

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



**Kvalitativní zhodnocení komerční směsi z pohledu
zastoupení živin a energie**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Zuzana Prokopová

Vedoucí práce: prof. Ing. Zdeněk Mudřík, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "**Kvalitativní zhodnocení komerční směsi z pohledu zastoupení živin a energie**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Z. Mudříkovi, CSc. za jeho cenné rady, vstřícný přístup a odborné vedení při psaní této diplomové práce. Dále bych poděkovala Ing. V. Plachému, Ph.D. za jeho odborné vedení a pomoci při laboratorních analýzách a zpracování dat, společnosti VAFO PRAHA s.r.o. a Ing. M. Kvášovi za vstřícný přístup a poskytnutí granulí pro biologický pokus, dále pak Ing. Anně Krejzkové a jejím psům, za umožnění a provedení pokusu, díky kterému mohla být vytvořena tato práce. A v neposlední řadě patří poděkování také mé rodině, která mi umožnila studovat VŠ a vždy mě podporovala při mém studiu.

Kvalitativní zhodnocení komerční směsi z pohledu zastoupení živin a energie

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení komerční krmné směsi pro dospělé psy středních plemen. Byly porovnány obsahy deklarovaných živin a množství deklarované energie, včetně srovnání doporučených denních krmných dávek od výrobce se skutečnou potřebou psa. Jako hlavní ukazatel kvality byly hodnoceny dusíkaté látky.

Testovaná byla tři granulovaná krmiva ve třídách kvality ekonomické, prémiové a super prémiové, která jsou vyráběná společností VAFO PRAHA s.r.o..

Krmiva byla testovaná v přímém biologickém pokuse, který probíhal tak, že byly vytvořené 3 skupiny po 10 psech a každá skupina byla krmena jednou krmnou směsí po dobu 30 dnů. Poté byly v laboratoři analyzovány exkrementy psů a vzorky krmiv a výsledné hodnoty byly zpracovány a vyhodnoceny. U všech vzorků byl stanoven obsah sušiny, dusíkatých látek, tuku, popelovin, vlákniny a obsah bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV). Dále byl vypočítán obsah energie v krmivu a energetické potřeby pro konkrétní psy v daném pokusu. Vzorky krmiv i výkalů byly analyzovány podle knihy Kacerovský a kol., Zkoušení a posuzování krmiv, SZN Praha, 1990.

Výsledky pokusu jsou zpracovány v přehledných tabulkách a doplněné grafem, kde se čtenář může seznámit s rozdíly deklarovaných obsahů živin se skutečně zjištěnými obsahy. Dále byly vypočítány stravitelnosti jednotlivých živin. V případě dusíkatých látek byla stravitelnost zjištěna v rozmezí 82-92 %, u sušiny 82-91% a u BNLV 89-93%. V případě doporučených krmných dávek byly zjištěné vyšší hodnoty, než psi ve skutečnosti potřebují, je tedy na každém majiteli psa, aby krmnou dávku přizpůsobil potřebám právě svého psa.

Závěrem lze říci, že vzhledem k dosaženým výsledkům, kvalita krmiv odpovídá třídám kvality, do kterých jsou řazeny. Zjištěné rozdíly, které jsou v případě deklarace živin v rozsahu maximálně do 4 % a v případě obsahu energie maximálně do 9 %, by neměly mít vliv na zdravotní a fyziologický stav psa.

Klíčová slova: pes, výživa psa, krmné směsi, potřeba živin a energie, stravitelnost.

Qualitative evaluation of a commercial mixture in terms of representation of nutrients and energy

Summary

The aim of this thesis was to evaluate the commercial compound feed for adult dogs of medium breeds. Declared nutrient contents and declared amount of energy were compared including a comparison of the recommended daily feed rations from the manufacturer to the real needs of the dog. As the main indicator of quality were evaluated nitrogenous substances.

Granulated food, produced by the company VAFO Prague Ltd., has been tested in three different quality classes (economical, premium and super premium).

Feed was tested in direct biological experiment. There were created 3 groups of 10 dogs. Each group was fed with the same feed mixture for 30 days. Dog excrements and samples of feed were afterwards analyzed in the laboratory. Final results were processed and evaluated. For all samples was determined solids content, crude protein, fat, ash, fiber and the content of nitrogen-free substances extracts. Furthermore there was calculated energy content of the feed and specific energy requirements for dogs in the experiment. Samples of feed and excrements were analyzed according to the book Kacerovsky and co., Testing and assessment of feed SZN Prague, 1990's.

Results of the experiment are presented in tables with graphs. The reader can learn about the differences between declared nutrients and really determined contents. Digestibility of nutrients were calculated as well. Digestibility of crude protein was detected in the range between 82-92%, for solids between 82-91% and for nitrogen-free substances extracts 89-93%. In case of the recommended feeding rations there were found higher values than dogs actually need, so it is up to every dog owner to adapt amount of food to the needs of the dog.

In conclusion, based on achieved results, feed quality corresponds to the quality classes officially sorted by the company VAFO Prague Ltd. Detected differences like declaration of nutrients in the range of up to 4% and energy content of up to 9% should not affect the health and physiological status of the dog.

Keywords: dog, dog nutrition, feed mixtures, need nutrients and energy, digestibility.

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	PŘEHLED LITERATURY	10
3.1	Trávicí soustava psa	10
3.2	Obsah energie	14
3.2.1	Druhy energie.....	14
3.3	Základní živiny a jejich trávení	17
3.3.1	Tuky	18
3.3.2	Bílkoviny.....	20
3.3.3	Sacharidy.....	21
3.3.4	Minerální látky	24
3.3.5	Vitamíny	25
3.3.6	Voda.....	26
3.4	Výživa psa	26
3.4.1	Krmná dávka	27
3.4.2	Živinové potřeby dospělého psa	27
3.4.3	Tělesná kondice psa	28
3.5	Krmiva pro psy a jejich rozdělení	32
3.5.1	Historie komerčních krmných směsí	32
3.5.2	Definice a základní rozdělení krmiv	33
3.5.3	Suchá krmiva	35
3.5.4	Výroba suchých krmiv	36
4	METODIKA	39
4.1	Metodika založení pokusu	39
4.1.1	Charakteristika krmných směsí a plemene	39
4.2	Metodika chemických analýz	41
4.2.1	Stanovení obsahu dusíkatých látek	41
4.2.2	Stanovení obsahu tuku	42
4.2.3	Stanovení obsahu sušiny	43
4.2.4	Stanovení obsahu popelovin	44
4.2.5	Stanovení obsahu písku.....	45
4.2.6	Stanovení obsahu hrubé vlákniny CF	46
4.3	Výpočty z chemických rozborů	46
4.3.1	Výpočet stravitelnosti	46
4.3.2	Výpočet energie	47

4.3.3	Výpočet potřeby energie pro konkrétní psy.....	48
5	VÝSLEDKY	48
5.1	Porovnání naměřených hodnot s deklarovanými hodnotami	48
5.2	Stravitelnost živin.....	49
5.3	Metabolizovatelná energie (ME).....	51
5.4	Porovnání doporučené a spočítané krmné dávky a denní potřeby energie pro konkrétní psy	51
6	DISKUSE.....	55
6.1	Srovnání skutečného obsahu živin s hodnotami deklarovanými....	55
6.2	Zhodnocení stravitelnosti živin	56
6.3	Zhodnocení metabolizovatelné energie	57
6.4	Zhodnocení doporučené a spočítané krmné dávky a denní potřeby energie pro konkrétní psy	57
7	ZÁVĚR	59
8	SEZNAM LITERATURY	61
9	PŘÍLOHY	64

1 Úvod

Pro svoji diplomovou práci jsem si zvolila téma „Kvalitativní zhodnocení komerční směsi z pohledu zastoupení živin a energie“. Téma jsem si vybrala z několika důvodů a jedním z nich bylo to, že pes je společníkem člověka už několik tisíc let a s velkou jistotou můžeme říci, že jím ještě dlouhou dobu zůstane. Proto je potřeba se orientovat v oblasti výživy psů, v jejich energetických a živinových potřebách.

Předkem psa domácího je vlk obecný. Vlci jsou masožravci a svoji potravu získávají hlavně lovem. Dnešní psi jsou zcela odkázáni na krmení od svého majitele, a protože se počet psů neustále zvyšuje, zvyšuje se i počet výrobců krmných směsí. Na tuzemském i zahraničním trhu je k dostání obrovské množství krmiv, různého druhu, kvality, složení a značek.

V posledních letech je ve velké oblibě krmivo granulované, a to především z důvodu snadné přípravy každodenní krmné dávky. Pokud je pes celý život krmen pouze granulovaným krmivem, je jeho zdravotní a fyziologický stav ve velké míře ovlivněn právě jím. Proto je potřeba, zaměřit se na výběr kvalitních krmiv, vyrobených z kvalitních surovin, s dostatečným obsahem stravitelných živin a množstvím energie, pro pokrytí všech životně důležitých procesů a potřeb psa. I granule nejnižší kvality musí splňovat živinové a energetické potřeby psa. Z tohoto důvodu jsem se ve své práci zaměřila na kvalitu granulovaných krmiv z pohledu obsahu živin, jejich stravitelnosti a množstvím obsažené energie.

Zaměřila jsem se na krmiva společnosti VAFO PRAHA s.r.o., konkrétně na krmné směsi Astor v ekonomické třídě, Brit Premium v prémiové třídě a Brit Care v super prémiové třídě kvality. Všechny výsledky a vyhodnocení v této práci, budou společností VAFO PRAHA s.r.o. poskytnuty.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zjistit zastoupení živin a jejich stravitelnost v granulovaných krmivech pro psy. Krmiva byla testována v přímém biologickém pokuse, zanalyzována v laboratorních podmínkách a následně vyhodnocena. Biologický pokus byl prováděn na psech střední velikosti s váhou od 12-18 kg. Cíl práce byl stanoven po domluvě s výrobcem krmných směsí Astor, Brit Premium a Brit Care.

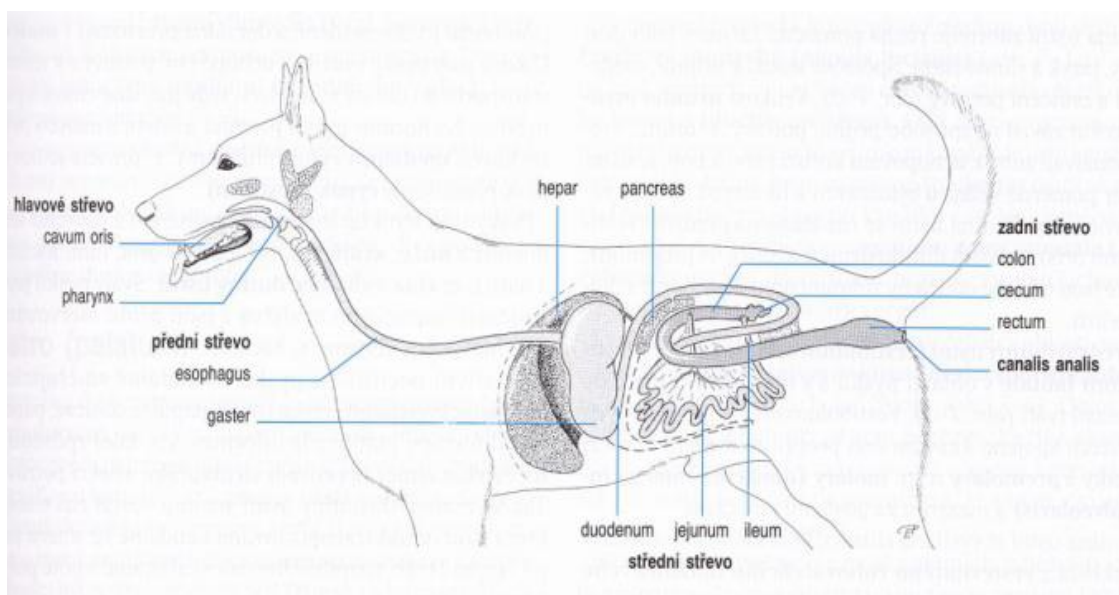
Hypotézy:

- Krmná směs ve třídě kvality prémium je kvalitativně vyšší, než krmná směs kvalitativní kategorie ekonomy.
- Krmná směs kategorie super prémium je kvalitativně vyšší, než kvalitativní kategorie prémium.
- Krmivo Astor splňuje živinové potřeby psů, a proto je možné ho podávat psům i přes to, že spadá do nejnižší kategorie kvality.

3 PŘEHLED LITERATURY

3.1 Trávicí soustava psa

Trávicí soustava je tvořena dlouhou dutou trubicí, která začíná dutinou ústní a končí konečníkem. V trávicí trubici dochází k chemickým a mechanickým procesům, díky kterým se potrava natráví. Během trávení jsou živiny štěpeny na jednodušší látky, které jsou přes stěnu trávicí trubice vstřebávány neboli resorbovány do vnitřního prostředí těla. Pomocí krve putují do cílových orgánů a k buňkám, kde se přeměňují (metabolizují) na další látky, které jsou potřebné pro životně důležité procesy celého organismu. (Kodeš, 2005)



Obr. 1: Trávicí soustava psa (König, et al., 2002)

DUTINA ÚSTNÍ (cavum oris) slouží pro příjem potravy a vody. Nachází se v ní jazyk, zuby a slinné žlázy. Jazyk je svalový orgán pokrytý sliznicí. Na povrchu sliznice je velké množství slizničních hrbolů v podobě jazykových papil. Některé mají mechanickou funkci a v některých jsou obsaženy chuťové pohárky, které slouží k vnímání chuti. Jazyk díky své velké pohyblivosti slouží také jako hmatový orgán, slouží psům k olizování a k vnímání tepla, význam má také při termoregulaci, zahajuje polykání potravy a u psů více než k posunu potravy v dutině ústní slouží k příjmu vody. (König, et al., 2002)

Pes má 42 zubů a je tzv. sekodontní, tzn., že při uzavírání čelistí zuby fungují jako nůžky. Takto uzpůsobený systém dvou proti sobě stojících trhacích zubů se nazývá „trhácový

komplex“ (König, et al., 2002) Tento komplex neumožňuje psům potravu rozžvýkat, proto psi trhají a polykají velké kusy potravy. (Kváš, 1998)

Slinné žlázy jsou párové žlázy v dutině ústní. Produkují sliny, které pomáhají snadněji spolknout přijímanou potravou. Intenzita produkce slin se zvyšuje už při pouhém pohledu, či při ucítění pachu potravy. V dutině ústní vyúsťují 3 druhy slinných žláz, jsou to příušní slinné žlázy, podčelistní a podjazykové. (König, et al., 2002)

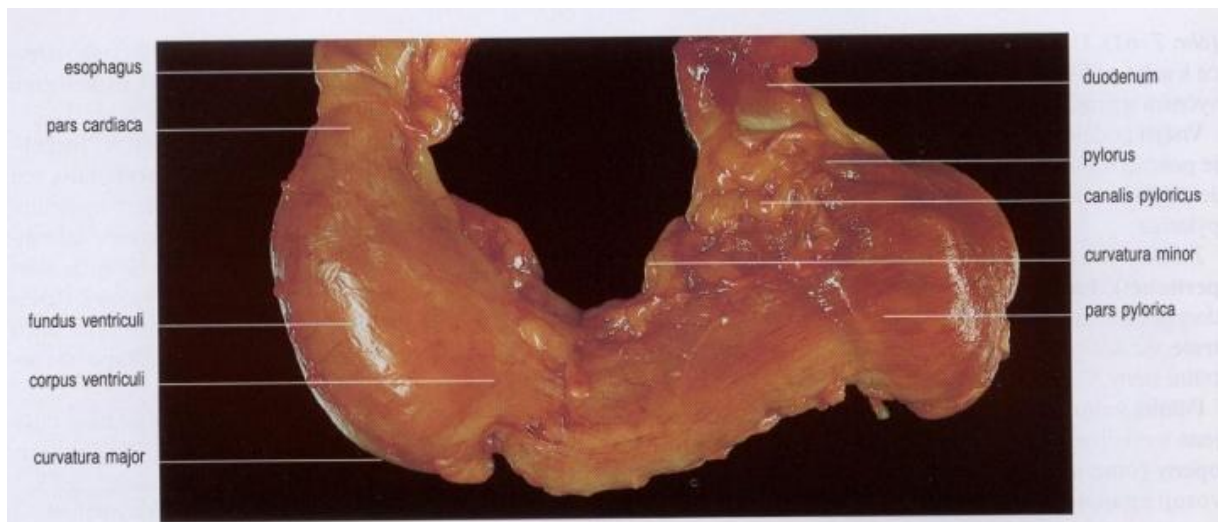
HLTAN (pharynx) je další část trávicí trubice, je to spojující část ústní dutiny a jícnu, a také nosí dutiny a hrtanu. (Svoboda, et al., 2000) Hltan se podílí na polykání potravy a vody. (König, et al., 2002)

JÍCEN (esophagus) je trubice, která se nachází mezi hltanem a žaludkem, prochází přes bránici a vstupuje do žaludku v česlu. Rozděluje se na tři části na krční, hrudní a krátkou břišní část. (König, et al., 2002) Stěna jícnu je tvořena sliznicí, která je pokryta vrstevnatým dlaždicovým epitelem, dále pak submukózou, svalovou vrstvou a adventicií. Na obou koncích jícnu se nacházejí svěrače. Hltan a jícen plní transportní funkci. (Svoboda, et al., 2000)

ŽALUDEK (gaster) představuje vakovitě rozšířenou část trávicí trubice. Pes má jednodukomorový, jednoduchý žaludek, který je vystlán žláznatou i bezžláznatou sliznicí. (Svoboda, et al., 2000) Funkcí žaludku je především skladování, rozmělnování a zahájení trávení potravy. Žaludek se skládá z několika částí. Vstup je tvořen česlem (cardia), ústí do něj jícen, další část se označuje jako střední část a je tvořena dnem (fundus ventriculi) a tělem žaludku (corpus ventriculi). Tato část má schopnost nejvíce se rozšířit při příjmu většího množství potravy. Další část se nazývá předsíň vrátníku, která plynule přechází ve vlastní vrátník (pylorus). (Reece, 2010)

Stěna žaludku je tvořena sliznicí, podslizniční vrstvou, svalovou vrstvou a serózou. Sliznice obsahuje různé typy žaludečních žlázek, které se nacházejí v určitých oblastech žaludku. Existuje tedy oblast kardiální, vlastní žaludeční sliznice a pylorická sliznice. (Reece, 2010) Kardiální oblast navazuje na oblast bezžláznaté sliznice, která se nachází hned u vchodu žaludku, pylorická oblast se naopak nachází v blízkosti východu žaludku. Žlázy těchto dvou oblastí produkují hlen, který potahuje vnitřní stěnu žaludku a chrání jí před vlastním natrávením, kromě toho ještě pylorické žlázy produkují hormon gastrin. Ve vlastní žaludeční sliznici, která se nachází ve střední části žaludku, se nachází fundální žlázy, které obsahují tři druhy exkretorických buněk, vedlejší, hlavní

a krycí. (König, et al., 2002) Vedlejší buňky produkují hlen s acidostabilní lipázou, která hydrolyzuje až 30 % přijatých tuků. (Svoboda, et al., 2000) Hlavní buňky produkují pepsinogen, což je prekurzor trávicího enzymu pepsinu a krycí buňky produkují kyselinu chlorovodíkovou. Tyto dvě složky jsou hlavní složky žaludeční šťávy. (König, et al., 2002)



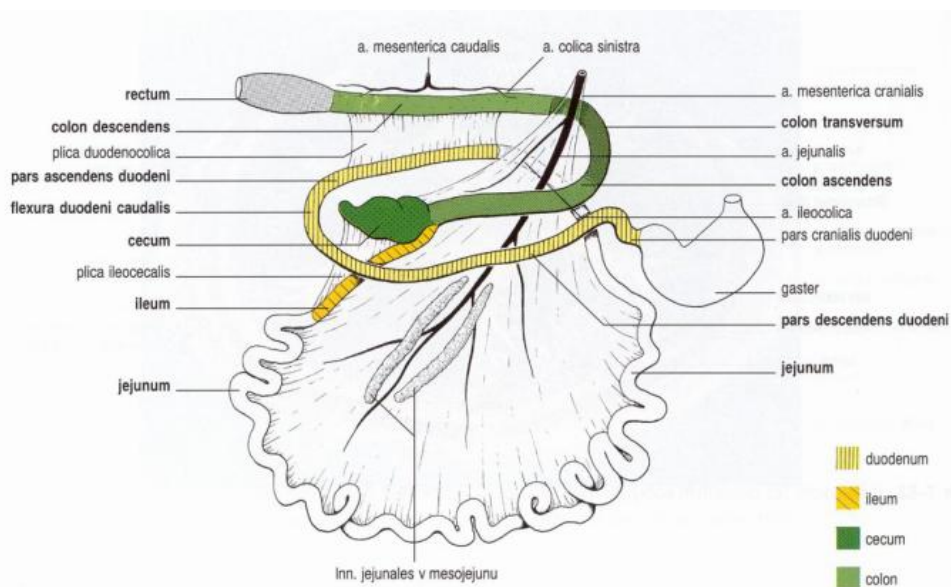
Obr. 2: Žaludek psa – kaudální pohled (König, et al., 2002)

TENKÉ STŘEVO (intestinum tenue) se rozděluje na tři části: dvanáctník (duodenum), lačník (jejunum) a kyčelník (ileum). Celková délka je 1,8-4,8 metrů v závislosti na velikosti a plemenné příslušnosti psa. Stěna tenkého střeva je tvořena sliznicí, podslizničním vazivem, svalovou vrstvou a pobřišnicí. (Svoboda, et al., 2000) Sliznice je pokryta jednovrstevným epitelem z enterocytů s pohárkovými (produkují hlen) a endokrinními buňkami (produkují hormony). Povrch sliznice vytváří v tenkém střevě tzv. klky, ty jsou pokryty epitelovými buňkami, na kterých jsou utvořeny mikrokilky, které vytváří tzv. kartáčový lem. Tímto uspořádáním se zvětšuje povrch střeva až 600krát. (Reece, 2010)

V tenkém střevě probíhají hlavní trávicí procesy, ústí do něj vývody z přídatných žláz, které produkují trávicí šťávy. Konkrétně do dvanáctníku ústí vývody ze slinivky břišní a ze žluče nebo přímo z jater. (Reece, 2010) Trávicí procesy zahrnují štěpení a resorpci živin. Živiny pronikají přes stěnu tenkého střeva a dostávají se do krve, kde jsou pak rozneseny k cílovým buňkám. Trávení živin napomáhá peristaltika a motilita střev, která posouvá zažítinu a pohybuje s ní tam a zpět, aby došlo k dostatečnému natrávení všech živin. (Svoboda, et al., 2000)

TLUSTÉ STŘEVO (intestinum crassum) se rozděluje na několik částí: slepé střevo (cecum), vzestupný, příčný a sestupný tračník (colon ascensum, transversum, descendens) a na konečník (rectum). Tlusté střevo měří 0,2-0,9 metrů a stěna je tvořena stejnými vrstvami jako u tenkého střeva, s tím rozdílem že sliznice nevytváří klky ale je podélně zřasena a tvoří krypty, které zvětšují povrch střeva. Epitel obsahuje více pohárkových buněk produkující hlen. Tlusté střevo má funkci rezervoáru a probíhá v něm absorpce vody a elektrolytů. K trávení živin v podstatě nedochází. (Svoboda, et al., 2000)

Slepé střevo psa je krátké a probíhá vývrtkovitě, je to trubice, která na jednom konci končí slepě a na druhém navazuje na vzestupný tračník. (König, et al., 2002) Pokud pes přijímá krmivo, které vyžaduje fermentační trávení, dochází k tomu právě ve slepém střevě. (Reece, 2010) Podoba tračníku závisí na druhu zvířete. U psů stejně jako u lidí má tvar písmene „U“ a rozděluje se na tři části, které jsou popsány v předchozím odstavci. (König, et al., 2002) Poslední částí trávicího traktu je konečník ukončený řitním otvorem. Konečník slouží k uskladnění výkalů před defekací. (Reece, 2010) Sliznice obsahuje větší množství hlenových buněk. Řitní otvor je opatřen svěračem z hladké a příčně pruhované svaloviny. V oblasti řitního otvoru přechází vnitřní sliznice do vnější kůže. V oblasti tohoto rozhraní ústí paranální váčky, které jsou často nesprávně označovány jako anální váčky psa. Jsou to útvary ve tvaru lískového ořechu, do nichž ústí mazové a apokrinní potní žlázy. Obsah váček bývá řídký, silně zapáchající, mazový sekret, který slouží k pachové komunikaci, identifikaci, či k označení teritoria mezi psy. (König, et al., 2002)



Obr. 3: Schematické zobrazení střeva psa (König, et al., 2002)

3.2 Obsah energie

Obsah energie je důležitý pojem ve výživě. Vyjadřuje, nakolik je přijímaná potrava energeticky vydatná. Obsah energie může být vyjádřen dvěma jednotkami, jedna z nich se nazývá joul [J] a druhá kalorie [cal]. Jejich vztah je vyjádřen $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$.

Energetická vydatnost přijímaného krmiva může být odvozena z různých složek, ale zpravidla jsou to následující tři: sacharidy, tuky a bílkoviny. Některé složky jsou zdrojem tzv. rychlé energie. Ta se využívá pro momentální výdej energie např. při sportovním výkonu, jiné svoji energii ukládají na pozdější využití a tím vznikají tzv. energetické zásoby.

Na obalech komerčně vyráběných krmných směsí bývá vyznačená stravitelná energie, která má vyjadřovat to, jak je dané krmivo energeticky vydatné, neboli jaký je obsah energie v daném krmivu. Tento údaj je samozřejmě důležitý, ale při jeho hodnocení je potřeba vědět i složení krmiva. Pokud by byla tato energie pouze z rostlinných zdrojů, jedná se o energii pro psa nevyužitelnou anebo využitelnou jen v minimální míře, protože pro psa je rostlinná strava velmi málo stravitelná. Naopak pokud složení krmiva bude převážně z živočišných zdrojů, pes tuto energii dokáže velmi dobře využít pro svoje metabolické procesy, bez zbytečných ztrát. (Dvořáková, 2003)

Obsahu energie a složení krmné směsi je potřeba rozumět také z důvodu správné kondice psa. Důvodem proč je pes hubený nebo velmi hubený může být právě to, že v krmivu je malé množství energie, nebo větší množství energie pro psa nevyužitelné. To znamená, že pes nebude přibývat na váze a to i přes to, že bude každodenně konzumovat svoji krmnou dávku. Naopak pes, který vykazuje známky nadváhy nebo obezity, zřejmě přijímá ve své krmné dávce množství energie větší, než potřebuje, tzn. příjem energie, převyšuje její výdej. (Agar, 2001) O kondici psa dále pojednáme v kapitole 3. 4. 3.

3.2.1 Druhy energie

Energii lze z hlediska jejího využití rozdělit na 4 druhy: brutto energii, stravitelnou energii, metabolizovatelnou energii a netto energii. (Mudřík, et al., 2007)

3.2.1.1 Brutto energie (BE)

Brutto energie se stanovuje v laboratoři pomocí kalorimetrické metody. Jedná se o energii, která se uvolní při úplném spálení krmiva v kalorimetru. (Kienzle, et al., 2002)

V organismu se brutto energie nevyužije celá, část z této energie se vytrácí v podobě nestrávených zbytků (Kváš, 1998), tato využitelnost BE je ovlivněná stravitelností a využitím živin v daném organismu. (Mudřík, et al., 2007)

3.2.1.2 Stravitelná energie (SE)

Stravitelná energie je definovaná jako rozdíl BE a energie výkalů. Jednotkou SE je megajoul [MJ] a zpravidla nabývá hodnot okolo 85 % z BE. (Kváš, 1998)

Podle Agara (2001) pokud zvýšíme stravitelnost živin, snížíme tak energii výkalů. Na stravitelnosti živin se podílí velké množství vlivů, například, jak již bylo výše zmíněno, složení krmiva, kvalita, množství a poměr živin, ale i jejich zpracování. Některé živiny mohou být stráveny bez zbytku (sacharidy, tuky), jiné se ale úplně nestráví a nejsou zcela využity organismem. (Mudřík, et al., 2007)

Velmi často bývá stravitelná energie udávána jako energie potřebná pro metabolické procesy psa. Ale pro skutečné potřeby psa a pro hodnocení krmiv z hlediska kvality je důležitá metabolizovatelná energie. (Mudřík, et al., 2007)

3.2.1.3 Metabolizovatelná energie (ME)

Metabolizovatelná energie je definovaná jako rozdíl stravitelné energie a energie moči a plynů. (Kváš, 1998) Při trávení a vstřebávání ME, se jako vedlejší produkt uvolňuje teplo, které je využíváno např. k udržení stálé teploty těla. (Agar, 2001) Tato energie je využitelná v buněčném metabolismu. (Mudřík, et al., 2007)

Metabolizovatelnou energii můžeme vypočítat pomocí rovnice, která byla během let výzkumů vyjádřena takto:

$$ME = B \times 14,7 + T \times 35,7 + Sa \times 14,7 \text{ [kJ]}$$

Tato rovnice popisuje vztah mezi bílkovinami (B), tuky (T) a sacharidy (Sa) obsaženými ve 100 g krmiva. Obsah jednotlivých živin je dán v nestráveném krmivu, proto je potřeba chemických analýz k jeho zjištění. Pomocný výpočet pro zjištění obsahu sacharidů je:

$$Sa = \text{sušina krmiva} - (B + T + \text{popeloviny})$$

(Mudřík, et al., 2007)

Sacharidy obsažené v krmivu se mohou také stanovit jako bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) a vláknina. BNLV zahrnují hlavně nestrukturální sacharidy, tedy cukry a škrob, a jejich obsah se stanoví výpočtem z dat, které se získaly z chemických analýz krmiva. Pro obsah BNLV můžeme použít následující rovnici:

$$\text{BNVL} = \text{sušina krmiva} - \text{B} - \text{T} - \text{vláknina} - \text{popeloviny}$$

(Štercová, et al., 2012)

K vyjádření rovnice pro výpočet ME bylo potřeba provést biologický pokus přímo na psech, kdy byli psi krmeni krmivem s přesně danou energetickou hodnotou a sledováno bylo tedy to, kolik energie psi přijali a kolik energie bylo vyloučeno z těla, ve výkalech a moči. (Mudřík, et al., 2007)

3.2.1.4 **Netto energie (NE)**

Tato energie je potřebná k veškerým životním funkcím, k tělesné aktivitě a dalším životně důležitým pochodům. Energie je využívána také při růstu jedince a to i před jeho narozením tak i v postnatálním vývoji. Dále je potřebná například k přizpůsobení se prostředí, k práci a k produkci. (Agar, 2001)

Výdej netto energie můžeme rozdělit na dvě části: výdej pro tzv. záchovné potřeby a pro produkci. Záchovné potřeby jsou všechny potřeby nutné pro správné fungování všech fyziologických procesů v těle, tzn. činnost orgánových soustav, výměna plynů, činnost mozku apod., přirozený pohyb nutný pro přežití jedince (pohyb za potravou, lehnutí při únavě atd.) a termoregulace. Produkci je myšlená výstavba nových tkání a výdej energie při práci. (Mudřík, et al., 2007)

3.2.1.5 **Energetická bilance**

Energetická bilance může mít tři stavy: může být pozitivní, negativní a v rovnováze. Za ideální stav u zdravého dospělého psa považujeme energetickou bilanci v rovnováze. Znamená to, že výdej energie se rovná jejímu příjmu a pes tak dostává vyváženou stravu pro všechny své potřeby. Je-li výdej energie vyšší než příjem energie, energetická bilance je negativní, a to může vést k hubnutí až k podvýživě. Nevyvážený příjem energie je

i při pozitivní energetické bilanci, kdy je výdej energie nižší než její příjem, v tomto případě často dochází k ukládání nespotřebované energie a pes začíná tloustnout. (Case, et al., 2011)

Ne vždy jsou ale negativní nebo pozitivní energetické bilance nechtěné stavy. Pokud je fena březí, nebo se jedná o rostoucího jedince je pozitivní bilance prospěšná a velmi nezbytná. Vyšší příjem energie je využíván pro vývoj plodů a k jejich výživě, u narozeného štěněte slouží k růstu a vývoji v dospělého jedince. Negativní energetická bilance je prospěšná například při redukci tělesné hmotnosti u obézního psa. (Case, et al., 2011)

Příjem energie je ovlivněn vnějšími faktory (čas krmení, chutnost a množství přijímané potravy apod.) a vnitřními faktory (fyziologické procesy, koncentrace živin v organismu, vliv hormonů apod.) (Case, et al., 2011) Energetický výdej souvisí s tepelnými ztrátami, které jsou ovlivňovány tělesnou hmotností zvířete, velikostí povrchu těla a druhem srsti. Tělesná hmotnost a velikost povrchu těla je označovaná jako metabolická hmotnost a je vyjádřena rovnicí:

$$E = 460 \text{ kJ} \times H^{0,75} \text{ [kJ/den,]}$$

nebo

$$E = 110 \text{ kcal} \times H^{0,75} \text{ [kcal/den,]}$$

kde E je potřeba energie, H je živá hmotnost v kg. (Mudřík, et al., 2007)

3.3 Základní živiny a jejich trávení

Živiny jsou chemické látky, které v těle zastávají několik funkcí a jsou velmi důležité pro správné fungování metabolismu. Tyto látky se mohou rozdělit také podle významnosti, a to na živiny postradatelné a nepostradatelné. Postradatelné živiny se často označují také jako živiny neesenciální. Jsou to takové živiny, které si organismus umí vytvořit sám, případně je pomáhá vytvářet mikroflóra trávicího traktu. Není tedy potřeba, aby byly obsaženy v krmivu. Zatímco živiny nepostradatelné si organismus sám vytvořit neumí a musí být do těla přijímány spolu s krmivem. Jinak se také nazývají živiny esenciální.

Existuje 6 základních živin: sacharidy, tuky, bílkoviny, minerální látky, vitamíny a voda a podle funkce je spolu s dalšími živinami můžeme rozdělit do tří skupin: stavební, energetické a specifické. (Kodeš, 2005)

Stavební živiny mají na starosti tvorbu nových tkání, obnovu starých tkání, případně živočišnou produkci u hospodářských zvířat. Mezi hlavní stavební látky patří bílkoviny, organické látky, ML (minerální látky) a voda.

Mezi energetické živiny patří především sacharidy a tuky, dále pak bílkoviny přijímané v nadbytečném množství, některé kyseliny apod. Jak již bylo výše popsáno, tyto energetické živiny slouží především pro záchovné potřeby a pro produkci.

Specifické živiny mají funkci biokatalyzační, ochranou, regulační apod. Mezi tyto specifické živiny patří např. enzymy, hormony, vitamíny atd. (Kodeš, 2005)

3.3.1 **Tuky**

Tuky jsou organické sloučeniny živočišného i rostlinného původu. Z chemického hlediska jsou tvořeny mastnými kyselinami a glycerolem a jsou nazývány triacylglyceroly. (Agar, 2001) Mastné kyseliny rozdělujeme na nasycené, polynenasycené a nenasycené kyseliny. Jejich rozdělení záleží na počtu dvojných vazeb ve své chemické struktuře. Pokud ve svém uhlíkovém řetězci mají alespoň jednu dvojnou vazbu, označujeme je jako nenasycené masné kyseliny. Když mají více dvojných vazeb, nazýváme je polynenasycené a ty masné kyseliny, které mají pouze jednoduché vazby a neobsahují tedy žádnou dvojnou vazbu, označujeme jako masné kyseliny nasycené. (Mudřík, et al., 2007)

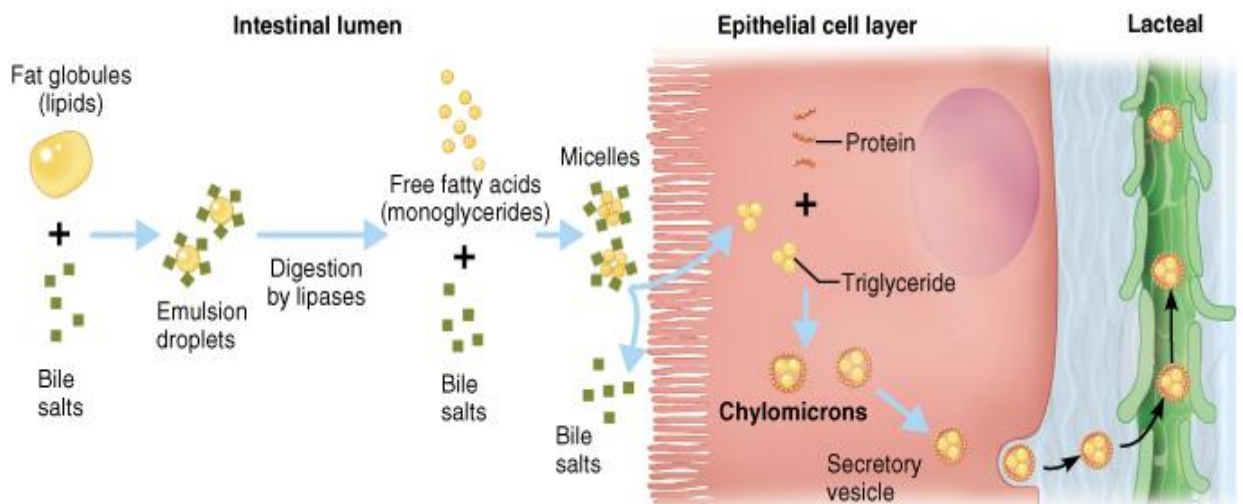
Tuky se vyskytují buď v pevném skupenství, nebo v kapalném. Pevné tuky bývají živočišného původu, obsahují větší množství nasycených mastných kyselin a jako příklad si můžeme uvést máslo nebo vepřové sádlo. Tuky rostlinného původu jsou především oleje, které obsahují kolem 80 až 90 % nenasycených mastných kyselin. Oleje s vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin jsou například řepkové a slunečnicové oleje. V palmových, olivových a kokosových olejích je nenasycených mastných kyselin méně. Tuky jsou rozpustné pouze v organických rozpouštědlech, ve vodě jsou nerozpustné. (Case, et al., 2011)

Tuky mají v organismu několik funkcí, jsou hlavním zdrojem energie, esenciálních mastných kyselin a vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E, K). (Agar, 2001) Další funkcí tuků je funkce izolační a ochranná, vyskytuje se ve formě podkožního tuku, nebo jako ochranná vrstva okolo některých vnitřních orgánů, například ledvin. Ve stěnách buněk působí jako strukturální složka. (Laukner, 2006) A v neposlední řadě mají tuky velký vliv na zvýšení

chutnosti krmiv a udávají jejich nutriční hodnotu. Nadbytek tuků a vyšší příjem v potravě má za následek obezitu. (Agar, 2001)

3.3.1.1 Trávení tuků

Trávení tuků je nejkomplicovanější a nejpomalejší trávení. Před samotným trávením je nutná emulgace tuků, ke které dochází již v žaludku v důsledku promíchávání s fosfolipidy a dalšími složkami chymu (směs potravy a žaludečních sekretů). Poté co se trávenina dostává do tenkého střeva, dohází k další emulgaci z důvodu přítomnosti solí žlučových kyselin a lecitinu. (Reece, 2010) Díky emulgaci dochází k efektivnějšímu štěpení pankreatickou lipázou, která triacylglyceroly štěpí na mastné kyseliny, monoacylglyceroly a glycerol. (Svoboda, et al., 2000) Společně se solemi žlučových kyselin tvoří tzv. mikroemulze, díky kterým je umožněn rychlý přesun na kartáčový lem. Mastné kyseliny, monoacylglyceroly a glycerol jsou resorbovány usnadněnou difúzí do epitelových buněk, kde jsou opět mastné kyseliny a glycerol syntetizovány na triacylglyceroly. Ty se seskupují s cholesterolem a fosfolipidy a vytváří se bílkovinný obal. Toto uskupení se nazývá chylomikra, která je rozpustná ve vodě, právě díky bílkovinnému obalu. Rozpustnost ve vodě usnadňuje transport a umožňuje chylomikrám vystoupit z epitelových buněk, tím se dostávají do chylového kanálku na vrcholu klků a přes mizní oběh do krve. (Reece, 2010)



Obr 4.: Trávení tuků v tenkém střevě (Cummings, 2001)

3.3.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou základní stavební jednotkou organismu, jsou zcela nenahraditelné a zajišťují mnoho životních procesů. Bílkoviny se jinak označují jako proteiny a svojí stavební funkci uplatňují hlavně ve strukturách buněk, tkání a orgánů, umožňují růst a vývoj svalové hmoty. Další jejich funkcí je, že se podílejí na tvorbě enzymů a v menším množství jsou také využívány jako zdroj energie. Dále se vyskytují například i v hemoglobinu. (Dvořáková, 2003)

Stavba bílkovin je tvořena z několika prvků. Hlavní prvek je dusík, proto jsou také označovány jako dusíkaté látky, dále jsou tvořeny kyslíkem, uhlíkem, vodíkem a sírou. (Edney, 1991) Společně vytvářejí řetězce zvané aminokyseliny, které jsou základní stavební jednotkou proteinů. Aminokyseliny rozdělujeme na neesenciální a esenciální. (Procházka, 1994)

Bílkoviny jsou buď rostlinné, nebo živočišné. Pro psy jsou nesnadno stravitelné rostlinné bílkoviny. Díky dnešním technologiím zpracování, jsou rostlinné bílkoviny už lépe stravitelné i pro psy, proto mohou být obsaženy v krmivech. Před přidáním rostlinných bílkovin do krmných směsí je potřeba technologicky narušit a rozštěpit jejich struktury, které jsou špatně stravitelné. Po tomto procesu dokáže trávicí systém psa bílkovinu strávit a organismus psa jí pak může lépe využít. (Dvořáková, 2003)

Biologická hodnota bílkovin je ovlivněna jejich původem a stravitelností. Proto jsou živočišné bílkoviny biologicky hodnotnější, než bílkoviny rostlinného původu. Je to dáno také tím, že živočišné bílkoviny jsou tělem využívány daleko lépe a nevytváří velké množství odpadních látek. Obecně je nejvíce hodnotná taková bílkovina, která obsahuje všechny nebo alespoň většinu esenciálních aminokyselin. (Agar, 2001)

Obsah bílkovin v krmivu by měl být v průměru 10 g na 1 MJ stravitelné energie (Süvegová et Mertin, 1994), pokud jsou bílkoviny přijímány v nedostatečném množství, organismus může vykazovat nesprávnou funkci a to může vést k řadě obtíží, například k špatnému tělesnému růstu a vývoji, k oslabení imunitního systému, ke zhoršení kvality srsti, k úbytku svalové hmoty a zhoršení celkového zdravotního stavu zvířete. Tento stav může vést až ke smrti. Bílkoviny ale mohou způsobovat obtíže i při jejich nadbytku v organismu. Bílkoviny jako takové se totiž v těle neukládají, při jejich nadbytku bývají využívány jako částečný zdroj energie, nebo se přemění na tuk a v této podobě se ukládají. V játrech se zbytky proteinů přeměňují na močovinu, která je přes ledviny ve formě moče vylučovaná

z těla. Při nadbytku močoviny jsou ledviny přetěžovány a může to vést až k jejich selhání. (Mudřík, et al., 2007)

V některých obdobích a fázích života je potřeba příjem bílkovin zvýšit, především v období růstu, gravidity a laktace, při obnově poraněných tkání a tak podobně. Dále je potřeba přijímat vyšší množství bílkovin pokud je pes ve větší svalové zátěži (při sportu či práci), případně i při výměně chlupů. (Süvegová et Mertin, 1994)

3.3.2.1 Trávení bílkovin

Trávení bílkovin začíná již v žaludku díky žaludeční šťávě, která obsahuje HCl, pepsinogen a aktivní pepsin. Právě pepsin začíná trávit bílkoviny. Pepsinogen je proteolytický enzym, z kterého vzniká pepsin. Jeho přeměnu zahajuje HCl a dále pak proces přeměny pokračuje autokatalyticky. (Svoboda, et al., 2000) Přeměna pepsinogenu na pepsin začíná při pH = 5, optimální účinky jsou ale při pH = 1,8-3,5. Následuje trávení v tenkém střevě, kde je pepsin inaktivován, a bílkoviny jsou tráveny pomocí pankreatických proteáz, které jsou produkovány slinivkou břišní v neaktivní formě. Až poté co jsou vyloučeny do tenkého střeva, stávají se z nich aktivní peptidázy, které pokračují v trávení bílkovin. K aktivaci proteáz je zapotřebí žluče, která stimuluje buňky kartáčového lemu k produkci enzymu enterokinázy, která aktivuje trypsinogen na trypsin a ten pak aktivuje ostatní proenzymy. Pankreatické proteázy se rozdělují na endopeptidázy, kam patří trypsin, chymotrypsin a elastáza, a na exopeptidázy, kam patří karboxypeptidáza A a B. V procesu trávení bílkovin v tenkém střevě nejprve dochází k tomu, že exopeptidázy hydrolyzují bílkoviny na menší jednotky a poté endopeptidázy tyto menší jednotky hydrolyzují na oligopeptidy, což jsou řetězce, které mají méně jak 10 aminokyselin a na samostatné aminokyseliny. Všechny bílkoviny musí být rozloženy na peptidy, které mají méně než tři jednotky aminokyselin, proto jsou oligopeptidy znovu hydrolyzovány, na povrchu kartáčového lemu, za pomoci oligopeptidáz. Poté jsou tripeptidy, dipeptidy a aminokyseliny resorbovány aktivním transportem za přítomnosti Na⁺. K dalšímu rozštěpení tri- a dipeptidů dochází v cytoplasmě epitelových buněk. (Reece, 2010)

3.3.3 Sacharidy

Sacharidy jsou významné energetické živiny. Jsou obsažené v krmivech rostlinného původu a využívají se jako zdroj tzv. rychlé energie. Důležité jsou pro mozek a červené

krvinky ve formě primárního zdroje pro potřebu svojí energie, ostatní orgány mohou jako primární zdroj energie využívat tuky. Pokud dojde k tomu, že obsah sacharidů je v krmné dávce ve větším množství, než je jejich skutečná potřeba, uloží se v játrech jako glykogen (polysacharid). Pokud se příjem sníží, sacharidy se přemění na tuky a ty se ukládají v podobě zásobního tuku do svaloviny. Důsledkem toho často bývá nadváha až obezita psů. (Reinerth, 2005)

Základními stavebními prvky sacharidů jsou uhlík (C), vodík (H) a kyslík (O). Jejich chemická struktura je rozděluje na monosacharidy neboli jednoduché cukry, disacharidy a polysacharidy, složené cukry. (Case, et al., 2011) Mezi monosacharidy se řadí například glukóza, fruktóza a galaktóza, mezi disacharidy především laktóza, sacharóza a maltóza a mezi polysacharidy hlavně glykogen, škrob, hemicelulóza a celulóza. (Reece, 1998) U psa probíhá trávení sacharidů v tenkém střevě. Tam se polysacharidy a disacharidy štěpí na jednoduché cukry, které jsou přes krevní řečiště rozneseny po celém těle do cílových orgánů. (Reinerth, 2005)

Glukóza, která je velmi důležitá pro správnou funkci organismu, se vyskytuje především ve sladkém ovoci a v komerčně připravovaných sladkých sirupech. V těle představuje důležitý zdroj energie pro buňky, ke kterým je roznášena krví. (Case, et al., 2011) Většina zvířat si glukózu umí syntetizovat sama, potřebuje k tomu jen dostatečné množství určitých aminokyselin a glycerolu. Proto není potřeba glukózu přidávat do krmiva. (Mudřík, et al., 2007)

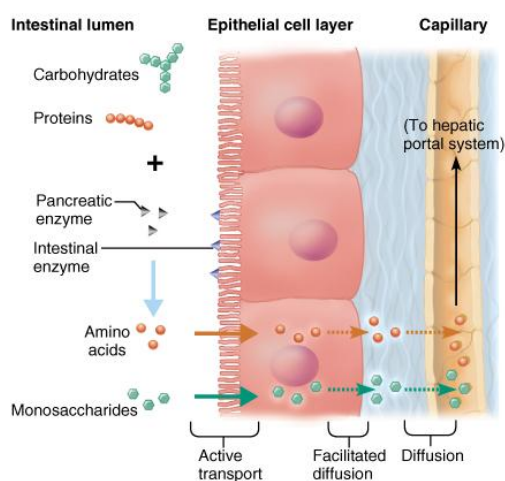
Disacharidy jsou složeny ze dvou jednotek jednoduchých cukrů. Laktóza je tvořena glukózou a galaktózou a jinak se nazývá mléčný cukr. Patří do sacharidů živočišného původu a je obsažena v mléce všech savců. (Case, et al., 2011) K trávení laktózy v trávicím traktu, je zapotřebí dostatečné množství enzymu laktáza. Tento enzym některá zvířata produkují v malém množství, nebo s nízkou aktivitou, a proto je laktóza hůře stravitelná. (Mudřík, et al., 2007)

Polysacharidy jsou molekuly, sestavené z více než dvou jednotek monosacharidů. Důležitý polysacharid je škrob. Jedná se o zásobní polysacharid a proto je důležitý především jako zásobník energie. Při trávení se štěpí až na glukózu, která se lehce vstřebává do organismu. (Reece, 1998) Škrob patří mezi rostlinné polysacharidy, je obsažen ve všech komerčně vyráběných krmivech a vyskytuje se hlavně v zrnech obilovin, např. v pšenici, ječmenu, kukuřici, rýži a čiroku. (Case, et al., 2011) Škrob je špatně stravitelný v syrovém stavu, proto je potřeba ho před přidáním do krmných směsí tepelně upravit. (Mudřík, et al., 2007)

Mezi sacharidy patří látka, která se nazývá vláknina. Je rostlinného původu a je složená z polysacharidů z celulózy a hemicelulózy, a z dalších látek. Pro všechna zvířata i pro člověka je vláknina nestravitelná, ale pozitivně působí na trávicí trakt, proto představuje důležitou složku potravy. (Mudřík, et al., 2007) Vláknina podporuje peristaltiku střev a tím významně ovlivňuje trávení a posun tráveniny v trávicím traktu. (Laukner, 2006) Její nevyvážené množství v potravě může způsobit průjemy nebo naopak zácpu. V průměru by se množství vlákniny v krmivu mělo pohybovat v rozmezí 2-4 %. (Suchý, et al., 2007) Pokud je ale vlákniny v krmivu víc a v organismu tím pádem v nadbytku, svědčí to o malé výživné hodnotě krmiva, o jeho nedostatečné stravitelnosti a využitelnosti živin, a v důsledku k objemné stolici. Množství vlákniny v krmivu je závislé na výživové hodnotě krmiva a na poměru dalších složek, které jsou v krmivu obsaženy. (Dvořáková, 2003)

3.3.3.1 Trávení sacharidů

Trávení sacharidů probíhá v tenkém střevě za pomoci pankreatické šťávy. Je potřeba všechny sacharidy rozštěpit na monosacharidy, aby mohly být transportovány do buněk epitelu a poté do krevního oběhu. Na trávení se podílí pankreatická alfa amyláza, která je slinivkou břišní vylučována již v aktivní formě. Alfa amyláza je enzym, který hydrolyzuje škrob na maltózu, ta poté putuje na kartáčový lem tenkého střeva, kde je vlivem maltázy rozštěpena na glukózu. Disacharidy laktóza a sacharóza jsou štěpeny také na kartáčovém lemu. K jejich hydrolyze je zapotřebí enzymů laktázy a sacharázy a vznikají z nich monosacharidy glukóza, fruktóza a galaktóza. Glukóza a galaktóza jsou resorbovány aktivním transportem za účasti Na^+ do epitelových buněk, zatímco fruktóza je transportovaná usnadněnou difúzí a až v epitelových buňkách je přeměněna na glukózu. Poté jsou monosacharidy transportovány do krevního oběhu. (Reece, 2010)



Obr. 5: Trávení sacharidů a proteinů v tenkém střevě. (Cummings, 2001)

3.3.4 Minerální látky

Minerální látky jsou anorganického původu, nezbytné pro metabolické procesy v těle, a proto musí být obsaženy v každém krmivu. (Case, et al., 2011) Jsou součástí hlavně rostlinné potravy, ale v dnešní době se vyrábí celá řada minerálních doplňků stravy v chemickém průmyslu. (Procházka, 1994)

Minerály rozdělujeme na dvě základní skupiny, na makroprvky a mikroprvky. Makroprvky jsou pro organismus více potřebné, musí být tedy v těle obsaženy ve větším množství (Procházka, 1994) a patří mezi ně fosfor, vápník, draslík, sodík, chlór a hořčík. Mikroprvky jsou v těle obsaženy v daleko menším množství, jejich potřeba pro organismus není na takové úrovni jako u makroprvků, proto mohou být označovány také jako stopové prvky. (Procházka, 1994) Mezi ně patří například železo, zinek, jód, mangan, měď, apod. (Süvegová et Mertin, 1994)

Minerální látky mají velké využití v organismu zvířat i lidí. Udržují homeostázu, účastní se na stavbě oporných tkání v organismu, aktivují biochemické reakce působením na enzymatické systémy a účastní se mnoho dalších funkcí v těle. (Süvegová et Mertin, 1994) Například vápník, fosfor a hořčík jsou nezbytné pro správný růst a vývoj kostry, draslík je využíván v nervové soustavě při přenosu vzruchu v nervech a měď a železo se účastní tvorby hemoglobinu. (Procházka, 1994) Kromě důležitosti jednotlivých prvků jsou velmi důležité i jejich vzájemné vztahy. Nedostatečné množství jednoho prvku může ovlivnit prvek jiný a tím i funkci, kterou mají vykonávat. Proto je potřeba dbát na to, aby minerály byly do organismu přidávány ve správných poměrech. Jedním z nejdůležitějších vztahů je vztah mezi vápníkem a fosforem. (Kváš, 1998)

Vápník a fosfor jsou makroprvky, které se nacházejí hlavně v kostech a zubech. U vápníku je to 99,5 % v kostech, zubech, vazech a šlachách. Jeho nedostatek způsobuje osteoporózu, rachitidu a problémy s reprodukcí. Fosfor je z 80 % v kostech, z 10 % v zubech a zbylých 10 % je v měkkých tkáních. Podílí se na metabolismu energie, účastní se v enzymatických systémech a stejně jako vápník hraje svoji úlohu při reprodukci. Proto jeho nedostatek způsobuje podobné problémy jako u nedostatku vápníku. Vápník a fosfor se vzájemně významně ovlivňují, při jejich vzájemném nadbytku využitelnost klesá, a proto je naprosto zbytečné zvyšovat jejich dávky v krmivu. To, jak jsou tyto prvky využitelné, ovlivňuje i to, z jakých zdrojů pocházejí a jaké mají vztahy s dalšími živinami, především s vitamínem D. Ideální poměr mezi vápníkem a fosforem je 1,0 až 1,7 : 1. Pokud tento poměr

není dodržen, dochází k nesprávné využitelnosti obou prvků. U štěňat, březích a laktujících fen jsou potřeby na vápník a fosfor jiné, proto je nutný tento poměr rozšířit. (Kváš, 1998)

Na obalech krmiv jsou minerální látky uváděny pod pojmem popeloviny nebo popel. Obvykle je jejich obsah 8-10 % z krmiva. (Dvořáková, 2003)

3.3.5 Vitamíny

Vitamíny jsou sloučeniny organického původu, které jsou důležité pro celkový metabolismus. Některé vitamíny si organismus umí vytvořit sám, jako vitamín C, většina ale musí být dodávána v krmivu (Procházka, 1994). Fungují hlavně jako biokatalyzátory, regulují metabolické procesy a mají mnoho jiných funkcí, proto jsou beze sporu další životně důležitou složkou potravy (Kváš, 1998).

Vitamíny jsou rozdělené do dvou základních skupin:

- a) vitamíny rozpustné v tucích
- b) vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamíny rozpustné v tucích jsou A, D, E a K. Všechny čtyři se ukládají v organismu a využívají se podle potřeby, proto nemusí být do těla dodávány neustále. Naopak při jejich nadbytku mohou působit toxicky. Vitamíny rozpustné ve vodě jsou vitamíny skupiny B a vitamín C. U nich nedochází k ukládání v organismu, takže pokud je jejich příjem vyšší, než je jejich potřeba, odcházejí z těla, jako součást moči. (Mudřík, et al., 2007)

Všechny vitamíny by měly být přijímány v přesně předepsaném množství, protože nadbytek, i nedostatek může způsobit zdravotní komplikace. Nedostatek vitamínu je označován, jako HYPOVITAMINÓZA, ta může zapříčinit poruchy funkcí některých orgánů, poruchy metabolických procesů, ovlivňovat imunitní systém a může se projevit i na kvalitě srsti. HYPERVITAMINÓZA, nadbytek některých vitamínů, způsobuje dokonce otravu. Konkrétně vitamíny A, D₂, B₂ a B₁₂ poškozují některé orgány a vyvolávají různá onemocnění. (Süvegová et Mertin, 1994)

Většina vitamínů má své chemické názvy, například vitamín C se nazývá kyselina askorbová, vitamín A je retinol, vitamín B₂ je riboflavin atd. Ve složení krmiv uvedených na obalech se označují oběma způsoby, ve většině případů jsou ale vitamíny označovány pod svými chemickými názvy. (Mudřík, et al., 2007) Proto je důležité si uvědomit, které

vitamíny jsou v krmivu obsaženy a v jakém množství a zbytečně nedodávat další, v podobě doplňků stravy. (Procházka, 1994)

3.3.6 Voda

Za nejdůležitější živinu je označovaná voda. Tělo se skládá zhruba ze 70 % vody a už velmi malé ztráty, přibližně 10 %, způsobují velké zdravotní problémy. Při ztrátě 15 % vody může dokonce nastat až smrt. (Agar, 2001) Pes přijímá vodu hlavně pitím, dále pak společně s potravou a rozkladem sacharidů a tuků nebo dalšími metabolickými procesy. (Edney, 1991)

Voda v organismu má velké množství funkcí, působí jako rozpouštědlo anorganických látek a vitamínů, přenáší metabolity v trávicím traktu (Procházka, 1994), působí jako médium v oběhovém systému, odvádí odpadní látky, významná je při termoregulaci psa, při ochlazování se voda odpařuje ve formě slin z jazyka, udržuje stálou teplotu těla a účastní se řady chemických reakcí apod. (Agar, 2001)

Pes musí mít pitnou vodu neustále k dispozici, pije instinktivně podle potřeby, většinou v pravidelných intervalech. Na 1 kg živé váhy je potřeba vody zhruba 60-70 ml. Potřebné množství vody je ovlivněno řadou faktorů, například teplotou prostředí, druhem krmiva, látkovou výměnou, věkem, zdravotním stavem atd. Větší potřebu vody mají štěňata, březí a kojící feny a všeobecně malá plemena psů. (Procházka, 1994)

U zdravého psa je voda z těla nejvíce odváděna vylučovací soustavou ve formě moči, ve výkalech je jen v nepatrném množství. Při dýchání se voda odpařuje i z plic, díky tomu se udržuje stálá tělesná teplota. (Case, et al., 2011)

Všeobecně by mělo platit, že příjem vody si zdraví pes reguluje podle potřeby, takže výdej vody je v rovnováze s jejím příjmem. (Case, et al., 2011)

3.4 Výživa psa

Výživa zvířat je velmi důležitá vědní disciplína, která studuje příjem potravy, trávení, vstřebávání a využití živin nezbytných pro fungování metabolismu. Výživa zvířat je spojená s vnějším prostředím i s vnitřním prostředím. Ve vnitřním prostředí probíhá řada životně důležitých procesů a mechanismů. Vnější prostředím je myšleno okolní prostředí, ve kterém se pohybují a žijí živé organismy. Jedním z důvodů proč je výživa zvířat tak důležitá vědní disciplína, je to, že lidé zvířata odpradáвна chovají a využívají v řadě oborů. Především jsou

chovaná k produkci, například k produkci mléka, masa, vajec, kůže, vlny apod., dále jsou chovaná k práci, jako pomocníci při zemědělských pracích, nebo v profesních oborech, ve zdravotnictví, v ozbrojených složkách apod. Nedílnou součástí společného soužití člověka a zvířete je zábava, sport a vzájemná společnost. Proto je velmi důležité, aby zvířata měla potřebnou péči, správnou a dostatečnou výživu s dostatkem využitelné energie a živin. (Kodeš, 2005)

3.4.1 Krmná dávka

Krmná dávka je definovaná jako množství přijaté potravy za 1 den. Může se skládat pouze z jednoho druhu krmiva nebo může být směsí z více složek. Z hlediska výživové hodnoty je možné krmnou dávku rozdělit do dvou skupin:

- plnohodnotná krmná dávka – ta obsahuje všechny potřebné živiny, obsažené ve správných poměrech a v dostatečném množství, tak aby pokrývaly živinové a energetické potřeby daného psa
- živinově nevyrovnaná krmná dávka – nesprávně sestavená krmná dávka, obsahuje nedostatečné množství živin a energie, nebo jsou živiny v nesprávných poměrech, a z toho důvodu mají negativní vliv na zdravotní stav a kondici psa. (Kodeš, 2005)

Aby krmná dávka byla co nejkvalitnější, měla by podle Mudříka et al. (2007) splňovat základní podmínky:

- podíl energie, získané z bílkovin, by měl být v rozmezí 22-27 %
- podíl energie, získané z tuků a sacharidů, by se měl pohybovat v rozmezí 73-78 %
- lehce stravitelná

3.4.2 Živinové potřeby dospělého psa

Pes v různých stádiích svého života potřebuje různý druh výživy. Nejdůležitější a nejkvalitnější výživu musí mít při vývoji a růstu, tzn. ve štěněčím období od narození až do dosažení tělesné dospělosti. Samozřejmě správná výživa musí začít už v prenatálním

období, kdy výživu embrya a plodu zprostředkovává matka, proto je nezbytné, aby i ona měla dostatečný příjem kvalitní a snadno stravitelné stravy, s dostatečným množstvím živin.

V období dospělosti je výživa psa ovlivněná momentálními potřebami tzn., že záleží na celkovém zdravotním stavu a na druhu tělesné zátěže. Psi s běžnou tělesnou aktivitou potřebují v krmivu 23-26 % bílkovin a 14-16 % tuků. Jedinci, kteří se využívají jako pracovní psi, nebo se uplatňují ve sportu, mají zvýšenou aktivitu a potřebují zvýšený příjem živin a energie. Proto musí být v krmivu zvýšen podíl tuků a bílkovin. Tento poměr by se měl zvýšit zhruba 1,5 : 1. Dospělí psi, kteří trpí zdravotními komplikacemi, je nutné krmit krmivem určeným pro daný druh onemocnění. Pro obézní psi jsou vyráběná krmiva dietní, s omezeným množstvím energie. Pro psy s potravní alergií nebo s přecitlivělostí trávicího traktu, je vhodné krmit krmivem bez alergenů nebo krmivem, které je citlivé k trávení. (Dvořáková, 2003)

Psovi podáváme krmivo obvykle jednou denně, v ideálním případě večer, aby měl dostatečný klid pro trávení. Můžeme ale krmnou dávku rozdělit na dvě menší a v tom případě krmíme dvakrát denně, ráno a večer. (Kváš, 1998)

3.4.3 Tělesná kondice psa

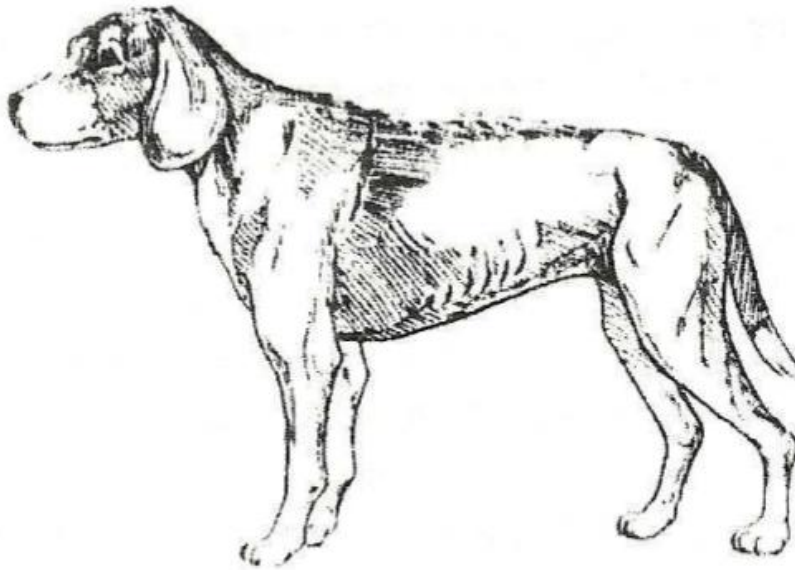
Tělesná kondice psa je vizuální hodnocení výživového stavu zvířete. Porovnává se momentální stav tělesného rámce zvířete s ideálním tělesným rámcem. Toto hodnocení bývá subjektivní, hlavně z toho důvodu, že různé rasy psů, mají různý tělesný rámec. V podstatě se ale jedná o vcelku jednoduchý nástroj pro popis tělesného stavu psa a každý majitel si tak může ověřit, zda je jeho pes hubený, obézní či je v ideální kondici. (Hand, et al., 2000)

Stav tělesné kondice se řadí do pěti až devíti skupin. Pro obecné účely je naprosto dostačujících pět skupin, které se rozdělují: velmi hubený, podváha, ideál, nadváha a obezita. (Hand, et al., 2000)

3.4.3.1 Velmi hubený

V této první skupině je zjevná ztráta svalové hmoty. (Hand, et al., 2000) Žebra jsou jasně viditelná a snadno hmatatelná, potažená pouze kůží bez jakékoliv vrstvy tuku. Páteř, kořen ocasu a pánevní kosti mají velmi výraznou kostní strukturu a všechny kostní výčnělky jsou snadno hmatatelné, viditelné, bez tukové vrstvy. Při pohledu shora má pes tvar

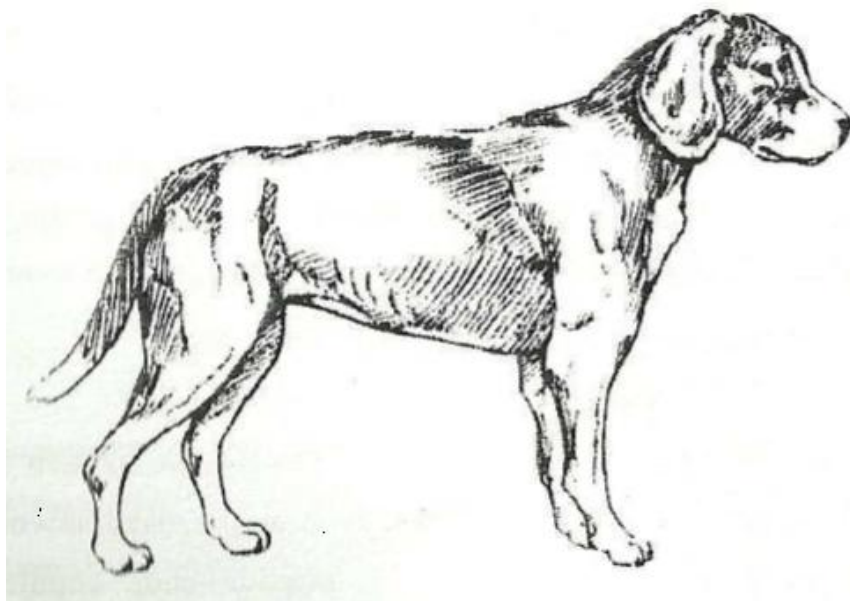
připomínající přesýpací hodiny, při pohledu z boku je břicho zcela vtažené (viz obr. 6). (Mudřík, et al., 2007)



Obr. 6 : Velmi hubený pes (Mudřík, et al., 2007)

3.4.3.2 Podváha

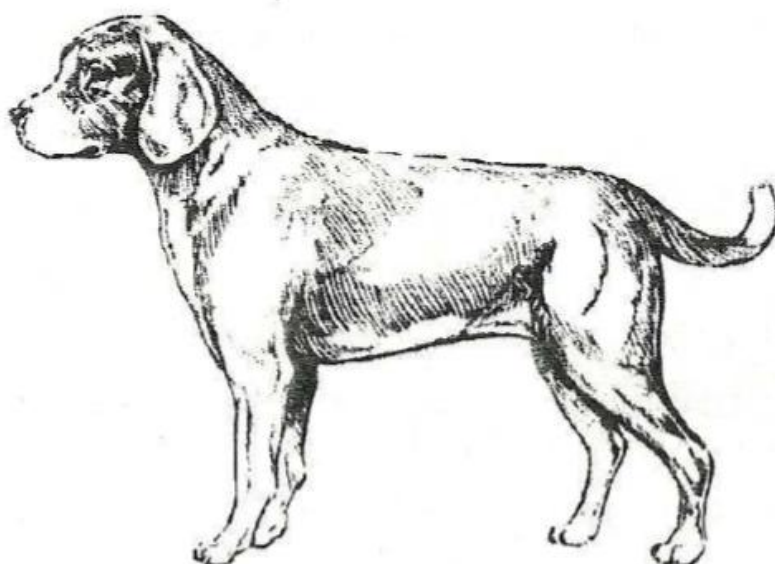
Ve druhé skupině hodnocení tělesné kondice psa jsou žebra stále bez vrstvy tuku, proto jsou snadno viditelná a hmatatelná. Páteř, kořen ocasu, pánevní kosti a kostní výčnělky mají jasně viditelnou kostní strukturu. Také jsou snadno hmatatelné s minimální tukovou vrstvou. Při pohledu shora je stále ještě patrný tvar připomínající přesýpací hodiny a při pohledu z boku je břicho stále vtažené (viz obr. 7). (Mudřík, et al., 2007)



Obr. 7 : Podváha (Mudřík, et al., 2007)

3.4.3.3 **Ideál**

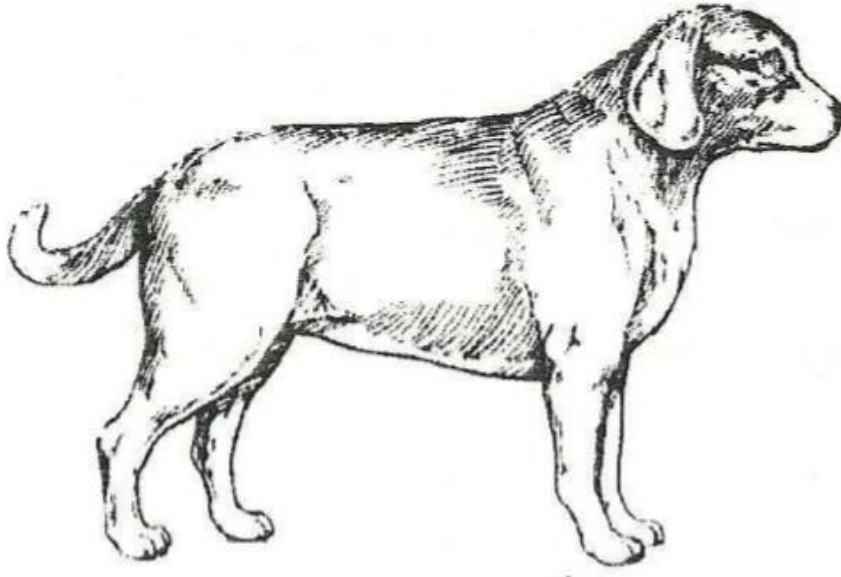
Ideální tělesná kondice je třetí skupina. Žebra jsou hmatatelná přes slabou tukovou vrstvu. Kořen ocasu je hladký, pánevní kosti nevyčnívají, kostní výčnělky a celková kosterní struktura jsou hmatatelné se slabou tukovou vrstvou. Při pohledu shora má tělesný rámec pravidelný tvar a z boku je břicho lehce zaplněné (viz. obr. 8). (Mudřík, et al., 2007)



Obr. 8 : Ideál (Mudřík, et al., 2007)

3.4.3.4 **Nadváha**

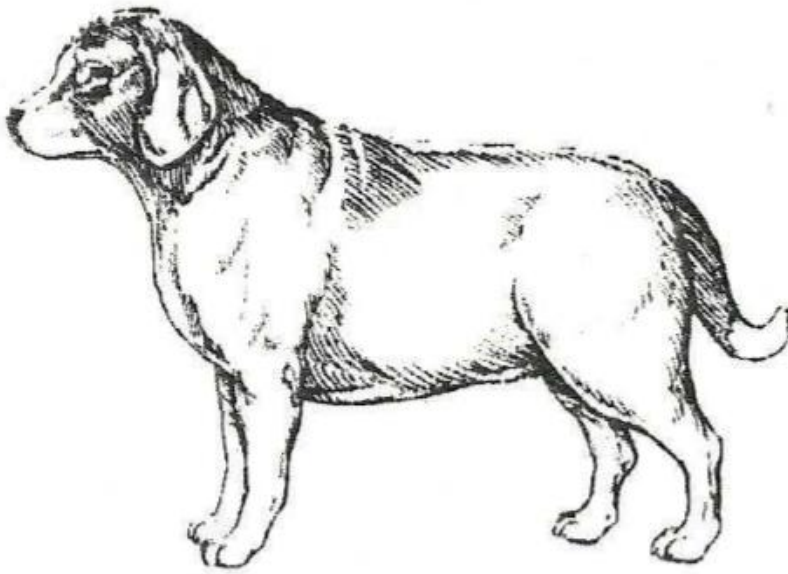
Při nadváze nejsou žebra viditelná a jsou obtížně hmatatelná s jasně citelnou tukovou vrstvou. Kořen ocasu může mít okolo lehké tukové polštáře. Kostěná struktura a kostní výčnělky jsou sice ještě hmatatelné ale je cítit tuková vrstva. Při pohledu shora je hrudní a bederní oblast zaplněna, při pohledu z boku je břicho také zaplněné (viz. obr. 9). (Mudřík, et al., 2007)



Obr 9 : Nadváha (Mudřík, et al., 2007)

3.4.3.5 **Obezita**

Poslední skupinou v hodnocení tělesné kondice psa je obezita. Žebra již nejsou hmatatelná, jsou obalená velmi silnou tukovou vrstvou a celková kostěná struktura je viditelně pokryta tukovou tkání. Kosterní výčnělky nejsou patrné a kořen ocasu je obalen tukovými polštáři. Při pohledu shora tělesný rámec připomíná tvar sudu s výrazně rozšířenou hrudní, břišní i bederní oblastí. Při pohledu z boku je břicho zcela zaplněné až visící (viz obr. 10). (Mudřík, et al., 2007)



Obr. 10 : Obezita (Mudřík, et al., 2007)

3.5 Krmiva pro psy a jejich rozdělení

3.5.1 Historie komerčních krmných směsí

Do první poloviny 19. století byli psi krmeni vyloženě domácí stravou a zbytky. První komerčně vyrobené krmivo, které mělo podobu sucharů, se začalo vyrábět v roce 1860. Na evropský trh ho uvedl Američan žijící v Londýně. Pro velký úspěch se krmivo dostalo i do USA, kde se trh později rozšířil o další druhy. V roce 1908 se začaly vyrábět krmné sušenky z kostí a mléka. V roce 1922 se začaly vyrábět konzervy pro psy a první krmné směsi ze sušených a mletých přísad. Tyto nové produkty naprosto zaplavují trh v USA a stávají se velmi oblíbenými, ve 30. letech 20. století jsou k dostání téměř ve všech obchodech s potravinami. Do začátku druhé světové války jsou nejoblíbenější právě konzervovaná krmiva, která tvoří 90 % trhu. Během druhé světové války se konzervovaná krmiva z trhu ztrácejí, přechází se na suchá krmiva, z důvodu nedostatku potravin a přidělu masa. Po skončení války se ale konzervy opět vrací. V roce 1950 se v laboratoři společnosti Purina vyvíjí první extrudované krmivo. Na trh se dostává o sedm let později v roce 1957, pojmenované jako Purina Dog Chow. Stává se nejprodávanějším krmivem už během prvního roku prodeje. V této době se zvyšuje zájem o nutriční požadavky psů ale i koček a některé firmy vyrábějí krmné směsi se zaměřením na jejich životní fáze. V roce 1970 jsou

představeny jako „prémiové“ krmné směsi, které se prodávají pouze v chovatelských potřebách nebo ve veterinárních ordinacích. Produkty se rozšiřují a vyrábí se stále nové krmné směsi, mimo krmných směsí zaměřených na jednotlivé fáze života jsou vyráběny i nízkokalorické krmné směsi pro obézní psy, nebo krmné směsi pro nemocná zvířata. (Case, et al., 2011)

V České republice se až do roku 1990 krmilo převážně doma připravovanou stravou. Velmi běžné se stávalo, že psi velkých plemen trpěli zácpou, nebo naopak průjmy. Strava byla živinově nevyvážená a pro psy nevhodná, často se vyskytovala rachitida a další nemoci spojené s odvápněním kostí. Po roce 1990 dohází na našem trhu k rozvoji krmiv a situace, která je spojená se zdravotními problémy psů vlivem nesprávné výživy, se velmi zlepšuje. (Ježková, 2009) Obecně můžeme říci, že výživa je na správné úrovni, pokud pes roste, kondice a výkonnost psa je přiměřená plemeni a věku, srst je lesklá bez většího línání a celkový zdravotní stav je dobrý. (Kváš, 1998)

3.5.2 Definice a základní rozdělení krmiv

Podle Kodeše (2005) můžeme krmivo definovat jako krmnou směs z živočišných, rostlinných, a minerálních látek, z jejich průmyslově vyráběných produktů, vitamínů, případně z doplňkových látek potřebných pro výživu zvířat.

Podle Jílka et al. (2000) mezi základní kritéria pro rozdělení krmiv patří:

- původ základní suroviny – rostlinná, živočišná, minerální apod.
- způsob zpracování – průmyslová, přirozená krmiva
- obsah živin – koncentrovaná, balastní krmiva
- nejvíce zastoupená živina – bílkovinná krmiva, polobílkovinná a sacharidová.

Suroviny, z kterých jsou krmiva vyrobena, ovlivňují zdravotní stav, kondici a výkonnost zvířat. Proto musí být kladen velký důraz na využívání jen takových surovin, které jsou kvalitní, zdraví prospěšné a nezpůsobují zdravotní komplikace. Kvalita krmiva je také ovlivněna technologickým postupem výroby. I z kvalitní suroviny je možné vyrobit nekvalitní krmivo, díky znehodnocení živin nesprávným postupem výroby. (Železný, 2003) Kvalita krmiva je určena nutriční hodnotou. Ta je daná stravitelnými a využitelnými živinami a určuje jaký má dané krmivo živinový a energetický potenciál. Nutriční hodnotu ovlivňují

i další faktory, například dietetické vlastnosti, které mohou ovlivňovat trávicí soustavu i celý organismus a příznivě na něj působit. Další specifické vlastnosti krmiva mohou zvířatům přinášet nečekané efekty, jako je útlum, aktivita apod. (Kodeš, 2005)

Na dnešním trhu je k dispozici velké množství druhů a značek krmiv. Některá krmiva jsou velmi kvalitní, jiná patří spíše do střední třídy kvality, ale najdou se i taková krmiva, která jsou podřadná a jejichž výživové hodnoty nevyhovují celkovým potřebám psa. Při výběru krmiva je důležité si uvědomit, jaké má pes konkrétní požadavky na obsah živin a energie. Správnou volbou krmiva lze ovlivnit celkový zdravotní stav, kondici, výkonnost a délku života daného jedince. (Neubauerová, 2010)

Podle Mudříka et al. (2007) se krmiva pro psy rozdělují podle dalších kritérií:

a) Podle sušiny, resp. vlhkosti, na:

- Suchá krmiva – která mají obsah vlhkosti pod 14 %
- Polosuchá krmiva – obsah vlhkosti je v rozmezí 15 až 20 %
- Mokrá krmiva – obsahují 72 až 85 % vlhkosti

b) Podle kvality

- Ekonomy – nejméně kvalitní – obsahují především rostlinnou složku, s nedostatečným množstvím živin a energie, živiny jsou méně stravitelné, tento typ krmiva mívá nejnižší cenu a je k dostání v obchodech s potravinami, v dnešní době ve většině supermarketů
- Prémium – střední třída kvality – tato skupina krmiv je velmi široká, živinově i energeticky dostačující, s dobrou stravitelností a vhodná k dlouhodobému zkrmování. Všeobecně jsou považována za kvalitní krmiva k dostání v obchodech s chovatelskými potřebami.
- Super-prémium – krmiva nejvyšší kvality – krmiva jsou vyráběná jen z velmi kvalitních surovin s výbornou stravitelností živin.

c) Podle určení zaměření na cílovou skupinu:

- Krmiva pro štěňata
- Krmiva pro dospělé psy
- Krmiva pro seniory

- Krmiva pro aktivní dospělé psy
- Krmiva se sníženým obsahem energie
- Krmiva pro psy s citlivým trávicím traktem nebo s potravní alergií
- Krmiva pro březí a kojící feny

- Krmiva pro velká plemena
- Krmiva pro střední plemena
- Krmiva pro malá plemena

d) **Podle funkce:**

- Kompletní krmiva – obsahují všechny potřebné živiny
- Základní krmiva – obsah živin pouze pro základní zachovnou potřebu
- Doplňková krmiva – určená pouze jako doplněk k základním nebo kompletním krmným směsím
- Pamlsky – určené pouze jako odměna pro psa, pro zábavu apod.
- Speciální diety – určené pro podporu léčby nebo jako prevence některých onemocnění

3.5.3 Suchá krmiva

Suchá krmiva se vyrábějí převážně ve formě kompletních krmných směsí se všemi potřebnými živinami, které pes ve své krmné dávce potřebuje. Příprava krmné dávky pro majitele psů spočívá pouze v odměření potřebného množství a podání zvířeti. Proto jejich obliba velmi stoupá, a to především v západní Evropě a v Americe. (Neubauerová, 2010) Od konce 20. století se každoročně zvýší spotřeba suchého krmiva o šest procent a v současné době se za toto krmivo utratí až 12 milionů za rok, to má za následek trvalý a dlouhodobý vývoj tzv. petfoodu. (Jirásek, 2009)

Obsah živin a energie v suchých krmivech je ve vyšší koncentraci než v jiných typech krmiv, je to z důvodu nízkého procentuálního podílu vlhkosti, který se pohybuje maximálně do 14 %. Proto není potřeba zkrmování velkých krmných dávek. Takto nízký podíl vlhkosti má další výhodu a to, že se v krmivu nemnoží plísňe a bakterie.

Procentuální podíl živin v suchých krmivech je:

- obsah bílkovin 16-33 %
- obsah tuků 6-28 %
- obsah sacharidů 35-50 %.

Krmiva jsou vyráběná v různé kvalitě, proto jsou obsahy živin v poměrně širokém rozpětí. Jako živiny jsou používány živočišné a rostlinné bílkoviny, živočišné a rostlinné tuky, obiloviny, doplňkové vitamíny a minerální látky. (Mudřík, et al., 2007) Hlavním zdrojem živočišných bílkovin jsou živočišné moučky, mléčné bílkoviny a vejce. Pro bílkoviny rostlinného původu jsou zdrojem obilné a kukuřičné šroty a sója. Dále jsou využívány živočišné tuky – vepřový, hovězí, drůbeží a rybí, a jako tuky rostlinného původu jsou využívány rostlinné oleje. Zdrojem pro sacharidy a vlákninu jsou obiloviny. Vitamíny jsou do směsi dodávány buď jako syntetické výrobky, nebo jsou využity ty, které jsou už obsaženy v použitých surovinách, stejně tak i v případě minerálních látek. (Neubauerová, 2010)

Stravitelnost suchých krmiv je daná hlavně kvalitou a zpracováním surovin, a dále pak tím z jakého zdroje suroviny pochází a jak jsou pro psa využitelné. Všechny tyto faktory ovlivňují velikost krmné dávky. Čím víc jsou živiny pro psa stravitelné, tím je krmná dávka menší. (Neubauerová, 2010)

Suchá krmiva jsou vyráběna v podobě granulí. Jednotlivé granule mají různý tvar a zbarvení. Granule jsou svým tvarem a velikostí přizpůsobeny pro jednotlivá plemena psů i pro věkové skupiny, malá plemena a štěňata mají granule menší, pro velká plemena a dospělé psy jsou větší. Některé tvary jsou přizpůsobeny i přímo konkrétním plemenům, z důvodu tvaru lebky a čelisti, aby se jim granule lépe jedli. (Neubauerová, 2010) Barva granulí je upravena přidáním potravinářského barviva, oxidu železa a titanu, nebo je barva daná podle použitých surovin. Různé zbarvení granulí má pouze ovlivnit výběr kupujícího, pro zvíře však nemají žádný význam. (Jirásek, 2009) Krmné směsi se prodávají v uzavřených pytlích různých velikostí. Nejmenší balení mohou vážit jen 400 gramů, největší až 20 kilogramů. (Neubauerová, 2010)

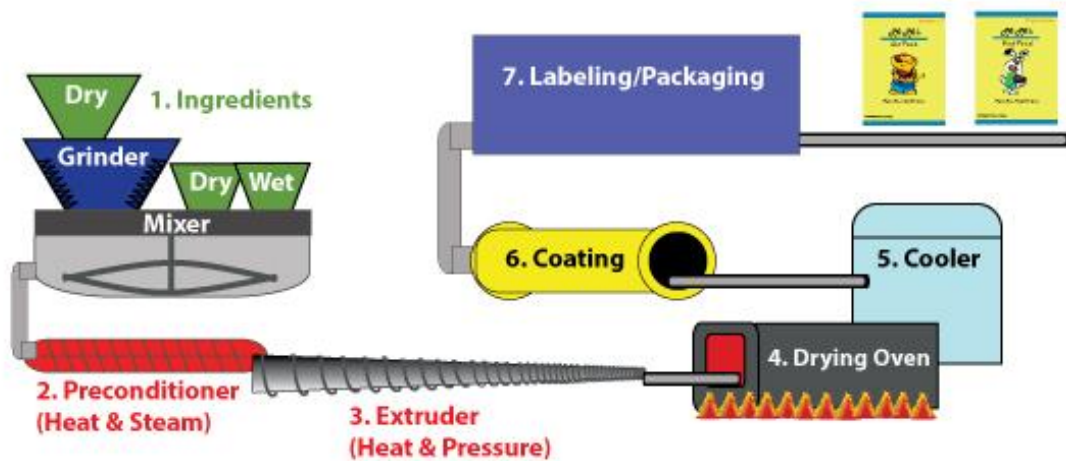
3.5.4 Výroba suchých krmiv

Suchá granulovaná krmiva se od poloviny minulého století vyrábí procesem zvaný EXTRUZE. Tento výrobní proces se skládá z několika navazujících činností: příprava směsi,

tepelná úprava a tvarování granule, sušení, nástřik tekutých komponentů, chlazení a nakonec balení již hotového výrobku. (Jirásek, 2009)

Nejdůležitějším krokem v procesu výroby je příprava směsi. Nejprve je nutné rozmělnit hrubší směsi, jako jsou například obiloviny a to poté smíchat s masovou moučkou a dalšími složkami dle dané receptury. U kvalitnějších granulí se do směsi přidává i čerstvé maso v podobě pasty, to je ale přimícháno až v dalším kroku. Předpoklad úspěšné výroby je vytvoření co nejjemnější směsi s vysokým obsahem stravitelného škrobu, proto je potřeba danou směs znovu šrotovat. Tím se jednotlivé části ještě zmenší a sjednotí a až poté je takto upravená směs vložena do extrudéru. Právě tento krok ovlivňuje kvalitu granulí. V dalším kroku výroby se připravený materiál dávkuje do první části extrudéru, směs je smíchána s vodou a párou, zahřívá se a bobtná. Díky zahřívání a bobtnání se škrob stává stravitelnější a umožňuje tak psům ho snáze využít. Zde jsou také přidávány suroviny s vyšším procentem vlhkosti, které nemohly být přimíchány dříve. Nejčastěji je to právě masová pasta. Následuje rovnoměrné posunutí materiálu do samotného extrudéru. Uvnitř extrudéru je tzv. šnekovnice, která materiál prohněte a posunuje vpřed, díky čemuž se zvyšuje jeho teplota a tlak. Na konci je umístěná deska s otvory, kterou je materiál protlačován a tím získá požadovaný tvar. Tento proces trvá přibližně 30 vteřin a vzniklé granule se poté dosouší na požadovanou úroveň vlhkosti. Tím je zaručená dlouhodobá trvanlivost granulí. Pokud jsou do krmiv přidávána barviva, jsou přidávána ještě před sušením. (Jirásek, 2009)

Na konci procesu výroby jsou granule potaženy tukem, nejčastěji drůbežím, vepřovým nebo lososovým. Pro zlepšení chuti a atraktivnosti pro psy, jsou granule ještě před uskladněním nastříkány směsí živočišných bílkovin s vysokým obsahem živočišných orgánů, nejčastěji směs obsahuje játra a jiné vnitřnosti. Těsně před uložením již hotového krmiva do pytlů se musí tato směs shladit na pokojovou teplotu, aby po jeho zabalení nedocházelo k tvoření plísní. (Jirásek, 2009)



Obr. 11: Výrobní proces extruze (Pet Food Institute, 2013)

4 METODIKA

4.1 Metodika založení pokusu

Do testu stravitelnosti živin bylo zařazeno 20 dospělých psů plemene bígl. Všichni tito psi žijí pohromadě v jedné smečce a jsou chováni v domě s přístupem na zahradu. Byla testovaná 3 granulovaná krmiva v různých třídách kvality. Psi proto museli být rozděleni nejprve do dvou skupin po deseti psech, kdy každá skupina byla krmena jedním druhem krmiva po dobu 30 dnů a následně byla vytvořena třetí skupina také po 10 psech, která byla krmena třetím krmivem, také po dobu 30 dnů. Krmné dávky byly sestaveny podle doporučení výrobce, které je uvedeno na obalu krmiv. Psi byli po celou dobu testování krmeni pouze testovanou krmnou směsí a poslední 3 dny pokusu byly odebírány vzorky exkrementů pro laboratorní rozbor. Ty byly pečlivě označeny, zabaleny do igelitových sáčků a zmrazeny na - 18 °C.

Testovaná krmiva byla dodána společností VAFO PRAHA s.r.o. v originál balení a rozbalená až v den začátku pokusu. Do té doby byla krmiva uchovávána podle doporučení výrobce. Každá krmná směs byla dodána ve třech originál balení, proto z každého balení bylo odebráno 100 g granulí pro laboratorní rozbor.

Výsledné množství vzorků pro laboratorní rozbor bylo: 30 exkrementů pro test stravitelnosti živin + 3 granulované krmné směsi. U všech vzorků byly zjišťovány dusíkaté látky, tuk, sušina, písek, popeloviny, vláknina, bezdusíkaté látky, organická hmota, stravitelnost živin a množství metabolizovatelná energie.

4.1.1 Charakteristika krmných směsí a plemene

4.1.1.1 ASTOR ADULT

Krmivo ASTOR je kompletní krmná směs s kuřecím masem pro dospělé psy v běžné zátěži, v třídě kvality ekonomy.

Složení krmiva: maso a produkty živočišného původu, obiloviny, vedlejší produkty rostlinného původu, kvasnice, oleje a tuky, minerální látky, vitamín A, vitamín D3, vitamín E (alfa-tokoferol).

Deklarované procentuální zastoupení živin: protein 23 %, tuk 11 %, vlhkost 10 %, hrubý popel 8 %, vláknina 3 %, vápník 1,6 %, fosfor 1,1 %, metabolizovatelná energie 3315 kcal/kg. Průměrná doporučená denní krmná dávka je 14,5 g/ kg živé hmotnosti.

4.1.1.2 **BRIT PREMIUM ADULT M**

Krmivo Brit Premium Adult M je kompletní krmná směs pro dospělé psy středních plemen s kuřecím masem. Krmivo je určeno pro psy v běžné zátěži. Do třídy kvality se řadí jako prémiové krmivo.

Složení: kuře 41 %, kukuřice, pšenice, rýže, kuřecí tuk (chráněno tokoferoly), pivovarské kvasnice, sušená jablka, hydrolyzovaná drůbeží játra, lososový olej (2 %), bylinné a ovocné výtažky (300 mg/kg – rozmarýn, výlisky z vinných hroznů, kurkuma, citrusové plody a hřebíček), mannanoligosacharidy (150 mg/kg), fruktooligosacharidy (100 mg/kg), extrakt z juky schidigera (80 mg/kg).

Deklarované procentuální zastoupení živin: protein 25,0 %, tuk 15,0 %, vlhkost 10,0 %, hrubý popel 6,4 %, vláknina 2,2 %, vápník 1,4 %, fosfor 1,0 %, metabolizovatelná energie 4143 kcal/kg. Průměrná doporučená denní krmná dávka je 10 g/ kg živé hmotnosti.

4.1.1.3 **BRIT CARE ADULT MEDIUM BREED Lamb & Rice**

Toto krmivo je kompletní krmná směs pro dospělé psy středních plemen s obsahem jehněčího masa a rýže. Je určena pro psy v běžné zátěži ve třídě kvality superprémium.

Složení: jehněčí maso a produkty jehněčího původu, rýže, kuřecí tuk (chráněno tokoferoly), lososový olej, přírodní chuť, pivovarské kvasnice, sušená jablka, minerály, glukosamin sulfát (260 mg/kg), chondroitin sulfát (160 mg/kg), mannanoligosacharidy (150 mg/kg), fruktooligosacharidy (100 mg/kg), extrakt z juky schidigera (80 mg/kg).

Deklarované procentuální zastoupení živin: protein 26 %, tuk 15 %, vlhkost 10 %, hrubý popel 7 %, vláknina 2,5 %, vápník 1,6 %, fosfor 1,2 %, metabolizovatelná energie 4088 kcal/kg. Průměrná doporučená denní krmná dávka je 10,5 g/ kg živé hmotnosti.

4.1.1.4 **Plemeno bígl**

Podle standardu plemene, který uvádí Českomoravská kynologická unie (2011) je plemeno bígl původem z Velké Británie. Do klasifikace F. C. I. patří do 6. skupiny – Honiči, barváři a příbuzná plemena. Tito psi jsou povahově vyrovnaní, inteligentní a veselí, je pro ně typické stopování a lovení lesní zvěře, především zajíců, při čemž využívají svého výborného čichu a vytrvalého temperamentu. Srst je krátká ale hustá s typickým třibarevným zbarvením – černá, hnědá a bílá. Velikost podle standardu je mezi 33-40 cm.

4.1.1.5 Psi ve skupinách

ASTOR			BRIT PREMIUM			BRIT CARE		
Psi	věk (rok)	váha (kg)	Psi	věk (rok)	váha (kg)	Psi	věk (rok)	váha (kg)
Berta	11,5	16,2	Cash	5	15,6	Jack	8,25	14
Dasty	1,5	15	Isabela	13,5	15	Kája	1,25	14
Dortík	8,25	15,3	Kiwi	7	12,6	Kiwi	7	12,6
Chanel	15,5	13	Lordík	1,5	14,2	Lordík	1,5	14,2
Charlie	6,5	17	Metaxa	5,5	15	Metaxa	5,5	15
Choco	2,5	13,6	Mojík	1,5	14,5	Modlej	2	16
Jack	8,25	14	Opička	2	12,3	Mojík	1,5	14,5
Kája	1,25	14	Originál	9,5	14,7	Opička	2	12,3
Modlej	2	16	Rory	7	14,7	Rory	7	14,7
Questík	10,5	17,2	Winnie	2	13,1	Winnie	2	13,1

Tab. 1: Tabulka rozdělení psů ve skupinách při biologickém pokusu a jejich hodnoty

4.2 Metodika chemických analýz

Všechny vzorky výkalů a krmiv byly analyzovány a vypočítávány podle vzorců v knize Kacerovský a kol., Zkoušení a posuzování krmiv, 1990.

Vzorky výkalů před vlastní analýzou byly rozmrazeny, očištěny a vloženy do lyofilizačních baněk. Baňky byly popsány, zváženy a zmrazeny na - 300 °C. Poté byly lyofilizovány a opět zváženy. V posledním kroku úprav před vlastní analýzou byly vzorky krmiv i výkalů rozemlety a homogenizovány. Pro všechny analýzy byly z každého zkoumaného vzorku naváženy dvě navážky – navážka A a navážka B, při výpočtech byly tyto navážky zprůměrovány.

4.2.1 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Pro stanovení obsahu dusíkatých látek bylo zapotřebí navážít 0,3 g vzorku do skleněné tuby. Poté do ní byla přidána tableta kjeltabs (3,5g K₂SO₄; 0,4g CuSO₄ · 5 H₂O) a 10 ml 96% kyseliny sírové. Vzorek byl promíchán, vložen do digestoře a bylo přidáno 10 ml peroxidu vodíku. V tomto složení byl vzorek vařen 1 hodinu při 440 °C. Po vychladnutí bylo přidáno 10 ml destilované vody a vzniklý roztok byl vložen do přístroje Kjeltac 2400 FOSS pro zjištění obsahu dusíkatých látek v %. Před spuštěním této analýzy byly do přístroje zadány přesné navážky vzorku výkalů a krmiv. Při analýze v přístroji pak docházelo

k přimíchání dalších roztoků (40 % NaOH; 1 % HBO; 0,1 M HCl a jako indikátor bromkresilová zeleň a methylocervec).



Obr. 11: Příklad přístroje Kjeltec 2400 FOSS při analýze dusíkatých látek, vlevo je vložená tuba s testovaným vzorkem

4.2.2 Stanovení obsahu tuku

Pro stanovení obsahu tuku byly potřebné soxletovy baňky a extrakční patrony. Baňky byly vysušeny v sušárně při 103 °C po dobu 1 hodiny. Poté byly vloženy do exsikátoru a po vychladnutí zváženy s přesností na 0,0001 g. Do extrakční patrony bylo naváženo 5 g vzorku. Patrona se uzavřela smotkem vaty a byla vložena do zvážené a označené soxletovy baňky. V dalším kroku byly patrony vloženy do přístroje Solvent Extraktor a do baněk bylo odměřeno 70 ml petroletheru, které byly vloženy na plotýnky uvnitř přístroje. Analýza takto připravených vzorků trvala přibližně 1 hodinu 30 minut a po odpaření petroletheru byly soxletovy baňky vloženy opět do sušárny při 103 °C na 1 hodinu. Poté byly vloženy do exsikátoru a po vychladnutí zváženy. Obsah tuku ve vzorcích byl proveden výpočtem:

$$T [\%] = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100$$

kde T je obsah tuku, m_0 je hmotnost prázdné soxletovy baňky, m_1 je hmotnost navážky, m_2 je hmotnost soxletovy baňky s tukem po vysušení.



Obr. 12: Příklad Solvent Extraktor, šipka na obrázku ukazuje na vložené extrakční patrony s naváženým vzorkem

4.2.3 Stanovení obsahu sušiny

Pro stanovení obsahu sušiny byly potřeba keramické misky, které byly před zahájením analýzy vysušeny v sušárně při 103 °C po dobu 1 hodiny a ke zchladnutí byly vloženy do exsikatoru. Poté byly misky zváženy, popsány a byly do nich naváženy vzorky o hmotnosti 5 g. Tyto vzorky byly vloženy zpátky do sušárny, kde byly sušeny 24 hodin při teplotě 103 °C. Po zchladnutí v exsikatoru byly misky s vysušeným materiálem opět zváženy. Obsah sušiny byl proveden výpočtem:

$$S [\%] = \frac{n_2 - n_0}{n_1} \times 100$$

kde S je obsah sušiny, n_0 je hmotnost prázdné keramické misky, n_1 je hmotnost navážky, n_2 je hmotnost keramické misky s materiálem po vysušení.

Pro výpočet obsahu živin v sušině (100% sušině) je potřeba spočítat tzv. přepočtový faktor f_0 , který podle definice umožňuje zkrácený přepočet procentuálního obsahu živin v rozborovém vzorku na obsah živin ve 100% sušině. (Kacerovský, et al., 1990)

$$f_0 = \frac{100}{S}$$

4.2.4 Stanovení obsahu popelovin

Pro stanovení obsahu popelovin byly použity vysušené kelímky se zváženou sušinou. Tyto keramické kelímky byly vloženy do pece, kde byly spalovány při 550 °C po dobu 4 hodin. Po uplynutí této doby byly kelímky vloženy do exsikátory k vychladnutí a poté zváženy. Obsah popelovin byl proveden výpočtem:

$$P [\%] = \frac{a - n_0}{n_1} \times 100$$

kde P je obsah popelovin, n_0 je hmotnost prázdné keramické misky, n_1 je hmotnost navážky, a je hmotnost keramické misky s materiálem po spálení.



Obr. 13: Keramické misky se spáleným materiálem pro určení obsahu popelovin

4.2.5 Stanovení obsahu písku

Pro stanovení obsahu písku, což jsou nerozpustné minerální látky, byly použity keramické misky se spáleným a zváženým materiálem. Materiál byl přesypán do skleněné baňky, do které bylo přidáno 75 ml 3 M kyseliny chlorovodíkové. Baňky se vzniklým roztokem byly vloženy do horké pískové lázně, kde byly 20 minut vařeny. Mezitím byl připraven stojan se skleněnými trychtýři. Do nich byly vloženy filtry, které byly vyrobeny z bez popelného papíru. Po 20 minutách varu byly roztoky přelity do trychtýřů a byly prolívány vařící destilovanou vodou, do té doby, dokud v profiltrované tekutině nebyly žádné chloridové ionty. K tomu bylo potřeba každý vzorek prolít 800 ml vařící destilované vody. Po profiltrování byly filtrační papíry složeny a vloženy do prázdných, zvážených a označených keramických misek. Ty byly nejprve prosušeny v sušárně při 103 °C a poté spáleny v peci při teplotě 550 °C. Po vychladnutí v exsikátoru byly misky opět zváženy a pro zjištění obsahu písku byl proveden výpočet:

$$K [\%] = \frac{b - n_0}{n_1} \times 100$$

kde K je obsah písku, n_0 je hmotnost prázdné keramické misky, n_1 je hmotnost navážky, b je hmotnost keramické misky se spáleným pískem.



Obr. 14: Stojan k profiltrování vzorků

4.2.6 Stanovení obsahu hrubé vlákniny CF

Pro stanovení hrubé vlákniny byly zapotřebí označené, vysušené a zvážené sáčky. Do nich bylo naváženo 5 gramů materiálu z každého vzorku a poté byly zataveny. Dále probíhala analýza pomocí přístroje ANKOM 200 Fiber Analyzer. V tomto přístroji dochází k 30 minutové hydrolyze v roztoku kyseliny sírové, poté se vzorek promývá horkou vodou a následuje 30 minutová hydrolyza v roztoku hydroxidu draselného a následné promytí horkou vodou. Po odkapání vody byly vzorky přelity acetonem a po okapání byly vloženy do sušárny na 4 hodiny při 103 °C. Po vychladnutí v exsikátoru se vzorky zvažily. V posledním kroku analýzy byly vzorky vloženy do pece a spalovány 2 hodiny při 550 °C. Po úplném zchlazení v exsikátory byly vzorky opět zváženy a obsah sušiny byl dopočítán pomocí vzorce:

$$CF [\%] = \frac{w_1 - w_2}{w_0} \times 100$$

kde CF je obsah hrubé vlákniny, w_0 je hmotnost navážky, w_1 je hmotnost vlákniny po vysušení, w_2 je hmotnost spálené vlákniny.

4.3 Výpočty z chemických rozborů

Pro výpočty z chemických rozborů byly použity 2 programy: program MS EXCEL 2007 a program STATISTIKA 12.

4.3.1 Výpočet stravitelnosti

Pro zjištění stravitelnosti jednotlivých živin je zapotřebí nejprve hodnoty z analyzovaných výkalů a krmiv převést na hodnoty, které odpovídají obsahu živin ve 100% sušině. Tyto výpočty byly provedeny pomocí přepočtového faktoru, který je uveden výše.

Pro výpočet stravitelnosti živin, tedy dusíkatých látek, tuku, vlákniny, popelovin, písku, bezdusíkatých látek a organické hmoty, byl použit vzorec:

$$\text{Stravitelnost živiny} [\%] = 100 - \frac{i_{\text{krm}} * \check{Z}_{\text{výk}}}{i_{\text{výk}} * \check{Z}_{\text{krm}}} \times 100$$

kde i_{krm} je obsah indikátoru v sušině krmiva, $i_{\text{výk}}$ je obsah indikátoru v sušině výkalů, $ž_{\text{krm}}$ je obsah živiny v sušině krmiva, $ž_{\text{výk}}$ je obsah živiny v sušině výkalů.

Tento vzorec je používán pro stanovení stravitelnosti živin indikátorovou metodou. Tato metoda umožňuje zjistit poměr mezi množstvím krmiv spotřebovaných zvířetem a množstvím vyloučených výkalů. Metoda je založena na tom, že veškerý přijatý indikátor se vyloučí ve výkalech, zatímco z přijatých živin se vyloučí živiny nestrávené. Dále tato metoda poukazuje na to, že hmotnost sušiny výkalů je vždy menší než hmotnost sušiny přijatého krmiva a koncentrace indikátoru v sušině výkalů je vyšší než koncentrace indikátoru v sušině krmiva. Proto platí, že pokud sušina výkalů obsahuje např. čtyřikrát větší množství indikátoru než sušina krmiva, je množství výkalů čtyřikrát menší než spotřeba krmiva (v sušině). Indikátor může být použit z původní složky krmiva jako přirozený indikátor, nebo může být indikátor do krmné dávky úmyslně přidán, nesmí však ovlivňovat trávení a musí být nestravitelný. (KaceroVský, et al., 1990)

Pro tento pokus byl použit indikátor z původní složky krmiva – písek.

4.3.2 Výpočet energie

Dalšími výpočty byla zjišťovaná metabolizovatelná energie v krmivu. K tomuto výpočtu byly opět použity hodnoty z analyzovaných krmných směsí. Hodnoty, které jsme při analýze získaly, byly vyjádřeny jako procentuální podíl z celku, proto je možné hodnoty rovnou dosadit do rovnice pro výpočet metabolizovatelné energie. Tato rovnice byla popsána v kapitole 3.2.1.3.

$$ME = B \times 14,7 + T \times 35,7 + Sa \times 14,7 \text{ [kJ]},$$

kde B jsou bílkoviny, T jsou tuky, Sa jsou sacharidy.

Všechny hodnoty živin jsou vztaženy na obsah živin ve 100 gramech krmiva. Pomocný výpočet pro zjištění obsahu sacharidů je:

$$Sa = \text{sušina krmiva} - (B + T + \text{popeloviny})$$

4.3.3 Výpočet potřeby energie pro konkrétní psy

Pro výpočet konkrétní potřeby energie pro konkrétního psa stačí dosadit živou hmotnost psa do rovnice, která byla vysvětlena v kapitole 3.2.1.5.

$$E = 460 \text{ kJ} \times H^{0,75} \text{ [kJ na den,]}$$

nebo

$$E = 110 \text{ kcal} \times H^{0,75} \text{ [kcal na den,]}$$

kde E je potřeba energie, H je živá hmotnost v kg.

5 VÝSLEDKY

5.1 Porovnání naměřených hodnot s deklarovanými hodnotami

V následujících tabulkách (Tab. 2, 3, 4), jsou srovnány hodnoty živin v krmivu, které jsou deklarované výrobcem a hodnoty naměřené při laboratorních rozborech. V každé tabulce je uvedený rozdíl mezi deklarovanými a naměřenými hodnotami a podle Nařízení komise (EU) č. 939/2010 ze dne 20. října 2010, kterým se mění příloha IV nařízení (ES) č. 767/2009 týkající se povolených tolerancí pro označování složení krmných surovin nebo krmných směsí podle čl. 11 odst. 5 byly tyto rozdíly vyhodnoceny. Zvýrazněné jsou hodnoty, které nevyhovují povoleným hodnotám. Tolerované hodnoty jsou uvedeny v Příloze 1.

Při analyzování obsahu tuku, z technických důvodů nebylo možné provést hydrolyzu, která se standardně při zjišťování obsahu tuku z krmiv provádí. Z tohoto důvodu vyšla hodnota tuku o 4-5 % nižší než se ve zkoumaném vzorku nachází. Tento nedostatek je v každé tabulce zohledněn rozpětím možné odchylky od skutečného obsahu.

Bezdušikaté látky výtahkové nejsou uváděny ve složení na obalech krmiv, lze je ale z uvedených údajů dopočítat podle výše uvedené rovnice a proto jsou v tabulkách vyjádřeny.

	Deklarované/naměřené hodnoty	Vlhkost (%)	NL (%)	Tuk (%)	Vláknina (%)	Popel (%)	BNLV (%)
Astor	Deklarované hodnoty	10,00	23,00	11,00	3,00	8,00	45,00
	Naměřené hodnoty	7,6	22,03	6,9 + 4-5	2,45	9,66	51,85
	Rozdíl (%)	- 2,40	- 0,97	- 0,1- + 0,9	- 0,55	+ 1,66	+ 6,85

Tab. 2: Naměřené a deklarované hodnoty u krmné směsi Astor

Brit Premium	Deklarované/naměřené hodnoty	Vlhkost (%)	NL (%)	Tuk (%)	Vláknina (%)	Popel (%)	BNLV (%)
	Deklarované hodnoty	10,00	25,00	15,00	2,20	6,40	41,40
	Naměřené hodnoty	6,58	23,41	11,5 + 4-5	3,09	9,25	46,21
	Rozdíl (%)	- 3,42	- 1,59	+ 0,5- + 1,5	+ 0,89	+ 2,85	+ 4,81

Tab. 3: Naměřené a deklarované hodnoty u krmné směsi Brit Premium

Brit Care	Deklarované/naměřené hodnoty	Vlhkost (%)	NL (%)	Tuk (%)	Vláknina (%)	Popel (%)	BNLV (%)
	Deklarované hodnoty	10,00	26,00	15,00	2,50	7,00	39,50
	Naměřené hodnoty	6,13	27,76	11,5 + 4-5	3,51	5,50	45,48
	Rozdíl (%)	- 3,87	+ 1,76	+ 0,5- + 1,5	+ 1,01	- 1,50	+ 5,98

Tab. 4: Naměřené a deklarované hodnoty u krmné směsi Brit Care

5.2 Stravitelnost živin

V tabulce 5 je spočítaná průměrná stravitelnost živin. Stravitelnost byla spočítána v programu Statistika 12 a jednotlivé hodnoty jsou uvedené se směrodatnou odchylkou, která udává variabilitu hodnot v daném souboru, tzn., že udává variabilitu stravitelnosti jednotlivých živin u různých psů.

V tabulce jsou uvedeny základní živiny – dusíkaté látky (NL), tuk, vláknina, popel, bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), sušina a organická hmota. Organická hmota byla vypočítána jako rozdíl sušiny a popelovin.

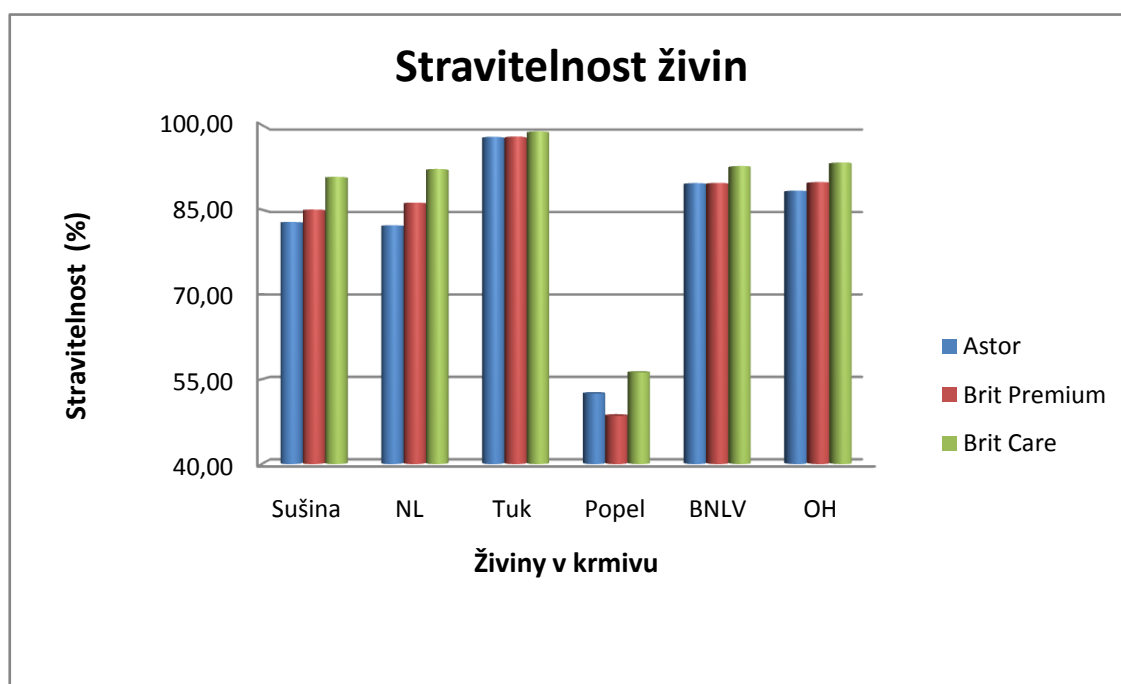
V grafu 1 je porovnání stravitelnosti jednotlivých živin v testovaných krmivech. Z grafu je jasně patrné, která krmná směs má nejnižší a která nejvyšší stravitelnost dané živiny.

Krmiva	Statistika	Sušina (%)	NL (%)	Tuk (%)	Popel (%)	BNLV (%)	OH (%)
Astor	Průměr	82,82	82,23	97,88	52,47	89,69	88,36
	Směrodatná odchylka	2,88	6,03	0,82	14,91	1,75	1,75

Brit Premium	Průměr	85,01	86,24	97,93	48,50	89,73	89,87
	Směrodatná odchylka	7,17	6,60	1,40	17,12	7,47	6,14

Brit Care	Průměr	90,80	92,19	98,84	56,22	92,71	93,34
	Směrodatná odchylka	2,11	2,01	0,65	11,18	2,13	1,86

Tab. 5: Průměrná stravitelnost živin u testovaných krmiv se směrodatnou odchylkou



Graf 1: Porovnání stravitelnosti živin v jednotlivých krmivech

5.3 Metabolizovatelná energie (ME)

V tabulce 6 jsou uvedené hodnoty deklarované ME, které se nachází ve složení na obalech krmiv. Tyto hodnoty jsou porovnány s vypočítanými hodnotami metabolizovatelné energie, pomocí výše uvedené rovnice. Vzhledem k tomu, že energie na obalech je uváděná v kcal/kg a rovnice pro výpočet ME je vyjádřena v kJ/100g bylo nutné dané hodnoty vyjádřit ve správných jednotkách za pomoci vztahu 1cal = 4,186 J.

Podle Nařízení komise (EU) č. 939/2010, příloha IV mohou být rozdíly v deklarovaných a zjištěných hodnotách ME do 10 %.

Deklarovaná/spočítaná ME	Astor	Brit Premium	Brit Care
Deklarovaná ME (kcal/kg)	3315,00	4143,00	4088,00
Spočítaná ME (kcal/kg)	3535,72	3780,02	3928,70
Rozdíl (%)	+ 6,66	- 8,76	- 3,90

Tab 6. Deklarovaná a spočítaná metabolizovatelná energie a procentuální rozdíl mezi nimi

5.4 Porovnání doporučené a spočítané krmné dávky a denní potřeby energie pro konkrétní psy

V tabulce 7, 8, 9 jsou uvedeni psi, na kterých byl prováděn biologický pokus. U jednotlivých psů je uvedena jejich hmotnost, díky které byla spočítaná denní energetická potřeba pro každého psa. Z této hodnoty a hodnoty metabolizovatelné energie uvedené na obalu krmiva, byla dopočítaná denní krmná dávka v gramech, která by měla přesně odpovídat denní energetické potřebě psa. Tyto hodnoty byly porovnány s doporučeným krmným plánem od výrobce, který je uveden na obalu krmiva. Výrobce v krmném plánu uvádí krmnou dávku pro 10, 15, 20 a 25 kg vážícího psa, proto bylo nejprve nutné spočítat krmnou dávku na kilogram živé hmotnosti. Z té byla dopočítána celková denní krmná dávka pro konkrétní hmotnost psa a množství energie v ní obsažené. Poté byla porovnaná krmná dávka sestavená na základě skutečné energetické potřeby psa a krmná dávka vyplývající z hodnot doporučených výrobcem. Rozdíl mezi nimi byl vyjádřen v procentech.

Astor								
Jméno	váha (kg)	Vypočítané hodnoty		Deklarované hodnoty			Rozdíl (%)	
		energetická potřeba psa (kcal/den)	KD/den (g)	KD (g/kg ž. hm.)	KD/den (g)	ME v KD (kcal/den)	KD/den	ME potřeba psa a ME v KD
Opička	12,3	722,47	217,94	15,00	184,50	611,62	- 15,34	
Kiwi	12,6	735,65	221,92	15,00	189,00	626,54	- 14,83	
Chanel	13	753,10	227,18	15,00	195,00	646,43	- 14,16	
Winnie	13,1	757,44	228,49	15,00	196,50	651,40	- 14,00	
Choco	13,6	779,02	235,00	15,00	204,00	676,26	- 13,19	
Jack	14	796,14	240,16	14,00	196,00	649,74	- 18,39	
Kája	14	796,14	240,16	14,00	196,00	649,74	- 18,39	
Lordík	14,2	804,65	242,73	14,00	198,80	659,02	- 18,10	
Mojík	14,5	817,37	246,57	14,00	203,00	672,95	- 17,67	
Originál	14,7	825,81	249,11	14,00	205,80	682,23	- 17,39	
Rory	14,7	825,81	249,11	14,00	205,80	682,23	- 17,39	
Metaxa	15	838,42	252,92	14,00	210,00	696,15	- 16,97	
Dasty	15	838,42	252,92	14,00	210,00	696,15	- 16,97	
Isabela	15	838,42	252,92	14,00	210,00	696,15	- 16,97	
Dortík	15,3	850,96	256,70	14,00	214,20	710,07	- 16,56	
Cash	15,6	863,45	260,47	14,00	218,40	724,00	- 16,15	
Modlej	16	880,00	265,46	14,00	224,00	742,56	- 15,62	
Berta	16,2	888,24	267,94	14,00	226,80	751,84	- 15,36	
Charlie	17	920,94	277,81	13,50	229,50	760,79	- 17,39	
Questík	17,2	929,05	280,26	13,50	232,20	769,74	- 17,15	
průměr rozdílu v %							- 16,40	

Tab. 7: Vypočítané krmné dávky a energetické potřeby pro konkrétní psy u krmiva Astor

Brit Premium								
Jméno	váha (kg)	Vypočítané hodnoty		Deklarované hodnoty			Rozdíl (%)	
		energetická potřeba psa (kcal/den)	KD/den (g)	KD (g/kg ž. hm.)	KD/den (g)	ME v KD (kcal/den)	KD/den	ME potřeba psa a ME v KD
Opička	12,3	722,47	174,38	10,50	129,15	535,07	- 25,94	
Kiwi	12,6	735,65	177,56	10,50	132,30	548,12	- 25,49	
Chanel	13	753,10	181,78	10,50	136,50	565,52	- 24,91	
Winnie	13,1	757,44	182,82	10,50	137,55	569,87	- 24,76	
Choco	13,6	779,02	188,03	10,50	142,80	591,62	- 24,06	
Jack	14	796,14	192,16	10,20	142,80	591,62	- 25,69	
Kája	14	796,14	192,16	10,20	142,80	591,62	- 25,69	
Lordík	14,2	804,65	194,22	10,20	144,84	600,07	- 25,42	
Mojík	14,5	817,37	197,29	10,20	147,90	612,75	- 25,03	
Originál	14,7	825,81	199,33	10,20	149,94	621,20	- 24,78	
Rory	14,7	825,81	199,33	10,20	149,94	621,20	- 24,78	
Metaxa	15	838,42	202,37	10,20	153,00	633,88	- 24,40	
Dasty	15	838,42	202,37	10,20	153,00	633,88	- 24,40	
Isabela	15	838,42	202,37	10,20	153,00	633,88	- 24,40	
Dortík	15,3	850,96	205,40	10,20	156,06	646,56	- 24,02	
Cash	15,6	863,45	208,41	10,20	159,12	659,23	- 23,65	
Modlej	16	880,00	212,41	10,20	163,20	676,14	- 23,17	
Berta	16,2	888,24	214,39	10,20	165,24	684,59	- 22,93	
Charlie	17	920,94	222,29	10,00	170,00	704,31	- 23,52	
Questík	17,2	929,05	224,25	10,00	172,00	712,60	- 23,30	
průměr rozdílu v %							- 24,52	

Tab. 8: Vypočítané krmné dávky a energetické potřeby pro konkrétní psy u krmiva Brit Premium

Brit Care								
Jméno	váha (kg)	Vypočítané hodnoty		Deklarované hodnoty			Rozdíl (%)	
		energetická potřeba psa (kcal/den)	KD/den (g)	KD (g/kg ž. hm.)	KD/den (g)	ME v KD (kcal/den)	KD/den	ME potřeba psa a ME v KD
Opička	12,3	722,47	176,73	10,75	132,23	540,54	- 25,18	
Kiwi	12,6	735,65	179,95	10,75	135,45	553,72	- 24,73	
Chanel	13	753,10	184,22	10,75	139,75	571,30	- 24,14	
Winnie	13,1	757,44	185,28	10,75	140,83	575,69	- 23,99	
Choco	13,6	779,02	190,56	10,75	146,20	597,67	- 23,28	
Jack	14	796,14	194,75	10,00	140,00	572,32	- 28,11	
Kája	14	796,14	194,75	10,00	140,00	572,32	- 28,11	
Lordík	14,2	804,65	196,83	10,00	142,00	580,50	- 27,86	
Mojík	14,5	817,37	199,94	10,00	145,00	592,76	- 27,48	
Originál	14,7	825,81	202,01	10,00	147,00	600,94	- 27,23	
Rory	14,7	825,81	202,01	10,00	147,00	600,94	- 27,23	
Metaxa	15	838,42	205,09	10,00	150,00	613,20	- 26,86	
Dasty	15	838,42	205,09	10,00	150,00	613,20	- 26,86	
Isabela	15	838,42	205,09	10,00	150,00	613,20	- 26,86	
Dortík	15,3	850,96	208,16	10,00	153,00	625,46	- 26,50	
Cash	15,6	863,45	211,22	10,00	156,00	637,73	- 26,14	
Modlej	16	880,00	215,26	10,00	160,00	654,08	- 25,67	
Berta	16,2	888,24	217,28	10,00	162,00	662,26	- 25,44	
Charlie	17	920,94	225,28	10,00	170,00	694,96	- 24,54	
Questík	17,2	929,05	227,26	10,00	172,00	703,14	- 24,32	
průměr rozdílu v %							- 26,03	

Tab. 9: Vypočítané krmné dávky a energetické potřeby pro konkrétní psy u krmiva Brit Care

6 DISKUSE

6.1 Srovnání skutečného obsahu živin s hodnotami deklarovanými

V tabulkách 2, 3, 4 je porovnáno deklarované množství živin výrobcem, s množstvím živin skutečně zjištěným při laboratorních analýzách. Hodnocená byla sušina, dusíkaté látky, tuk, vláknina, popel a bezdusíkaté látky výtažkové, které přímo deklarované nejsou, ale dají se snadno dopočítat z ostatních uvedených hodnot ve složení krmiva. V každé tabulce je uvedený rozdíl mezi deklarovanými a naměřenými hodnotami a tyto rozdíly byly vyhodnoceny podle Nařízení komise (EU) č. 939/2010, vyhlášky IV, která udává tolerované rozdíly ve zjištěných a deklarovaných hodnotách. Tyto tolerance jsou uvedené v Příloze 1.

U všech testovaných krmiv byl nalezen nepovolený rozdíl v množství obsažené sušiny a BNLV. Sušina ve zkoumaných vzorcích krmiv byla nižší, než je deklarováno, rozdíl byl v rozmezí 2,4-3,87 %, přitom povoleno je pouze ± 1 %. Bezdusíkaté látky výtažkové mají povolený limit $\pm 3,5$ %, u krmiva Astor byl rozdíl 6,85 %, u krmiva Brit Premium 4,81 % a u krmiva Brit Care 5,98 %. Další nepovolený rozdíl byl zjištěn u obsahu popela a to u krmiv Brit Premium a Brit Care, kdy při deklarované hodnotě popelovin pod 8 % je povolen rozdíl pouze ± 1 %. V případě krmiva Brit Premium byl rozdíl o 2,85 %, u Brit Care byl rozdíl 1,5 %. Způsobené nepovolené rozdíly mohly být ovlivněny použitými surovinami. Popeloviny, tedy minerální látky jsou do krmiv přidávány, ale i další suroviny, ze kterých jsou krmiva vyráběná, obsahují další minerální látky. A ty právě mohou ovlivnit celkovou hladinu popelovin. Například rozdíl v hladině popelovin může nastat, pokud je jako živočišný zdroj zpracováno maso i s kostmi nebo bez kostí.

Všechny další odchylky, které jsou v tabulkách uvedeny, jsou v povolených tolerancích. Celkové zhodnocení rozdílů u hodnot deklarovaných a u hodnot skutečných je takové, že zjištěné rozdíly jsou tak malé, že nemohou mít vliv na celkový zdravotní a fyziologický stav psa.

Dále se může zhodnotit obsah jednotlivých živin. Podle AAFCO (2008) je u dospělých psů minimální potřebné množství dusíkatých látek obsažených v krmivu 18 % a u tuku 5 %. Podle Hand et al. (2010) by se množství vlákniny v krmivu mělo pohybovat mezi 2-5 %. Tyto hranice jsou dodrženy u všech testovaných krmiv.

6.2 Zhodnocení stravitelnosti živin

V tabulce 5 je spočítaná průměrná stravitelnost živin. Stravitelnost byla spočítána v programu Statistika 12 a jednotlivé hodnoty jsou uvedené se směrodatnou odchylkou, která udává variabilitu hodnot v daném souboru, tzn., že udává variabilitu stravitelnosti jednotlivých živin u různých psů. Hodnoceny byly dusíkaté látky (NL), tuk, vláknina, popel, bezdusíkaté látky výtahové (BNLV), sušina a organická hmota. Organická hmota byla vypočítána jako rozdíl sušiny a popelovin.

Stravitelnost dusíkatých látek byla stanovena na 82-92 %. 82 % u krmiva Astor, 86 % u krmiva Brit Premium a 92 % u krmiva Brit Care, tato zvyšující stravitelnost dusíkatých látek odpovídá třídám kvality, do kterých jsou krmiva zařazena, a může být ovlivněna použitými surovinami pro výrobu krmiv. Ze složení u krmiva Astor není jasně patrné, z jakého zdroje dusíkaté látky pochází a proto, jejich stravitelnost může být o něco nižší. Zatímco u Brit Care, je ve složení krmiva jasně uvedený živočišný zdroj a i podle vysoké stravitelnosti můžeme říci, že byly použity suroviny nejvyšší kvality. Krmivo Brit Premium je ve střední třídě kvality a tomu odpovídá střední hodnota stravitelnosti dusíkatých látek i suroviny použitých při výrobě.

Stravitelnost sušiny byla stanovena v rozmezí 82-90 %. 82,82 % u krmiva Astor, 85 % u krmiva Brit Premium a 90,80 % u krmiva Brit Care. Jedná se opět o vysokou stravitelnost, na které můžeme pozorovat, že s vyšší třídou kvality se zvyšuje i stravitelnost. Z toho je tedy možné opět usuzovat, že s vyšší stravitelností stoupá kvalita použitých surovin.

Stravitelnost bezdusíkatých látek výtahových byla stanovena na 88-93 %. Tuto stravitelnost ovlivňuje především množství rostlinných surovin použitých při výrobě a tedy obsah vlákniny v krmivu. Vlákna je velmi špatně stravitelná pro všechny savce a hlavní funkcí v trávicím traktu je pozitivní ovlivňování trávení a podpora peristaltiky střev. Vlákna ovlivňuje stravitelnost ostatních živin, a pokud je v krmivu obsažena ve vyšším množství snižuje jejich stravitelnost.

V grafu 1 je porovnání stravitelnosti jednotlivých živin v testovaných krmivech. Z grafu je jasně patrné, která krmná směs má nejnižší a která nejvyšší stravitelnost dané živiny. Můžeme tedy říci, že nejvíce stravitelné živiny, jsou obsaženy v super prémiovém krmivu Brit Care, a nejméně stravitelné v ekonomickém krmivu Astor. Což tedy odpovídá zařazení krmných směsí do tříd kvality. Dále je z grafu patrné, že všechna krmiva mají vysokou stravitelnost živin.

6.3 Zhodnocení metabolizovatelné energie

V tabulce 6 jsou porovnány deklarované hodnoty s hodnotami spočítanými a vyjádřený procentuální rozdíl mezi nimi. Hodnoty metabolizovatelné energie byly stanoveny rovnicí a výpočtem, můžeme tedy říci, že hodnota nemusí být tak přesná, jako kdyby byla testovaná v přímém biologickém pokusu. V tomto pokusu nebyla stanovena z důvodu, že výrobce na obalu krmiv uvádí přímo metabolizovatelnou energii, kterou je možné dopočítat a není k tomu potřeba znát brutto energii, která by byla zjišťována při pokusu na psech. Procentuální rozdíl je celkem zanedbatelný u krmiv Astor a Brit Care, u krmiva Brit Premium není možné říci, proč je rozdíl mezi hodnotami skoro 9 %, protože nevíme, jakou formou zjišťoval metabolizovatelnou energii výrobce.

Podle Süvegové et al. (1994) a podle Mudříka et al. (2007) by krmivo mělo v průměru obsahovat 10 g stravitelných dusíkatých látek (SNL) na 1 MJ energie. Podle zjištěných stravitelností a deklarovaných hodnot bylo zjištěno, že u krmiva Astor je 13,63 g SNL na 1 MJ energie, u krmiva Brit Premium je 12,92 g SNL na 1 MJ energie a u krmiva Brit Care je tento poměr 14,95 g SNL na 1 MJ energie. Z těchto výsledků je patrné, že hodnoty stravitelných dusíkatých látek na 1 MJ energie jsou nadprůměrné.

6.4 Zhodnocení doporučené a spočítané krmné dávky a denní potřeby energie pro konkrétní psy

V tabulkách 7, 8, 9 jsou uvedeny krmné dávky doporučené výrobcem a krmné dávky vypočítané podle skutečné energetické potřeby daných psů. Tyto hodnoty byly porovnány a byl vytvořen procentuální rozdíl u jednotlivých psů, který byl na závěr zprůměrován.

Protože výrobce v doporučeném krmném plánu uvádí krmnou dávku pro 10, 15, 20 a 25 kg vážícího psa, bylo nejprve nutné spočítat krmnou dávku na kilogram živé hmotnosti. A tu poté vynásobit se skutečnou hmotností. Tato dávka byla vytvořena jako průměrná dávka v rozmezí hmotností pro tři vytvořené skupiny. Tzn., že jsem vytvořila 3 skupiny, první pro rozpětí hmotností 12-13,9 kg, druhou pro 14-16,2 kg a třetí pro 16,5-18,5 kg a v každé skupině bylo počítáno s jednou průměrnou hodnotou krmné dávky na 1 kg živé hmotnosti.

Průměrný rozdíl v doporučených denních KD od výrobce a mnou zjištěných je u krmiva Astor 16,4 %, u krmiva Brit Premium 24,52 % a u krmiva Brit Care dokonce 26,03 %. Výrobce na každém obalu uvádí, že se jedná pouze o doporučenou orientační

krmnou dávku a majitel psa by proto měl dávku upravovat, zvyšovat či snižovat, podle momentální kondice a výkonnosti psa. Přesto si ale myslím, že rozdíl okolo 25 %, tedy čtvrtiny denní krmné dávky, je už značný a pro psy některých majitelů, kteří se ve výživě příliš neorientují je už tento rozdíl zásadní. Proto bych výrobci doporučila přehodnotit krmné dávky a potřeby energie u krmiva Brit Premium a Brit Care.

7 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se zaměřila na kvalitativní zhodnocení komerčních krmných směsí pro dospělé psy středních plemen. Hodnocení probíhalo na základě biologického pokusu, který byl proveden na plemeni bigl, a na laboratorních analýzách.

Na základě získaných výsledků a prostudované literatury lze vyvodit několik obecně platných závěrů:

- Kompletní krmné směsi vyráběné VAFO PRAHA s. r. o. – Astor, Brit Premium a Brit Care jsou sestavené podle skutečných živinových potřeb psů a můžeme říci, že hypotézy, které byly stanoveny v cíli práce byly potvrzeny.
- Metabolizovatelná energie se mírně rozcházela se zjištěnými a deklarovanými hodnotami, větší rozdíl byl zaznamenán u krmiva Brit Premium, ale všechny zjištěné odchylky jsou v mezích tolerance.
- Větší rozdíly byly zaznamenány v množství doporučené denní krmné dávky a v ní obsažené energie, s hodnotami, které byly vypočítány podle skutečné energetické potřeby psa. Proto by bylo dobré, přehodnotit doporučený krmný návod od výrobce, případně upravit krmnou dávku podle momentální potřeby a výkonnosti psa.
- Při hodnocení stravitelnosti živin, byly zjištěné vysoké hodnoty, což odpovídá tomu, že pro výrobu krmných směsí jsou použité kvalitní a pro psa vysoce stravitelné suroviny.
- Při hodnocení doporučeného poměru stravitelných bílkovin a energie (10 g SNL na 1 MJ) byly zjištěné nadprůměrné hodnoty. Z toho lze usuzovat, že všechny krmné směsi mají vyšší obsah stravitelných bílkovin, ale nižší obsah potřebné energie.
- Doporučení spotřebitelům je takové, že při výběru krmiv pro psy je potřeba prostudovat deklarované hodnoty a orientovat se alespoň v základech výživy psů. Je důležité, upravovat krmnou dávku, podle momentální potřeby a stavu psa, ale není nutné psy zbytečně překrmovat z důvodu stále více se vyskytujících obézních psů.

Toto pokusné sledování nemohlo postihnout všechny významné hodnoty pro kompletní kvalitativní zhodnocení testovaných krmných směsí a pro stoprocentní doporučení ve správném krmení psů. Aby se vyhodnotila skutečná objektivita, bylo by dobré se zaměřit na limitující aminokyseliny, případně na hladinu mikroprvků v detailnějších chemických rozborech.

8 SEZNAM LITERATURY

Agar, S., 2001. *Small Animal Nutrition*. Butterworth–Heinemann. Oxford. p. 187. ISBN: 978-07506-4575-1.

AFCO (Association of American Feed Control Officials). 2008. *Official Publication*, 99th edition. Oxford.

Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., Raasch, M. F. 2011. *Canine and feline nutrition*. Mosby Elsevier. Maryland Heights. p. 562. ISBN: 978-0-323-06619-8.

Cummings, B. *Human Biology*. [online] 2001 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z <http://bioserv.fiu.edu/~walterm/fund_sp2004/digestion/present.htm>.

ČMKU (Českomoravská Kynologická Unie), 2011, *Bígl*. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z <<http://www.cmku.cz/index2.php?stranka=uvod>>.

Dvořáková, Z. 2003. *Moderní výživa psa a zdravé mlsání*. Golftime. Praha. s. 160.

Edney, A. T. B. 1991. *The Waltham Book - Výživa psa a kočky*. Canis. Praha. s. 141. ISBN: 80-900820-9-2.

Evropská Unie. Nařízení komise (EU) č. 939/2010, kterým se mění příloha IV nařízení (ES) č. 767/2009 týkající se povolených tolerancí pro označování složení krmných surovin nebo krmných směsí podle čl. 11 odst. 5 [online] 20. října 2010. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/>>.

Hand, M. S., Thatcher, C. D., Remillard, R. L., Roudebush, P., Novotny, B. J. 2010. *Small Animal Clinical Nutrition*. Mark Morris Institute. Kansas. p. 1314.

Hand, M. S., Thatcher, D. C., Remillard, L. R., Roudebush, P. 2000. *Small animal clinical nutrition*. Mark Morris Institute. Kansas. p. 1192. ISBN: 0-945837-05-4.

Ježková, A. (2009). Zdravá a vyvážená krmiva pro psy. *Krmivářství*. 13 (03). 33,34.

Jílek, F., Cibulka, J., Fučíková, A., Härtlová, H., Kudweis, M., Rozinek, J., Sedmíková, M., Mudřík, Z., Hučko, B., Kacerovská, L., Kodeš, A. 2000. *Biologické základy chovu hospodářských zvířat*. PEF ČZU v Praze. Praha. s. 232. ISBN: 80-213-0658-0.

Jirásek, J. 2009. Technologie výroby extrudovaných krmiv pro psy a kočky. *Krmivářství*. 13(02), 30,31.

Kacerovský, O., Babička, L., Bíro, D., Heger, J., Jedlička, Z., Lohniský, J., Mudřík, Z., Roubal, P., Svobodová, M., Vencl, B., Vrátný, p., Zelenka, J. 1990. *Zkoušení a posuzování krmiv*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 216. ISBN: 80-209-0098-5.

Kienzle, E., Schrag, I., Butterwick, R., Opitz, B. 2002. Calculation of Gross Energy in Pet Foods: Do We Have the Right Values for Heat of Combustion. *J. Nutr.* p. 132. ISBN: 1799S-1800S.

Kodeš, A. 2005. *Základy výživy zvířat. V: Člověk a živočich*. ČZU v Praze. Praha. s. 105-110. ISBN: 80-213-1316-1.

König, H. E., Liebich, H. G. 2002. *Anatomie domácích savců 2: Splanchnologie, cévní a nervová soustava*. Hajko & Hajková. Bratislava. s. 416. ISBN: 80-88700-57-4.

Kváš, M. 1998. *Výživa psů*. Dona. České Budějovice. s. 68. ISBN: 80-85463-99-7.

Laukner, A. 2006. *Pes - správné krmení*. Grada Publishing a.s.. Praha. s. 63. ISBN: 80-247-1761-1.

Mudřík, Z., Podsedníček, M., Hučko, B. 2007. *Základy výživy a krmení psa*. ČZU v Praze. Praha. s. 128. ISBN: 978-80-213-1659-1.

Neubauerová, L. 2010. Extrudovaná krmiva pro psy. *Krmivářství*. 14(02). 43,44.

PFI. Pet Food Institute. [online]. Washington, D. C. 2002. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z <<http://www.petfoodinstitute.org/?page=DryPetFood>>.

Procházka, Z. (1994). Chov psů. Brno.

Reece, W. O. 2010. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2. vydání. Grada Publishing a.s.. Praha. s. 473. ISBN: 978-80-247-3282-4.

Reece, W. O. 1998. Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishing a.s.. Praha. s. 449. ISBN: 80-7169-547-5.

Reinerth, S. 2005. Natural Dog Food - Rohfütterung für Hunde - Ein praktischer Leitfaden. Books on Demand GmbH. Norderstedt. p. 239. ISBN: 3-8334-3063-X.

Sova, Z. 1987. Nemoci psů. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. p. 258.

Suchý, P., Straková, E., Suchý, P. ml. 2007. Výživa psů, potřeba živin a dietetické účinky krmiv. Veterinářství. 57(6). 343-350.

Süvegová, K., Mertin, D. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre psov. Výskumný ústav živočišnej výroby. Nitra. p. 61. ISBN: 80-967057-5-X.

Svoboda, M., Senior, D. F., Doubek, J., Klimeš, J. 2000. Nemoci psa a kočky 1. díl. Noviko. Brno. s. 1014. ISBN: 80-902595-2-9.

Štercová, E., Straková, E., Rusníková, L., Hudečková, P. Chemická analýza krmiv. [online]. 2012. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/index.html>.

VAFO PRAHA s. r. o.. [online]. Chrášťany. 2015. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z <<http://www.krmivo-brit.cz/>>.

Železný, L. (2003). Revoluce ve výrobě krmiv. Veterinářství. 52(06). 247.

9 PŘÍLOHY

Tuk, NL, Popel	Deklarované hodnoty (%)	24 >	8-24	< 8
	Tolerance (%)	± 3	± 12,5	± 1

CF, Cukr, Škrob	Deklarované hodnoty (%)	20 >	10-20	< 10
	Tolerance (%)	± 3,5	± 17,5	± 1,7

Vlhkost	Deklarované hodnoty (%)	12,5 >	5-12	2-5	< 2
	Tolerance (%)	± 8	± 1	± 20	± 0,4

Příloha 1: Tabulka povolených tolerancí pro označování složení krmných směsí podle Nařízení komise (EU) č. 939/2010, příloha IV



Příloha 2: Ukázka balení testovaných krmiv (VAFO PRAHA s. r. o., 2015)