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Extrakce- Dvojitý filtr s vysušeným vzorkem se vloží do extrakční patry a utěsní se tukoprostou vatou. Do vysušeného a zváženého extrakčního kelímku se odměří 50 ml petroletheru a vloží se do extrakčního přístroje, ten ohřeje petroletheru na $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzorky jsou po dobu 30 minut ponořeny v petroletheru, 40 minut jsou petroletherem promývány a následně se 15 minut nechá petroletheru odpařovat. Extrakční kelímek se 30 minut suší, při $105 \text{ }^\circ\text{C}$, nechá se vychladnout v exikátoru a zváží se
4. Výpočet:

$$\text{Obsah tuku (\%)} = a / b * 100$$

a = hmotnost vyextrahovaného tuku

b= navážka vzorku

3.3.6 Stanovení obsahu popela nerozpustného v HCl

Principem metody je zpopelnění vzorku, jeho následné povaření s kyselinou chlorovodíkovou, přefiltrování nerozpuštěného zbytku. Vzorek se zváží a následně vypočte obsah.

Postup:

- 1- zpopelnění- vzorek se zpopelní podle postupu uvedeného v metodě pro stanovení popela.
- 2- Popel se pomocí 75 ml kyseliny chlorovodíkové převede do 250 ml kádinky a uvede se pomalu do varu, vaří se 15 minut. Teplý roztok se přefiltruje přes bezpopelný papírový filtr, zbytek na filtru se ještě promyje teplou vodou, do vymizení kyselé reakce. Filtr se následně vysuší a zpopelní v předem zváženém kelímku, při teplotě 550 ° C. Nechá se vychladnout v exikátoru a zváží
- 3- Výpočet:

Výsledek se vyjádří jako procento vzorku při odečtení hmotnosti zbytku po odečtení hmotnosti kelímku

3.3.7 Stanovení bezdusíkatých látek výtažkových

Obsah bezdusíkatých látek výtažkových je počítán ve 100 % sušině. Byl vypočítán z následujícího vzorce:

$$\text{BNLV (100\%)} = 100 - (\text{dusíkaté látky} + \text{tuk} + \text{vláknina} + \text{popel})$$

3.3.8 Stanovení stravitelnosti

Metoda pro stanovení stravitelnosti byla inspirována metodou ze studie od Giamcomo et al. (2016).

Princip: Pomletý vzorek je vystaven účinků trávicích enzymů v jednotlivých krocích, simulující trávení. V první fázi jsou vzorky inkubovány v roztoku kyseliny chlorovodíkové a pepsinu při teplotě 39 °C po dobu 2 hodin. Ve druhém kroku jsou vzorky inkubovány ve fosfátovém pufru s použitím enzymu pankreatinu, při teplotě 39°C, po dobu 4 hodin. Fermentace probíhá v přístroji Daisy inkubátor. Vzorky jsou navažovány do sáčků s pórovitostí 25µm. Sáčky s nestráveným zbytkem jsou po každé inkubaci promyty teplou vodou a vysušeny. Následně jsou vyprány v etanolu a acetonu, vysušeny do konstantní hmotnosti při 105°C a zváženy pro stanovení stravitelnosti sušiny. Zpopelněním při 550°C se následně stanoví stravitelnost organické hmoty.

Do sáčků bylo navažováno 0,500g krmiva. Doba inkubace v první fázi byla podle Giamcomo et al. (2009) 4 hodiny. Vzhledem k faktu, že u psů se trávenina z žaludku přesouvá do tenkého střeva relativně rychle (Procházka, 2005), byla doba této fáze upravena ze 4 hodin na 2 hodiny.

Pro následné porovnání se skutečnou stravitelností bylo inkubováno 9 vzorků krmiva, po 3 opakování, kdy každý vzorek odpovídal krmivu, které bylo podáváno jednotlivému psovi.

Pro účely korekce výpočtu byly v inkubaci k pokusným vzorkům též přidány slepé vzorky.

Výpočet:

Stravitelnost sušiny byla vypočítána podle následujícího vzorce:

$$\text{DMD} = 100 - (100 \times \text{hmotnost vzorku po inkubaci a vysušení} / \text{navážka vzorku} \times \text{obsah sušiny vzorku})$$

Stravitelnost organické hmoty byla vypočítána podle následujícího vzorce:

$$\text{DOM} = 100 - (100 \times (\text{hmotnost vzorku po inkubaci a vysušení} - \text{hmotnost vzorku po mineralizaci a vysušení}) / \text{navážka vzorku} \times \text{obsah sušiny vzorku} \times \text{obsah OH v sušině vzorku})$$

4 Výsledky a diskuze

4.1 Vyhodnocení nutričních hodnot testovaného krmiva

V následující tabulce je uvedeno porovnání živin, které uvádí výrobce a živin prokázaných analýzou. Porovnání bylo provedeno podle Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 767/2009, přílohy 4. Povolené tolerance pro označování složení krmných surovin nebo krmných směsí.

Tab. č. 9: Porovnání výsledků analýzy a deklarovaných hodnot s odchylkami

Živina	Deklarovaná hodnota (%)	Výsledek analýzy (%)	Odchylka (Procentní body)	Odchylka (%)	Maximální přípustná odchylka
Vlhkost	10	6,19	- 3,81	- 38	+10 %
N- látky	26	25,52	- 0,48	- 1,84	- 10 %
Tuk	15	16,54	+ 1,54	+ 10,26	- 2,2 jednotky
Vláknina	2,5	2,95	+0,45	+ 18	+ 0,8 jednotky
Popel	7,5	6,53	- 0,97	-12,9	+ 10 %

Z tabulky je patrné, že nebyly překročeny žádné maximální přípustné odchylky. Ač jsou výsledky analýzy v souladu s deklarovanými hodnotami, u některých živin byl statisticky prokázán rozdíl mezi deklarovanými živinami a živinami zjištěnými laboratorní analýzou, konkrétně u tuku, popela a u vlhkosti.

Na hladině významnosti $p = 0,0418$ byl prokázán statistický rozdíl u deklarovaných hodnot tuku a hodnot prokázaných analýzou.

Na hladině významnosti $p = 0,0000$ byl prokázán vysoce statisticky významný rozdíl u deklarovaných hodnot popela a hodnot prokázaných analýzou.

Na hladině významnosti $p = 0,000048$ byl prokázán vysoce statisticky významný rozdíl u deklarovaných hodnot vlhkosti a hodnot prokázaných analýzou.

Jelikož mají proteiny ve výživě psů významné postavení, jsou to živiny jak stavební, tak funkční a produkční, jsou jejich minimální hodnoty oproti ostatním živinám relativně vysoké. Minimální potřebné množství proteinu v sušině, udávané AAFCO a FEDIAF je 18 %. Procházka uvádí doporučenou horní hranici proteinů 30%. Testované krmivo je tak s obsahem dusíkatých látek 25,17% v souladu s normami

Minimální potřeba tuku dle AAFCO (2008) i FEDIAF (2013) je 5 %. Uvedené krmivo s obsahem tuku 16,3 % tyto normy splňuje. Tuky jsou pro psy hlavními energetickými živinami (Suchý, 2007).

Ve výživě psů je též důležité zachovat poměr mezi bílkovinami a tuky. Ten by podle Suchého et al. (2007) měl být 2:1 až 2:1,5. S poměrem 2:1,5 testované krmivo správný poměr bílkovin a tuku zachovává.

Obsah bezdusíkatých látek výtažkových poukazuje na rostlinné složky v krmivu. To znamená, čím vyšší zastoupení BNLV v krmivu je, tím větší procento rostlinné složení krmivo obsahuje. Minimální, ani maximální hodnoty BNLV, čili nestrukturálních sacharidů (škrob a cukry), nejsou známy a nejsou ani normovány (Suchý, 2001).

Obsah BNLV v testovaném krmivu je 45,2 %, což je podle The Waltham (1990) v pořádku. Ten uvádí, že pokud jsou v dietě normálně zatíženého psa zdrojem energie sacharidy ze 40 % - 50 %, nepředstavuje to žádnou nevýhodu oproti plně tukové, či bílkovinné dietě.

Ideální množství vlákniny v krmivu by se mělo pohybovat mezi 2 % a 3 %. (Suchý et al., 2007), standardy AAFCO (2014) však nestanovují minimální, ani maximální hodnoty obsahu vlákniny v krmivu. Podle Šterce a Štercové (2014) se hodnoty vlákniny v sušině krmiva pohybují v rozmezí 2-5%. V krmivech určených pro redukci se hodnota vlákniny může pohybovat i kolem 9 %. Taktéž uvádějí, že vysoký podíl vlákniny v krmivu ovlivňuje stravitelnost a využití ostatních živin a minerálních látek z krmiva. To ve své publikaci potvrzuje též Burrows et al. (1982). Dvořáková (2003) tvrdí, že vyšší obsah vlákniny v krmivu též zvýší množství vyloučených výkalů.

Jak uvádí Straková et al. (2008) popel je nezbytnou součástí krmiv pro psy, což je nespalitelný zbytek krmiva, který zahrnuje všechny minerální látky. Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 767/2009 jsou výrobci povinni značit obsah

anorganických látek na obalu krmiva jako popel. AAFCO ani FEDIAF minimální a maximální hodnoty popela v krmivu neudávají. V kvalitních kompletních krmivech by se měl obsah popela pohybovat do 8% (Šterc, Štercová, 2014). S obsahem popela 6,5% testované krmivo vyhovuje nárokům na kvalitu.

Obsah vody v krmivu je 6,19 %. Maximální odchylky jsou stanoveny pouze pro překročení hodnot vlhkosti, proto je krmivo s odchylkou 38% od deklarované hodnoty v normě.

4.2 Výsledky stravitelnosti

Pro výpočet skutečné stravitelnosti bylo nejprve potřeba provést analýzu popela nerozpustného v HCl (Dále uváděno pod zkratkou AIA, nebo-li Acid-insoluble ash). Analýza byla provedena jak z testovaného krmiva, tak z výkalů. Pomocí AIA, sloužící jako přirozený marker v krmivu, byla následně vypočítaná stravitelnost.

Pro stanovení stravitelnosti byly použity vzorce, které uvádí Giamcomo et al. (2016)

Pro výpočet stravitelnosti sušiny krmiva byl použitý následující vzorec:

$$100 - [(100 \times \% \text{ popela nerozp. v HCl v krmivu}) / \% \text{ popela nerozp. v HCl ve výkalech}]$$

Pro výpočet stravitelnosti jednotlivých živin byl použit následující vzorec:

$$100 - (\% \text{ živin ve výkalech} \times (100 - \% \text{ stravitelnost sušiny}) / \% \text{ živin v krmivu})$$

Tato metoda stanovení stravitelnosti se používá čím dál častěji, jako příklady studií, které byly zaměřeny na monogastry lze uvést studii McCartyho (1974), který provedl test stravitelnosti pomocí AIA na skupině prasat a prokázal, že použití metody stravitelnosti pomocí markeru AIA se jeví jako lepší a kvalitnější varianta, než použitím markeru oxidu chromitého. Pozitivní výsledky při použití markeru AIA udává též Johnson et al. (1998), který ve své studii provedl test stravitelnosti u psů. Jako další lze uvést Hesta et al. (2001), který prováděl test na kočkách.

4.2.1 Výsledky stravitelnosti jednotlivých živin

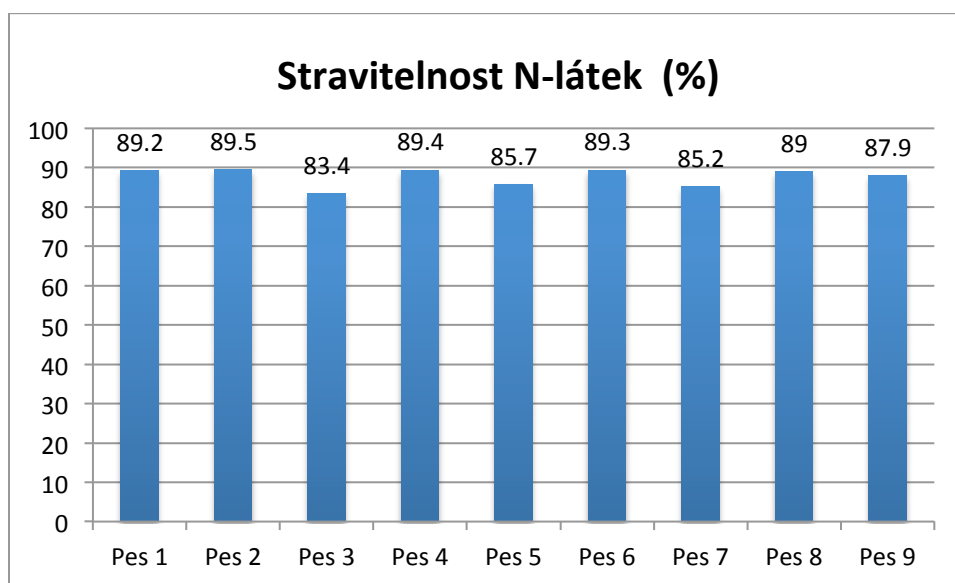
Podle výše uvedených rovnic byla vypočítána stravitelnost jednotlivých živin.

Tabulka č. 10.: Srovnání stravitelnosti sušiny (%) a živin (%) krmiva u jednotlivých psů.

Označení	Sušina (%)	N-látky(%)	Tuk (%)	Vláknina (%)	Popel (%)
Pes 1	86,3	89,2	96,9	52,8	39,4
Pes 2	89	89,5	97,4	41,2	48
Pes 3	84,1	83,4	96,5	37,7	38,8
Pes 4	87,6	89,4	96,4	37,4	47,9
Pes 5	84,7	85,7	97,7	32,2	45,9
Pes 6	87,1	89,3	97	39,4	44,1
Pes 7	85,5	85,2	96,6	44	41,2
Pes 8	88,8	89	96,2	52,2	49,2
Pes 9	87,1	87,9	97,7	38,8	40

Následně bylo provedeno srovnání stravitelnosti jednotlivých živin.

Graf č. 1: Porovnání stravitelnosti N-látek (%) krmiva u jednotlivých psů



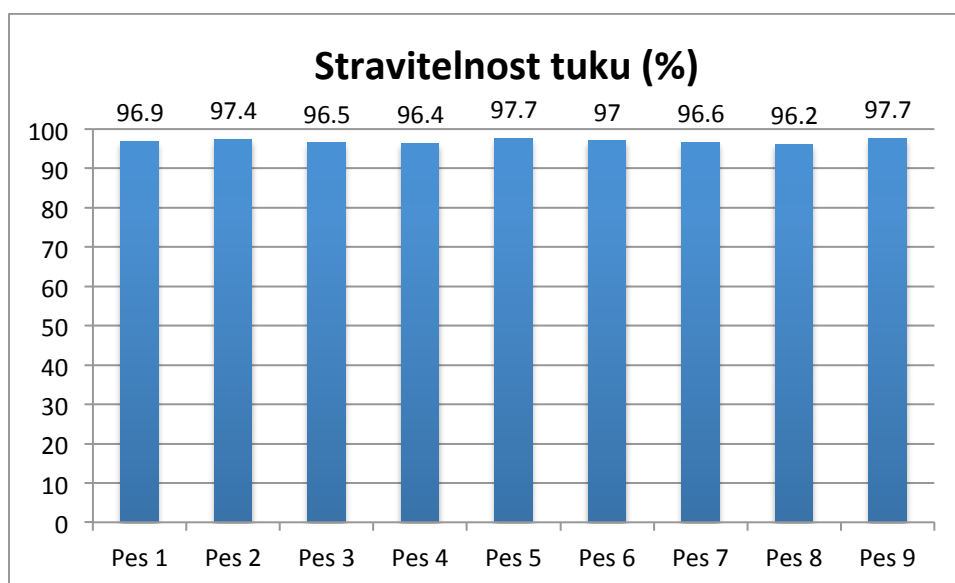
Průměrná stravitelnost dusíkatých látek byla 87,6 %. Prakticky ke stejnému výsledku ve své studii došla i Nesvadbová et al. (2009), kde průměrná stravitelnost N-látek u testovaných granulovaných krmiv pro psy byla 85,4%

Stravitelnost N-látek v krmivech u masožravců je vysoká, zejména jsou-li použity kvalitní, živočišné suroviny. Tento výsledek se dá potvrdit i vstupními surovinami, které uvádí výrobce.

Nejnižší stravitelnost N-látek vykazuje pes 3, u kterého vyšla i nejnižší hodnota stravitelnosti sušiny. Stravitelnost sušiny u tohoto psa je 84,1 %, u N-látek 83,4%. Tyto hodnoty jsou však stále v normě s ostatními hodnotami.

Naopak nejvyšší stravitelnost, jak sušiny, tak N-látek, vykazuje pes 2. Stravitelnost sušiny je u tohoto psa 89%, N-látek 89,5%.

Graf č. 2: Porovnání stravitelnosti tuku (%) krmiva u jednotlivých psů.



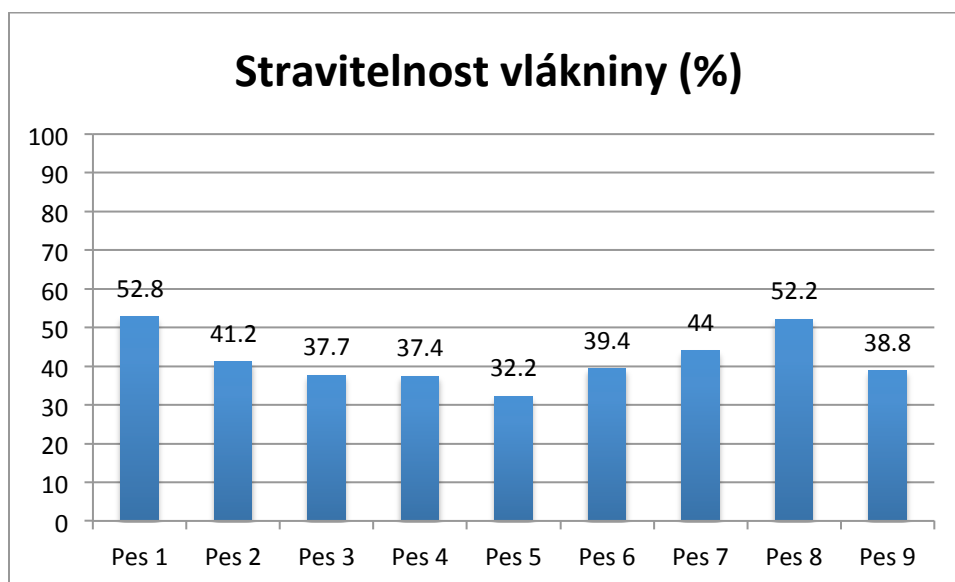
Průměrná stravitelnost tuku byla 96,9 %, toto vysoké číslo vypovídá o kvalitních vstupních surovinách. Vysoké hodnoty stravitelnosti dokládají fakt, že pes získává energii především z tuků.

Jak uvádí Giamcomo et al. (2016), podle literatury je průměrná stravitelnost tuků 94,3 %.

Stránská (2012), ve své diplomové práci uvádí výsledky průměrné stravitelnosti tuků u dvou krmiv, jedno se stravitelností 96, 21% a druhé se stravitelností 95,45%.

Daumas et al. (2014) v provedeném testu stravitelnosti krmiv uvádí u superprémiového testovaného krmiva stravitelnost tuku 95%.

Graf č. 3: Porovnání stravitelnosti vlákniny (%) krmiva u jednotlivých psů

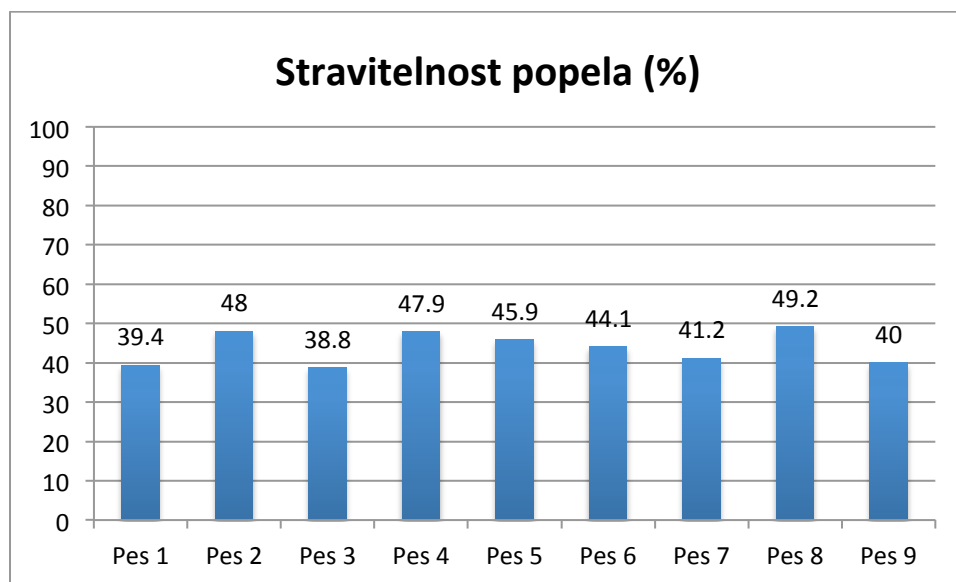


Průměrná stravitelnost vlákniny je 41,7%. Podle mého názoru je to toto číslo v normě, vzhledem k faktu, že vláknina je pro psy stravitelná jen omezeně (Kienzle et al., 2006) a její funkce je především v podpoře trávení (Dvořáková, 2003). Nesvadbová et al. (2009) uvádí ve své studii průměrnou stravitelnost vlákniny 38,51 %.

Jak je patrné, jsou mezi jednotlivými psy viditelné rozdíly v hodnotách stravitelnosti vlákniny. To může být zapříčiněno tím, že někteří jedinci mohli v době pokusu přijmout i jiný zdroj vlákniny, než jen v testovaném krmivu, například požíváním trávy, okusováním klacíků, či okusováním a požíváním jiného rostlinného materiálu. To následně zapříčiní větší množství vlákniny ve výkalech, než v testovaném krmivu a ovlivní tak výsledné hodnoty stravitelnosti vlákniny. Tuto domněnku lze podložit tím, že byly nacházeny při mletí výkalů úlomky a částičky klacíků.

Vysoká čísla stravitelnosti ostatních živin napovídají o použití přiměřeného množství a kvalitního zdroje vlákniny.

Graf č. 4: Porovnání stravitelnosti (%) popela krmiva u jednotlivých psů



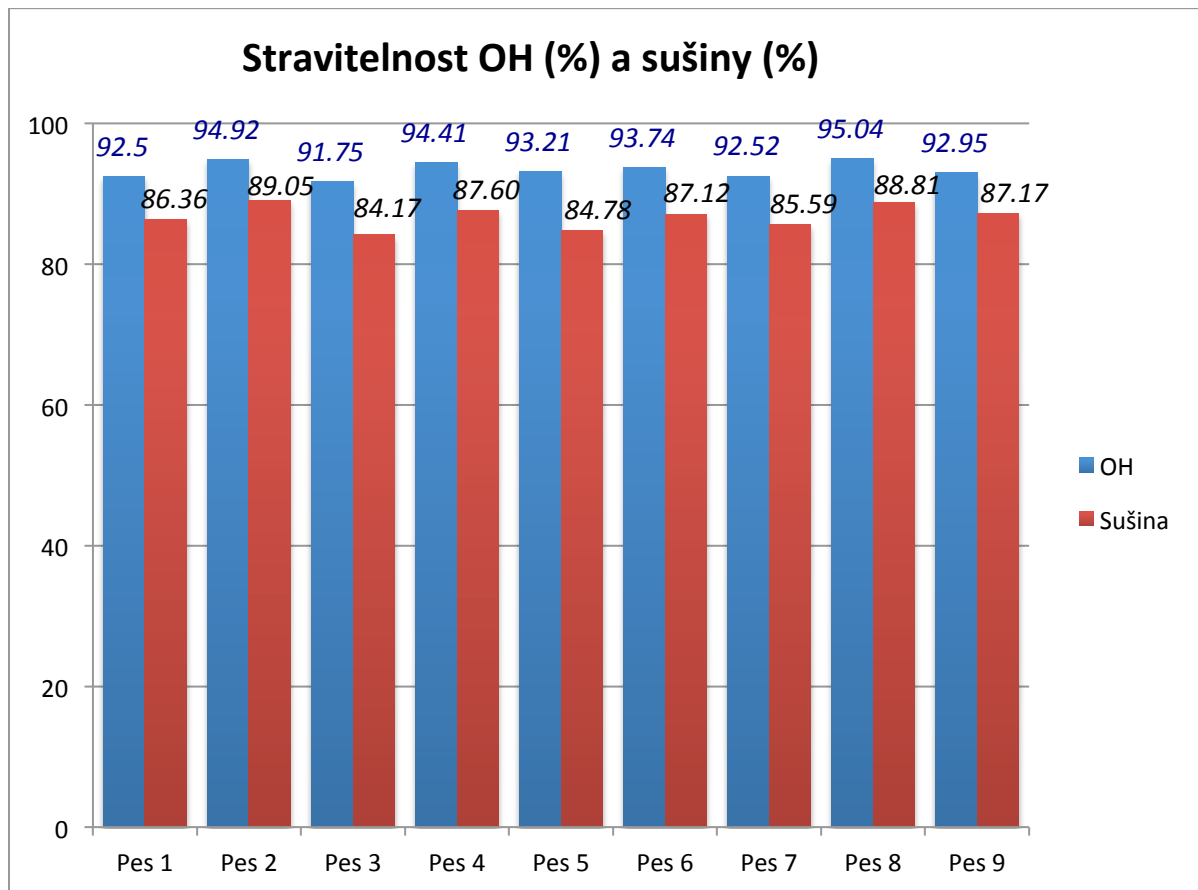
Jako popel se označují minerální látky a nespalitelný zbytek krmiva (Straková et al., 2008).

Průměrná hodnota stravitelnosti popela u testovaného krmiva je 43,8%. To se v zásadě shoduje s výsledkem Nesvadbové et al. (2009), která ve své studii uvádí průměrnou stravitelnost popela testovaného krmiva pro psy 42,3%.

Stravitelnost krmiva je ovlivněna mnoha faktory. Počínaje kvalitou a původem vstupních surovin, obsahu vlákniny, popela, způsobu zpracování, či přítomností různých antinutričních složek (De-Oliveira et al., 2012). Každý organismus reaguje na krmivo rozdílně, stravitelnost tudíž ovlivňují i vlivy daného jedince, například stáří, zdravotní stav, stupeň zátěže a jiné. Obecně by ale mělo platit, že krmivo je stravitelné u všech jedinců s minimálními rozdíly stejně. Z výsledků rozborů stravitelnosti se dá usuzovat, že u všech psů, kteří byli do pokusu zařazeni, bylo krmivo vysoce stravitelné.

4.2.2 Porovnání stravitelnosti *in vitro* a *in vivo*

Graf č. 5: Porovnání stravitelnosti sušiny (%) a OH (%) u jednotlivých psů

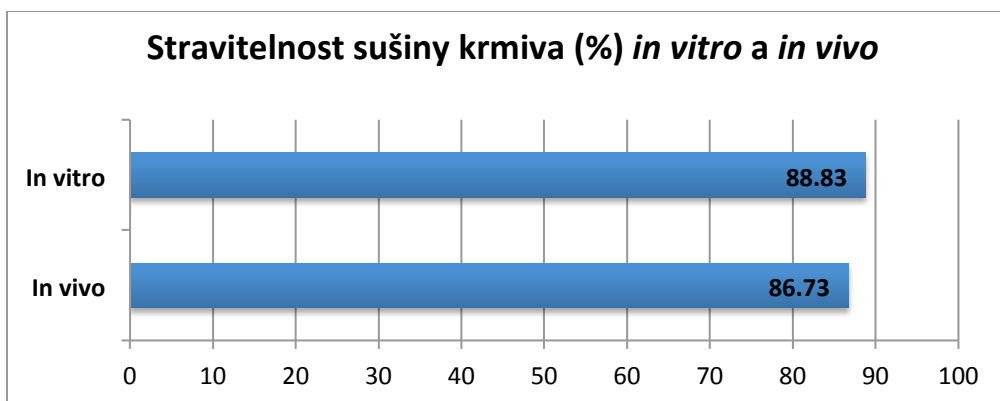


Z grafu je patrné, že stravitelnost sušiny a OH krmiva je u všech psů prakticky vyrovnaná. Nejnižší stravitelnost OH a sušiny vykazuje pes 3, který má též nejnižší hodnoty stravitelnosti N-látek. Naopak nejvyšší stravitelnost vykazuje pes 8.

Průměrná stravitelnost sušiny byla 86,7 %, to se v zásadě shoduje s literaturou, která uvádí průměrnou *in vivo* stravitelnost sušiny 83,2% (Giamcomo et al., 2016). Průměrná stravitelnost OH (%) byla 93,44 %.

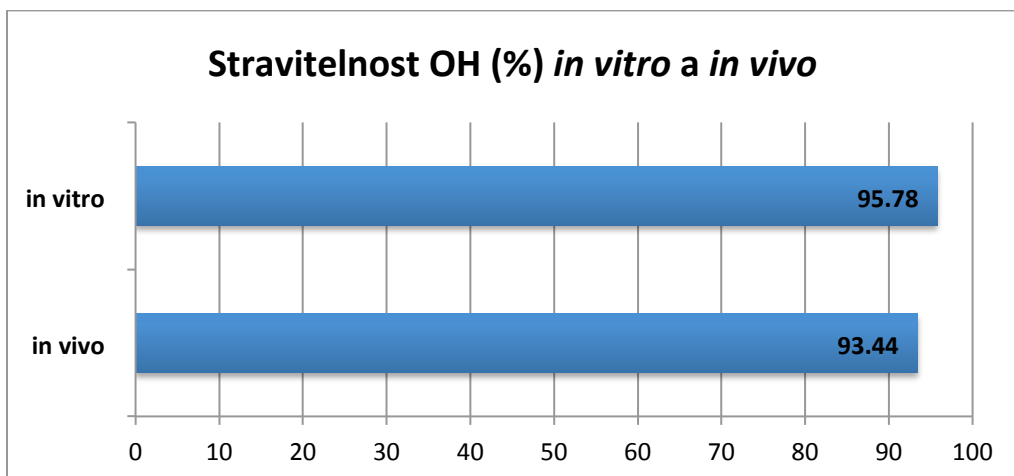
Procházka (2005) tvrdí, že kvalitní komerční krmiva bývají stravitelná kolem 85%. To potvrzuje i Dvořáková (2003), která uvádí, že kvalitní superprémiová krmiva mohou být stravitelná i přes 90%. Tímto tvrzením by se dalo potvrdit správné označení krmiva výrobcem do kategorie superprémium.

Graf č. 6: Porovnání průměrné stravitelnosti sušiny (%) krmiva *in vivo* a *in vitro*



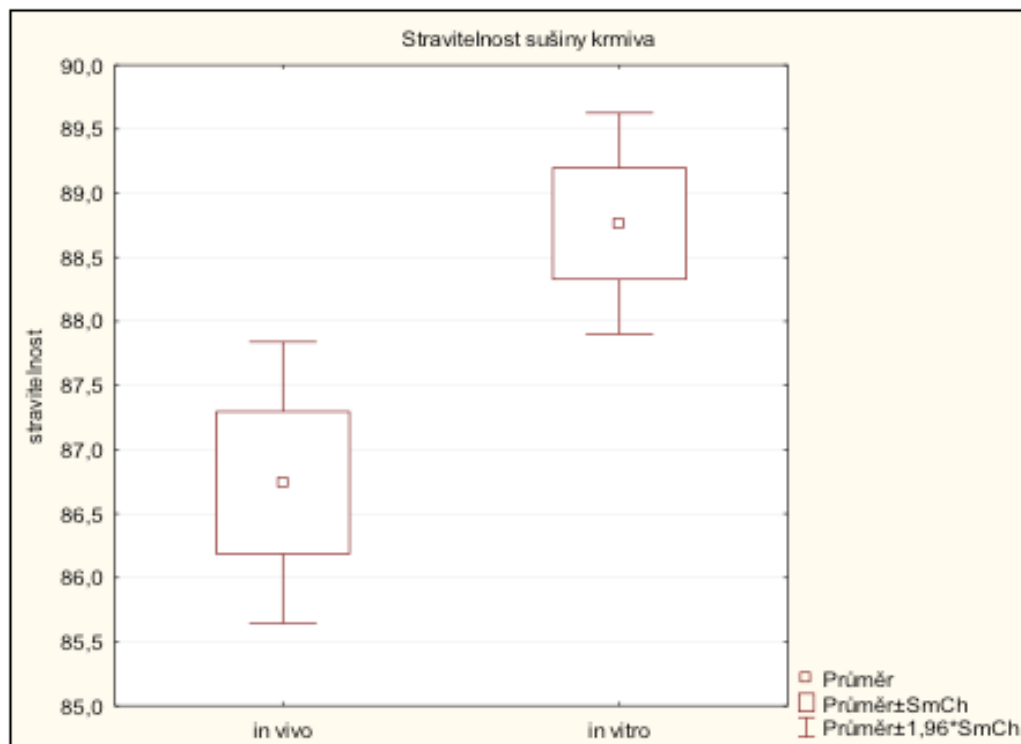
Jak je z grafu patrné, stravitelnost sušiny krmiva *in vitro* je nepatrně vyšší, než stravitelnost skutečná. Průměrná stravitelnost *in vitro* je 88,83 %, průměrná skutečná stravitelnost je 86,73 %.

Graf č. 7: Porovnání průměrné stravitelnosti OH (%) krmiva *in vivo* a *in vitro*



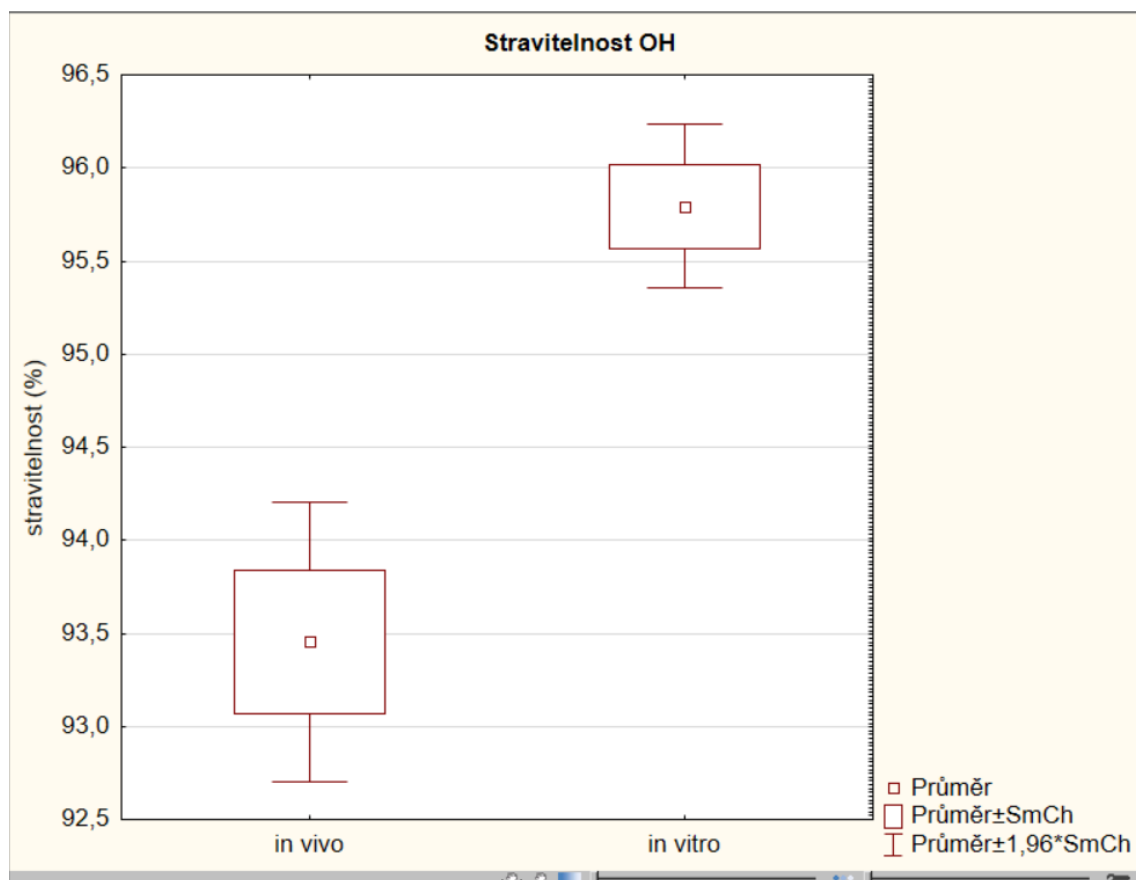
Z grafu je patrné, že jednotlivé hodnoty stravitelnosti OH jsou relativně vyrovnané. S hodnotou stravitelnosti 95,78 % metoda *in vitro* lehce převyšuje hodnotu skutečné stravitelnosti 93,44 %.

Graf č. 8: Grafické vyhodnocení porovnání stravitelnosti sušiny krmiva *in vitro* a *in vivo* dle programu Statistica



Pomocí dvouvýběrového t-testu pro nezávislé vzorky bylo na hladině významnosti $p=0,0118$ statisticky prokázáno, že stravitelnost sušiny metodou *in vitro* je vyšší, než stravitelnost skutečná.

Graf č. 9: Vyhodnocení porovnání stravitelnosti OH (%) *in vitro* a *in vivo* dle programu Statistica



Pomocí dvouvýběrového t-testu pro nezávislé vzorky byl na hladině významnosti $p=0,0008$, prokázán statisticky významný rozdíl ve stravitelnost OH. Stravitelnost OH metodou *in vitro* je tedy vyšší, než stravitelnost skutečná.

Tyto výsledky potvrzují fakt, že *in vitro* metody mají často tendence lehce nadhodnocovat skutečnou stravitelnost (Savoie, 1994).

Jak tvrdí Hervera et al. (2007) tato skutečnost je nejspíše zapříčiněna solubilizací některých látek při metodě *in vitro*. Hervera et al. 2007 ve své studii zjistil, že stravitelnost energie *in vitro* je v průměru o 4% vyšší, než skutečná stravitelnost.

Ke stejnému výsledku došel i Giamcomo et al. (2016), který ve své studii porovnával stravitelnost krmiv pro psy. Výsledek stravitelnosti sušiny *in vitro* byl 80 %, *in vivo* 78,8 %.

Menšíková (2015) se ve své disertační práci zabývala porovnáním stravitelnosti netradičních krmiv pro koně metodou *in vitro* a *in vivo*. Výsledky její práce též potvrzují fakt, že hodnoty stravitelnosti *in vitro* jsou lehce vyšší, než hodnoty *in vivo*.

Jako předmětem dalšího výzkumu pro konkrétnější a přesnější zhodnocení těchto dvou metod se nabízí provést stravitelnost *in vitro* jednotlivých živin a následně je porovnat s hodnotami skutečně strávených živin.

4.3 Ekonomické vyhodnocení krmiva

V následující tabulce je uvedeno ekonomické vyhodnocení pokusného krmiva. Všichni psi, kteří byli zařazeni do pokusu, byli v průměru o tělesné hmotnosti 15 kg, proto byla uvedena cena pro psa o hmotnosti 15 kg

Tab. 10. Cena za 1 kg krmiva, 1 kg sušiny, 1 krmný den (KD), 1 krmný týden (KT), 1 krmný měsíc (KM) a jeden krmný rok (KR) pro psa o hmotnosti 15 kg

Cena za 1 kg	Cena za 1 kg sušiny	Cena za 1 KD	Cena za 1 KT	Cena za 1 KM	Cena za 1 KR
101 Kč	112 Kč	16 Kč	113 Kč	485 Kč	5899 Kč

Z provedené analýzy laboratorní sušiny vyplynulo, že pokusné krmivo obsahuje 6,2 % vody. Spotřebitel tedy při koupi krmiva zaplatí za 744 g vody 75 korun.

5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo postihnout základní aspekty ve výživě psů, shrnout poznatky o jejich nutriční potřebě a o významu jednotlivých živin. V diplomové práci byl též uveden přehled o vstupních surovinách, používaných při výrobě krmných směsí a o způsobu a možnostech krmení psa.

Součástí práce bylo stanovení výživné hodnoty vybraného granulovaného krmiva. Laboratorní analýzou a následným porovnáním s deklarovanými hodnotami výrobcem bylo zjištěno, že krmivo je v normě s přípustnými odchylkami od deklarovaného obsahu a vyhovuje jak živinovému složení, tak základním nutričním požadavkům, dle AAFCO i FEDIAF.

Pomocí stanovení popela nerozpustného v kyselině chlorovodíkové u jednotlivých vzorků byla následně vypočítána stravitelnost krmiva. S průměrnou stravitelností N-látek 87,6 %, tuku 96,9 %, sušiny 86,7 % a OH 93,44 % je patrné, že krmivo je vysoce stravitelné a že při zpracování byly použity kvalitní vstupní suroviny, jež byly kvalitně zpracovány. Po porovnání stravitelnosti základních živin mezi jednotlivými psy bylo zjištěno, že hodnoty stravitelnosti N-látek, tuku a popela jsou u všech psů vyrovnané a naměřené hodnoty se shodují s literaturou. Hodnoty stravitelnosti vlákniny se u jednotlivých psů liší. Tento jev je možné podložit domněnkou, že psi mohli v době pokusu pojídat jiný zdroj rostlinného materiálu, například okusováním klacíků a pojídáním trávy. Hodnota stravitelnosti se shodovala s hodnotami, které uvádí Nesvadbová et al. (2009). Další konkrétní hodnoty stravitelnosti vlákniny literatura neuvádí.

V rámci práce byla též provedena stravitelnost sušiny a OH metodou *in vitro*. Jednotlivé hodnoty byly porovnány s hodnotami skutečné stravitelnosti. Jak u sušiny, tak u OH stravitelnost *in vitro* lehce převyšovala stravitelnost skutečnou. U stravitelnosti sušiny byl statisticky prokázán rozdíl ($p=0,0118$) mezi metodou *in vitro* a *in vivo*. Průměrná stravitelnost sušiny *in vitro* byla o 2,13 % vyšší, než stravitelnost skutečná. U stravitelnosti OH byla statisticky prokázán významný rozdíl ($p = 0,0008$) mezi metodou *in vitro* a *in vivo*. Průměrná stravitelnost OH *in vitro* byla o 2,34 % vyšší, než skutečná stravitelnost.

Literatura uvádí, že metody stanovení stravitelnosti *in vitro* často mívají tendence přehodnocovat stravitelnost skutečnou. To je dáno jak jednotnými laboratorními

podmínkami, kde jsou eliminovány vedlejší vlivy organismu jedince, tak nejspíš i solubilizací některých látek (Hervera et al., 2007).

I přes naměřené mírně vyšší hodnoty nám tyto metody stravitelnosti poskytují relativně přesné informace o stravitelnosti daných krmiv. Výhodou je, že použitím stanovení stravitelnosti metodami *in vitro* je značně redukována manipulace se zvířaty. Zvířata se nemusí stresovat průběhem a podmínkami testování a není tím tak narušen jejich welfare. Jako další výhodu lze zmínit, že metodami *in vitro* lze stanovit mnohem větší množství vzorků, které by jinak u živých zvířat bylo náročné a zdlouhavé. Za nevýhodu lze považovat relativně vysoké finanční náklady, především na potřebné enzymy.

Předmět dalšího výzkumu se tak nabízí pokus zopakovat a dále rozvíjet, na větším počtu pokusných jedinců. V rámci porovnání je možné použít modely regresních rovnic, které dokáží případný pozitivní vztah mezi metodou *in vitro* a *in vivo*. Tento pozitivní vztah ve své studii statisticky prokázal Giamcomo et al. (2016), který prezentoval metodu použití stravitelnosti *in vitro* místo testů stravitelnosti *in vivo*.

Výživa psů je stále relativně mladým, ne zcela zmapovaným odvětvím. Komplikovanost je především v rozmanitosti psích plemen a odlišnosti živinových potřeb. Všichni ale mají společné, že čím bude vyšší stravitelnost krmiva, tím bude dané krmivo pro psa výživnější a vhodnější. Výzkum v tomto odvětví je proto do budoucna velmi lukrativní, neboť výživa psů již není tématem pouze odborníků, ale také čím dál tím širší veřejnosti.

6 Seznam použité literatury

1. ASHRY, G. M. EL., HASSAN, A. A. M., SOLIMAN, S. M. (2012): Effect of Early Lactation High Producing Dairy Cow. *Food Nutrition Science*. 3, 1084-1091
2. ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. 2014 official publication. AAFCO. ISBN 9780991128808.
3. ARENDT, M., FALL, T., LINDBLANT-TOH, K., AXELSON E. (2014). Amylase activity is associated with AMY2B copy numbers in dog: implications for dog domestication, diet and diabetes. *Animal Genetics*, 45(5), 716–22.
4. AXELSON, E., et al. The Genomic Signature of Dog Domestication Reveals Adaptation to a Starch-Rich *Diet*. *Nature*, vol. 495, no. 7441, 2013, pp. 360–364, doi:10.1038/nature11837.
5. BEATON, L. Vlákna v krmivu - výživový trend pro zdraví. *Krmivářství*. 2013, roč. 17, č. 6.
6. BERÁNKOVÁ, V, KRÁLOVÁ-KOVAŘÍKOVÁ, S.; Frakční exkrece vápníku v moči psů. *Veterinářství*. 2015, roč 65, č. 6, s. 411-416.
7. BESSONOV, ANDREY NIKOLAEVICH, PEREVERZEVA, GALINA ANATOLIEVNA. Pet food product. 2018. REEL/FRA:045046/0116 dostupné z:
<https://patentimages.storage.googleapis.com/18/c0/14/e00a747bc2d91f/US20180199592A1.pdf>
8. BERMINGHAM, E. N., THOMAS, D. G., CAVE, N. J., MORRIS, P. J., BUTTERWICK, R. F., GERMAN, A. J. 2014. *Energy Requirements of Adult Dogs: A Meta-Analysis*. PLoS ONE, 9(10), e109681.
doi:10.1371/journal.pone.0109681. Dostupné z:
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0109681>.
9. BUFF, P. R., CARTER, R. A., BAUER, J. E., KERSEY. Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology. *Journal of Animal Science*. 2014, roč. 92, č. 9. DOI: 10.2527/jas.2014-7789.
10. CAMPBELL, N. L., REECE, J., B. Biologie. Vyd. 1. Brno: *Computer Press*, c2006. ISBN 80-251-1178-4.

11. CASE, L. P. *Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals*. 3. vyd. Maryland Heights: Mosby, 2011. ISBN 03-230-6619-4.
12. ČERMÁK, B., CEMPÍRKOVÁ, R. *Krmiva konvenční a ekologická: Feedstuffs conventional and ecological : vědecká monografie*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-141-3.
13. CLUTTON-BROCK, J. *Psi: poznejte svět psů, vlků, šakalů a lišek - jejich vývoj a chování*. Praha: Fortuna Print, 1999, 63 s. Fortuna Print. ISBN 80-86144-30-5.
14. COPPINGER, R. a SCHNEIDER, R. (1995). *Evolution of working dogs*. In: Serpell, J. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. New York: Cambridge University Press. 284 s. ISBN 0-521-42537-9
15. DAUMAS, C., PARAGON, B. M., THORIN, C., MARTIN, L., DUMON, H., NINET, S., & NGUYEN, P. (2014). Evaluation of eight commercial dog diets. *Journal of nutritional science*, 3, e63. doi:10.1017/jns.2014.65.
16. DOLEŽAL P. a kol.: *Výživa zvířat a nauka o krmivech* (cvičení), MZLU v Brně, 2005, 292 s. ISBN 80-7157-786-3.
17. DE-OLIVEIRA LD, de-CARVALLHO, PICIANTO MA, KAWAUCHI IM, et al. 2012. Digestibility for dogs and cats of meat and bone meal processed at two different temperature and pressure levels. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition* 96, 1136–1146.
18. DVOŘÁKOVÁ, Z. *Moderní výživa psa*. Golftime, 2003.
19. DZIMKO, L. Granulované krmivá ako moderný spôsob výživy a ich výber pre optimálnu výživu psov. *Lovecký pes, příloha časopisu Myslivost*, 2006, č.6, roč.54, str.12-15.
20. FEDIAF- *Importance of water*, 2018- staženo z http://www.fediaf.org/images/fact-sheets/FEDIAF_Importance_of_water.pdf
21. FEDIAF- *Nutrition needs of cats and dogs*, 2018- staženo z : http://www.fediaf.org/images/fact-sheets/FEDIAF_Nutritional_needs_of_cats_and_dogs.pdf
22. FERENČÍK, M. & EBRINGER, L. Modulatory effects of selenium and zinc on the immune system. *Folia Microbiol* (2003) 48: 417. DOSPUTNÉ Z: <https://doi.org/10.1007/BF02931378>

23. GIACOMO.B., CIPOLLINI,I., GRANDI,M., PINNA,C., VECCHIATO,C.G., ZAGHINI. G. A new in vitro method to evaluate digestibility of commercial diets for dogs. *Italian Journal of Animal Science*. 2016, 15(4), s. 617-625.
24. HESTA M., JANSENS G.P.J., Debraekeleer J., De Wilde R., 2001. The effect of oligofructose and inulin on faecal characteristics and nutrient digestibility in healthy cats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 85, 135-141.
25. HAND, M. S., THATCER, REMILLIARD, C.O., ROUDEBUSH, R. L., NOVOTNY, P., B. J. Small Animal Clinical Nutrition, 5th Edition. Topeka, Kansas; Mark Morris. Institute, 2010:1314.
26. HANZLÍČEK, D. Chronická enteropatie reagující na dietu. *Veterinářství*. 2016, roč. 66, č. 1, s. 8-11.
27. HAVELKA, M. Marketingové hrátky aneb o čem se na obalech krmiv nedočtete. Praha : Minerva s.r.o., *Svět psů*, 2001. č. 7, č. 8, č. 9.
28. HERVERA M, BAUCCELLS MD, BLANCH F, CASTRILLO C. 2007. Prediction of digestible energy content of extruded dog food by in vitro analyses. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 91:205–209.
29. HUML, O. Způsoby hodnocení krmiv pro psy a kočky. *Veterinářství*. 2005, roč. 55, č. 6, s. 332-336.
30. HUML, O. *Historie výroby krmiv pro psy a kočky v Československu a v České republice*. 2010. Dostupné z <https://www.vetkom.cz/historie-vyroby-krmiv-pro-psy-a-kocky-v-ceskoslovensku-a-v-ceske-republice/>
31. CHEN, N.-H., REITH, M. E. A., QUICK, M. W. (2004). Synaptic uptake and beyond: the sodium- and chloride-dependent neurotransmitter transporter family SLC6. *Journal of Physiology*. 447(5), 519–31.
32. CHYLÍKOVÁ, L. Eklampsie: poporodní odvápnění. *Planeta zvířat*. 2010, č. 8, s. 22-23.
33. IBS, K.H. and RINK, L. Zinc-tered immune function. 2003. *J Nutr.* 133. 5 Suppl 1. 1452S-1456S.
34. JEŽKOVÁ A. Doplnková krmiva pro domácí zvířata. *Krmivářství*. 2019. roč.
35. JEROCH, H., B. ČERMÁK, V. KROUPOVÁ. *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat: vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006. ISBN 80-704-0873-1.

36. JELÍNEK, F., JELÍNEK, K.. *Morfologie hospodářských zvířat: učební text pro studijící zemědělských fakult.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7040-550-3.
37. JOHNSON M.L., PARSONS C.M., FAHEY G.C. Jr., MERCHEN N.R., ALDRICH C.G., 1998. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. *J. Anim. Sci.* 76, 1112-1122.
38. KIENZLE, E., V. BOURGE a A SCHÖNMEIER. Prediction of Energy Digestibility in Complete Dry Foods for Dogs and Cats by Total Dietary Fiber. *The Journal of Nutrition.* 2006, roč. 136, č. 7, s. 2041-2044.
39. KOVAŘÍKOVÁ. S. Vliv plemene na hematologické a biochemické parametry psů a koček-reviw. *Veterinářství.* 2018. R68. Č. 7. S455-461.
40. KOUDELA, K., JÍLEK, F. *Biologické základy chovu zvířat.* Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1996. ISBN 80-213-0307-7.
41. KOVÁČ, M., ČUPKA, V., KACEROVSKY, O., KRÁČMAR, S., LABUDA S., PAJTÁŠ, M. *Výživa a krmenie hospodárskych zvierat*, 1. vydání, Príroda, Bratislava 1989
42. KOPŘIVA, A., BARANČIČ F., DOLEŽAL, P., DUDÁŠ, F., PRUDIL, S., PŘIKRYL, J., ŠTENCL, J., ZEMAN, L., 1992. *Konzervace, skladování a úpravy krmiv.* Vysoké škola zemědělská v Brně, 105 s.
43. KVÁŠ, M. *Výživa psů.* České Budějovice: Dona, 1998, 68 s. ISBN 80-854-6399-7.
44. LONGLAND, A.C., THEODOROU, M.K., BURGER, H. I. *The nutrition of companion animals.* 2000. Feeding systems and feed evaluation models. ISBN 0 85199 346 X.
45. LU, H., WU, C., HOWATT, D.A., BALAAKRISHNAN. A., CHARNIGO J., R., Jr, CASSIS, L.A., DAUGHERTY. A. Differential effects of dietary sodium intake on 47 blood pressure and atherosclerosis in hypercholesterolemic mice. *Journal of Nutritional Biochemistry.* 2013, 1. s.49-53.
46. MARKWELL P.J. *Aplikovaná klinická výživa psa a kočky.* 1994. Waltham. 177 s
47. MEYER. ZENTEK. *Ernährung des Hundes.* 2005. 5th edition Parey Verlag

48. McCARTHY, J. F., AHERNE, F. X., D. B. OKAI, D.B. Use of HCl insoluble ash as an index material for determining apparent digestibility with pigs. 1974. *Can. Journal of Animal Science*. 54:107–109.
49. McOWELL, L. R. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 1992. San Diego, CA; Academic Press Inc. 644.
50. MENŠÍKOVÁ, K. *Stanovení stravitelnosti krmiv u koní metodou in vitro*. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 2015
51. MUDŘÍK, Z., PODSEDNÍČEK, M., HUČKO, B.. *Základy výživy a krmení psa: vědecká monografie zpracovaná v rámci řešení VZ MSM 6046030901*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213- 1659-1.
52. MUDŘÍK, Z., HUČKO, B., KODEŠ, A., PODSEDNÍČEK, M. Jak správně krmit psa. *Krmivářství*. 2014. č. 1, s. 39-40
53. National Research Council, Committee on Dog and Cat Nutrition. *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Washington, DC; The National Academies Press, 2006:397.
54. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003. Dostupné z : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex%3A32016R0679>
55. NESVADBOVÁ M., VAŠÁTKOVÁ, A., KNOLL A., Zeman L. Determination of declared qualitative characteristic and identification of animal nucleic acid in feedstuffs. 2009. Mendeleova Univerzita v Brně, agronomická fakulta
56. NOVOSÁDOVÁ, K. *BARF krmení psa přirozenou stravou*. 2011 Praha, nakladatelství Plot. ISBN 978–8–062-7.
57. REINHERT, S. *Natural dog food*. 2005. Winterwork. ISBN-13: 978-3735765529
58. ROBERTSON, J., GOLDCHMIDT, M., KRONFELD, O., TOMASZEWSKI, J., HILL, G., BOVEE, K. *Long-term responses to high dietary protein in dogs with 75% nephrectomy*. *Kidney Int*. 1986;29:511-519.
59. PERCIVAL, S.S. (1998). Copper and immunity. *Am J Clin Nutr*. 67(5 Suppl):1064S-1068S.
60. PETERSON P., PUTAROV. THAILA & BALLER, MAYARA & M. Peres, Francine & Loureiro, Bruna & C. Carciofi, Aulus. (2018). Thermal energy application on extrusion and nutritional characteristics of dog foods. *Animal Feed Science and Technology*. 243. 10.1016/j.anifeedsci.2018.07.003.

61. POPELÁŘOVÁ, R; JIRÁSEK, J. Použití krmných doplňků ve výživě psa. Příloha k časopisu *Veterinářství*. 2000, roč. 50, č. 6, s. 6-7.
62. REECE, William O. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 2011. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3282-4.
63. SAVOIE, L. *Digestion and absorption of food: usefulness and limitations of in vitro models*. 1994 Can J Physiol Pharm. 74:407–414.
64. SHEARER, M.J., FU, X., BOOTH, S.L. Vitamin K Nutrition, Metabolism, and Requirements: Current Concepts and Future Research. 2012. *Advances in Nutrition*. 3 (2):182-195. doi:10.3945/an.111.001800.
65. SLOVÁČEK, L. (2002): *Vitamíny ve výživě psa*. 2002 <http://www.veterina-info.cz/odborne-clanky/vitaminy-ve-vyzive-psa-117.html>, staženo 10.3.2019
66. STRAKOVÁ, E., P. SUCHÝ, I. HERZIG, P. SUCHÝ a P. TVRZNÍK. *Výživa a dietetika*. 2008. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 92 s. ISBN 978-80-7305-031-3.
67. SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E.; SUCHÝ, P. ml. Výživa psů, potřeba živin a dietetické účinky krmiv. *Veterinářství*. 2007, roč. 57, č. 6, s. 343-350
68. SUCHÝ, P.: Dietetické základy výživy psů, *Veterinářství*, 2001, č. 6, roč. 51, s. 8-10 příloha, ISSN 0506 8231
69. SURAI, P.: *Antioxidant considerations for companion animal, with special reference to immunity*. Recent Advances in Pet Nutrition, 2006. Nottingham University press.
70. SURAI, P.: *Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction*. 2002. Nottingham University Press.
71. STRÁNSKÁ, L. *Posouzení možnosti použití NIR spektroskopie při predikci provařenosti škrobu v extrudovaných kompletních krmivech pro domácí zvířata (psy)*. Mendeleova Univerzita v Brně, agronomická fakulta. 2012.
72. SÜVEGOVÁ, M. *Potreba živin a výživná hodnota krmiv pre psov*. 1994. 1. vydání. Výzkumný ústav živočišníš- nej výroby Nitra. ISBN 80-967057-5-X.
73. SWENSON, K.J. Animal food compositions and treats. 2008. ASSIGNMENT OF ASSIGNORS INTEREST. REEL/FRAME:021062/0881 (<https://patents.google.com/patent/US20080233244A1/en>)
74. ŠEBKOVÁ, N. Rozdělení průmyslově vyráběných krmiv pro psy dle obsahu vody a způsobu konzervace. 1.10.2010. Dostupné z:

<http://www.ifauna.cz/psi/clanky/r/detail/5671/x-kapitola-kynologie- rozdeleni-prumyslove-vyrabenykh-krmiv-pro-psy-dle-obsahu-vody-a-zpusobu-konzervace/>.

75. ŠTERC, J., ŠTERCOVÁ, E. Výživa a možnosti krmení psů. *Veterinářství*. 2014, roč. 62, č. 8, s. 590-598.
76. ŠTERC, J. ŠTERCOVÁ, E. Potřeba vápníku a fosforu u rostoucích psů velkých plemen. *Veterinářství*. 2012, roč. 62, č. 1, s. 21-27
77. ŠTERCOVÁ, E. Syrová strava ve výživě psů a koček. *Veterinářství*. 2018. roč. 68, č.8, s. 531-538.
78. ŠTERCOVÁ, E. *Granule pro psy a jejich rozdělení*. 2018. Staženo z: https://www.krmiva-erpemos.cz/blog/granule-pro-psy-a-jejich-rozdeleni_2981
79. ÚKZÚZ- Kontrola krmiv. 2009. dostupné z <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/zemedelska-inspekce/kontrola-krmiv/>
80. VAJC, J. Výživa psů kompletními krmnými směsmi-krok vpřed. Příloha k časopisu *Veterinářství*. 2000, roč. 50, č. 6, s. 16.
81. VALEŠOVÁ, M. *Obiloviny v krmivech pro psy*. 2016. Dostupné z <https://www.muj-pes.cz/vyziva/serial-spravne-krmeni-3-obiloviny-v-krmivech-pro-psy-1545.html>
82. VESELÝ, Z., *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988. Živočišná výroba. Státní zemědělské nakladatelství.
83. VELÍŠEK, J. *Chemie potavin 2*, 2002. OSSIS. ISBN 80-86659-01-1.
84. VILA, C.W., SUNDKVIST, A.-K., FLAGSTAND, Ø., ANDERSONE, Z., CASULLI, A., KOJOLA, I., VALDMANN, H., HALVERSON, J., ELLERGEN, H. *Combined use of maternal, paternal and bi-parental genetic markers for the identification of wolf-dog hybrids*. 2003. *Heredity*, 90(1), 17–24.
85. THE WALTHAM BOOK. Výživa psa a kočky: Výživa psa a mačky: příručka pro veterinární lékaře a studenty veterinární medicíny : druhé vydání. 1. české a slovenské vyd. Editor A. The Waltham Book. Praha, 1991, 141 s. ISBN 80-900-8209-2.
86. THE WHOLE DOG JOURNAL. Whole Dog Journal's Approved Dry Dog Food List. 2019. Dostupné z: <https://www.whole-dog-journal.com/news/Approved-Dry-Dog-Food-List-How-to-Find-the-Best-Dry-Dog-Food-21347-1.html>

87. WANG, X, TEDFORD R. H. *Dogs: Their Fossil Relatives and Evolutionary History*. Columbia University Press, 2008. ISBN 9780231135290.
88. WEBSTER, J. *Welfare: životní pohoda zvířat, aneb, Střízlivé kázání o ráji*. 1999. Praha: Nadace na ochranu zvířat. ISBN 80-238-4086-X.
89. ZÁPALKOVÁ. *Základní živiny v krmné dávce*. 2018. Staženo z <http://www.equichannel.cz/zaklady-vyzivy-psu-zakladni-ziviny-v-krmne-davce-psu>.
90. ZEMAN, L. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 2006. Praha: Profi Press, ISBN 80-86726-17-7, 360 s.