

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Vliv technologie výroby na stravitelnost  
základních živin v krmivech pro psy**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Radana Laudátová**

**Obor studia: Kynologie**

**Vedoucí práce: doc. MVDr. Eva Skřivanová, PhD.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv technologie výroby na stravitelnost základních živin v krmivech pro psy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. dubna 2018

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. MVDr. Evě Skřivanové, PhD., vedoucí mé bakalářské práce, za její odborné vedení, cenné rady, trpělivost a vstřícnost. Dále bych ráda poděkovala Ing. Adéle Palacké a Ing. Daně Homolkové za jejich ochotu a pomoc při zpracování této práce. Mé poděkování dále patří mým rodičům a příteli za podporu nejen během psaní této práce, ale i během celého studia.

# Vliv technologie výroby na stravitelnost základních živin v krmivech pro psy

## Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem technologie výroby na základní živiny v krmivech pro psy. Práce je složena z teoretické a praktické části. Teoretická část práce, která je zpracována formou literární rešerše, shrnuje poznatky dostupné z odborné literatury, které se týkají oblastí problematiky krmení psa, základních živin, trávení a vstřebávání živin v organismu psa, stravitelnosti živin, metody stanovení stravitelnosti a vlivu technologie výroby na stravitelnost základních živin. Technologie výroby krmiv pro psy, kterými se tato práce zabývá, jsou extruze a lisování za studena. V praktické části práce byla zjišťována míra stravitelnosti jednotlivých živin u dvou krmných směsí, které byly vyrobeny odlišným technologickým postupem. Extrudovaná krmná směs byla pro účely testování označena jako „granule A“ a krmná směs vyrobená lisováním za studena jako „granule B“. Samotné testování probíhalo za použití 2 psů a 2 fen plemene border kolie ve věku 3 – 10 let. Tato skupina psů byla po dobu 3 týdnů krmena granulemi A a po dobu dalších 3 týdnů granulemi B. Před přechodem na novou krmnou směs bylo vždy dodrženo přípravné období trvající 7 dní, které sloužilo k návyku zvířat na novou krmnou směs. Vždy po období zkrmování dané krmné směsí byly získány vzorky výkalů od každého jedince a následně byla provedena laboratorní analýza. Současně byly analyzovány i vzorky testovaných krmných směsí. Analýza se skládala ze stanovení sušiny, popelovin, písku, tuku, hrubé vlákniny (CF), dusíkatých látek (NL) a bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV) ze získaných vzorků.

Díky výsledkům testování lze konstatovat, že stravitelnost základních živin je u extrudovaných krmiv a krmiv lisovaných za studena rozdílná. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn mezi průměrnými hodnotami stravitelnosti popela, tuku, NL a BNLV (u BNLV byl zjištěn statisticky velmi významný rozdíl). Mezi průměrnými hodnotami stravitelnosti sušiny, písku a hrubé vlákniny nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, což bylo zřejmě zapříčiněno vysokou mírou rozptylu mezi vzorky a nízkým počtem testovaných vzorků.

Z výsledků lze vyvodit, že výrobní technologie extruze zvyšuje stravitelnost analytických složek krmiva (sušiny, nerozpustného písku, tuku, NL a BNLV) více než lisování za studena díky působení vyšších teplot během procesu výroby.

**Klíčová slova:** pes; krmiva; stravitelnost; extruze; lisování za studena

# **The effect of technological process on nutrient digestibility in dog feed**

## **Summary:**

This bachelors thesis deals with the influence of production technology on elementary nutrients in dog food. This thesis is comprised of two parts a theoretical part and a practical part. Theoretical part, composed in form of a research, summarizes professional literature findings regarding such fields as dog feeding, elementary nutrients, digestion and absorption of nutrients in dog organism, digestibility of nutrients, methods specifying digestibility and influence of production technology on digestibility of elementary nutrients. Production technologies, which is the topic of this thesis, are extrusion and cold pressing. Practical part of this thesis examined the level of digestibility of two feed mixtures, both made using different production methods. For the purpose of my research, extruded feeds mixture is marked as „granule A“ and feeds mixture produced by cold pressing is marked as „granule B“. Research itself was carried out on two male and two female Border Collie dogs aged 3 – 10 years. This group of dog were fed „granule A“ for 3 weeks and then for the next three weeks dogs were fed „granule B“. Transitional period of 7 days was kept each time to help dogs get accustomed to new feeds mixture before every food transition. During the period of feeding respective mixtures, samples of feces were collected and subsequently a laboratory analysis was carried out. Simultaneously, samples of both feed mixtures were also being analyzed. Analysis was focused on assessing the samples content of dry matter, ash, gravel, fat, crude fiber, nitrogenous substances, nitrogen-free extract.

Based on the results of testing, it has been observed that digestibility of elementary nutrients is different for extruded feeds and for feeds produced by cold pressing. Statistically significant distinction was discovered between average values of digestibility of ash, fat, nitrogenous substances and nitrogen-free extract (for nitrogen-free substances the statistically significant difference was considered very significant). No statistically significant difference was discovered between the average values of dry matter, gravel, crude fiber, this is probably due to the fact that both analyzed mixtures were very distinct.

According to the results of the research it is obvious that production technology of extrusion increases digestibility of analytical components of feeds (dry matter, insoluble gravel, fat, nitrogenous substances and nitrogen-free extract) more than feeds produced by cold pressing do, thanks to the effect of high temperatures during the process of production.

**Keywords:** dog; pet food; digestibility; extrusion; cold-pressing

# Obsah

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Úvod .....  | 1  |
| 2     | Cíl práce.....  | 2  |
| 3     | Přehled literární rešerše .....                                 | 3  |
| 3.1   | Úvod do krmení psa .....  | 3  |
| 3.1.1 | Dělení průmyslově vyráběných krmiv.....                         | 3  |
| 3.1.2 | Výroba krmiv .....  | 4  |
| 3.1.3 | BARF.....   | 5  |
| 3.2   | Živiny.....   | 7  |
| 3.2.1 | Popis základních živin .....                                    | 8  |
| 3.2.2 | Potřeba živin v krmné dávce psa .....                           | 11 |
| 3.3   | Trávení a vstřebávání.....                                      | 13 |
| 3.3.1 | Regulace příjmu krmiva.....                                     | 14 |
| 3.3.2 | Trávicí soustava psa.....                                       | 14 |
| 3.4   | Stravitelnost živin.....  | 19 |
| 3.4.1 | Stravitelnost a metody jejího stanovení .....                   | 19 |
| 3.4.2 | Vliv technologie zpracování krmiva na stravitelnost živin ..... | 22 |
| 4     | Materiál a metodika.....  | 25 |
| 4.1   | Materiál.....   | 25 |
| 4.1.1 | Granule.....  | 25 |
| 4.1.2 | Psi.....  | 26 |
| 4.1.3 | Použité přístroje a chemické látky .....                        | 26 |
| 4.2   | Metodika .....  | 27 |
| 4.2.1 | Stanovení sušiny .....  | 27 |
| 4.2.2 | Stanovení popelovin .....                                       | 28 |
| 4.2.3 | Stanovení nerozpustného písku .....                             | 28 |
| 4.2.4 | Stanovení tuku .....  | 28 |
| 4.2.5 | Stanovení vlákniny (CF).....                                    | 29 |
| 4.2.6 | Stanovení hrubého proteinu (NL).....                            | 30 |
| 4.2.7 | Stanovení sacharidů .....                                       | 30 |
| 5     | Výsledky.....   | 31 |
| 5.1   | Vyhodnocení stravitelnosti granulí.....                         | 31 |
| 6     | Diskuze.....  | 34 |

|   |                                |    |
|---|--------------------------------|----|
| 7 | <b>Závěr</b> .....             | 36 |
| 8 | <b>Seznam literatury</b> ..... | 37 |
| 9 | <b>Seznam příloh</b> .....     | 42 |

# 1 Úvod

Češi se řadí k největším milovníkům psů. Dle odhadů byly v České republice v roce 2012 chovány asi 3 miliony psů. 44 % českých domácností vlastní alespoň jednoho psa. Pro srovnání v Německu je tento poměr 13 % a ve Francii je to 38 % (Sekaninová, 2012).

Trend krmení domácích mazlíčků průmyslově vyráběnými krmivy začal na přelomu druhého tisíciletí rychle stoupat. Krmení domácích mazlíčků průmyslově vyráběnými krmivy se již za řadu let osvědčilo nejen z hlediska plnění nutričních požadavků zvířat, ale také jako ekonomicky výhodný způsob krmení. V zemích západní Evropy zastupují průmyslově zpracovaná krmiva v průměru 58,8 % kalorického příjmu psů a koček, v zemích střední a východní Evropy je tato hodnota uváděna v rozmezí 35 – 50 % (Hand et al., 2010).

Komerční granulová krmiva pro domácí zvířata existují ve třech základních formách – suchá, polosuchá a vlhká. Jak naznačují názvy kategorií, nejvýraznější rozdíly mezi těmito krmivy jsou v podílu vody v krmných směsích. Globálním trendem majitelů psů a koček je podávání zvířatům nejčastěji suché krmné směsi (Hand et al., 2010). Je udáváno, že suchých krmiv se v České republice ročně zkrmí na 80 000 tun v celkové hodnotě 2,5 – 3 miliardy Kč (Sekaninová, 2012).

Kvalita krmiva závisí na jeho stravitelnosti, obsahu živin a nepřítomnosti toxinů (Roberts et al., 2005). Průmyslově vyráběná krmiva pro psy lze dělit dle technologie jejich výroby na extrudovaná krmiva a krmiva lisovaná za studena. Během procesu extruze je užíváno vysokého tlaku a vysokých teplot, zatímco při lisování za studena je použito teplot podstatně nižších (Šebková, 2017). Působení vysoké teploty by mohlo zapříčiňovat změny ve stravitelnosti výsledného produktu. Je proto žádoucí zjistit co nejvíce faktorů, které ovlivňují stravitelnost živin obsažených v krmivech pro psy. Jedním z těchto faktorů by mohla být technologie výroby.



# **1 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je zjistit, zda existuje vliv technologie výroby krmných směsí pro psy na stravitelnost základních živin. Technologie výroby, mezi kterými bude probíhat srovnávání ve vlivu na stravitelnost, jsou následující: extruze a lisování za studena.

## 2 Přehled literární rešerše

### 3.1 Úvod do krmení psa

Chovatelé z mnoha zemí světa podávají svým psům průmyslově vyráběná krmiva. Existuje celá škála různých druhů a typů těchto krmiv, z nichž chovatelé vybírají dle potřeb svých psů. Tyto potřeby se mění s věkem, fyzickou zátěží či zdravotním stavem zvířat. Industriálně vyráběná krmiva jsou prodávána jako kompletní krmné směsi, které by měly zajišťovat kompletní výživu psa a tím pádem příjem všech potřebných živin, či jako krmiva doplňková, která by měla být psům podávána spolu s dalšími krmnými zdroji, např. masovými konzervami (Mudřík a kol., 2007).

Pes domácí (*Canis lupus familiaris*) je klasifikován jako fakultativní masožravec s všežravým potenciálem, vyžadují-li to okolnosti. Nutriční potřeby psa jsou často splněny prostřednictvím kvalitního komerčního krmiva, mnohým psům se však všech potřebných živin nedostává. Nízká kvalita krmení může zapříčinit nedostatek některých živin a důsledky mohou být fatální (Stafford, 2006).

Psi jsou uzpůsobeni přijímání větších porcí potravy po delších časových úsecích. Je tedy vhodné podávat psovi celou krmnou dávku najednou nebo ji rozdělit do dvou porcí a podávat mu krmení tedy dvakrát za den. Potřeba přijímání potravy štěňat je jiná, jim je vhodné podávat krmení minimálně 2 – 3 krát během dne (Beitz et al., 2006).

#### 3.1.1 Dělení průmyslově vyráběných krmiv

Průmyslově vyráběná krmiva se dělí podle vlhkosti na mokrá, polosuchá a suchá. Zároveň je možné krmiva rozdělit do skupin dle určení, a to na krmiva pro mláďata, krmiva pro dospělé psy, krmiva se zvýšeným obsahem energie, krmiva se sníženým obsahem energie, krmiva pro seniory, krmiva pro alergické psy, krmiva pro velká plemena, krmiva pro malá plemena, vegetariánská krmiva, organická krmiva a holistická krmiva. Existuje též dělení krmiv dle kvality na economy, premium a superpremium, toto třídění však nemá zákonem stanovená pravidla, přestože je výrobcí často používáno (Mudřík a kol., 2007).

Hodnota metabolizovatelné energie (ME) suchých krmných směsí se pohybuje v rozmezí 2,7 – 7,1 kcal ME/g krmiva a více. Hodnota metabolizovatelné energie mokřích krmných směsí je udávána v rozmezí 0,7 – 1,4 kcal ME/g krmiva (Hand et al., 2010).

Beitz et al. (2006) uvádí, že hodnota obsahu vody v suchých krmivech se pohybuje mezi 6 – 10 %, v polosuchých krmivech mezi 15 – 30 % a v mokřých krmivech, která jsou ve většině případů konzervovaná, se pohybuje kolem 75 %.

Zdroje se často neshodují, FEDIAF (2006) uvádí obsah vody v krmivech následovně: suchá krmiva: do 14 %, polosuchá krmiva: 14 – 60 %, mokrá krmiva 60 % a více. Hand et al. (2010) uvádí obsah vody v krmivech následovně: suchá krmiva: 3 – 11 %, polosuchá krmiva: 25 - 35 %, mokrá krmiva 60 – 87 %.

### **3.1.2 Výroba krmiv**

#### **3.1.2.1 Extruze**

Extruze je proces formování určitého materiálu, při kterém je v kontejneru zahřát na vysokou teplotu (nad 100 °C) a poté je tlačěn (extrudován) přes lisovací matici, čímž je formován do určitého tvaru. Extruze je formující proces využívající tlak. Tento proces se používá při výrobě potravin a krmiv, ale také pevných a dutých profilů z hliníku, oceli a slitin mědi (Tschätsch, 2006).

K výrobě krmiva pro zvířata byla extruze poprvé využita v roce 1950. Pro výrobu lidských jídel byly extrudéry využívány již od 30. let 20. století. Psí granule (polosuché i suché), potrava pro laboratorní zvířata a další důležité produkty založené na obilninách jsou produkovány, pasterizovány a tvarovány varnou extruzí. Tyto produkty jsou vytvořeny tak, aby si uchovaly správné vlastnosti, optimální a vyvážené množství živin (Rokey, 1994).

Extruze je často označována jako metoda „HSTS“ (Hight Temperature Short Time), protože se jedná o krátkodobé působení vysoké teploty, což je metoda, která je ke zpracovanému krmivu a živinám v něm obsaženým velice šetrná. Během extruze dochází k rozsáhlým kvalitativním změnám krmiva, především k želatinizaci škrobů a denaturaci bílkovin (Farmet, 2014).

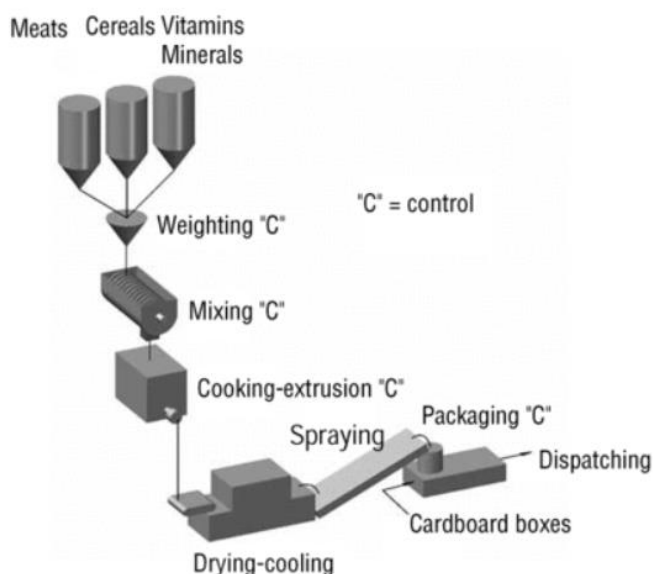
Během extruze se směsi obsahující obilí a bílkoviny spojí, vlhká granulová či moučná hmota je změněna v těsto. Škrobové složky želatinizují, což vede ke značné absorpci vlhkosti a zvýšení viskozity těsta. Díky proteinovým složkám je směsi dodána elasticita a vlastnosti udržující plyn, které jsou charakteristické pro hydratované těsto lepkavé konzistence. Jiné proteinové materiály, zejména ty s malou schopností rozpustnosti, jako je masová moučka a rybí moučka, přispívají k lepivé konzistenci a elasticitě hmoty méně (Rokey, 1994).

V extrudéru jsou vyráběna kromě suchých krmiv i polosuchá krmiva, při výrobě jsou však použity nižší teploty než je tomu za potřebí u krmiv suchých. Produkt není dosušován. Výsledné

krmivo je nutné zabezpečit proti zaplísnění, což je většinou prováděno pomocí chemických stabilizátorů. Po otevření musí být krmivo rychle spotřebováno (Pučálka, 2014).

Zjednodušené schéma postupu při výrobě krmných směsí pomocí extrudéru je vyobrazeno na Obrázku č. 1.

**Obrázek č. 1 – Schéma výrobního postupu při užití technologie extruze**



(<http://www.fediaf.org/images/2.gif>)

### 3.1.2.2 Lisování za studena

Lisování za studena je na rozdíl od předchozích typů výroby prováděno při podstatě nižší teplotě (okolo 50 °C). Při těchto nižších teplotách nedochází k degradaci živin, zároveň však nemusí dojít k případnému zničení zárodků parazitů, virů a jiných patogenů. Taktéž nedochází k rozložení struktury škrobů a v důsledku toho může klesnout stravitelnost krmiva. (Pučálka, 2014).

### 3.1.3 BARF

Vedle kupovaných hotových krmiv existuje ještě druhá možnost, a to krmení doma připravovanou stravou. Mezi tento způsob krmení řadíme i systém označovaný zkratkou B.A.R.F., která pochází z anglického „Bones and raw food“, v českém jazyce „kosti a syrová strava“ (Schäfer a kol., 2008).

Příznivci tohoto způsobu krmení kladou důraz na syrovou podobu přijímané potravy, která je pro psovitě šelmy přirozenější. V syrovém masu, kostech, zelenině či ovoci je obsaženo velké

množství vitamínů, stopových prvků, živin a minerálních látek, které se mohou působením vysokých teplot ničit. Bílkoviny v syrovém masu obsahují navíc absolutně optimální zastoupení aminokyselin, zároveň je maso pro psy stravitelné z 98 %, proto je jeho přeměnitelná energie velmi vysoká (Schäfer a kol., 2008).

Krmení založené na syrových a nezpracovaných surovinách se začíná stávat čím dál tím více populárnější. Výzkumem, který prováděl van Bree et al. (2018), však byla prokázána potenciální hrozba přítomnosti zoonotických bakterií a parazitických patogenů, a to nejen vůči psu, ale i vůči člověku.

Ideální skladba krmné dávky zdravého dospělého jedince při způsobu krmení BARF je udávána následovně: maso 50 – 60 % objemu, kosti 20 – 30 %, přílohy 20 – 30 %. Je žádoucí do krmné dávky zařadit též mléčné výrobky, sýry a doplňky (sůl, olej, oříšky a semínka, minerální látky a vitaminy) (Hrubá, 2016).

Je možné zkrmovat jakýkoliv druh masa, nejdostupnější jsou: hovězí, drůbeží, vepřové a rybí maso, též je možné podávat psovi zvěřinu, telecí, jehněčí, králičí a krůtí maso. Maso je nejvýraznějším zdrojem bílkovin. Plnohodnotné bílkoviny jsou v masu zastoupeny v rozmezí 15 – 20 %, zbytek je tvořen vodou (50 – 80 %), tuky (2 – 50 %), vitaminy (A, B), minerálními látkami a stopovými prvky (Ca, P, K, Mg, Na, Fe). „Maso“ je souhrnný výraz pro svalovinu, vnitřnosti, šlachy, tuk a kůži. Ideální poměr svaloviny a vnitřností při krmení syrovou stravou je udáván 7:3. Z vnitřností je vhodné podávat např. játra, ledviny, srdce, plíce či žaludky (drůbeží) pro jejich vysoký obsah minerálních látek (Fe, Ca, P) a vitamínů (A, B, D) (Hrubá, 2016).

Kosti jsou tvořeny až z 65 % minerálními látkami, z nichž nejdůležitější je vápník. Přílohami rozumíme zeleninu a ovoce (v poměru cca 7:3) a obiloviny, které by měly být zastoupeny do 10 % celkového objemu přílohy. Příklady vhodné zeleninové přílohy: hlávkový, ledový a římský salát, špenát, petržel, mrkev, celer, cuketa aj. Příklady vhodného ovoce: jablka, švestky, meruňky, borůvky, pomeranč aj. Obilniny jsou především zdrojem uhlohydrátů a nepatří mezi nezbytnou část krmné dávky, mohou to být např. ovesné vločky, rýže, těstoviny, kroupy, jáhly či pohanka (Hrubá, 2016).

Mléčné výrobky a sýry zastupují zdroj kvalitních bílkovin, vitamínů a minerálů, do krmné dávky je proto vhodné přidávat např. tvaroh, podmásolí, jogurty (ne odtučnělé), kozí a ovčí mléka i výrobky z nich, měkké sýry a vejce (žloutek možno podávat syrový, bílek vždy v uvařeném stavu z důvodu přítomnosti proteinu avidinu v syrovém stavu, který narušuje vstřebávání biotinu). Mezi doplňky stravy se řadí: sůl (měla by být do krmné dávky psa

přidávána alespoň jednou týdně 1 – 3 špetky), olej (nejvhodnější je živočišný, ideálně rybí), oříšky a semínka, minerální látky a vitaminy (Hrubá, 2016).

O dlouhodobých účincích tohoto způsobu krmení psů existuje velmi málo vědeckých výzkumů. Zastánci BARF je tento styl krmení vyzdvihován také díky údajným výhodám, jako jsou: zdravější chrup psa, kvalitnější a esteticky příjemnější srst, menší objem výkalů a redukce zápachu výkalů psa. Nedávným výzkumem bylo prokázáno, že krmení způsobem BARF má pozitivní vliv na chrup psů, a to z důvodu konzumace kostí. Kvalitě srsti a vlastnosti výkalů se však již významně nemění (Bieri, 2016.)

Naproti těmto výhodám může při způsobu krmení BARF docházet např. k výraznému nepoměru živin vápníku a fosforu. Také hladina vitaminů rozpustných v tucích (zejména vitamin A a D) může být extrémně nízká či naopak extrémně vysoká a může být velmi obtížné ji optimálně vyvážit (Vervuert, 2017).

Vervuert (2017) uvádí výhody a nevýhody BARF. Výhodami jsou následující: přesná znalost jednotlivých komponent krmné dávky a pozitivní vliv na chrup psa. Dále uvádí možné nevýhody, kterými jsou: nutriční nerovnováha (nadměrné množství bílkovin, nadměrný či nedostatečný příjem vitaminů a přenos patogenů (např. bakterie rodu *Salmonella*, či parazité rodu *Sarcocystis*).

### **3.2 Živiny**

Primární úloha stravy je zajistit dostatek živin pro splnění metabolických požadavků organismu, zatímco konzumujícímu navodí příjemný pocit nasycení. Nedávná zjištění však podporují hypotézu, že stravování mimo rámec stravovacích potřeb může modulovat různé funkce v těle a hrát tak škodlivé či naopak prospěšné role při některých onemocněních. Pojetí výživy se tedy rozšiřuje a je v něm kladen důraz na používání surovin pro podporu stavu pohody, lepšího zdraví a snížení rizika onemocnění. Chovatelé psů a koček považují v dnešní době své mazlíčky za součást rodiny, a proto se snaží zajistit vysokou kvalitu jejich života podle svých nejlepších schopností. V současnosti se psi a kočky dožívají delšího věku také díky tomu, že jsou krmeni kvalitnější stravou, než tomu bylo dříve (Bontempo, 2006).

Vymezení nutričních požadavků psů je úrodnou oblastí výzkumu. Tento výzkum je však velmi nákladný a je pro něj k dispozici malé množství finančních prostředků, proto k pokroku dochází jen velice pomalu (Bontempo, 2006).

## 3.2.1 Popis základních živin

### 3.2.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou biologické efektorové molekuly kódované genomem organismu. Protein je složen z jednoho nebo více polypeptidových řetězců aminokyselinových podjednotek (Nahler, 2009).

Bílkoviny jsou hlavním stavebním materiálem orgánů živého organismu. Jsou to vysokomolekulární nenahraditelné dusíkaté sloučeniny, které jsou běžnou součástí rostlinných i živočišných organismů. Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin, přesněji z jejich řetězců. Aminokyseliny rozlišujeme na esenciální a neesenciální. Esenciální aminokyseliny jsou pro daný organismus nepostradatelné, nedokáže si je sám syntetizovat (či je nesyntetizuje v dostatečném množství), a proto musejí být přijímány v potravě a být stálou složkou krmné dávky. Neesenciální aminokyseliny jsou také velice důležité, organismus si je však již dokáže vytvořit zejména z jiných aminokyselin, které jsou v dietě zastoupeny v dostatečném množství, případně z jiných dietních zdrojů dusíku. Ve výživě psa existuje těchto deset esenciálních aminokyselin: lyzin, arginin, histidin, izoleucin, leucin, metionin, fenylalanin, treonin, tryptofan a valin (Mudřík a kol., 2007).

Protože jsou bílkoviny základními stavebními kameny těla, nacházejí se v oblastech, které drží organismus tzv. pohromadě. Jsou to například drápy, nehty, chlupy, vlasy, kůže, svaly a cévy. Přestože jsou bílkoviny nezbytné pro správnou výživu, existuje mnoho mylných představ a tvrzení o tom, kolik bílkovin živé organismy skutečně potřebují.

Jednou z hlavních funkcí bílkovin je podpora metabolismu. To znamená, že bílkoviny napomáhají organismu s výrobou a využitím energie. Bílkoviny též napomáhají s regulací tělesné vody a při boji s nemocemi. Bílkoviny bojují s nemocemi tím způsobem, že pomáhají tělu tvořit tzv. „fighter cells“, které napadají cizí viry. Další funkcí bílkovin v těle je pomoc při transportu kyslíku v krvi a při hormonálním řízení organismu. Proteiny tvoří molekulu zvanou globulin, na kterou se naváže kyslík a je následně transportován do jiné části těla. Bílkoviny jsou součástí mnoha hormonů, jako je např. estrogen a testosteron (Gallup, 1990).

Nicméně příliš mnoho bílkovin může přetížit organismus. Při konzumaci příliš velkého množství proteinů se tato látka dostává do krevního řečiště, kde je dále přepravována. Ledviny, které v těle fungují jako krevní filtr, jsou přetíženy a bílkoviny zde zůstávají uloženy. Nadbytečné množství bílkovin v těle může také zapříčinit zvýšení hladiny kyseliny močové v organismu. Kyselina močová je odpadním produktem a její nadměrné množství v těle může způsobit zdravotní komplikace, např. dnu. Nadbytek proteinů může též způsobit odvápnování

kostí z důvodu poruchy bilance vápníku a fosforu a urychlený rozvoj osteoporózy (Gallup, 1990). Také může vést ke zvýšené tvorbě svaloviny a stimulaci pohlavní aktivity. Podílí se i na snižování rezerv některých vitaminů a minerálních látek (Suchý, 2001).

Důsledky naopak nedostatečného obsahu bílkovin v dietě psa jsou následující: pomalejší růst nebo ztráta hmotnosti a tělesné kondice, vyčerpání tělesných bílkovin a ztráta netukových částí těla, snížení syntézy a přeměny bílkovin, snížení imunity či zvýšená náchylnost k infekcím (Mudřík a kol., 2007).

### **3.2.1.2 Tuky**

Tuky jsou po bílkovinách druhou nejvýznamnější živinou. Jsou to směsí triacylglycerolu, tvořeného mastnými kyselinami a trojsytným alkoholem glycerolem. Na jednu molekulu se vážou tři mastné kyseliny. Mastné kyseliny dělíme na nasycené a nenasycené. V molekulách nasycených kyselin jsou uhlíky v řetězci spojeny jednoduchou vazbou, v molekulách nenasycených mastných kyselin jsou uhlíky spojeny jednou nebo více dvojnými vazbami (Mudřík a kol., 2007).

Tuk má řadu funkcí, z nichž nejvýznamnějšími jsou tepelné a izolační funkce, dále jsou i součástí strukturálních složek buněk, zejména buněčných membrán. Z nutričního hlediska jsou tuky nejkoncentrovanějším zdrojem energie v krmivu. Jsou zdrojem esenciálních mastných kyselin a nosičem vitaminů rozpustných v tucích - A, D, E a K. Z mastných kyselin jsou velmi významné tři nenasycené mastné kyseliny: linolová, linolenová a arachidonová. Tyto kyseliny označujeme jako esenciální mastné kyseliny. Ostatní mastné kyseliny si organismus psa dokáže syntetizovat ze sacharidů (Mudřík a kol., 2007).

Tuk je hlavní složkou buněčných a intracelulárních membrán, které jsou typicky tvořeny dvojitou vrstvou fosfolipidů (molekuly glycerolu, dvěma mastnými kyselinami a fosfátovou skupinou). Podstatnou součástí těchto membrán je také cholesterol. Tuky v tukové tkáni, hlavně triglyceridy, jsou hlavním zásobníkem energie v těle (Piper, 1996).

### **3.2.1.3 Sacharidy**

Sacharidy jsou podobně jako tuky pro psa zdrojem energie, obsahují však menší množství energie. Primárním zdrojem těchto látek jsou suroviny rostlinného původu. V těle psa jsou sacharidy ukládány v podobě glykogenu ve svalech a v játrech a jejich nevyužité přebytky jsou přeměňovány na tuk a volné mastné kyseliny. Sacharidy dělíme na jednoduché tzv. monosacharidy, mezi které se řadí např. glukóza, fruktóza, ribóza a galaktóza. Dále jsou sacharidy složité, tzv. polysacharidy, jako např. škrob, celulóza a glykogen – jsou tvořeny



řetězci monosacharidů. Mezi těmito skupinami sacharidů jsou známy ještě tzv. oligosacharidy. Ty jsou tvořeny dvěma a více monosacharidy. Mezi oligosacharidy řadíme např. sacharózu, laktózu či maltózu (Mudřík a kol., 2007).

Sacharid je organická sloučenina, tj. sloučenina obsahující atom uhlíku. Kromě uhlíku obsahují všechny uhlohydráty také atomy vodíku a kyslíku a platí pro ně společný vzorec  $C_nH_{2n}O_n$ , kde „N“ je libovolné celé číslo. Název sacharidu (uhlohydrátu) je odvozen od vazby molekuly vody na atom uhlíku – uhlohydráty jsou hydráty uhlíku (Turner, 2018).

Energetická hodnota sacharidů je uváděna přibližně 3,5 kcal/g (Hand et al., 2010).

#### **3.2.1.4 Vlákna**

Vlákna je látka, která je obsažena v krmivech rostlinného původu a též ji řadíme mezi sacharidy. Není to jednotná látka, nýbrž směs mnoha komplexních organických látek, z nichž každá má unikátní fyzikální a chemické vlastnosti. Obecně lze vlákninu definovat jako „rostlinné polysacharidy a ligniny odolné vůči hydrolýze způsobené trávicími enzymy“. Hlavní složkou vlákniny jsou buněčné stěny rostlinných buněk složené z celulózy, hemicelulózy, pektinů, organických kyselin a ligninu. Tento komplex látek je obecně nestravitelný a prochází zažívacím traktem v téměř nezměněné formě (Goldberg, 1994).

Přítomnost vlákniny v krmivu působí pozitivně na celý trávicí trakt psa, může též přispívat k udržení optimální tělesné hmotnosti. Běžná krmná směs pro dospělé psy obsahuje 2,5 – 4,5 % vlákniny, nicméně u některých speciálních krmiv, např. „dietních“, může být obsah vlákniny vyšší. Vysoký obsah vlákniny v krmivu může danému jedinci navodit pocit sytosti, aniž by přijal velké množství krmiva z hlediska energetické hodnoty. Nadbytečné množství vlákniny v krmivu může mít však i negativní opad na organismus, může docházet ke snížení stravitelnosti ostatních důležitých živin či narušení pravidelné frekvence defekace. Co se týče vlastností samotného krmiva, vlivem nadbytečného množství vlákniny může dojít ke snížení chutnosti daného krmiva (Beitz et al., 2006).

#### **3.2.1.5 Voda**

Voda zajišťuje v těle živočichů řadu životních funkcí a je minimálně stejně důležitá, jako kterákoliv jiná živina. Tělo dospělých psů je z 60 % tvořeno vodou. Do organismu se voda dostává několika způsoby: pitím, přijímáním jako součást krmiva, vznikem při oxidaci živin v organismu, tzv. metabolická voda (Mudřík a kol., 2007).

### **3.2.1.6 Minerální látky**

V těle psů se vyskytují téměř všechny známé minerální prvky, ne všechny jsou však nezbytné pro jejich život. Minerální prvky mohou být označovány jako anorganické živiny, popeloviny či minerální látky. V této skupině látek rozlišujeme dva druhy: makroprvky a mikroprvky. Makroprvky jsou vyžadovány ve větším množství, mikroprvky v menším a pravděpodobnost jejich nedostatku je velmi malá (Mudřík a kol., 2007).

Celkový obsah minerálních látek v krmivu lze zjistit spálením vzorku krmiva a následným rozborem popela, který obsahuje všechny minerální látky. Minerální látky jsou pro organismus nezbytné z mnoha důvodů. Zastávají funkci stavebních součástí chemických sloučenin v těle nebo mají úlohu katalyzátorů chemických reakcí (Reece, 2011).

### **3.2.1.7 Vitaminy**

Vitaminy jsou další složkou potravy, která hraje důležitou roli ve výživě. Lze je rozdělit do dvou hlavních skupin – na vitaminy rozpustné ve vodě (vitaminy skupiny B a vitamin C) a vitaminy rozpustné v tucích (vitaminy A, D, E a K) (deMan, 1999).

U zvířat je třeba zajistit pravidelný přísun vitaminů rozpustných ve vodě z toho důvodu, že se v těle většinou neukládají a jejich přebytek je vylučován z těla močí. Naproti tomu vitaminy rozpustné v tucích se v těle zvířat ukládají, proto jejich občasná absence v krmivu nemusí být nebezpečná (Mudřík a kol., 2007).

## **3.2.2 Potřeba živin v krmné dávce psa**

Dle závěrů vědeckých výzkumů National Research Council of the National Academies je denní potřeba energie (přijata v krmné dávce) pro zdravé dospělé aktivní psy při různé váze následující: psovi o váze 4,54 kg by mělo být umožněno přijmout krmení o energetické hodnotě 404 kcal/den, pes vážící 13,6 kg by měl v potravě přijmout 922 kcal/den, pes vážící 22,7 kg by měl přijmout 1 353 kcal/den, pes vážící 31,8 kg potřebuje krmení o 1 740 kcal/den a pes s váhou 40,8 kg potřebuje 2 100 kcal/den. Tyto údaje jsou spolu s údaji o doporučených denních dávkách pro štěňata, neaktivní psy, březí samice, dospívající psy a psy staršího věku přehledněji vyobrazeny v tabulce č. 1.

**Tabulka č. 1 – Denní energetická potřeba**

| Typ psa/váha                  | 4,54 kg         | 13,61 kg         | 22,68 kg          | 31,75 kg          | 40,82 kg          |
|-------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Štěně (v dospělosti 13,61 kg) | 990<br>kcal/den | -                | -                 | -                 | -                 |
| „Mladý dospělý“ aktivní pes   | 436<br>kcal/den | 993<br>kcal/den  | 1 451<br>kcal/den | 1 876<br>kcal/den | 2 264<br>kcal/den |
| Dospělý aktivní pes           | 404<br>kcal/den | 922<br>kcal/den  | 1 353<br>kcal/den | 1 740<br>kcal/den | 2 100<br>kcal/den |
| Dospělý neaktivní pes         | 296<br>kcal/den | 674<br>kcal/den  | 989<br>kcal/den   | 1 272<br>kcal/den | 1 540<br>kcal/den |
| Starý aktivní pes             | 327<br>kcal/den | 745<br>kcal/den  | 1 093<br>kcal/den | 1 407<br>kcal/den | 1 700<br>kcal/den |
| Březí fena                    | 518<br>kcal/den | 1274<br>kcal/den | 1 940<br>kcal/den | 2 570<br>kcal/den | 3 170<br>kcal/den |

Denní ideální dávka bílkovin a tuků pro dospělého psa vážícího 14,9 kg (33 lbs) je následující: 25 g hrubého proteinu a 14 g tuku. Pro štěně vážící 5,4 kg (v dospělosti se předpokládá váha 14,9 kg) je ideální dávka 56 g bílkovin a 21 g tuků v krmné dávce. Pro březí fenu o váze 14,9 kg bylo zjištěno ideální množství 69 g bílkovin a 29 g tuku, pro kojící fenu téže váhy (se šesti štěňaty) bylo zjištěno ideální množství 158 g bílkovin a 67 g tuku v denní krmné dávce (Beitz et al., 2006).

FEDIAF (2006) udává doporučené množství některých základních živin v suchém krmivu pro dospělé zdravé psy převedené na 100 g granulové směsi, které je vypsáno v tabulce č. 2.

**Tabulka č. 2 – Doporučené množství některých živin v suchém krmivu pro dospělé psy**

| Živina      | Doporučené množství na 100 g krmiva |
|-------------|-------------------------------------|
| Bílkovina   | 18 – 21 g                           |
| Tuk         | 5,50 g                              |
| Ca          | 0,50 – 0,58 g                       |
| P           | 0,40 – 0,46 g                       |
| Na          | 0,10 – 0,12 g                       |
| Mg          | 0,07 – 0,08 g                       |
| Vitamin A   | 606 – 702 MJ                        |
| Vitamin D   | 55,20 – 63,90 MJ                    |
| Vitamin E   | 3,60 – 4,17 MJ                      |
| Vitamin B6  | 0,15 – 0,17 mg                      |
| Vitamin B12 | 3,35 – 3,87 µg                      |

Není stanoveno minimální množství sacharidů pro nutriční potřeby dospělého psa. Pro některé orgány a tkáně je však nezbytný přísun glukózy. Glukóza může být získána z prekurzorových látek, jako jsou glukogenní aminokyseliny či glycerol z tuků. V těle je vždy udržována zásoba glukózy, proto nejsou-li tělu dodávány sacharidy krmivem, jsou pro syntézu glukózy využívány aminokyseliny, které by jinak zajišťovaly růst svalů, v případě březí feny růst plodu či produkci mléka (Hand et al., 2010).

Doporučené množství sacharidů v krmné dávce pro březí a kojící feny je minimálně 23 %. Suché extrudované krmivo pro psy většinou obsahuje 30 – 60 % sacharidů – většinou škrobů, které nevyvolávají žádné nežádoucí účinky (Hand et al., 2010).

### 3.3 Trávení a vstřebávání

Trávení krmiva probíhá v trávicím traktu psa, což je vlastně dutá trubicovitá soustava, která začíná ústní dutinou a končí konečníkem. Potrava, později trávenina, se trávicí soustavou pohybuje peristaltickými pohyby a to ve směru od dutiny ústní po konečník, kde jsou nestrávené zbytky vylučovány ven z těla. Během průchodu krmiva tělem probíhají procesy, během nichž je hmota nejprve rozložena na menší části pomocí mechanického a následně chemického

zpracování až na jednoduché chemické sloučeniny, které jsou následně transportovány dále do těla skrz střevní bariéru (Mudřík a kol., 2007).

Pro získání energie, výstavbu tkání a syntézu sekretů jsou pak potřebné reakce a přeměny představující intermediární metabolismus.

Trávicí soustava psa je složena z: dutiny ústní (zuby, jazyk), slinných žláz, hltanu, jícnu, žaludku, tenkého střeva, tlustého střeva a slinivky břišní. Potrava je psem přijímána velice rychlým a hltavým způsobem. Tento způsob příjmu potravy je nazýván atavismus (Reece, 2011).

### **3.3.1 Regulace příjmu krmiva**

Příjem krmiva představuje rozhodující regulační mechanismus, jehož pomocí je organismem v těle udržováno dostatečné množství substrátů jak pro uvolňování energie, tak pro obnovu a výstavbu buněčných struktur a pro produkci. Příjem krmiva je koordinován neurohumorálními regulačními mechanismy a ovlivňován chemickými a tepelnými změnami v organismu, signály z trávicího ústrojí a změnami ve vnějším i vnitřním prostředí včetně mechanismů podílejících se na udržování homeostázy organismu (Jelínek a kol., 2003).

Příjem potravy je bezprostředně řízen z potravinových center, tj. shluků nervových buněk, které se nacházejí v hypotalamu. Centrum hladu je uložen v laterální části hypotalamu. Jeho poškozením je vyvolán u daného jedince vznik nechutenství – ubývání na váze a možnost úhynu zvířete i při volném přístupu ke krmivu. Centrum sytosti je v hypotalamu umístěno ventromediálně. Jeho poškozením je způsobena potřeba zvířete přijímat nadměrné množství krmiva, tzv. hyperfagie. Je-li zvířeti umožněn neomezený přístup ke krmivu, nastane přibývání na váze (Jelínek a kol., 2003).

### **3.3.2 Trávicí soustava psa**

#### **3.3.2.1 Dutina ústní**

V dutině ústní dochází k příjmu potravy a je zde zahájeno její mechanické zpracování. Ústní dutina je nejkraniálnější část trávicí soustavy. Potrava je zde mechanicky rozrušena pomocí zubů a jazyka a promísena se slinami. Pomocí zubů jsou části přijaté potravy mechanicky zmenšovány drcením na zubních ploškách (Reece, 2011).

Pes je přizpůsoben konzumování potravy živočišného původu. Svědčí o tom i stavba jeho chrupu. (Barlík, 1988). Zubní vzorec dospělého psa vypadá následovně: I 3/3, C 1/1, P 4/4,

M 2/3. Zubní vzorec je složen z počtu řezáků (*dentes incisivi*), špičáků (*dentes canini*), třenových zubů (*dentes praemolares*) a počtu stoliček (*dentes molares*) na jedné polovině horní a dolní čelisti. (Reece, 2011). Zubní vzorec mléčného chrupu psa vypadá následovně: i 3/3, c 1/1, p 3/3 (Marvan a kol., 2011).

Pro označení mléčných zubů se jsou používána malá písmena. Štěňata se rodí bez chrupu. Prořezávání mléčného chrupu je zahájeno mezi třetím a pátým týdnem života štěněte. Mezi plemeny psů však existují i výjimky, u kterých je proces růstu zubů zahájen i ukončen později. Růst mléčného chrupu je zahájen růstem špičáků, následuje růst řezáků a poté třenových zubů (Tichá, 2012).

Výměna mléčného chrupu za trvalý chrup je započata na přelomu čtvrtého a pátého měsíce věku psa. Bývá uváděno, že výměna chrupu je ukončena okolo sedmého měsíce věku psa, z praxe je však známo, že u velkých plemen psů je výměna chrupu ukončována dříve, u malých plemen později. Výměna zubů je z části ovlivněna i kvalitou výživy (Tichá, 2012).

Řezáky a špičáky jsou psy užívány k uchopení potravy, třenové zuby a stoličky slouží k částečnému zpracování potravy. Potrava není žvýkána, pouze stříhána na menší části. Potrava je psem uchopena a dále posouvána k hltanu jen pohazováním (Procházka, 2005).

Jazyk je svalový orgán pokrytý sliznicí, jeho povrch je pokryt nitkovými bradavkami. Na povrchu jazyka jsou také umístěny chuťové pohárky, které jsou schopné reagovat na chuťové podněty (Reece, 2011).

Sliznice dutiny ústní je kryta vrstevnatým dlaždicovým epitelem a potrava se zde zdržuje krátkou dobu.

Vstřebávání látek z přijaté potravy v dutině ústní je omezeno pouze na látky, které jsou rozpustné v tucích. Tyto látky vnikají difuzí membránou do chuťových pohárků a způsobují chuťové vjemy, zatímco látky nerozpustné nejsou jedincem chuťově vnímány (Jelínek a kol., 2003).

V dutině ústní jsou přítomné různé druhy bakterií, virů a plísní. Mezi typické zástupce se řadí rody *Streptococcus* sp., *Neisseria* sp., *Lactobacillus* sp. a *Micrococcus* sp. (Geigerová, 2014).

### **3.3.2.2 Slinné žlázy**

Ve slinných žlázách jsou tvořeny sekrety, které jsou souhrnně nazývány sliny. Slinami je vytvářeno vhodné prostředí pro činnost dutiny ústní. Do ústní dutiny ústí malé slinné žlázy, které jsou roztroušeny ve sliznici nebo v podslizniční tkáni spodní ústní dutiny, na tvářích,

jazyku a na patře, a velké slinné žlázy, které jsou umístěny mimo ústní dutinu a patří mezi ně příušní slinná žláza, žláza dolní čelisti a podjazykové žlázy (Marvan a kol., 2011).

Jelínek a kol. (2003) uvádí, že sliny savců jsou složeny kromě vody z 0,3 % anorganických látek a 0,2 % organických látek. Z anorganických látek jsou ve slinách obsaženy kationty –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , anionty  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , případně v nepatrném množství další látky (amonné soli, nitráty a železo). Z organických látek jsou ve slinách zastoupeny glykoprotein mucin, bílkoviny albumin a globulin; nízkomolekulární látky – močoviny, aminokyseliny, kreatin; z enzymů jsou zde zastoupeny lysozym (s antibakteriálním účinkem), alkalická a kyselá fosfatáza, hyaluronidáza, lipáza, nukleáza a kataláza.

### **3.3.2.3 Hltan**

Hltan je trubice, která je umístěna za dutinou ústní a komunikuje tak s horními cestami dýchacími. Z hltanu jsou vedeny otvory do dutiny ústní, dvou nosních dutin, dvou Eustachových trubic, hrtanu a jícnu (Reece, 2011).

Dutina hltanu je členěna na tři části: ústní, nosní a hrtanovou část hltanu (Marvan a kol., 2011).

### **3.3.2.4 Jícen**

Hltan a žaludek jsou spojeny jícnem. Hltan je ve svém průběhu veden hrudníkem v mediastinálním prostoru, kde je vystaven změnám nitrohruďního tlaku. Jícen je veden otvorem v bránici a v dutině břišní vstupuje do žaludku. Potrava a voda jsou v jícnu transportovány pomocí peristaltických vln. Jícnem mohou být transportovány překvapivě velké předměty, kterými jsou snadno roztaženy jícnové řasy, sliznice a podslizniční vazivo. Takové objekty však mohou být v užších místech uváznuty, např. při vstupu jícnu do dutiny hrudní (Reece, 2011).

U psa je v průběhu celého jícnu přítomna příčně pruhovaná svalovina, jejíž činnost je řízena z prodloužené míchy prostřednictvím bloudivého nervu. Kontrakce svaloviny jícnu jsou synchronizovány a činností hltanu. Jsou zahájeny drážděním receptoru hltanu polykaným soustem a pokračují drážděním receptorů ve sliznici jícnu (Jelínek a kol., 2003).

### **3.3.2.5 Žaludek**

Žaludek psa je roztažitelný vakovitý orgán, který přizpůsoben příjmu většího objemu potravy v delších časových intervalech. Žaludkem jsou zastávány motorické a trávící funkce.

Polknutá potrava je v něm zadržována, mísená, mechanicky a chemicky zpracována a postupně je dopravena do tenkého střeva (Jelínek a kol., 2003).

Žaludek je viditelně rozdělen na části, které spolu vzájemně souvisejí. Vstup jícnu do žaludku je tvořen česlem (cardia), na které je navázáno dno žaludku (fundus). Další částí žaludku je předsíň vrátníku (antrum pylori), která pokračuje do vlastního vrátníku (pylorus). Vnitřní povrch žaludku je pokryt sliznicí s žaludečními žlázkami, které obsahují buňky hlavní, krycí a vedlejší. Vedlejšími buňkami je produkován hlen, hlavními buňkami je produkován pepsinogen a krycími buňkami kyselina chlorovodíková nebo její stavební součásti (Reece, 2011).

Žaludeční šťáva je složena z anorganických i organických látek. Z anorganických jsou to voda, kyselina chlorovodíková a soli Na, K, Mg, P a NH<sub>4</sub>. Význam kyseliny chlorovodíkové v žaludku: aktivace pepsinogenu; tvorba vhodného prostředí pro působení pepsinu; denaturace bílkovin; bobtnání vaziva; ochrana vitaminů rozpustných ve vodě před znehodnocením; umožnění využití některých minerálních látek (Ca, Fe); baktericidní účinek; bránění rozmnožování kvasinek a plísní v žaludku; stimulace vylučování sekretinu; tlumení vylučování gastrinu (Jelínek a kol., 2003).

Z organických látek mají v žaludku význam především enzymy: pepsin, gastriksin, chymosin a žaludeční lipáza. Pepsin je proteolytický enzym produkován žaludečními buňkami jako neaktivní pepsinogen, který je následně aktivován na pepsinogen. Optimální pH se pohybuje v rozmezí 1,5 – 3,5. Gastriksin je secernován jako gastriksinogen mukózními buňkami pylorické části žaludku, případně duodena. Optimální pH je udáváno v rozmezí 3,5 – 4,5. Chymosin zastává úlohu srážení mléka za přítomnosti vápníku, dále má trávicí účinek. V žaludeční šťávě dospělých zvířat není chymosin přítomen. Žaludeční lipázou je štěpen emulgovaný tuk, je tedy opět uplatněna zejména u mláďat.

Žaludeční sliznice je před chemickými účinky žaludečního obsahu chráněna muciny, což jsou glykoproteiny produkovány mucinózními buňkami. Tato vrstva je silná asi 1 mm a je neustále obnovována (Jelínek a kol., 2003).

Vnitřní faktor, produkován krycími buňkami pylorické části žaludku, je též řazen mezi glykoproteiny. Vytváří komplexy s vitamínem B<sub>12</sub>, tím je tento vitamín chráněn před rozštěpením.

Gastroferrin je také řazen mezi glykoproteiny, jeho funkcí v žaludku je resorpce železa (Jelínek a kol., 2003).

Žaludek zdravého psa obsahuje bakterie nejméně ze čtyř kmenů. Převládajícím druhem je *Helicobacter pylori* (Geigerová, 2014).



### 3.3.2.6 Tenké střevo

V tenkém střevě je vstřebávána naprostá většina přijatých živin. Tenké střevo je tvořeno třemi částmi – dvanáctníkem (duodenum), lačníkem (jejunum) a kyčelníkem (ileum). Tenké střevo je v dutině břišní stočeno do kliček a závitů. Vnitřní povrch tenkého střeva je pokryt zřasenou sliznicí s klky a epitelovými buňkami. Dvanáctník vytváří kličku, ke které přiléhá slinivka břišní neboli pankreas. Šťávy pankreatu se výrazně podílejí na trávení a ústí do dvanáctníku pankreatickým vývodem. Do dvanáctníku je též vedena žluč z jater (Reece, 2011).

Pankreatická šťáva je nejdůležitější trávicí šťávou a je vyznačována mnohostranným účinkem. Její pH se pohybuje v rozmezí 7,2 – 8,5, obsah anorganických látek 1-2 %. Za časový úsek 24 hodin je psem vyloučeno 0,2 – 0,3 l pankreatické šťávy (Jelínek a kol., 2003).

### 3.3.2.7 Tlusté střevo

Tlusté střevo je členěno na tři části – slepé střevo, tračník a konečník. Koncový úsek slepého střeva vstupuje do tračníku (Reece, 2011).

Délka tlustého střeva je udávána přibližně do pětinasobné hodnoty délky těla psa (Procházka, 2005).

Obsah tlustého střeva je u všech savců fermentován přítomnými bakteriemi. K tomuto procesu (fermentace) dochází v tračníku a slepém střevě. U psů je slepé střevo slabě vyvinuto, i přesto však do něj vstupuje potrava vyžadující delší fermentační proces (Geigerová, 2014).

V tlustém střevě jsou vstřebávány produkty hydrolýzy všech živin, minerální látky, soli žlučových kyselin, vitaminy a voda. Vysokomolekulární látky nejsou sliznicí tenkého střeva propouštěny. Posun a promíchávání obsahu tlustého střeva je zajištěno motorikou tlustého střeva, kterou je též obstaráno formování výkalů a jejich odstraňování. Tlustým střevem jsou vykonávány stejné pohyby jako střevem tenkým, jeho aktivita je však nižší (Jelínek a kol., 2003).

Boillat a kol. (2010) měřeními zjistili, že čas, který je potřeba pro průchod potravy trávicí soustavou psa, tedy od požití krmiva po vyloučení výkalů, se pohybuje mezi 1 294 – 3 443 minutami. Též bylo zjištěno, že neexistuje vztah mezi délkou doby transportu potravy trávicí soustavou a tělesnou váhou psa.

### 3.3.2.8 Slinivka břišní

Slinivka břišní (pancreas) je uložena mimo stěnu trávicí trubice. Tělo slinivky leží v těsné blízkosti dvanáctníku a prochází jím žíla vrátnice (Marvan a kol., 2011).

Slinivka břišní má exokrinní a endokrinní funkci. Produkuje hormony (endokrinní funkce) a trávicí šťávu (exokrinní funkce). Žláznatá tkáň je tvořena několika laloky, funkční a stavební jednotky jsou sekreční aciny. Slinivka břišní je spojena s dvanáctníkem hlavním vývodem slinivky v blízkosti místa vstupu žlučovodu, který přichází od jater. Ve tkáni slinivky břišní jsou ohraničené shluky buněk zvané Langerhansovy ostrůvky. Alfa buňky Langerhansových ostrůvků produkují hormon glukagon a beta buňky hormon inzulin. Sekrety obou typů buněk se dostávají přímo do krve (Reece, 2011).

### 3.4 Stravitelnost živin

#### 3.4.1 Stravitelnost a metody jejího stanovení

Dvořáčková a kol. (2011) uvádí, že pojmem „stravitelnost“ je označována schopnost živin resorpce v trávicím traktu organismu jedince, jinými slovy stravitelná je ta živina, která byla přijata v potravě a nebyla vyloučena ve výkalech. Při zjišťování skutečné stravitelnosti živin je třeba zohlednit výskyt živin metabolického původu ve výkalech, tj. živiny, které nepocházejí přímo z krmiva, nýbrž z organismu zvířete. Množství skutečně stravitelné živiny zjistíme následovně:

$$\text{skutečně stravitelná živin} = \text{živina v krmivu} - (\text{celkový obsah živin ve výkalech} - \text{živina metabolického původu ve výkalech})$$

Procentuální podíl skutečně stravitelné živiny je nazýván koeficientem skutečné stravitelnosti. Hand et al. (2010) uvádí vzorec pro výpočet koeficientu skutečné stravitelnosti:

$$\frac{[\text{množství živiny v krmivu} - (\text{množství živiny ve výkalech} - \text{živiny metabolického původu ve výkalech})] * 100}{\text{množství živiny v krmivu}}$$

Běžněji se však zjišťuje množství bilančně stravitelné živiny, kde se výskyt živin metabolického původu ve výkalech nezohledňuje. Toto množství získáme výpočtem:

$$\text{bilančně stravitelná živina} = \text{živina v krmivu} - \text{živina ve výkalech}$$

Procentuální podíl bilančně stravitelné živiny z jejího celkového zastoupení v krmivu je nazýván koeficientem (bilanční) stravitelnosti (Dvořáčková a kol., 2011).

Hand et al. (2010) uvádí vzorec pro výpočet koeficientu stravitelnosti:

$$\frac{(\text{množství živiny v krmivu} - \text{množství živiny ve výkalech}) * 100}{\text{množství živiny v krmivu}}$$

Při stanovování stravitelnosti živin se pokus dělí na dvě části, přípravné a bilanční období. Přípravné období slouží pro adaptaci zvířat na nové krmivo, adaptaci na pobyt v nových podmínkách (bilanční klec, postroj pro sběr výkalů nekontaminovaných močí a prostředím) a v neposlední řadě pro vyloučení dříve zkrmovaných krmiv z organismu. Délka přípravného období se nejčastěji pohybuje v rozmezí 5 – 15 dnů. V bilančním období pokusu, které trvá nejčastěji 5 – 10 dní, probíhá již vlastní stanovení stravitelnosti (Dvořáčková a kol., 2011).

#### **3.4.1.1 Indikátorová metoda**

Tato metoda byla navržena za účelem zjišťování stravitelné energie a stravitelných živin takovým způsobem, který by neomezoval zvířata, na kterých je test prováděn. Testování by mělo být prováděno na minimálně 6 zdravých zvířatech o věku minimálně 1 rok v dobrém zdravotním stavu a kondici. Krmení psů by mělo probíhat ve stejných časových intervalech. Tato část testování, při které jsou psi krmeni testovaným krmivem, by měla být rozdělena do dvou fází. První fáze, období před sbíráním vzorků, by měla trvat alespoň 3 dny z důvodu aklimatizace psů na příjem nového krmiva. Druhá fáze je období sbírání vzorků výkalů (případně moči) zvířat zapojených do testování. Výkaly by měly být sbírány v časovém úseku alespoň čtyř dnů (96 hodin) nepřetržitě. Krmivo by mělo být zvířatům podáváno jednou denně ve stejný čas, přístup k vodě by měl být neomezený (FEDIAF, 2006).

Při tomto typu stanovování stravitelnosti živin je využíváno indikátoru, kterým může být původní složka krmiva (např. popeloviny, lignin, methoxylové skupiny) nebo látky v krmné dávce záměrně přidané (např. oxid chromitý, oxid titaničitý, síran barnatý, polyethylenglykol), tyto látky však nesmějí nijak ovlivňovat trávení psa, nesmí se zapojovat do metabolických procesů, nesmějí být produkovány v trávicím ústrojí a nesmějí být rozkládány mikroorganismy. Též tyto látky nesmějí být škodlivé pro zvíře (Dvořáčková a kol., 2011).

Při sběru výkalů je nezbytně nutné, aby každá nádoba s vzorkem byla opatřena štítkem (či jinou alternativou označení), ze kterého lze identifikovat psa, krmivo a datum sběru vzorku. Výkaly by měly být analyzovány použitím kombinovaného vzorku (vzorky jsou smíchány), aby se zajistila jednotná konzistence a dostatečné množství použitelné pro testování. Dostatečné množství vzorku by mělo být zmrazeno a uschováno, dokud nebudou výsledky testů

přezkoumány a shledány přijatelnými. Tentýž postup je aplikován na vzorky podávaného krmiva, jsou rozmixovány a promíchány z důvodu jednotné konzistence a správnosti provedení testů. Dostatečné množství zbývající směsi je uloženo a zmrazeno (FEDIAF, 2006).

FEDIAF (2006) uvádí vzorce pro výpočet stravitelné energie a stravitelného proteinu při užití oxidu chromitého jako indikátoru následovně:

Stravitelná energie (kcal/kJ) =

$$\frac{[1 - (\text{energetická hodnota výkalů} * \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ v krmivu})] * \text{energetická hodnota krmiva}}{(\text{energetická hodnota krmiva} * \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ve výkalech)}$$

Stravitelné bílkoviny (% krmení) =

$$\frac{[1 - (\% \text{hrubých bílkovin ve výkalech} * \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ v krmení})] * \text{hrubý protein v krmivu}}{(\% \text{hrubých bílkovin v krmivu} * \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ve výkalech)}$$

Stravitelný tuk, popeloviny a sušina mohou být vypočítány stejným způsobem jako stravitelné bílkoviny.

#### **3.4.1.2 Kvantitativní metoda**

Tato metoda byla navržena za účelem zjišťování stravitelné energie a stravitelných živin, aniž by byla testovaná zvířata omezována. Stejně, jako tomu bylo u indikátorové metody, by krmení psů by mělo probíhat ve stejných časových intervalech a mělo by být rozděleno do dvou fází. První fáze, trvající 3 dny, slouží k navyknutí psů na nové krmivo, zatímco v druhé fázi již dochází ke sběru vzorků výkalů, které by měly být sbírány v období alespoň 96 hodin nepřetržitě. Množství krmiva podávané psům během druhé fáze by mělo zůstat konstantní, příjem potravy by měl být zaznamenáván během obou fází (FEDIAF, 2006).

Při sběru výkalů je taktéž nezbytně nutné přesné značení, stejně jako u předešlé metody. Mělo by být dbáno na nashromáždění všech výkalů a vyloučení kontaminace vzorků nežádoucími složkami, jako např. chlupy. Metodika je následující:

- 1) zvážit nádobu, do které bude později umístěn vzorek, a zaznamenat váhu
- 2) umístit výkaly do příslušné nádoby – provádět tak často, jak je možné
- 3) uložit nádobu s vzorkem do mrazáku
- 4) sušit výkaly každý den
  - a) vážit a zaznamenávat hmotnost výkalů v nádobě každý den a přesně určit čistou hmotnost výkalů

b) denně sušit sesbírané výkaly (vzorky by měly být dostatečně tenké, aby sušení probíhalo rychle, v opačném případě může dojít ke ztrátám dusíku a v důsledku fermentačních procesů) (FEDIAF, 2006).

Dvořáčková a kol. (2011) zdůrazňují důležitost zaznamenávání přesného množství předkládaných krmiv a evidence případných nezkonsumovaných částí stravy.

FEDIAF (2006) uvádí vzorce pro výpočet stravitelné energie a stravitelných živin následovně:

Stravitelná energie (na 1 g krmiva) =

$$\frac{\text{energetická hodnota krmiva} - \text{energetická hodnota sesbíraných výkalů}}{\text{množství zkonsumovaného krmiva}}$$

Stravitelné bílkoviny =

$$\frac{\left( \text{množství zkonsumovaných hrubých bílkovin} - \text{množství hrubých bílkovin ve výkalech} \right) * 100}{\text{množství zkonsumovaného krmiva}}$$

Stravitelný tuk, popeloviny a sušina mohou být vypočítány stejným způsobem jako stravitelné bílkoviny.

### **3.4.2 Vliv technologie zpracování krmiva na stravitelnost živin**

#### **3.4.2.1 Stravitelnost bílkovin**

Při extruzi dochází vlivem vysokých teplot, vlhkosti a vysokého tlaku k denaturaci bílkovin a snížení aktivity inhibitoru trypsinu. Při tepelné úpravě dochází ke snížení využitelnosti metioninu a cysteinu až o 60 %. Je-li během procesu extruze dodržena teplota do 120 °C, využitelnost aminokyselin není zhoršena. Při překročení teploty 130 °C dochází u již silně denaturovaného proteinu ke zhoršení jeho využitelnosti pro organismus (Kopřiva, 1998).

Doposud skryté aminokyseliny mohou náhle reagovat s jednoduchými cukry a dalšími komponenty ve směsi. Působením hydrofobních zbytků, jako je fenylalanin a tyrosin, je snižována rozpustnost extrudovaného proteinu ve vodě (Camire, 1991).

Öste (1991) ve svém výzkumu uvádí přehled příznivých účinků tepelného zpracování surovin na stravitelnost bílkovin. Tyto příznivé účinky jsou primárně pozorovány v řadě potravin rostlinného původu. Stravitelnost se zlepšuje zahřátím a namáčením.

Vlivem působení tlaku a teploty je materiál bohatý na bílkoviny postupně plastifikován a homogenizován. V průběhu procesu dochází k denaturaci proteinových frakcí. Při extruzi po průchodu směsi výstupní tryskou dochází k výrazné expanzi, při níž je odpařena část vody. Rychlá expanze vodní páry dále narušuje buněčné struktury a přispívá ke zlepšení stravitelnosti krmné směsi (Farmet, 2014).

#### **3.4.2.2 Stravitelnost sacharidů**

Z pohledu krmiv dochází při tepelné úpravě k nejvýraznější změně struktury škrobu. Škrob je polysacharid složený z glukózy. Surový škrob je pro psa téměř nestravitelný, avšak během procesu extruze je jeho stravitelnost zvýšena až k úrovni 100 %. Tato látka je přirozeně uložena jako zásoba energie ve formě škrobových zrn v obilkách (pšenice, ječmen, kukuřice, rýže aj.) či v hlízách (brambory, maniok jedlý aj.) rostlin (Jirásek, 2014).

Během procesu extruze dochází k tzv. „zmazovatění“ škrobu, díky čemuž získává výsledný produkt lepší stravitelnost. Škrob je navíc použit jako přirozené pojivo, jsou na něj dobře navázány přidané tuky a další kapalné komponenty (Kopřiva, 1998).

Hand et al. (2010) uvádí, že průměrná stravitelnost sacharidů je obecně udávána 84 %.

V krmivech je hojně používán také z důvodu již zmíněného propojení surovin, dále proto, že je zdrojem glukózy, tedy energie pro organismus. V organismu může být dále využitelný jako stavební jednotka některých dalších živin. Extruzí upravený škrob je v tenkém střevě enzymaticky štěpen a jednotlivé molekuly glukózy jsou transportovány přes střevní stěnu do krve, kde jsou zapojeny do dalších metabolických procesů. Při nedostatečném přísunu glukózy v krmivu dokáže organismus psa procesem glukoneogeneze vytvořit molekuly glukózy např. z vlastních bílkovin nebo tuků (Jirásek, 2014).

Granulová struktura škrobu ovlivňuje snadnost, s níž je tráven. Většina škrobů v extrudovaných krmivech pro psy je snadno a rychle trávena (Hand et al., 2010).

#### **3.4.2.3 Stravitelnost tuků**

Při tepelné úpravě tuků vznikají za vyšších teplot oxidované tukové sloučeniny, které jsou nazývány produkty konečné pokročilé lipoxidace (Turek, 2017).

Lipáza a lipoxidáza jsou vlivem teploty denaturovány. Oxidace tuků je zpomalena, zvyšuje se stabilita tukové složky, čímž dochází k prodloužení trvanlivosti výsledného produktu extruze (Kopřiva, 1998).

#### **3.4.2.4 Stravitelnost vitaminů**

Vlivem vysoké teploty při extruzi jsou znehodnoceny některé vitaminy, zejména vitamin A a C, při sestavování vstupní směsi by tedy mělo být počítáno se ztrátami (Kopřiva, 1998).

Vitamin E je oproti ostatním vitaminům rozpustných v tučích odolný vůči teplotním změnám. Z vitaminů skupiny B je nejméně odolný vitamin B<sub>1</sub>. Jeho ztráty při procesu extruze jsou uváděny kolem 30 %. Pro srovnání: při vaření dochází ke ztrátám dosahujícím až 75 % (Nominal, 2017).

#### **3.4.2.5 Stravitelnost vlákniny**

Stravitelnost všech živin v krmivu závisí na množství a druhu vlákniny, které je v něm obsaženo. Obecně platí, že krmiva obsahující pomalu fermentovatelnou vlákninu mají celkovou nižší stravitelnost, než krmiva, která vlákninu neobsahují či je v nich zastoupena v rychleji fermentovatelné formě. Čím je tedy obsah vlákniny v krmivu větší, tím nižší je stravitelnost daného krmiva (Hand et al., 2010).

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Granule

Do experimentu byla vybrána dvě granulová krmiva pro dospělé psy (skupiny „adult“). Krmiva jsou vyráběna navzájem odlišným technologickým postupem a zároveň mají co nejpodobnější složení (z důvodu možného vlivu kvality zdrojů živin na stravitelnost směsi). Krmiva pochází od odlišných výrobců.

Krmivo pro psy, které bylo vyrobeno technologickým postupem extruze, bylo pro účely experimentu označeno jako „Granule A“. Údaje o analytických složkách tohoto krmiva jsou vypsány v Tabulce č. 3.

Druhým krmivem, které bylo zařazeno do testování, byla krmná směs vyráběná technologií lisování za studena. Krmivo pro psy bylo pro účely experimentu označeno jako „Granule B“. Údaje o analytických složkách tohoto krmiva jsou vypsány v tabulce č. 3.

**Tabulka č. 3 – Analytické složky zastoupené v granulích A a B**

|           | Granule A   | Granule B   |
|-----------|-------------|-------------|
| Bílkoviny | 24,00 %     | 28,60 %     |
| Tuk       | 12,00 %     | 12,20 %     |
| Popel     | 6,40 %      | 6,50 %      |
| Vláknina  | 2,50 %      | 2,80 %      |
| Ca        | 1,00 %      | 1,25 %      |
| Na        | 0,20 %      | 0,37 %      |
| P         | 0,87 %      | 1,03 %      |
| ME        | 14,70 MJ/kg | 15,70 MJ/kg |

Metabolizovatelná energie (ME) je hodnota energie, která byla daným organismem přijata a nebyla následně vyloučena výkaly, močí a plyny. Je to tedy hodnota nižší než brutto energie (BE), což je celkové množství energie v krmivu, které lze stanovit laboratorně (Skřivanová, 2018).



## 4.1.2 Psi

Do testování byla zařazena čtyři zvířata pobývajících v chovatelské stanici. Jednalo se o 2 feny a 2 psy plemene border kolie ve věku 3 – 10 let. Tito psi se věnují aktivitám jako je frisbee, agility, poslušnost či dogdancing a dále také navštěvují výstavy. Jsou to tedy dospělá zvířata ve střední zátěži.

### 4.1.2.1 Krmení psů a získávání vzorků výkalů

Psi měli po celou dobu testování krmiv neomezený přístup k vodě. Před zahájením období zkrmování granulí, které byly vyrobeny extruzí, proběhlo tzv. přípravné období, které trvalo 1 týden a sloužilo k navyknutí psů na jiný druh krmiva. Krmivo, které bylo vyrobeno technologií extruze a které jsme pro účely testování označili jako „granule A“, bylo psy zkrmováno po dobu trvající 3 týdny. Po uplynutí tohoto časového období byly od každého jednotlivce odebrány vzorky výkalů. Následovalo znovu přípravné období trvající 7 dní. Během tohoto období bylo psům postupně přimícháváno do granulí A krmivo, které bylo vyrobeno technologií lisování za studena a pro účely testování bylo označeno jako „granule B“. Po uplynutí 7 dnů obsahovala krmná dávka psů již 100 % krmiva lisovaného za studena. Psi nevykazovali žádné viditelné negativní reakce na změnu krmiva. „Granule B“ byly zkrmovány po stejně dlouhé období, jako předchozí krmivo, tedy 3 týdny. Po uplynutí tohoto časového úseku byly opět získány vzorky výkalů od jednotlivých psů.

### 4.1.3 Použité přístroje a chemické látky

Přístroje použité při testování:

- Sušárna Memmert
- FOSS Kjeltac™ 2400
- ANKOM 200/220 Fiber Analyzer
- SER 148 Solvent Extractor
- Muflová pec LAC

Použité chemické látky:

- Kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Hydroxid sodný (NaOH)
- Peroxid vodíku (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- Chlorovodík (HCl)

- Kyselina boritá ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )
- Dusitan stříbrný ( $\text{AgNO}_2$ )
- Petrolether

## 4.2 Metodika

Od psů zapojených do testování bylo vždy na konci stanoveného období 3 týdnů, kdy byli krmeni daným typem krmiva, odebráno minimálně 500 g výkalů. Vzorek výkalů byl odebrán od všech 4 psů jak po období zkrmování granulí A (extrudovaných), tak po období zkrmování granulí B (lisovaných za studena). Celkem bylo tedy odebráno 8 vzorků výkalů.

Vzorky výkalů byly vysušeny a zbaveny nežádoucích složek v podobě chlupů. Následně byly rozšrotovány ve šrotovníku a uloženy do připravených nádob se štítky pro identifikaci vzorků. Každý vzorek byl takto zpracován zvlášť, celkem bylo tedy rozšrotováno a uloženo v uzavíratelných nádobách 8 vzorků výkalů.

Zároveň byl proveden rozbor vzorků obou krmných směsí.

### 4.2.1 Stanovení sušiny

Pojmem „sušina“ je označována část daného vzorku krmiva, která byla zbavena vody. Je to tedy soubor všech organických i anorganických živin krmiva kromě vody (Skřivanová, 2018).

Do předem zvážených a označených hliníkových nádob bylo 2x z každého vzorku umístěno 5 g rozšrotované směsi. Nádoby byly následně umístěny do sušárny a sušeny při teplotě 103 °C (správná teplota sušení je udávána  $103 \pm 2$  °C). Před sušením vzorku granulí A bylo provedeno předsušení při teplotě 60 °C. Po vysušení byly vzorky přemístěny do exsikátoru, kde byly ponechány až do vychladnutí. Následně byly vzorky znovu zváženy a hmotnost byla zaznamenána. Od zapsané hodnoty byla vždy odečtena hmotnost jednotlivých hliníkových nádob. Obsah sušiny byl vypočítán dle následujícího vzorce:

$$\% \text{ sušiny} = \frac{\text{hmotnost vzorku krmiva po vysušení}}{\text{navážka vzorku (5 g)}}$$

#### 4.2.2 Stanovení popelovin

Pojmem „popel“ či „popeloviny“ je označován souhrn všech anorganických látek v krmivu.

Po stanovení sušiny byly vzorky umístěny do muflové pece ve spalovacích kelímcích, kde byly spalovány při teplotě 550 °C až do konstantní hmotnosti. Po spalování byly vzorky umístěny do exsikátoru, kde byly ponechány až do vychladnutí. Následně byly vzorky zváženy a dle následujícího vzore byl vypočítán obsah popelovin:

$$\% \text{ popelovin} = \frac{\text{hmotnost nádoby se spáleným popelem}}{\text{hmotnost prázdného vyžíhného kelímku}}$$

#### 4.2.3 Stanovení nerozpustného písku

Pojmem „nerozpustný písek“ rozumíme část popelovin, která je nerozpustná v 10 % roztoku HCl.

Spálený popel byl kvantitativně převeden do skleněných tub a následně vypláchnut 10 % roztokem HCl. Poté bylo do každé tuby se vzorkem přidání 20 ml 10 % roztoku HCl. Vzorky s roztoky byly přivedeny k varu a v tomto stavu byly udržovány po dobu 25 minut. Po uplynutí časového úseku byly vzorky kvantitativně převedeny na bezpopelový filtrační papír. Následně byly vzorky propláchnuty 600 ml horké destilované vody. Poté byl proveden test na přítomnost chloridových iontů roztokem AgNO<sub>3</sub>. Po získání negativního výsledku testu byly vzorky na filtračním papíru umístěny do zvážených spalovacích kelímků, ve kterých byly umístěny do sušárny a při 103 °C sušeny. Po uplynutí 60 minut byly spalovací kelímky se vzorky přemístěny do spalovací pece, kde byly spalovány při teplotě 550 °C. Po spalování byly spálené kelímky se vzorky umístěny do exsikátoru, kde byly ponechány až do vychladnutí. Vychladlé kelímky se vzorky byly následně zváženy a byl vypočítán obsah písku dle následujícího vzorce:

$$\% \text{ nerozpustného písku} = \frac{\text{hmotnost kelímku se spáleným popelem} - \text{hmotnost prázdného kelímku}}{\text{navážka vzorku (5 g)}} * 100$$

#### 4.2.4 Stanovení tuku

Stanovení tuků bylo provedeno tzv. Soxhletovou metodou. Principem této metody je využití rozpustnosti tuků v nepolárních rozpouštědlech. Vzorky byly nejprve naváženy do extrakčních

patron (z každého vzorku 2 x 5 g) a utěsněny vatou, zváženy byly také skleněné extrakční baňky, které byly následně popsány. Na extrakční patrony byl upevněn magnet a byly přichyceny do Soxhletova extrakčního přístroje. Do extrakčních baněk bylo odměřeno extrakční rozpouštědlo – 75 ml petroletheru a byly připraveny extrakční jednotky. Extrakční baňky byly umístěny na hnízdo pod vzorek a přístroj byl uzavřen. Po ukončení extrakce byly extrakční baňky vyjmuty z přístroje a umístěny o sušárny, kde byly ponechány po dobu 1 hodiny při teplotě 103 °C. Po vysušení byly vzorky přemístěny do exsikátoru, kde byly ponechány až do vychladnutí. Následně byly vzorky zváženy a hmotnost byla zaznamenána.

Obsah tuků byl vypočítán dle následujícího vzorce:

$$\% \text{ tuku} = \frac{\text{hmotnost extrakčního kelímku s vysušeným vyextrahovaným tukem} - \text{hmotnost prázdného extrakčního kelímku}}{\text{navážka vzorku (5 g)}} * 100$$

#### 4.2.5 Stanovení vlákniny (CF)

Stanovení vlákniny (CF = „crude fibre“) bylo realizováno tzv. Henneberg-Stohmanou metodou. Nejprve byly zváženy a náležitě popsány filtrační sáčky. Do sáčků byly naváženy vzorky po 1 g, sáčky byly následně uzavřeny svařením a naskládány do karusely, který byl vložen do přístroje ANKOM. Do přístroje byl přilít roztok H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, poté byl přístroj uzavřen a bylo zapnuto zahřívání a promíchávání. Po dosažení teploty 100 °C byly vzorky vařeny po dobu 45 minut. Po uplynutí 45 min byla kyselina vypuštěna, zahřívání bylo vypnuto a vzorky byly třikrát vždy po dobu 5 minut promývány horkou destilovanou vodou. Poté byl do přístroje přilít roztok NaOH, přístroj byl znovu uzavřen a bylo zapnuto zahřívání. Po dosažení 100 °C byly vzorky vařeny dalších 45 minut. Následně byl roztok NaOH vypuštěn, vzorky promyty horkou destilovanou vodou (vždy třikrát po dobu 5 minut) a přístroj byl vypnut. Sáčky se vzorky byly vyjmuty a umístěny do acetonu, kde byly po dobu 1 minuty. Poté byly osušeny a umístěny do sušárny vyhřáté na 103 °C, kde byly sušeny po dobu 3 hodin. Po uplynutí daného času byly sáčky vyjmuty ze sušárny a umístěny do exsikátoru, kde zůstaly až do vychladnutí. Po vychladnutí byly sáčky vyjmuty z exsikátoru a bylo provedeno vážení. Obsah vlákniny byl vypočítán dle následujícího vzorce:

$$\% \text{ vlákniny} = \frac{(\text{hmotnost vysušeného nehydrolyzovaného zbytku vzorku} - \text{hmotnost popela}) * 100}{\text{navážka vzorku (5 g)}}$$

#### 4.2.6 Stanovení hrubého proteinu (NL)

Pojmem „hrubý protein“ rozumíme souhrn všech bílkovin a nebílkovinného dusíku v krmivu, proto je používán i pojem dusíkaté látky (odtud zkratka NL).

Pro stanovení obsahu dusíkatých látek byla použita tzv. metoda dle Kjehldala. Principem této metody je stanovení celkového obsahu dusíku a následné násobení této hodnoty faktorem 6,25. Tato hodnota vychází z předpokladu, že bílkoviny obsahují 16 % dusíku (Skřivanová, 2018).

Nejprve bylo z každého vzorku naváženo 2 x 0,5 g a toto množství bylo následně převedeno do skleněné tuby. Do každého vzorku byla přidána 1 tableta Kjeltabs, 10 ml koncentrované (98 %) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sloužící zde jako katalyzátor. Vzorek byl umístěn do spalovacího hnízda a mineralizován při teplotě 420 °C. Po dokončení spalování byly vzorky vyjmuty a ponechány k vychladnutí. Do vychladlých vzorků bylo přidáno 10 ml destilované vody. Vzorky s vodou byly následně jednotlivě vkládány do přístroje Kjeltec, který provedl destilaci a titraci. Výsledné hodnoty byly zapsány.

#### 4.2.7 Stanovení sacharidů

Sacharidy v krmivu jsou tvořeny tzv. bezdusíkatými látkami výtažkovými (BNLV) a vlákninou. Složka BNLV nebyla stanovena analyticky, nýbrž vypočítána jako zbytek po stanovení všech ostatních složek krmiva. Vzorec pro výpočet BNLV je následující:

$$\text{BNLV (g * kg}^{-1}\text{)} = \text{vlhkost (g * kg}^{-1}\text{)} + \text{NL (g * kg}^{-1}\text{)} + \text{tuk (g * kg}^{-1}\text{)} \\ + \text{vláknina (g * kg}^{-1}\text{)} + \text{popel (g * kg}^{-1}\text{)}$$

## 5 Výsledky

### 5.1 Vyhodnocení stravitelnosti granulí

Z výsledných hodnot, které byly získány při stanovování živin, byly vypočítány průměry, směrodatné odchylky a rozptyly. Výsledky byly hodnoceny párovým T-testem a jsou podrobněji vypsány v tabulce č. 5. Krmivo vyráběné technologickým postupem extruze je zde z důvodu zjednodušení označeno jako „Granule A“ a krmná směs, která byla vyrobena technologií lisování za studena, je zde zaznamenána pod názvem „Granule B“.

**Tabulka č. 4 – Výsledné hodnoty stravitelnosti granulí A a B**

|        | Granule | Průměr | Směrodatné odchylka | Rozptyl | p     |
|--------|---------|--------|---------------------|---------|-------|
| Sušina | A       | 94,401 | 0,414               | 0,128   | 0,759 |
|        | B       | 94,012 | 2,538               | 4,832   |       |
| Popel  | A       | 22,689 | 1,424               | 1,521   | 0,049 |
|        | B       | 24,678 | 0,419               | 0,132   |       |
| Písek  | A       | 3,389  | 0,897               | 0,603   | 0,067 |
|        | B       | 2,692  | 0,541               | 0,219   |       |
| Tuk    | A       | 99,074 | 0,399               | 0,119   | 0,031 |
|        | B       | 96,042 | 1,738               | 2,266   |       |
| CF     | A       | 34,098 | 13,533              | 137,363 | 0,915 |
|        | B       | 34,653 | 16,1924             | 196,646 |       |
| NL     | A       | 91,739 | 1,789               | 2,402   | 0,013 |
|        | B       | 84,957 | 3,570               | 9,559   |       |
| BNLV   | A       | 96,058 | 2,576               | 4,976   | 0,009 |
|        | B       | 87,803 | 1,644               | 2,026   |       |

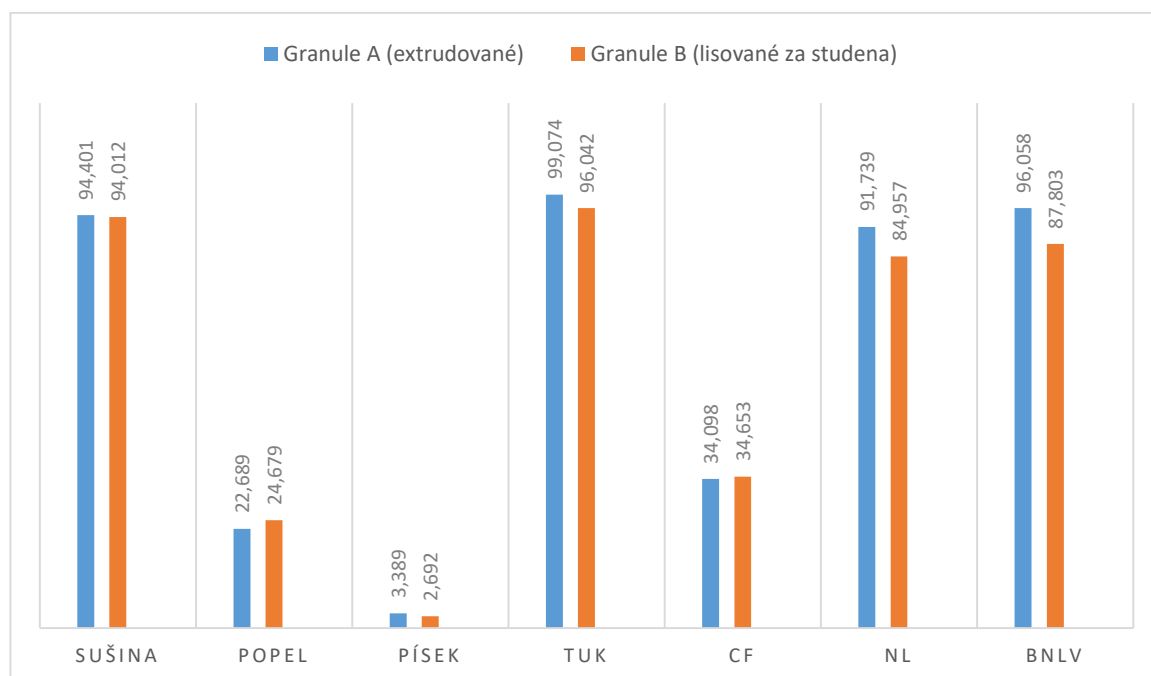
Vysvětlivky k tabulce č. 4:  $p > 0,05$  ,  $p \leq 0,05$  ,  $p < 0,01$  ,  
p..... výsledek párového T-testu

Výsledek T-testu menší než 0,05 značí na hladině významnosti  $p = 0,05$  statistickou pravděpodobnost shody průměrů obou řad měření. Tzn. mezi průměrnými hodnotami stravitelnosti popela, tuku a NL granulí A a průměrnými hodnotami stravitelnosti těchto analytických složek v granulích B byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Hodnoty stravitelnosti popela jsou na hraně hladiny významnosti. Mezi průměrnými hodnotami stravitelnosti BNLV granulích A a B byl zjištěn statisticky vysoce významný rozdíl (na hladině významnosti  $p < 0,01$ ).

Mezi průměrnými hodnotami zbylých sledovaných složek krmiva (sušina, písek a hrubá vláknina) nebyl dle výsledné hodnoty párového T-testu ( $p > 0,05$ ) zjištěn statisticky významný rozdíl.

Výsledné hodnoty stravitelnosti a jejich následné porovnání poukazují na to, že stravitelnost většiny složek krmiva (sušina, písek, tuk, NL a BNLV) je vyšší v krmivu pro psy, které bylo vyrobeno extruzí. Hodnoty stravitelnosti popelovin a hrubé vlákniny byly tímto testováním zjištěny vyšší u krmiva, které bylo zpracováno technologií lisování za studena. Porovnání výsledných procentuálních hodnot stravitelností je zpracováno do grafu č. 1.

**Graf č. 1 – Srovnání výsledných hodnot stravitelnosti jednotlivých živin**



Kromě vzorků výkalů probíhalo v rámci testování také stanovování jednotlivých analytických složek ve vzorcích krmiv. V tabulce č. 6 jsou zaznamenány hodnoty zjištěných analytických složek.

**Tabulka č. 5 – Analytické složky granulí A a B**

|        | Granule A | Granule B |
|--------|-----------|-----------|
| Sušina | 93,320 %  | 93,795 %  |
| Popel  | 5,726 %   | 5,279 %   |
| Písek  | 0,449 %   | 0,296 %   |
| Tuk    | 9,707 %   | 11,548 %  |
| CF     | 2,410 %   | 0,960 %   |
| NL     | 28,672 %  | 25,196 %  |
| BNLV   | 43,504 %  | 46,379 %  |

„Granule A“ = krmivo vyráběné technologickým postupem extruze

„Granule B“ = krmná směs, která byla vyrobena technologií lisování za studena



## 6 Diskuze

Při zkoumání vlivu tepla na stravitelnost bílkovin bylo prokázáno, že vysoké teploty a následný proces denaturace bílkovin má příznivé vlivy na jejich stravitelnost v organismu. Vlhké teplo se prokázalo jako účinnější pro zlepšení stravitelnosti bílkovin než teplo suché (Giami et al., 2001).

Jak uvádí Tschätsch (2006), extruze je proces formování určitého materiálu při vysokých teplotách – nad 100 °C. Pučálka (2014) uvádí, že naproti tomu proces lisování za studena probíhá při působení podstatně nižších teplot (okolo 50 °C). Jiný zdroj uvádí, že při lisování krmiv za studena dosahuje teplota svého maxima při 38 °C (Yoggies, 2016). Holme (2017) uvádí, že k denuraci bílkovin začíná docházet při teplotách nad 41 °C.

Tato zjištění jsou v souladu s výsledky experimentu popsaného v této bakalářské práci. Jelikož vyšší stravitelnost dusíkatých látek byla stanovena u vybraného krmiva vyráběného technologií extruze (91,739 %), je zřejmý pozitivní vliv vyšších teplot a denaturace bílkovin na stravitelnost bílkovin, což je ve shodě s výzkumem prováděným Jood et al. (1989), který zkoumal vliv teploty při zpracování surovin na stravitelnost bílkovin a díky poznatkům získaných během výzkumu bylo zjištěno, že působení vysoké teploty (100 °C a více) má velmi pozitivní vliv na stravitelnost bílkovin. Podstatně nižší teploty při výrobě krmiv technologií lisování za studena jsou tedy zřejmě důvodem nižší stravitelnosti bílkovin (84,957 %) obsažených ve vybraném krmení tohoto typu.

Při výrobě krmných směsí technologickým postupem lisování za studena nedochází k rozložení struktury škrobů a v důsledku toho může klesnout stravitelnost krmiva (Pučálka, 2014). Při zpracování surovin technologickým postupem zvaným extruze dochází k prokazatelnému zvýšení stravitelnosti škrobu (Šárka, 2013).

Dle Jirásk (2014), je během procesu extruze stravitelnost škrobu zvýšena až k úrovni 100 %. Kopriva (1998) uvádí, že díky fyzikálním vlivům působícím během procesu extruze dochází ke „zmazování“ škrobu, díky čemuž se stává výsledné krmivo lépe stravitelným.

Tato tvrzení byla taktéž potvrzena testováním vlivu technologie výroby na stravitelnost krmiva pro psy, kterým se zabývá tato práce. Stravitelnost BNLV u granulí lisovaných za studena byla o 8,255 % nižší než u granulí extrudovaných.

Hand et al. (2010) uvádí, že průměrná stravitelnost sacharidů je obecně udávána 84 %. Obě testovaná krmiva toto kritérium splňují. Míra stravitelnosti BNLV v extrudovaném krmivu byla zjištěna 96,058 % a v krmivu lisovaném za studena byla tato hodnota stanovena 87,803 %.

Z výsledných hodnot (zejména z vysokých hodnot rozptylu stravitelnosti hrubé vlákniny) je zřejmé, že do experimentu této povahy bylo zapojeno příliš malé množství psů, na kterých bylo testování stravitelnosti prováděno. Bylo získáno malé množství vzorků výkalů, což může být spolu s nízkým počtem jedinců příčinou vysokého rozptylu a statistické neprůkaznosti některých získaných hodnot.

## 7 Závěr

V první části této bakalářské práce byly za použití dostupné literatury shrnuty poznatky týkající se výživy psa, základních živin, způsobů krmení, trávení a vstřebávání živin v trávicím ústrojí psa, metod stanovování stravitelnosti živin a vlivu technologie zpracování krmiv na stravitelnost živin.

V další části bakalářské práce byl podrobně popsán materiál, který byl použit pro účely testování vlivu technologie výroby na stravitelnost, postup při získávání vzorků pro testování a postupy stanovování jednotlivých analytických složek v získaných vzorcích.

Získaná data byla zaznamenána a popsána, výsledky byly zhodnoceny pomocí diskuze založené na výsledcích předchozích výzkumů.

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi průměrnými hodnotami stravitelnosti popela, tuků, hrubého proteinu a bezdusíkatých látek výtažkových. U zbylých sledovaných složek krmiva (sušina, písek a hrubá vláknina) nebyly výsledné hodnoty statisticky průkazné.

Největší rozdíl ve stravitelnosti byl zaznamenán u bezdusíkatých látek výtažkových, kde tento rozdíl činí 8,255 %.

Z důvodu velmi malé velikosti skupiny psů, kteří byli do testování zapojeni, a s tím související nízký počet vzorků výkalů, měly některé výsledné hodnoty stravitelnosti velmi vysoký rozptyl, zvláště pak hodnoty stravitelnosti hrubé vlákniny.

Cíl této práce (zjistit, zda existuje vliv technologie výroby krmných směsí pro psy na stravitelnost základních živin) byl splněn. Testováním bylo zjištěno, že vliv technologie výroby krmných směsí pro psy na stravitelnost základních živin skutečně existuje. Je zřejmé, že stravitelnost živin nejvíce ovlivňuje teplota, kterou při procesu zpracování prochází.

Vzhledem k zajímavým výsledkům, které přineslo testování v rámci této bakalářské práce, by bylo jistě zajímavé provést další výzkumy (případně experimenty) a dosavadní znalosti o vlivech na stravitelnost živin rozšířit. Do testování by bylo vhodné zařadit více psů z důvodu snížení rozptylu výsledných hodnot.

Závěrem lze konstatovat, že stravitelnost živin je nejvíce ovlivňována teplotou, kterou při procesu zpracování použité suroviny prochází.

## 8 Seznam literatury

Barlík, D. 1988. Chováme psy. Příroda. Bratislava. 155. ISBN: 064-267-88.

Beitz, D. C., Bauer, J. E., Behnke, K. C., Dzanic, D. A., Fahey, G. C., Hill, R. C., Kallfelz, F. A., Kienzle, E., Morris, J. G., Rogers, Q. R. 2006. Your Dog's Nutritional Needs. National Academy of Sciences. Dostupné také z : <[http://dels.nas.edu/resources/static-assets/banr/miscellaneous/dog\\_nutrition\\_final\\_fix.pdf?\\_ga=2.88682011.146732730.1523539036-959696911.1523539036](http://dels.nas.edu/resources/static-assets/banr/miscellaneous/dog_nutrition_final_fix.pdf?_ga=2.88682011.146732730.1523539036-959696911.1523539036)>.

Bieri, M., Lisegang, A. 2016. Effect of BARF-feeding on faecal consistency, coat quality, dental health and blood values of dogs. 20th Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition Berlin. p. 48. ISBN: 978-3-00-054219-0.

Boillat, C. S., Gaschen, F. P., Hosgood, G. L. Assessment of the relationship between body weight and gastrointestinal transit times measured by use of a wireless motility capsule system in dogs [online]. American Journal of Veterinary Research. 2010 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z <<https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/ajvr.71.8.898>>.

Bontempo, V. 2006. Nutrition and Health of Dogs and Cats: Evolution of Petfood. Veterinary Research Communications. Volume 29. Supplement 2. p. 45-50. ISSN: 0165-7380. Dostupné také z: <<https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/article/10.1007/s11259-005-0010-8>>.

Camire, M. E. 1991. Protein functionality modification by extrusion cooking. Journal of the American Oil Chemist's Society. Springer-Verlag. Dostupné také z : <<https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/article/10.1007/BF02657770>>.

deMan, J. M. 1999. Principles of Food Chemistry. Springer US. p. 520. ISBN: 978-1-4614-6390-0. Dostupné také z : <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4614-6390-0\\_9](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4614-6390-0_9)>.

Dvořáčková, J., Doležal, P., Hladký, J., Vysskočil, I. Stravitelnost krmiv [online]. Hodnocení výživné hodnoty krmiv. 2011 [cit. 2018-2-14]. Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/cvicebnice/stravitelnost.php](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/stravitelnost.php)>.

European Pet Food Industry Federation. Bruxelles. p. 100. Dostupné z: <<http://www.fediaf.org/39-prepared-pet-foods/66-dcs-recipes-and-processing.html>>.

Farmet (The official technology and complex services). Extruze – cesta k efektivnímu využití krmiva. 2014 [cit. 2018-4-16]. Dostupné z: <<http://www.asv-agronova.sk/userfiles/nastiahnutie/EXTRUSION2-CZ.pdf>>.

FEDIAF (Fédération européenne de l'industrie des aliments pour animaux familiers). 2006. Nutritional Guidelines For Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. The

Gallup, E. M. 1990. The Wellness Way to Weight Loss. Springer US. Boston. p. 314. ISBN: 978-1-4899-6295-9. Dostupné také z: <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4899-6295-9\\_11](https://link.springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4899-6295-9_11)>.

Geigerová, M., Vlková, E., Skřivanová, E., Burešová, E. 2014. Odlišnosti v mikrobiotě trávicího traktu různých druhů savců. Veterinářství. 64. 522-526.

Giami, S. Y., Adindu, M. N., Hart, A. D., Denenu, E. O. 2001. Effect of heat processing on in vitro protein digestibility and some chemical properties of African breadfruit (*Treculia africana* Decne) seeds. Plant foods for Human nutrition. Kluwer Academic Publishers. 117. ISSN: 1573-9104. Dostupné také z: <<https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/article/10.1023/A%3A1011181412808>>.

Goldberg, I. 1994. Functional Foods. Springer US. p. 571. ISBN: 978-1-4615-2073-3. Dostupné také z : <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4615-2073-3\\_9](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4615-2073-3_9)>.

Hand, M. S., Lewis, L. D., Remillard, R. L. 2010. Small Animal Clinical Nutrition - 4th Edition. Mark Morris Institute. 1314. ISBN: 09-458-3705-4.

Holme, T. A. Denaturatrion [online]. Chemistry Explained. 2017 [cit. 2018-4-16]. Dostupné z: <<http://www.chemistryexplained.com/Co-Di/Denaturation.html>>.

Hrubá, I. BARF [online]. Energy Vet. 1. května 2016 [cit. 2018-1-30]. Dostupné z: <[http://www.energyvet.cz/cz\\_barf\\_1449](http://www.energyvet.cz/cz_barf_1449)>.

Jelínek, P., Koudela, K. a kol. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 414. ISBN: 80-7157-644-1

Jirásek, J. Sacharidy v krmivech – ano či ne? [online]. *Nativa Future Life Style*. 3. září 2014 [cit. 2018-4-13]. Dostupné z <<https://www.nativia-pet.cz/cs/aktuality/sacharidy-v-krmivech-ano-ci-ne>>.

Jood, S. Chauhan, B. M., Kaoor, A. C. 1989. Protein digestibility (in vitro) of chickpea and blackgram seeds as affected by domestic processing and cooking. *Plant foods for human nutrition*. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 1573-9104. Dostupné také z: <<https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/article/10.1007/BF01091894>>.

Kopřiva, A. 1998. *Krmivářský průmysl*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-310-8.

Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, F., Vernerová, E. 2011. *Morfologie hospodářských zvířat*. Brázda s. r. o. Praha. 303. ISBN: 978-80-213-2188-5.

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

Nahler, G. 2009. *Dictionary of Pharmaceutical Medicine*. Springer. Wien. p. 244. ISBN: 978-3-211-89836-9. Dostupné také z <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-3-211-89836-9\\_1150](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-3-211-89836-9_1150)>.

Nominal. *Extruze – Jak se dělá kaše?* [online]. 25. dubna 2017 Dostupné z: <<http://www.nominal.cz/blog/13-extruze-jak-se-dela-kase.html>>.

Öste, R. E. 1991. Digestibility of Processed Food Protein. *Nutritional and Toxicological Consequences of Food Processing*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Springer. Boston. ISBN: 978-1-4899-2628-9.

Piper, B. 1996. *Diet and Nutrition*. Springer US. Boston. p. 425. ISBN: 978-1-4899-7244-6. Dostupné také z : <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4899-7244-6\\_5](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4899-7244-6_5)>.

Procházka, Z. 2005. *Chov psů*. Paseka Praha. Litomyšl. ISBN: 80-7185-768-8.

Pučálka, M. *Vybíráme vhodné krmivo Díl druhý: Rozdělení suchých krmiv podle technologie výroby* [online]. *Spokojený pes*. 27. ledna 2014 [cit. 2017-11-25]. Dostupné z

<<https://www.spokojenypes.cz/vybirame-vhodne-krmivo-dil-druhy-rozdeleni-suchych-krmiv-podle-technologie-vyroby/>>.

Reece, W., O. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada Publishing, a. s. Praha. s. 480. ISBN: 978-80-247-3282-4.

Roberts, T. A., Cordier, J. L., Gram, L., Tompkin, R. B., Pitt, J. I., Swanson, K. M. J. 2005. Feeds and pet foods. Micro-organisms in foods. Springer. Boston. ISBN: 978-0-306-48675-3. Dostupné také z: <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/0-387-28801-5\\_4](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/0-387-28801-5_4)>.

Rokey, G. J. 1994. The Technology of Extrusion Cooking. Springer. Boston. p. 253. ISBN: 978-1-4613-5891-6. Dostupné také z <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4615-2135-8\\_5#citeas](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4615-2135-8_5#citeas)>.

Schäfer, S. L., Messika, B. R. 2008. Zdravá výživa pro psa; Syrová strava BARF. Grada Publishing, a.s. Praha. s. 96. ISBN: 978-80-247-2587-1.

Skřivanová, E. 2018. Praktická cvičení z výživy psů a koček. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 68. ISBN: 978-80-213-2841-9.

Stafford, K. 2006. The Welfare of Dogs. Springer Netherlands. Dordrecht. 280. ISBN: 978-1-4020-4362-8. Dostupné také z <[https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4020-4362-8\\_4](https://link-springer-com.infozdroje.czu.cz/chapter/10.1007/978-1-4020-4362-8_4)>.

Suchý, P. 2001. Dietetické základy výživy psů. Veterinářství. roč. 51. č. 6: str. 8-10 příloha. ISSN: 0506 8231.

Šárka, E., Smrčková, P., Seilerová, E. 2013. Rezistentní a pomalu stravitelný škrob. Chemické listy. 107. 929 – 935. ISBN: 0009-2770.

Šebková, N. Rozdělení průmyslově vyráběných krmiv pro psy dle obsahu vody a způsobu konzervace [online]. iFauna. 2017 [cit. 2018-03-30]. Dostupné z <<https://www.ifauna.cz/psi/clanky/r/detail/5671/x-kapitola-kynologie-rozdeleni-prumyslove-vyrabenych-krmiv-pro-psy-dle-obsahu-vody-a-zpusobu-konzervace/>>.

Tichá, V. Hodnocení chrupu psa [online]. Časopis myslivost. 2012 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z <<http://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Lovecky-pes/2012/2-2012/Hodnoceni-chrupu-psa>>.

Tschätsch, H. 2006. Metal Forming Practise. Springer-Verlag. Berlin. p. 406. ISBN: 978-3-540-33217-6. Dostupné také z <[http://www.springer.com.infozdroje.czu.cz/gp/book/9783540332169?wt\\_mc=ThirdParty.SpringerLink.3.EPR653.About\\_eBook](http://www.springer.com.infozdroje.czu.cz/gp/book/9783540332169?wt_mc=ThirdParty.SpringerLink.3.EPR653.About_eBook)>.

Turek, B., Šíma, P., Michalová, I. 2017. Vliv kulinární úpravy potravin na jejich nutriční hodnotu. Potravinářská komora České republiky. ISBN 978-80-88019-23-7.

Turner, J. E. 2018. Carbohydrates. Reference Work. University of Bath. Department of Health. Bath, UK. 1. ISBN: 978-1-4614-6439-6. Dostupné také z : <[https://link.springer.com.infozdroje.czu.cz/content/pdf/10.1007%2F978-1-4614-6439-6\\_858-2.pdf](https://link.springer.com.infozdroje.czu.cz/content/pdf/10.1007%2F978-1-4614-6439-6_858-2.pdf)>.

Van Bree, F. P. J., Bokken, G. C. A. M., Mineur, R., Franssen, F., Opsteegh, M., van der Giessen, J. W. B., Lipman, L. J. A., Overgaauw, P. A. M. 2018. Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. Veterinary record. BMJ Publishing group. London. 7. ISSN: 0042-4900.

Vervuert, I. Die BARF-Trend in der Hundeernährung – Eine Herausforderung für den Tierarzt? Thieme connect. 15. Dezember 2016 [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <<https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/s-0043-101858#OR101858-2>>.

Vše o krmivech. Granule pro psy [online]. 2016 [cit. 2018-02-01]. Dostupné z <<https://vse-okrmivech.cz/krmivo-pro-psy/pruvodce-krmenim/granule-pro-psy>>.

Yoggies [online]. 2016. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <<https://yoggies.cz/>>.



## **9 Seznam příloh**

Obrázek č. 1 – Schéma výrobního postupu při užití technologie extruze (str. 5)

Tabulka č. 1 – Denní energetická potřeba (str. 12)

Tabulka č. 2 – Doporučené množství některých živin v suchém krmivu pro dospělé psy (str. 13)

Tabulka č. 3 – Analytické složky zastoupené v granulích A a B (str. 25)

Tabulka č. 4 – Výsledné hodnoty stravitelnosti granulí A a B (str. 31)

Graf č. 1 – Srovnání výsledných hodnot stravitelnosti jednotlivých živin (str. 32)

Tabulka č. 5 – Analytické složky granulí A a B (str. 33)