

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů



Výživa psů při zvýšené zátěži

Bakalářská práce

Edrenkina Anna

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

doc. Ing. Zdeněk Volek, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa psů při zvýšené zátěži" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3. 5. 2021

Poděkování

Chtěla bych touto cestou velmi poděkovat doc. Ing. Zdeňku Volkovi, Ph.D. nejen za odborné vedení tvorby této bakalářské práce, ale také za připomínky, cenné rady a vstřícnou pomoc při získávání podkladů a informací.

Výživa psů při zvýšené zátěži

Souhrn

Tato bakalářská práce byla napsána jako literární rešerše zabývající se výživou psů v zátěži.

Práce byla rozčleněna do pěti navazujících kapitol. První kapitola byla zaměřena na specifika trávicí soustavy psa, fyziologii a anatomii. Druhá kapitola je věnovaná zátěži, a to jak obecným informacím, jako je definice pojmu zátěž, tak jejímu členění a fyziologii. Tato část je věnována popisu neurohumorální odpovědi na jakýkoliv stres a také moderním studiím o vlivu zátěže a stresu na organismus zvířat, zejména sportovních, tažných, loveckých a asistenčních psů. V další části bakalářské práce jsou uvedeny základní nutriční potřeby psa a vliv jednotlivých živin, jako jsou bílkoviny, tuky, sacharidy, vláknina, voda, minerální látky a vitaminy na výkonnost, a celkové zdraví a dobré životní podmínky psů. Dále jsou popsány vzorce pro výpočet energetických potřeb, ať už z obecného pohledu, či v závislosti na velikosti a typu zátěže psů. V předložené bakalářské práci je též popsáno několik možností pro výběr vhodného typu krmiva pro psa, kdy hlavní pozornost byla zaměřena na BARF a komerčně vyráběná krmiva. Na základě informací plynoucích z této literární rešerše lze doporučit, aby krmná dávka psa v zátěži byla obohacena o dostatečné množství tuku, s vhodným složením a profilem mastných kyselin, a kvalitní zdroje bílkovin. Je nutné správně stanovit energetický výdej psa a také sledovat jeho hydratační a výživný stav, a podle těchto parametrů následně upravit krmnou dávku a množství přijaté vody. Při zvyšování podávaného množství krmiva je třeba dbát na vyváženost minerálních látek a vitamínů, aby nedošlo k předávkování.

Klíčová slova: pes, potřeby živin, krmení, krmiva, krátkodobá zátěž, dlouhodobá zátěž

Nutrition of dogs in the load

Summary

This thesis was written as a literature review on the nutrition of dogs under workload.

The thesis was divided into five subsequent chapters. The first chapter focused on the specifics of the dog's digestive system, physiology and anatomy. The second chapter is focused on workload, both general information, such as the definition of the term workload, and its categorisation and physiology. This section is also dedicated to the description of the neurohumoral response to any stress, as well as to modern studies on the effects of workload and stress on animals, especially sporting, draft, hunting and assistance dogs. The next part of the thesis presents the basic nutritional needs of dogs and the effect of different nutritional elements such as proteins, fats, carbohydrates, fibre, water, minerals and vitamins on performance, and the overall dog's health and welfare. Formulas for calculating energy requirements, either from a general perspective or depending on the size and type of workload of the dog, are also provided. Several options for selecting the appropriate type of food for the dog are also covered, with the main focus on BARF and commercial feed products. Based on the information from this literature review, it can be recommended that the diet of a stressed dog should be enriched with sufficient amount of fatty acids and high quality protein sources. It is necessary to correctly determine the energy requirements of the dog, as well as to monitor its hydration and nutritional status, and to adjust the ration and water intake according to these parameters. When increasing the amount of food given, it is important to ensure a balance of minerals and vitamins to avoid overdosing.

Keywords: dog, nutrient needs, feeding, feed, short-term load, long-term load

Obsah

1.	Úvod	7
2.	Cíl práce	8
3.	Literární rešerše	9
3.1.	Anatomie a fyziologie trávicí soustavy	9
3.2.	Stres a zátěž	11
3.2.1.	Definice stresu a zátěže	11
3.2.2.	Fyziologie zátěže	13
3.3.	Základní složky potravy psa	14
3.3.1.	Bílkoviny	14
3.3.2.	Tuky	16
3.3.3.	Sacharidy	17
3.3.3.1.	Vláknina	18
3.3.4.	Voda	18
3.3.5.	Minerální látky a vitamíny	18
3.4.	Stanovení potřeb energie	21
3.5.	Výběr krmiva pro psa	23
3.5.1.	Komerčně vyráběná krmiva	24
3.5.2.	BARF	25
4.	Závěr	27
5.	Literatura	28
6.	Seznam použitých zkratk a symbolů	33

1. Úvod

Již před 15 až 30 tisíci lety se vlk obecný (*canis lupus*) v rámci procesu domestikace začal pomalu a postupně měnit na psa domácího. Žádná jiná psovitá šelma se na vývoji psa domácího nepodílela. Tato přeměna se stala možnou díky mnoha behaviorálním, fyziologickým a morfologickým změnám. Vlk obecný je dodnes masožravcem, ale od té doby, co se předek psa připojil k člověku, se jeho potrava zákonitě velice změnila (Akers & Denbow 2013).

Dnešní psi jsou ve všem zcela závislí na člověku. Každý správný a zodpovědný majitel psa, by měl zajistit nutričně vyváženou a hodnotnou stravu a dostatek čisté, hygienicky nezávadné vody. Pokud jde o psy v zátěži, platí toto pravidlo ještě více. V závislosti na typu zátěže a její délce se rovněž liší i nárok psa na příjem energie, základních živin, doplňků a biologicky aktivních látek. Psi jsou dnes člověkem využíváni jako společníci nebo pro zábavu, rovněž vzrůstá obliba různých psích sportů, mezi které patří např. agility, dogfrisbee, flyball, psí závody, canicross, dogdancing atd (Dvořáková 2003).

Pes je neodmyslitelným a cenným pomocníkem např. v roli záchranáře, psa služebního nebo hlídacího. Své uplatnění mohou najít i jako psi canisterapeutičtí a asistenční. Další skupinou psů s velkou pracovní zátěží jsou psi lovečtí a pastevečtí, kteří jsou vystavováni vysokým nárokům na fyzický výkon. Jedinci z řad záchranářů, loveckých a pasteveckých psů jsou velmi často vystaveni extrémním podmínkám pro práci, jako je nebezpečí, chlad či horko. Každá sportovní aktivita či práce má jiné nároky na množství spotřebované energie. Důležitou roli hraje také délka trvání a intenzita dané činnosti. Může jít o zátěž krátkodobou, ale velmi intenzivní, jako je tomu například u crosingu či závodu, nebo o zátěž dlouhodobou, jak tomu bývá u loveckých psů, kteří musí pracovat i několik hodin v kuse. V krmné dávce psa je proto nutné vždy brát v úvahu všechny faktory jeho výdeje energie a sestavit krmnou dávku tak, aby obsahovala veškeré složky, které jsou nutné k pokrytí všech jeho nutričních nároků (Dvořáková 2003; Linda 2010).

2. Cíl práce

Cílem práce bylo formou literárního přehledu popsat současné poznatky o výživě a krmení psů v souvislosti se zoorehabilitační prací a obecně psů v zátěži. Definovat pojem zátěž a podat souhrnné informace o tématech souvisejících s trávicím traktem psa, potřebami živin a energie a současnými požadavky na krmiva pro psy v zátěži.

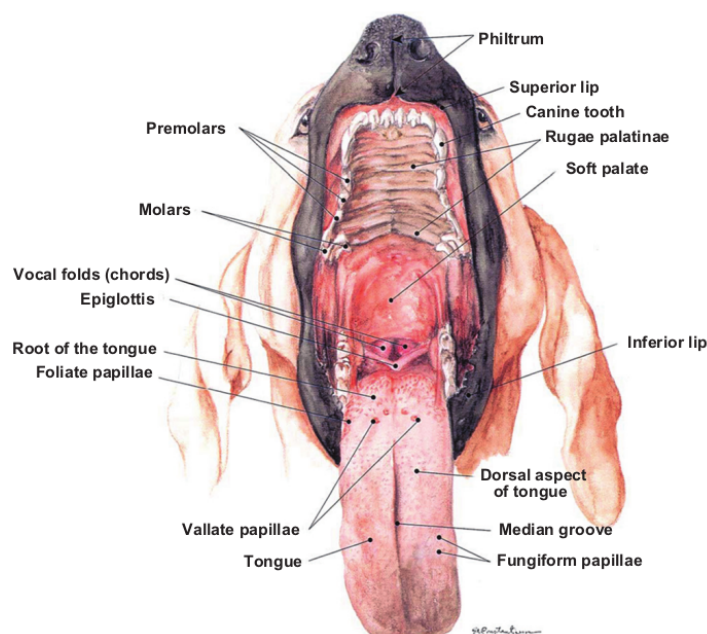
3. Literární rešerše

3.1 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy

Je obecně známo, že všechna zvířata potřebují ke svému životu a zdravému fungování živiny. Ty se získávají z potravy pomocí trávicí soustavy. Trávicí systém se skládá z trávicího traktu a pomocných orgánů. Trávicí trakt je svalová trubice prostupující tělem od úst k řitnímu otvoru a zahrnuje dutinu ústní (*cavum oris*), hltan (*pharynx*), jícen (*esophagus*), žaludek (*ventriculus*) a střevo (*intestinum*), které se dělí na tenké střevo (*intestinum tenue*) a tlusté střevo (*intestinum crassum*) (Mudřík et al. 2007).

Mezi pomocné orgány patří zuby, jazyk, slinné žlázy, játra, slinivka břišní a žlučník. Trávicí trakt psa je poměrně krátký (poměr tělo x trávicí trakt 1:6) (Reece 2011). Tento fakt zvyšuje požadavky na kvalitu a stravitelnost podávané stravy. Úkolem trávicího systému je příjem potravy, její následné trávení, vstřebávání živin a v poslední řadě vylučování nepotřebných zbytků (Procházka 2005).

V ústní dutině psa domácího se nachází zuby, jazyk a slinné žlázy (obrázek č. 1). Při příjmu potravy nemají sliny pouze lubrikační funkci, ale jsou velice důležité také při termoregulaci psa, funguje zde tzv. evaporační, odpařovací ochlazování. Příušní žláza psa, pod intenzivní parasympatickou stimulací, je schopná vylučovat sliny (na g žlázy) desetinásobně rychleji, než je tomu u lidí. Toto vylučování lze přirovnat k odpařování potu u lidí (Chiba 2009).

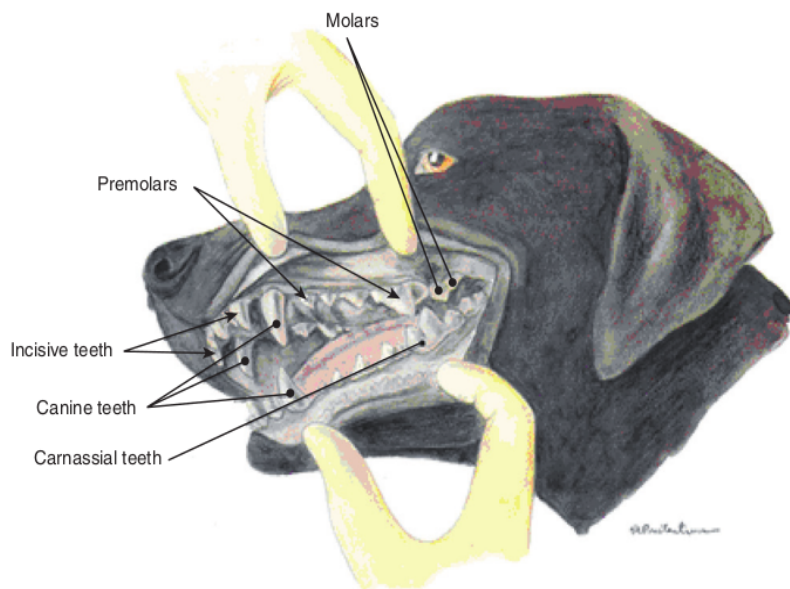


Obrázek 1: Dutina ústní psa (Akers & Denbow 2013)

Důležitou roli při vybírání potravy hrají chuťové pohárky a zejména čich, jelikož pomáhají rozpoznat škodlivou potravu. Podle Valkenburgha (2007) je pes fakultativním

masožravcem, a proto chrup psa musí být přizpůsobený k trhání živočišných tkání. Kvůli specifickému tvaru stoliček bez třecích ploch, nicméně, nemůže pes rozžvýkat potravu (Mudřík et al. 2007). Zuby jsou přizpůsobeny k trhání svalů a kostí, zatímco špičaté stoličky jsou přizpůsobeny pro drcení kostí a také v omezené míře pro žvýkání potravy (Chiba 2009).

Dospělý pes má celkem 42 zubů, z toho 12 řezáků, 4 špičáky, 16 premolárů (třenových zubů) a 10 molárů (stoliček), štěňata mají celkem 28 zubů (obrázek č. 2) (Procházka 2005; Akers & Denbow 2013).



Obrázek 2: Zuby psa (Akers & Denbow 2013)

Tekutiny pes do úst dopravuje pomocí jazyka, jehož volný konec tvoří naběračku (Chiba 2009). Na rozdíl od býložravců pes nemá ve slinách trávicí enzymy. Sliny slouží zejména k obalení potravy při žrání a snadnému posouvání dál do zažívacího traktu (Novosádová 2011).

Příjem potravy je velice hltavý, jedná se o tzv. atavismus po předcích. Z dutiny ústní, stále za pomoci jazyka, se potrava přesouvá do hltanu, a následně do jícnu. Při polykání tedy pracuje jazyk, jazylka, hltan, jícen i bránice. Všechny jejich svaly koordinovaně spolupracují. U psa trvá přibližně pět sekund, než se krmivo přesune z úst do žaludku (Chiba 2009). Potrava a voda jsou přesunuty z hltanu do žaludku kontrakčními vlnami ve svalové stěně jícnu. Jícen je sám o sobě velmi roztažitelný, a proto umožňuje, aby se velké objekty mohly protáhnout slizniční a submukózní vrstvou, mohou ovšem uvíznout v bodech zúžení (např. v hrudním vstupu) (Reece 2011).

Důležitá součást při trávení je žaludek, tvoří 62 % celkového objemu trávicího traktu (Chiba 2009). Tento dutý orgán má u středně velkého psa domácího objem přibližně 2-2,5 litru, je ovšem třeba zmínit, že se jedná o velice roztažitelný orgán, a proto psovi umožňuje jednorázově přijmout velké množství potravy (Reece 2011).

Žaludek můžeme popsat jako orgán s vakovitou strukturou, který je určen k ukládání velkého množství potravy. Žaludek je počátek vlastního procesu trávení. Na jeho vnitřním povrchu je řada záhybů zvaných žaludeční záhyby, které napomáhají k mletí a trávení.

Vnitřní stěna žaludku vylučuje kyseliny a enzymy, které rozkládají potravu jako počáteční krok v zažívacím procesu. Žaludek potravu zpracovává a natrávená potrava jej opustí většinou po 12 hodinách (Chiba 2009).

PH v žaludku kolísá v rozmezí od 1 do 6 a je také závislé na druhu přijaté potravy. Průměrné pH je 3-4, a během trávení se mění. U zcela nenakrmeného psa je pH žaludku stejné jako pH dvanáctníku (Adams 2001).

Produkce žaludečních šťáv je ovlivněna množstvím potravy, kterou žaludek přijme, její kvalitou a množstvím obsažených bílkovin. Žaludek se vyprazdňuje postupně, nejrychleji tráví syrovou potravu, nejpomaleji tvarovanou (dieta v granulované formě).

Naprostá většina živin se vstřebává v tenkém střevě. Střevo psa je poměrně krátké a jednoduché, při tom 85 % z toho tvoří tenké střevo, které se rozděluje na tři části: dvanáctník, lačnick a kyčelník (Reece 2011). Na trávení střevního obsahu se podílejí slivka břišní, enzymy slizničních buněk a játra. Pomocí enzymů se v tenkém střevě ukončují procesy trávení bílkovin, tuků a sacharidů; probíhá zde vstřebávání jednoduchých složek přes jeho stěnu do portálního oběhu (Ruckebusch et al. 1991). Podíl tlustého střeva se na celkové délce trávicího traktu podílí 13 %. Dochází zde převážně ke zpětnému vstřebávání vody a zahuštění výkalů, a také k fermentaci některých složek potravy střevními mikroorganismy (Reece 2011). Objem výkalů závisí na stravitelnosti přijaté potravy: čím méně stravitelná je, tím více nevyužitelných, nestrávených zbytků, odcházejících z těla ve formě výkalů (National Research Council 2006).

3.2 Stres a zátěž

3.2.1 Definice stresu a zátěže

Pojem stres vychází z anglického označení pro zátěž. Tudíž jakákoliv zátěž je pro daného jedince stresem, ale jeho míra závisí na mnoha faktorech.

Stres začal jako první zkoumat americký fyziolog Walter B. Cannon. Ten také ve svém článku z roku 1915 popsal reakci na ohrožení zvané "útok nebo útek" (Večeřová – Procházková & Honzák 2008).

V roce 1936 zavedl Hans Selye pojem stres do obecného povědomí svým článkem „A syndrom produced by diverse noxious agents“.

Později ve svém článku „Stress and the general adaption syndrom“ Selye (1950) říká „Kromě mnoha specifických obranných reakcí (např. tvorba specifických protilátek, adaptace na chlad, návyk na morfin, hypertrofie často používaných svalových skupin) existuje integrovaný syndrom úzce provázaných adaptačních reakcí na samotný nespecifický stres - „General Adaption Syndromes“ (G.A.S.)“. Tento syndrom se vyvíjí ve třech fázích: poplachová fáze, fáze adaptační neboli rezistenční, a fáze vyčerpání (Selye 1950).

Na jakoukoli zátěž neboli stres může organismu reagovat specifickou a nespecifickou reakcí. Jako příklad specifické reakce psa na zvyšování tělesné teploty může být dýchání s otevřenou tlamou (obrázek č. 3). Nespecifická stresová reakce bude na každý druh zátěže stejná; aktivace stresové osy a zvyšování hladiny kortizolu (Selye 1976).



Obrázek 3: Specifická reakce psa na zvýšenou tělesnou teplotu (Mills et al. 2013)

Pojem „stres“ v různých pramenech označuje rozdílné věci. Jednak označuje reakci zvířete na nějaký podnět, ale také příčinu této reakce. Stresovou reakci lze definovat jako fyziologickou, behaviorální a psychologickou reakci na výzvu k optimálnímu stavu pohody jednotlivce. Za stresor se považuje cokoli, co narušuje tento optimální stav tzv. homeostázu (Mills et al. 2013).

Je také nutné brát v úvahu individuální psychickou odolnost daného jedince. Reakce zvířete se může lišit v závislosti na typu a počtu stresorů, intenzitě stresoru, trvání stresoru, předvídatelnosti stresoru, úrovni kontroly, kterou má zvíře nad stresem, předchozí zkušenosti s potenciálním stresem a na dalších faktorech, které na každého jedince působí jinak. Některá zvířata mohou považovat sluchové stresory, jako je úroveň hluku, za více stresující než vizuální podnět. Podobně, pokud jsou některé stresory kombinovány, může to být pro některé jedince mnohem více stresující než pro ostatní (Mills et al. 2013).

Stres nemusí být pro zvíře škodlivý, může se objevit stresor, který nezhoršuje ani neohrožuje pohodu zvířete. Pokud zvíře na stres reaguje pozitivně a tato reakce je pro zvíře prospěšná, jedná se o eustres (National Research Council 2006). V roce 2003 v mnichovské laboratoři učinili pokus na myších. Hlodavcům bylo po dobu čtyř týdnů umožněno dobrovolné běhání v kole. Tyto myši běhaly 4 kilometry denně a na rozdíl od kontrolní skupiny, se u nich ukázala snížená hormonální reakce na psychickou zátěž v dalších pokusech (Droste et al. 2003).

Ovšem, pokud jsou jedinci vystavováni dlouhodobému stresu, který jim nepřináší žádný pozitivní efekt, jedná se o distres. Je to averzivní negativní stav, ve kterém procesy zvládnání a adaptace nedokážou vrátit organismus zpět do fyziologické a psychologické homeostázy (Moberg 2000). Rozumná hladina eustresu zvyšuje výkonnost, zatímco vliv psychosociálního distresu na výkon je zhoubný (Večeřová – Procházková & Honzák 2008). Nervové mechanismy, které řídí chronické stresové reakce, se mohou odlišovat od mechanismů ovládajících akutní reakce. Důležité je, že reakce jednotlivce na akutní nebo chronický stres je dána řadou faktorů, včetně genetiky, zkušeností z raného života, podmínek prostředí, pohlaví a věku. Kontext, ve kterém se stresory vyskytují, určí, zda jsou akutní nebo chronické stresové reakce jedince adaptivní nebo maladaptivní (patologické) (Herman et al. 1996).

Studie na zvířecích modelech prokázaly, že denní vystavení různým stresorům (tzv. „heterotypickým“ stresorům) vyvolává závažnější změny než ty, které vyplývají z opakovaného vystavení stejnému averzivnímu stimulu (tzv. „homotypickému“ stresoru). Pravděpodobně v důsledku procesu návyku při opakovaném vystavení (Costa-Ferreira et al. 2016).

3.2.2 Fyziologie zátěže

Primární hormonální mediátory stresové reakce, glukokortikoidy a katecholaminy, mají na tělo jak ochranné, tak škodlivé účinky. Z krátkodobého hlediska jsou nezbytné pro přizpůsobení, udržení homeostázy a přežití (alostáza). Přesto v delších časových intervalech dochází k vysokým nárokům na energii (alostatické zatížení), které mohou urychlit postupování nemoci (McEwen 1999).

Jednou z fyziologických reakcí organismu na stres je aktivace hypotalamo-hypofyso-adrenokortikální osy (HPA), neuroendokrinního systému, který udržuje stálost vnitřního stavu (Herman et al. 2016). V tomto systému jsou informace týkající se stresoru zpracovávány četnými mozkovými kmeny a limbickými oblastmi mozku, a pak nakonec aktivují hypofyzotrofní neurony v paraventriculárním jádru hypotalamu (PVN). Tyto PVN neurony poté vylučují uvolňující hormony (např. hormon uvolňující kortikotropin (CRH) a arginin - vazopresin), které podporují sekreci adrenokortikotropního hormonu (ACTH) přední hypofýzou do krve.

ACTH následně evokuje uvolňování glukokortikoidů z kůry nadledvin. Glukokortikoidy poté v těle působí mnoha způsoby, včetně mobilizace uložené energie a udržování krevního tlaku; glukokortikoidy také vyvíjejí negativní zpětnou vazbu na osu, aby napomohly ukončení akutní stresové reakce (Ulrich-Lai et al. 2007).

Hypofýza také produkuje celou řadu reprodukčně důležitých hormonů: zejména prolaktin (Prl), nejznámější pro svou roli v produkci mléka u žen, ale s dalšími účinky nesouvisejícími s reprodukcí; luteinizační hormon (LH) a folikuly stimulačního hormonu (FSH), které se vyskytují jak u samců, tak u samic a jsou spojeny s produkcí gamet. Všechny tyto hormony stoupají po počátečním stresu a mohou zůstat zvýšené několik hodin poté, co stres zmizel. V reakci na chronický stres však hladiny poklesnou, a proto můžeme pozorovat

vedlejší účinky stresu na reprodukci (Mills et al. 2013). Další změnou je pokles hormonu inzulinu, jehož úlohou je snižovat hladinu glukózy v krvi. Celkově tedy hladina glukózy vzrůstá v očekávání, že bude třeba jednat, například útěk před dravcem nebo vážná hrozba. Také je potlačován imunitní systém (Mills et al. 2013).

Z výzkumů vyplývá, že stres může mít dlouhodobé účinky na chování (např. snížení sociálně pozitivního chování), které mohou být způsobeny glukokortikoidy nebo jinými faktory, a které se mohou objevit až dlouho po počátečním vystavení stresu (Hennessy et al. 2020). Opakované vystavení stejnému stresoru může vést k habituaci reakce na osu HPA, charakterizované poklesem glukokortikoidové odpovědi v čase (Dhabhar et al. 1997). Ale zatímco stresová reakce klesá s dalšími zkušenostmi, nemizí úplně. Tímto způsobem organismus stále podléhá opakovanému stresu. Důležité je, že určitý stupeň návyku je evidentní i po vystavení různým (heterotypickým) stresorům. Například zvířata obvykle vykazují výrazný úbytek hmotnosti a hypofágii v prvních dnech chronického variabilního stresového režimu (jako součást integrované tělesné reakce na stres), ale během následujícího časového období se vrací k normálním stravovacím vzorcům (což svědčí o určitém stupni odolnosti proti stresu) (Flak et al. 2011).

Při dlouhodobém nebo krátkodobém vystavení stresu, jako jsou například zvýšená teplota, snížená teplota, hypoxie, fyzická zátěž, vystavení neznámým podmínkám, existuje silný vztah mezi příjmem chutných potravin (např. kaloricky hutných potravin obsahujících vysoké množství sacharidů a / nebo tuků) a zvládáním tohoto stresu (Ulrich-Lai et al. 2007). Potkani, které mají volný přístup k pití sacharózy, což také tlumí reakci osy HPA na akutní a chronický stres, ovšem poté konzumují velkou část svých denních kalorií jako sacharózu (30-40 %), což má za následek dramatické snížení (30 %) příjmu potravy (Strack et al. 1997; Bell et al. 2002; Sucheck et al. 2003).

Pracovní a služební psi podléhají nemocem a úrazům v závislosti na druhu činnosti kterou vykazují, kvalitě prostředí, ve kterém pracují a také vlastnostech charakteristických pro jejich plemeno. Výživa může ovlivnit fyzický a duševní stav, riziko a náchylnost k chorobám, dobu regenerace po úrazu a dlouhověkost. Energie pro svalovou kontrakci pochází ze čtyř chemických zdrojů: ATP (adenosintrifosfát), kreatinfosfát, anaerobní metabolismus sacharidů nebo aerobní metabolismus glukózy a tuků. Energie se získává z vysokoenergetických fosfátových vazeb ATP. Jedna molekula ATP pak může být regenerována z ADP (adenosindifosfát) na úkor vysokoenergetické fosfátové vazby v kreatinfosfátu. Vysokoenergetické fosfátové vazby se neustále doplňují buď anaerobně glykogenolýzou a glykolýzou, nebo aerobně oxidací z tuků nebo glukózy (Hultman 1995; Hill 1998).

3.3 Základní složky potravy psa

3.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny nejsou hlavním zdrojem energie pro psy v zátěži ani pro psy obecně. Ale jsou nezbytné pro tvorbu a obnovu buněk v těle, a pro fungování řady důležitých funkcí, jako jsou

například rozmnožování, hojení a trávení. Z jednoho gramu bílkovin je organismus schopen získat jenom 4 kcal (23,73 kJ). Ale proces získávání této energie je příliš náročný a složitý, aby ho organismus používal jako hlavní zdroj energie. V játrech, v procesu deaminace aminokyselin, se uvolňuje amoniak, který je konvertován do dusíkatého odpadu - močoviny, která se pak vyloučí močí ven. Při vysoké koncentraci močoviny v moči se může objevit charakteristický zápach, což je indikace překrmování dietou bohatou na bílkoviny (Tluchoř 2000). Bílkoviny zahrnují celkem 20 různých aminokyselin, z nichž pouze 10 jsou nezbytné; to znamená, že je nelze vyrobit tělem, takže musí být poskytovány v potravě (Grandjean 2020). Kvalita bílkovin záleží na jejich aminokyselinové skladbě (Tluchoř 2000).

Methionin a cystein (aminokyseliny obsahující síru) jsou důležité pro syntézu keratinu. Syntéza keratinu, potřebného k udržení zdravé pokožky a srsti, může tvořit až 30% denní potřeby bílkovin dospělého psa. Cystein lze syntetizovat z methioninu. Přirozená potrava masožravce, která je bohatá na aminokyseliny obsahující síru, má proto tendenci produkovat kyselou moč (Grandjean et al. 2020). Nejlepším zdrojem methioninu a cysteinu jsou ryby, vaječný bílek a pšeničný a kukuřičný lepek. Arginin je důležitý pro přeměnu amoniaku, vzniklého deaminací přebytečných bílkovin. Čím vyšší je obsah bílkovin v krmné dávce, tím vyšší je pak potřeba argininu. Nedostatek argininu v krmivu je spojen s nadměrným sliněním, třesem svalů, zvracením a smrtí. Z dlouhodobého hlediska může nedostatek argininu vést k rozvoji katarakty (zákalu oční čočky). Lysin je esenciální aminokyselina. Je citlivý na teplo a během zpracování krmiva pro domácí zvířata prochází chemickou reakcí s cukrem (Maillardova reakce), což je považováno za důležité pro vytváření chutí a vůní. Lysin je možné přijmout v potravě zejména z živočišných zdrojů, konkrétně ze svalové tkáně. Rostlinným zdrojem bohatým na lysin je například sója. Nedostatek může vést ke snížení příjmu potravy a hubnutí. Fenylalanin a tyrosin jsou aromatické aminokyseliny, které jsou důležité pro syntézu žlutých, červených, hnědých a černých pigmentů, které definují barvu srsti zvířete. Tyrosin lze syntetizovat z fenylalaninu. Fenylalanin je nezbytný pro produkci hormonů štítné žlázy, tyrosin je prekurzorem dopaminu, noradrenalinu a adrenalinu. Fenylalanin se nachází ve většině zdrojů živočišných bílkovin, jako je hovězí, vepřové, drůbeží a ryby. Tyrosin je dodáván buď přímo v krmné dávce, nebo je syntetizován z fenylalaninu. Rýže je jediný rostlinný zdroj, který obsahuje užitečné množství tyrosinu. Mezi známky jeho nedostatku patří úbytek hmotnosti, snížený příjem potravy a zarudnutí černé srsti. Leucin, isoleucin a valin tvoří třídu aminokyselin s rozvětveným řetězcem (BCAA). Tyto aminokyseliny stimulují syntézu bílkovin a zpomalují jejich rozklad ve svalech. Jejich běžným zdrojem je hovězí, jehněčí a drůbeží maso. Nedostatek kteréhokoli z BCAA může mít za následek úbytek hmotnosti a letargii. Zejména nedostatek isoleucinu může mít za následek drsnou srst, léze na tlapkách a nekoordinovanou chůzi. Histidin je prekurzorem řady neurologických sloučenin, jako je histamin. Maso je dobrým zdrojem histidinu. Je přítomen v obzvláště vysokých koncentracích v krvi. Nedostatek histidinu může mít za následek úbytek hmotnosti a odmítnutí krmiva. Threonin působí jako prekurzor řady metabolicky aktivních molekul, včetně pyruvátu, podílejících se na výrobě energie. Drůbež, ryby, jehněčí, vepřové a hovězí maso jsou dobrým zdrojem threoninu. Nedostatek threoninu může mít za následek

úbytek hmotnosti a odmítnutí potravy u koček i psů. Tryptofan působí jako prekurzor syntézy niacinu u psů. Tryptofan také působí jako prekurzor serotoninu a melatoninu. Drůbež, ryby a sója jsou vynikajícími zdroji tryptofanu. Nedostatek tryptofanu může mít za následek odmítnutí potravy a ztrátu hmotnosti (Murray 2002; Grandjean et al. 2020)

3.3.2 Tuky

Tuky jsou nejkoncentrovanějším a nejlépe stravitelným zdrojem výživné energie. Tuk poskytuje 2,25 krát více energie než sacharidy a bílkoviny (9 kalorií na gram). Tuky jsou velice důležité pro vstřebání vitamínů rozpustných v tucích (A, D, E a K). Mastné kyseliny jsou hlavní složkou tuků a skládají se z uhlíkového řetězce s různou délkou a chemickou strukturou. Nasycené a nenasycené mastné kyseliny jsou pojmenovány podle nepřítomnosti, respektive přítomnosti alespoň jedné dvojné vazby v uhlíkovém řetězci. Nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem se používají výhradně pro získávání energie (Grandjean 2020). Kyselina arachidonová a linolová (LA) jsou esenciální mastné kyseliny patřící do skupiny polynenasycených mastných kyselin řady n-6 (PUFA n-6). Psi mohou syntetizovat kyselinu arachidonovou z LA (Mudřík et al. 2007). Dobrým zdrojem PUFA n-6 jsou rostlinné oleje nebo živočišné tuky, kdy zvířata byla krmena převážně krmivy bohatými na LA; například kuřata krmená kukuřicí (Andrea & Fascetti 2012). PUFA n-6 jsou nezbytné pro zdravou reprodukci, protože se podílejí na syntéze prostaglandinů. Kyselina arachidonová se nachází v živočišných tucích, jako je hovězí lůj a drůbeží kůže. Kyselinu linolovou lze nalézt v rostlinných olejích, jako je slunečnicový olej. Nedostatek PUFA n-6 může způsobit poruchy reprodukčního systému, negativně ovlivnit pokožku a srst, která se může následně jevit jako suchá, podrážděná a šupinatá, nebo mít matný vzhled (Mudřík et al. 2007). Kyselina eikosapentaenová (EPA), kyselina dokosahexaenová (DHA) a kyselina α -linolenová (ALA) společně tvoří skupinu polynenasycených mastných kyselin řady n-3 (PUFA n-3), které poskytují řadu funkčních výhod, včetně zlepšení stavu pokožky a srsti a působení jako protizánětlivé látky. Přebytek těchto kyselin v organismu psa může vést ke zhoršené funkci imunitního systému (Grandjean 2020). Za vhodné zdroje PUFA n-3 jsou považovány například krilový a rybí olej, nebo olej z mořských řas (Andrea & Fascetti 2012).

Tannenbaum et al. (1997) uvádějí příklad z výzkumu na skupině potkanů, jejichž krmná dávka obsahovala větší podíl tuku (20 %), na rozdíl od kontrolní skupiny, u které tuk představoval pouze 4 % stravy. U kontrolní skupiny byla pozorována zvýšená hladina kortikosteroidu. Výzkum prokázal, že příjem tuku v potravě působí jako základní forma chronického stresu, zvyšuje bazální hladiny kortikosteronu a reakce HPA na stres. Fleur et al. (2005) ve svých výzkumech došli k podobnému závěru. Potkani, kteří byli krmeni dietou s vysokým obsahem tuku, měli normální nebo zvýšenou odezvu na stresory.

Na tuto problematiku ovšem existuje i jiný názor. V roce 2014 Loftus et al. (2014) zkoumali energetické nároky tažných psů. Byly vybrány celkem tři týmy psích spřežení, které dokončily Yukon Quest 2011 (mezinárodní závod psích spřežení). Následně byl vyhodnocen průměrný denní příjem energie a obsah živin, a také změny váhy psů. Během první etapy tým 1 celkově přibíral, zatímco další dva týmy zaznamenaly úbytek hmotnosti. Lineární

regrese odhalila, že pro udržení hmotnosti bylo zapotřebí 37 638 kJ / pes / den (8995 kcal / pes / den). Během druhé etapy se snížil váhový průměr u všech tří týmů. Extrapolovaný požadavek na kcal byl přibližně 57 734 kJ / pes / den (13 799 kcal / pes / den). Okolní teplota se pohybovala od -23 do -12 °C a -40 až -18 °C v druhé polovině závodu. Zvýšení energie potřebné k udržení tělesné hmotnosti během druhé poloviny závodu může souviset s terénem a okolní teplotou, protože podmínky v průběhu závodu se v tomto okamžiku zhoršily. Hlavním zdrojem energie byl tuk. Podobnou problematiku popisuje ve své práci také Roberts (2018), ve které mělo 15 dospělých psů přístup ke třem různým druhům diet, a to dvakrát denně po dobu deseti dnů. Tyto diety poskytovaly 500 % denní potřeby ME; z toho 58 % ME poskytnuto z bílkovin (dieta 1), 86 % ME z tuků (dieta 2) a 54 % ME bylo poskytnuto sacharidy (dieta 3). Bylo zjištěno, že energeticky bohatý tuk má zpočátku přednost před bílkovinami, avšak během několika následujících dní byl znatelný přechod k vyváženější stravě. Studie mimo jiné poukázala na fakt, že psi nedávají přednost sacharidům. Při nízké rychlosti energetického výdeje je většina energie poskytována oxidací tuků. Pokud se však zvýší intenzita aktivity, zvyšuje se oxidace glukózy, zatímco oxidace tuků zůstává konstantní. To znamená, že oxidace glukózy představuje hlavní zdroj energie při vysoké rychlosti výdeje energie (Weibel et al. 1996). Oproti méně aerobním druhům, jako je například koza nebo člověk, je množství energie získané pomocí oxidace tuků, a to jak v klidu, tak během aktivity, u psa dvojnásobné (Meyer & Doty 1988; McLelland et al. 1994). S tím souvisí i fakt, že zásoby glykogenu a tuku jsou u psů větší (Weibel et al. 1996). Vysoký obsah tuků zvyšuje sérové triglyceridy a volné mastné kyseliny, mitochondriální objem i maximální energetický výdej (Reynolds et al. 1996).

3.3.3 Sacharidy

Klíčovým domestikčním přínosem je schopnost psa domácího efektivně trávit škrob a další sacharidy. Bylo nalezeno minimálně 10 genů odpovídajících za tuto funkci. Na tyto změny měla významný vliv domestikace (Axelsson et al. 2013). Díky rozdílu v genomu má pes vyšší aktivitu genů kódujících produkci amylázy a maltázy než vlk (Bradshaw 2006).

Jedním z hlavních zdrojů energie jsou sacharidy (škrob, cukr a vláknina). I když se jedná o nejlevnější zdroj, jsou bohužel objemné, těžké a mají nízkou koncentraci energie. Obsahují přibližně 4 kalorie na gram (Grandjean 2020).

Sacharidy se rozdělují na jednoduché (monosacharidy) jako jsou například glukóza a fruktóza a složité (polysacharidy), například škrob a celulóza. Polysacharidy jsou tvořeny řetězci monosacharidů. Do těchto skupin sacharidů jsou zařazeny ještě tzv. oligosacharidy (sacharóza, laktóza), které jsou tvořeny dvěma nebo několika monosacharidy

Škrob je stravitelný sacharid složený z tisíců molekul glukózy spojených jednoduchými chemickými vazbami. Molekuly škrobu se štěpí trávicími enzymy na molekuly glukózy, které jsou absorbovány v tenkém střevě. Vaření škrobu zvyšuje želatinaci a usnadňuje trávení. Škrob je běžný v rostlinách a používá se k ukládání energie (podobným způsobem jako tuky

u zvířat). Běžné zdroje zahrnují rýži, kukuřici, pšenici, ječmen a brambory. Špatně uvařený škrob nebo vysoké hladiny v potravě psa však mohou způsobit průjem (Linda 2010).

3.3.3.1 Vlákna

Na etiketách krmiv pro zvířata je množství vlákniny obvykle uvedeno jako hrubá vláknina. Tato analytická metoda nezachytává všechny formy vlákniny a uvádí hlavně nerozpustnou část. Pojem vláknina může představovat jak rozpustnou, tak i nerozpustnou vlákninu. Rozpustná vláknina má schopnost „zadržovat“ vodu a obecně zjemňuje výkaly. Běžnými zdroji rozpustné vlákniny jsou ovoce. Nerozpustná vláknina obecně zvyšuje objem stolice, ale nezměkčuje výkaly, protože nemá schopnost absorbovat vodu. Pochází obvykle z obilovin (ačkoli vláknina z celých zrn je obvykle „smíchána“ s rozpustnými i nerozpustnými vláknami) a přidává se ve formě celulózy (Andrea & Fascetti 2012).

Vláknina může mít pro závodní psy určité zdravotní výhody. Těkavé mastné kyseliny produkované bakteriální fermentací rozpustné vlákniny v psím tlustém střevě podporují absorpci vody a elektrolytů (Herschel et al. 1981). Butyrát je preferovaným palivem pro psí kolonocyty (Roediger & Rae 1982). Rychlá fermentace oligosacharidů může snížit pH tlustého střeva a inhibovat klostridiální růst podporovaný krměním masem (Amtsberg et al. 1989). Zvýšený obsah vlákniny zvyšuje fekální hmotnost a snižuje dostupnost živin (Hill 1998).

3.3.4 Voda

Pro život organismu je životně důležité, aby byl zachován obsah vody v těle: zvíře bude při nedostatku vody umírat rychleji než při nedostatku potravy. Voda funguje v těle jako rozpouštědlo, ve kterém jsou po těle transportovány živiny a ve kterém jsou vylučovány odpadní látky. Mnoho chemických reakcí vyvolaných enzymy probíhá v roztoku a zahrnuje hydrolýzu. Vzhledem k vysokému měrnému teplu vody mohou u zvířete docházet k velkým změnám v produkci tepla s velmi malou změnou tělesné teploty (McDonald 2010).

Potřebné množství vody záleží na mnoha faktorech. Teplotě prostředí, věku, množství vody v krmivu a pohybové aktivitě zvířete. Pes by měl denně dostávat 2-3 krát více vody než stravy a to je přibližně 35-50 ml na 1 kg živé hmotnosti. Ovšem potřeba vody stoupá při zvýšení zátěže. Také při velkých ztrátách vody, jako je například při průjmu, zvracení nebo zvýšené frekvenci dýchání a při vysokých teplotách (Mudřík et al. 2007).

Velmi nebezpečný stav pro psa je hypertermie, který může vést ke kolapsu, šoku, krvácení, rozsáhlé nekróze tkání a smrti (Bjotvedt et al. 1993). Zkracuje se také čas do vyčerpání, zvyšuje vyčerpání svalového glykogenu a fosfátu s vysokou energií a zvyšuje svalový laktát během vytrvalostního cvičení (Kozłowski et al. 1985). Lázně se studenou vodou a přístup k vodě ihned po závodě omezují závažnost hypertermie, ale k léčbě nejzávažnějších případů jsou někdy nutné intravenózní tekutiny (Loftus et al. 2014).

3.3.5 Minerální látky a vitamíny

Minerální látky a vitamíny jsou pro každý organismus nezbytné. U zátěžových zvířat jejich potřeba úměrně stoupá s jejich výkonem. Minerální látky jsou stavebním faktorem v těle, vstupují do všech metabolických dějů v organismu, zabezpečují strukturální stabilitu, podílejí se na optimální funkčnosti přenosu nervových impulsů a svalových stahů, udržují acidobazickou rovnováhu krve, osmotický tlak protilátek a tělních tekutin. Vitamíny rovněž zasahují do celého organismu a podílejí se na jeho funkčnosti. Přebytek vitamínů a minerálů v krmné dávce způsobuje více problémů než jejich nedostatek (Grandjean 2020).

Minerální látky, které psi a kočky potřebují v množství 100 mg/Mcal nebo více, se obecně považují za makrominerály. Tyto minerály (např. vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík a chlorid) jsou běžně dodávány v intravenózních tekutinách. Typickými zdroji vápníku v potravě jsou kosti nebo soli vápníku. Fosfor pochází z potravin, rostlin a kostí bohatých na bílkoviny a je často dodáván v přiměřené míře v krmivech pro domácí zvířata. Hořčík, sodík, draslík a chlorid lze často najít ve formě solí v krmivech pro zvířata v zájmovém chovu. Někdy je forma soli považována za důležitou, protože některé formy jsou biologicky dostupnější než jiné. Stopové prvky neboli mikrominerály jsou minerální látky, které psi a kočky obecně potřebují v množství menším než 100 mg/Mcal. Jsou obecně poskytovány konzumací jater nebo celé kořisti v přírodě, ale suplementace je běžnější v komerčním krmivu pro domácí zvířata. Většina z těchto živin je poskytována jako anorganické soli (Andrea & Fascetti 2012). Vápník plní v těle důležitou funkci; při svalových a srdečních kontrakcích, srážení krve, tvoření kostí a zubů. Využitelnost vápníku závisí na věku psa, a jiných živinách v krmivu. Tak například vitamin D zvyšuje schopnost vstřebávání vápníku, naopak příliš velký obsah tuku v krmné dávce tuto schopnost snižuje. Chrom je důležitý při zvládání stresu, protože podporuje zdravé fungování kůry nadledvin. Jeho nedostatek může ovlivnit úroveň cholesterolu, naproti tomu, jeho předávkování způsobuje problémy s dýcháním, pokožkou a srstí. Kobalt je důležitou součástí vitamínu B12. Železo je důležité při tvorbě červených krvinek a myoglobulinu a pro správnou funkci imunitního systému. Jeho nedostatek může vést k anémii, zastavení růstu a problémům se srstí. Naopak jeho předávkování způsobuje nemoci jater. Nejlepší zdroje železa jsou vejce, vnitřnosti, špenát, maso a sója. Jód je nejvíce důležitý pro funkci štítné žlázy. Jeho nedostatek způsobuje poruchy plodnosti, problémy s kůží a kostrou. Při předávkování se zeslabuje imunita, může se objevit horečka. Dobrým zdrojem jódu jsou mořské řasy, ryby a mléko. Draslík hraje důležitou roli při svalové kontrakci a u srdeční činnosti, vypomáhá udržovat krevní tlak a podílí se na enzymatických procesech. Při jeho nedostatku trpí svalstvo, srdce a ledviny. Může se objevit průjem, zhoršení stavu kůže a srsti. Ve velkém množství je zastoupen ve mléčných výrobcích, masu, jogurtu a pšeničných otrubách. Měď je důležitá při produkci melaninu, činnosti srdce, tvorbě červených krvinek, chrupavek a kostí. Při jejím nedostatku tyto funkce trpí. Předávkování může být příčinou hepatitidy. Hořčík podporuje tvorbu bílkovin, tuků a energie, a tím pádem je důležitý při tvorbě DNA, růstu kosti a činnosti nervů. Jeho hlavním zdrojem v krmné dávce jsou kosti, kostní moučka a mléčné výrobky. Mangan

spolupracuje s fosforem a vápníkem a je důležitý v buněčném metabolismu a výměně energie. Sodík je důležitý elektrolyt a vypomáhá udržovat acidobazickou rovnováhu. Ovlivňuje správnou funkci nervové soustavy a reprodukční soustavy. Jeho nedostatek špatně působí na tvorbu mléka u kojících fen. Při předávkování hrozí průjem, zácpa a svědivost. Nejdůležitější funkci fosforu je tvorba nových buněk, nejvíce pro správnou tvorbu zubů a kostí. Při jeho nedostatku pes může požírat výkaly. Také hrozí deformace kostry, zlomeniny a neplodnost. Ve velkém množství je zastoupen ve mléčných výrobcích. Selen je antioxidant a spolupracuje s vitaminem E. Při nedostatku může dojít k neplodnosti. Zinek je zastoupen ve velkém množství enzymů. Jeho předávkování může vést k nedostatku mědi a vápníku (McDowell 2000, Simon 2010). Množství vybraných minerálních látek, potřebných pro růst a chovu je znázorněné v Tabulce č. 1.

Tabulka 1: Množství vybraných minerálních látek (Mudřík et al. 2007)

Živina	Potřeba pro růst	Potřeba pro chovu
Vápník	320 mg	119 mg
Fosfor	240 mg	89 mg
Draslík	240 mg	89 mg
Sodík	30 mg	11 mg
Chlor	46 mg	17 mg
Hořčík	22 mg	8,2 mg
Železo	1,74 mg	0,95 mg
Měď	0,16 mg	0,06 mg
Mangan	0,38 mg	0,1 mg
Zinek	1,94 mg	0,72 mg
Jod	0,032 mg	0,012 mg
Selen	6 µg	2,2 µg

Každý vitamin má několik různých funkcí. Vzhledem k tomu, že jsou citlivé na světlo, teplo a oxidaci, je třeba postupovat opatrně během procesu vaření a při určování trvanlivosti produktu. Vitamíny jsou rozděleny do dvou skupin: vitamíny rozpustné v tucích (vitamíny A, D, E, K) a vitamíny rozpustné ve vodě (vitamíny skupiny B a vitamin C) (Chiba 2000).

Při nadměrné konzumaci se vitamíny rozpustné v tucích hromadí v těle a mohou se stát toxickými; vylučují se primárně žlučí. Vitamíny rozpustné v tucích se nacházejí v potravinách ve spojení s lipidy a vstřebávají se spolu s potravou. Vitamin A existuje ve dvou přirozených formách – vitamin A1 (retinol) a vitamin A2 (3-dehydroretin). Retinol se podílí na tvorbě nových buněk, a proto je důležitý pro správné fungování imunitního a pohlavního systému. Také ovlivňuje regeneraci kůže a tvarování kostry. Dostatečné množství vitaminu A zvyšuje imunitní odpověď po očkování u psů. Jsou ve velkém množství zastoupené v mrkvi, mléce, másle, játrech a rybím tuku. Vitamin D spolupracuje s vápníkem a fosforem a je důležitý pro jejich stravitelnost. Jeho dobrým zdrojem jsou mléčné výrobky, vejce, rybí tuk a

ryby. Vitamin E (tokoferol) je hlavně antioxidant a vystupuje jako přirozená konzervační látka. Existují dvě přirozené formy vitaminu K, a to jsou fylochinon (K1) a menachinony (K2). Vitamin K1 působí převážně v játrech a je důležitý pro srážení krve. Vitamin K2 se tvoří střevními bakteriemi. Vitamin K1 je přijímán z rostlinných látek jako jsou například špenát, květák a rajčata. Přebytek ve vodě rozpustných vitamínů se vylučuje močí. Kromě vitaminu B12 nejsou vitamíny rozpustné ve vodě dobře skladovány a přebytky se rychle vylučují močí. Aby se předešlo nedostatkům, je třeba neustále dodávat ve vodě rozpustné vitamíny a vitamin K ve stravě nebo přidáváním v předem připravených vitamínových směsích. Některé vitamíny, zejména antioxidantní vitamíny, mohou mít při cvičení farmakologický účinek. Antioxidantní vitamíny E a C mohou během přísného cvičení inhibovat produkci volných radikálů v kosterním svalu (Jenkins 1988; Chiba 2009; Grandjean 2020). Vitamin C (kyselina askorbová) brání oxidačním procesům. Je nepostradatelný pro syntézu kolagenu a karnitinu, vypomáhá při vstřebávání železa, hojení ran, zvládnutí stresu a při zánětu. Nejlepší zdroj vitaminu C je acerola, paprika, šípky, petrželka, kopřivy atd. Vitamin B1 (thiamin) v buňkách funguje v zásadě jako koenzym a vypomáhá v metabolismu uhlohydrátů. Je důležitý pro normální fungování trávicího a imunitního systému, a také pro práci svalů. Hlavním zdrojem vitaminu B1 jsou vepřové maso, hovězí maso, játra, ryby, zelenina, mléko a žloutek. Vitamin B3 (niacin) je důležitý pro syntézu řady hormonů a také při metabolismu tuků, správném fungování krevního oběhu, trávicího systému a mozku. Je nejvíce zastoupen v mase, rybách, kvasnicích, mléku, a vejcích. Vitamin B5 (pantenol) nejvíce se podílí na tvorbě buněk imunitního systému, správném fungování centrální nervové soustavy a nadledvinek. Je nutný pro trávení cholinu a kyseliny paraaminobenzoové. Zelená zelenina, maso a vnitřnosti jsou dobrým zdrojem pantenolu. Vitamin B6 taky pomáhá při tvorbě některých buněk imunitního systému, jako jsou například protilátky. Zúčastní se procesu trávení bílkovin a tuků. Vyskytuje se v játrech, rybách, arašidech, pšeničných otrubách, klíčcích a rýži. Vitamin B12 (kobalamin) se vstřebává v žaludku, k tomu je nutná kyselina solná a vápník. Jeho nedostatek může vést k anémii. Je nejvíce zastoupen ve všech druzích masa, vnitřnostech, mléku a sýru. Vitamin B13 (kyselina orotová) spolupracuje s kyselinou listovou a vitaminem B12. Je velmi důležitý pro regeneraci jater, boji proti rakovině, a tvorbě krevních buněk. Najde se především v mléčných výrobcích, a pak játrech a kořenové zelenině. Vitamin B15 (kyselina pangamová) je antioxidant, podporuje metabolismus jater. Je ho nejvíce v celozrnných výrobcích a semínkách. Vitamin B17 je sloučenina podobná vitaminům, která se skládá ze dvou molekul cukru: z aldehydu a kyanidu. Je důležitý v boji proti rakovině. Nachází se v jádrech meruňky, třešní, broskví a jablek. Cholin pracuje v komplexu s ostatními vitamíny skupiny B a je důležitý při trávení tuků a cholesterolu. Pro využití cholinu organismem je potřeba dostatečné množství vitaminu B12, a kyseliny listové. Je obsažen ve žloutku, špenátu a celozrnných výrobcích. Kyselina listová je důležitá při buněčném dělení a ochraně proti parazitům. Její nejlepším zdrojem jsou vnitřnosti, žloutek, špenát, chřest, dýně a tmavozelená listová zelenina. Biotin je nutný pro syntézu vitaminu C, tuků, bílkovin a purinů. Inosit při spojení s cholinem tvoří lecitin. Hraje důležitou roli pro metabolismus tuků. PABA

(kyselina para-aminobenzoová) vypomáhá při tvorbě kyseliny listové, podporuje trávení kyseliny pantotenové (McDowell 2000; Simon 2010).

3.4 Stanovení potřeb energie

Energie nemá měřitelnou hmotnost ani rozměr, ale chemická energie obsažená v potravinách se nakonec přeměňuje do tepla, které lze měřit. Energie v potravinách se vyjadřuje v jednotkách kilokalorií (kcal) nebo kilojoulů (kJ). Protože kalorie je velmi malá jednotka, nemá praktické využití ve vědě o výživě zvířat. Proto Kcal, což se rovná 1000 kalorií, je nejčastěji používanou měrnou jednotkou. Kilojoule je metrická jednotka a je definována jako část mechanické energie potřebné pro sílu 1 newton (N) posunout váhu 1 kilogram (kg) o vzdálenost 1 metr (m). Pro přepočet kcal na kJ je nutné počet kcal vynásobit 4,184 (Mudřík et al. 2007; Linda et al. 2010).

Žádné zvíře není schopno využít veškerou energii obsaženou v krmivu. Příjem energie se vyjadřuje, či posuzuje, v různých úrovních:

Brutto energie (BE) (spalné teplo), je množství tepla získaného dokonalým spálením vzorku krmiva ve spalovacím kalorimetru v prostředí čistého kyslíku a ukazuje maximální množství energie obsažené v krmivu.

Stravitelnou energii (SE) získáme při odečtení energie výkalů včetně energie metabolického původu od původního obsahu brutto energie v krmivu.

Metabolizovatelná energie (ME) je ta energie, která je organismem využita pro potřeby buněčného metabolismu. Pro výpočet ME v krmivech pro psy lze použít následující rovnice:

$$ME = B \times 14,7 + T \times 35,7 + Sa \times 14,7 \text{ (kJ na 1 kg krmiva)}$$

$$ME = B \times 3,5 + T \times 8,5 + Sa \times 3,5 \text{ (kcal na 1 kg krmiva)}$$

B – obsah bílkovin vyjádřený v gramech ve 100 g krmiva

T – obsah tuku vyjádřený v gramech ve 100 g krmiva

Sa – obsah sacharidů vyjádřený v gramech na 100 g krmiva

(Mudřík et al. 2007)

Čistá energie získaná organismem se nazývá netto energie (NE). Lze ji rozdělit na dvě části, v závislosti na účelu, pro který jí zvíře použije. Energie pro zachování potřeby a výdej pro produkci. Do zachovné potřeby spadají potřeby energie pro zachování bazálního metabolismu, pro přirozenou pohybovou aktivitu (lehnout, najíst se atd) a energie pro termoregulaci. Energie pro produkci je část čisté energie, která je organismem využívána nad zachovnou energii. Je to například novotvorba buněk a obnovení tkání, rozmnožování nebo práce.

Při výpočtech potřebného množství krmné dávky je také potřeba dávat pozor na velikost psa, jeho věk, délku srsti, váhu a rozměry. Může se stát, že dva stejně vážící psi

mohou mít různou velikost povrchu těla, a tedy i různý výdej energie. Proto je potřeba vypočítat metabolickou hmotnost zvířete. Pro tento účel slouží alometrická rovnice vyjadřující poměr velikosti těla ku potřebě energie.

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

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

$H^{0,75}$ – telesna hmotnost v kg.

(Mudřík et al. 2007)

Energetická hodnota krmné dávky by měla být v rovnováze s energií vydanou. K tomu je potřeba stanovení správného poměru mezi energií bazálního metabolismu a energií záchovnou, a ten poté navýšit o hodnotu energie vydané. Typ činnosti, doba trvání, náročnost terénu, kondice psa a řada dalších faktorů významně ovlivňuje výslednou energetickou hodnotu krmné dávky. Například psi služební mají intenzivní, nepravidelné tréninky s charakteristickým dlouhodobým výkonem ve střídajících se fázích. Podobně jsou na tom i psi záchranářští, kteří navíc pracují ve velmi psychicky náročném a nebezpečném prostředí, což také zvyšuje jejich energetické potřeby. Závodní a sportovní psi mají velmi intenzivní, ale krátkodobé tréninky. Takoví psi potřebují rychlé dodání energie, a to nejlépe ve formě tuků a cukrů. V tréninku loveckých, pasteveckých a tažných psů převažuje vytrvalostní typ zátěže. Pro tyto psy představují nejlepší zdroje energie tuky. Další důležitou skupinou těžce pracujících psů jsou vodící psi a psi zapojení do canisterapie. Jelikož jsou tyto psy do pracovního procesu zapojováni pravidelně, jedná se o konstantní a velmi náročnou psychickou zátěž. I když pes jen leží vedle majitele nebo klienta, je po něm vyžadována neustálá pozornost, ochota pomoci a připravenost k výkonu (Dvořáková 2003).

Příklad průměrné denní potřeby energie pro výše zmíněné druhy psů v souvislosti s jejich váhou a délkou tréninků je znázorněná v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Denní potřeba energie vybraných druhů pracovních a fyzicky zatížených psů v souvislosti s jejich váhou a dobou tréninků a výkonem (Dvořáková 2003).

Typ psa	hmotnost kg	výkon hod	výkon km	Celková potřeba energie	
				kcal/ kg ž. h.	kcal celkem
hlídací	20-30	8-10	60	143	2860-4290
lovecký	25	6-8	60	143	3575
honící	35	1-2	20	86	3010
vodící	30	2-4	5-10	69	2070
tažní	25-40	6	10-40	131	3275-5240

táží	20-25	1-2	20-50	185	3700-4625
------	-------	-----	-------	-----	-----------

3.5 Výběr krmiva pro psa

Podíl tuků, bílkovin a sacharidů v dietě psa ovlivňují výběr krmiva během cvičení (Worth & Cave 2018). Pes potřebuje v krmné dávce přijímat vyvážený poměr potřebných látek, které slouží jako základ pro získání energie potřebné pro běžné normální fungování organismu. Důležité je, aby strava psa obsahovala především esenciální živiny, tj ty, které si nedokáže sám vyrobit v dostatečném množství (minerální látky, vitamíny, esenciální aminokyseliny ale i mastné kyseliny). Nelze přesně říct, který typ krmiva pro psy je nejlepší. Při výběru je třeba přihlížet k mnoha faktorům, jako jsou individuální preference psa, fyzická kondice a ostatní jeho potřeby. Určující je také finanční kapacita majitele a v neposlední řadě rada veterináře.

Důležitou roli při výběru krmiva hrají jeho senzorické vlastnosti. Chutnost krmiva pro domácí zvířata závisí v první řadě na zvířeti a souvisí se senzorickými vlastnostmi krmiva, jako je aroma, struktura a chuť (Koppel 2014). Lin et al. (1998) uvádějí, že vnímání chutnosti krmiva pro psa se dá ovlivnit například přidáním většího množství tuku. Pes je typickým zástupcem rodu *Canis*, a s tím souvisí jeho relativně nespecializovaný chrup a chuťový systém, který je dosti necitlivý na sůl (Bradshaw 2006; Pickering 2009).

Haupt et al. (1978) zkoumali vliv vůně a chuti na preference psů. Porovnávali vzorky krmiva, která obsahovala uměle přidaný pach masa se vzorky bez zápachu. Výsledky ukázaly, že i když psi zpočátku preferují krmivo, které voní jako maso, musí být vůně spárovaná s nějakou další vlastností masa, pravděpodobně s jeho, aby byly zachovány preference.

Bez ohledu na to, jaký typ krmiva je vybrán, musí být celková denní potřeba energie dotována ze 30 % z bílkovin, 30-60 % z tuků a 10-40 % ze sacharidů (Koppel 2014; Šterc & Štercová 2014).

Existují tři základní způsoby krmení psů, které lze definovat následujícím způsobem:

- průmyslově vyráběná krmiva, které jsou definována podle AAFCO (Association of American Feed Control Officials) a FEDIAF (European Pet Food Industry Federation). K tomuto způsobu krmení se uchyluje většina majitelů psů (Dzanis 1994; Morris & Rogers 1994).
- doma připravená strava. Důležité je zmínit že se nejedná o krmení zbytky lidské potravy. Do této kategorie spadají BARF (Bones And Raw Food) a strava vařená majitelem.
- kombinace několika typů krmiv (Šterc & Štercová 2014).

3.5.1 Komerčně vyráběná krmiva

Průmyslově vyráběná krmiva lze dále rozdělit podle vlhkosti na krmiva mokrá (72-82 % vlhkosti), polosuchá (15-20 %) a suchá (pod 14 %). V každém krmivu hraje hlavní roli vyváženost všech důležitých složek. Krmiva ze stejné kategorie, ale od různých výrobců se mohou lišit jak procentem zastoupení různých látek, tak kvalitou a využitelností živin.

Hlavní výhodou tohoto způsobu krmení je dostupnost krmiva, časová nenáročnost při podávání ale i fakt, že například pytel granulí nepotřebuje hodně místa (Morris & Rogers 1994).

Například psy v spřežení vyžadují stravu s vysokým obsahem bílkovin (30 nebo 40 % celkové energie) a vysokým obsahem tuku (více než 50 % energie). Většina komerčních krmiv obsahuje více než 25 % energie ve formě sacharidů. Tyto krmiva proto musí obsahovat buď 30 % energie ve formě bílkovin, nebo více než 50 % energie ve formě tuku. Konzervy s vysokým obsahem bílkovin a tuků přidávané do krmné dávky před a během zátěže mohou zlepšit vytrvalost pracujících psů. Přidání hovězího masa zvyšuje dietní bílkoviny a tuky, protože hovězí maso obsahuje 25–40 % energie ve formě bílkovin a 60–75 % energie ve formě tuku. Zdá se však, že chrti potřebují stravu se středně vysokým obsahem tuků (30–50 % energie) a mírným obsahem bílkovin (24 % energie). Je proto možné, že komerčně vyráběná krmiva s takovým poměrem je vhodnější pro lepší výkon než strava s vysokým obsahem bílkovin na bázi masa (Hill 1998).

3.5.2 BARF

V poslední době se mezi majiteli psů stále více objevuje staronový způsob krmení psů, všeobecně známý pod názvem BARF, což je zkratkou pro anglický název Bones And Raw Food (kosti a syrová strava). K tomuto způsobu stravy se majitelé začali ve větší míře navracet řádově před deseti lety. Jde v podstatě o způsob krmení psů, který byl běžný dříve, než přišla do módy průmyslově vyráběná krmiva. Nosnou myšlenkou “barfování” je fakt, že pes je od přírody masožravec, pro kterého je přirozené přijímat čerstvou, syrovou stravu, někdy bobule, semena a rostliny (Novosádová 2011).

Strava je to velice rozmanitá a napodobuje věrně přirozenou stravu psovitých šelem. Základ výživy tvoří syrové maso, chrupavky a kosti, vnitřnosti a tuky, vše v přesném poměru. Jako doplněk k základu se přidává ovoce a zelenina, obiloviny, občas mléčné výrobky, vejce, ryby, semena a bylinky (Simon 2010). Lze předpokládat, že důvodem, proč chovatelé často přistupují k tomuto poměrně náročnému způsobu krmení je také fakt, že je v dnešní době poměrně snadné na trhu sehnat vše potřebné, např. mletá masa obsahující kosti a vnitřnosti která jsou již smíchaná s doplňky stravy.

Výhody krmení čerstvou stravou jsou tyto: majitel vždy ví, co dává do misky a dokáže stravu velice dobře přizpůsobovat aktuálním potřebám daného zvířete. Přirozeně omezí přísun konzervantů, možných plísní a nevhodných zdrojů živin. Mezi nezpochybnitelné výhody patří také její rozmanitost. Potrava je vždy čerstvá, tím pádem nejvíce přirozená pro zvíře, které jí dokáže lépe využít. Žaludek psa umí trávit rozličné druhy potravy, při tomto

způsobu potravy funguje přirozeně, a tedy nemá problém dobře vytrávit většinu věcí. Když trávicí systém funguje tak jak má, poradí si mnohem lépe i s parazity. Čerstvá potrava zůstává v trávicím traktu kratší dobu, maximálně 24 hodin a paraziti nemají čas se zabydlet. Majitel může při tomto způsobu velmi rychle reagovat na aktuální potřeby psa, jako je například potřeba většího příjmu bílkovin po zátěži, nebo naopak dieta při nemoci. V neposlední řadě můžeme zmínit také atraktivní chuť a vůni (Novosádová 2011).

Krmení BARF má ovšem také své nevýhody, je to poměrně dost časově náročný způsob, například zelenina se vzhledem k trávení podává nakrájená, nejlépe nakrouhaná a někdy i spařená či vařená. Určitý čas majitel musí věnovat i výběru a nákupu masa, jeho porcování a uskladnění, což zejména u větších plemen klade nárok na potřebu skladovacího prostoru v mrazáku. Krmení na cestách tímto způsobem také vyžaduje jistou logistiku, ale není nemožné. Majitel musí mít také o správném stravování čerstvou stravou jisté povědomí, aby dokázal psovi poskytnout opravdu vše potřebné anebo mu naopak nedal zkrmit něco pro psa nevhodného (Simon 2010–Novosádová 2011).

Správný poměr masa, kostí, vnitřností a doplňků při krmení podle zásad BARF:

Největší část v krmné dávce je tvořena masem, je to 50-60 %. Masem se rozumí svalovina, vnitřnosti, šlachy, tuk a kůže. Dávka masa by měla být sestavena ze 70 % masa a 30 % vnitřností. Další důležitou složkou v misce mají být kosti, v množství 20-30 % krmné dávky. Zde platí nejdůležitější pravidlo, nikdy nekrmit kostmi tepelně upravenými, ty se štěpí, lámou a představují pro psa reálnou hrozbu. Vždy se zkrmují kosti obalené masem, nebo spolu s masem. Přísun masa u psa aktivuje tvorbu trávicích enzymů v žaludku. Pokud jsou kosti holé, způsobují u psa zácpu. K masu a kostem patří dle BARF přílohy, tím je myšlena zelenina a ovoce v poměru 70/30 a obilné přílohy. Pokud přidáváme obiloviny, mají tvořit 10 %, tedy 60 % zelenina, 30 % ovoce a 10 % přílohy. Zelenina je pro psa obtížněji stravitelná (v přírodě by se k ní dostal pouze prostřednictvím žaludku uloveného zvířete, tudíž by byla částečně natrávená). Je doporučeno tedy zeleninu částečně upravit, nakrouhat a spařit tak, aby si zachovala potřebné vitamíny. Mléčné výrobky nejsou pro psa přirozenou stravou, a stejně jako u obilovin existují jedinci, kteří mají na tuto složku potravy alergii. U zdravých psů se mohou v jídelníčku objevit jako zpestření a zdroj bílkovin, vitamínů a minerálů. Stejně tak se do krmné dávky mohou v malém množství přidávat vhodné oleje a byliny. Pro majitele, který se rozhodne krmit tímto způsobem je klíčová znalost pro psa nevhodných, nezdravých a nebezpečných potravin. Na tomto seznamu najdeme např. cibuli, česnek, avokádo, hroznové víno. Ne zcela vhodné jsou luštěniny. Naprosto nevhodné jsou lidské pochutiny jako sladkosti, čokoláda, kakao, to je pro psa jedovaté (Novosádová 2011).

4. Závěr

Předložená bakalářská práce byla zaměřena na problematiku výživy psů v zátěži. Informace byly zpracovány a shrnuty z mnoha literárních zdrojů a odborných článků. Na tomto podkladě je možné říci, že fenomén výživy psů je odvětví, které se dynamicky vyvíjí.

V dnešní době hrají psi v lidském životě velkou roli. I když je faktem, že pes je stále psovité šelma, v průběhu domestikace se oddaluje od svých předků. Důsledkem tohoto přerodu je, že vznikly nové a jiné nároky na způsob jeho výživy a krmení. S postupem času se ukazuje, že psi jsou čím dál více využíváni nejen jako domácí mazlíčci a jako společníci, ale také doprovází člověka při různých sportech a sami aktivně působí v různých službách, pomáhají při lovu a sociálních praxích, například při canisterapii. Tyto všechny okolnosti představují pro psa velkou zátěž a mají za následek zvýšenou nutriční potřebu, která musí být majitelem uspokojena, má-li pes prospívat a zůstat zdravý. Bez ohledu na to, jestli majitel krmí BARFem nebo komerčně vyráběným krmivem, musí být zachována nutriční potřeba psa. Je třeba dbát především na vyváženost stravy a dodání všech potřebných komponentů. U psů v zátěži je obecně doporučováno správně změřit denní spotřebu energie a dodat ji ve vhodné formě, tedy především zařazovat do krmné dávky kvalitní zdroje tuku (rostlinné oleje nebo živočišné tuky) a bílkovin (vejce, hovězí a kuřecí maso, ryby). Také je potřeba mít na mysli, že při zvýšené zátěži pes potřebuje větší množství nezávadné vody. S tím souvisí i potřeba sledovat hydratační stav psa. Při příliš intenzivní činnosti se však musí voda podávat v menších dávkách, aby se zabránilo přetočení (torze) žaludku.

Dnešní doba se oproti časům minulým vyznačuje také tím, že si člověk může dohledat veškeré důležité informace. Chovatel se tedy může vzdělávat, vybrat pro svého psa ten nejlepší způsob stravování pro uspokojení nutričních potřeb svého psa.

Závěrem práce je nutné zdůraznit, že nejdůležitějším aspektem při výběru typu krmiva zůstává individuální potřeba a preference psa s ohledem na jeho zdravotní stav a fyziologickou reakci. Pokud jde o psa v zátěži zdá se, že nejlepší typ krmiva je ten, u kterého přesně víme obsah živin a především energetickou hodnotu a zdroj energie. Takto zabráníme podvýživě a možným nemocím, spojených s nedostatkem potřebných látek.

5. Literatura

- Adams HR. 2001. Veterinary Pharmacology and Therapeutic. Iowa State University Press
- Akers RM, Denbow M. 2013. Anatomy and Physiology of Domestic Animals. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, New Jersey, USA.
- Amtsberg G, Stock V, Treschnak E, Ringel U. 1989. Investigations on the gut flora of ileal and colonic chyme in relation to diet and oral antibiosis. *British Journal of Surgery* **19**:120-130.
- Andrea J, Fascetti AJ. 2012. Applied Veterinary Clinical Nutrition. Department of Molecular Biosciences, School of Veterinary Medicine, University of California Davis, California, USA.
- Axelsson E, Ratnakamur A, Arendt ML, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnem JM, Hedhammar A, Lindblad-Toh K. 2013. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature* **495**:360-364.
- Bell ME, Bhargava A, Soriano L, Laugero K, Akana SF, Dallman MF. 2002. Sucrose intake and corticosterone interact with cold to modulate ingestive behaviour, energy balance, autonomic outflow and neuroendocrine responses during chronic stress. *Journal of Neuroendocrinology* **14**:330-42.
- Bjotvedt G, Weems CW, Foley K. 1993. Strenuous exercise may cause health hazards for racing greyhounds. *Veterinary medicine and small animal clinician (VM-SAC)* **3**:53.
- Bradshaw JWS. 2006. The Evolutionary Basis for the Feeding Behavior of Domestic Dogs (*Canis familiaris*) and Cats (*Felis catus*). *Journal of Nutrition* **136**:1927-1931.
- Costa-Ferreira W, Vieira JO, Almeida J, Gomes-de-Souza L, Crestani CC. 2016. Involvement of Type 1 Angiotensin II Receptor (AT1) in Cardiovascular Changes Induced by Chronic Emotional Stress: Comparison between Homotypic and Heterotypic Stressors. *Frontiers in Pharmacology* **18**:262.
- Dhabhar FS, McEwen BS, Spencer RL. 1997. Adaptation to prolonged or repeated stress — Comparison between rat strains showing intrinsic differences in reactivity to acute stress. *Journal of Neuroendocrinology* **65**:360-368.
- Droste SK, Gesing A, Ulbricht S, Muller MB, Linthorst ACE, Reul JMHM. 2003. Effects of Long-Term Voluntary Exercise on the Mouse Hypothalamic - Pituitary - Adrenocortical Axis. *Journal of Endocrinology* **144**:3012–3023.

- Dzanis DA. 1994. The association of american feed control officials dog and cat food nutrient profiles: substantiation of nutritional adequacy of complete and balanced pet foods in the united states. *Journal of Nutrition* **124**:2535-2539.
- Dvořáková Z. 2003. *Moderní výživa psa*. Golftime. Pardubice.
- Flak JN, Jankord R, Solomon MB, Krause EG, Herman JP. 2011. Opposing effects of chronic stress and weight restriction on cardiovascular, neuroendocrine and metabolic function. *Physiology & Behavior* **104**:228-234.
- Fleur S, Houshyar H, Roy M, Dallman MF. 2005. Choice of lard, but not total lard calories, damps adrenocorticotropin responses to restraint. *Journal of Endocrinology* **146**:2193-9.
- Grandjean D. 2020. Pocket book of essential nutrition for cats and dogs. Available www.waltham.com (accessed April 2021).
- Hennessy MB, Willen RM, Schiml PA. 2020. Psychological Stress, Its Reduction, and Long-Term Consequences: What Studies with Laboratory Animals Might Teach Us about Life in the Dog Shelter. Department of Psychology, Wright State University, Dayton, USA.
- Herman JP, McKlveen JM, Ghosal S, Kopp B, Wulsin A, Makinson R, Scheimann J, Myers B. 2016. Regulation of the Hypothalamic-Pituitary Adrenocortical Stress Response. *American Physiological Society* **6**:603-621.
- Herman JP, Prewitt CM, Cullinan WE. 1996. Neuronal circuit regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical stress axis. *Critical Reviews in Neurobiology* **10**:94-371.
- Herschel DA, Argenzio RA, Southworth M, Stevens CE. 1981. Absorption of volatile fatty acid, Na, and H₂O by the colon of the dog. *American Journal of Veterinary* **42**:24-1118.
- Hill RC. 1998. The Nutritional Requirements of Exercising Dogs. *The Journal of Nutrition* **128**:2686-2690.
- Haupt KA, Hintz HF, Shepherd P. 1978. The role of olfaction in canine food preferences. *Chemical senses and flavour* **3**:281-290
- Hultman E. 1995. Fuel selection, muscle fibre. *Proceedings of the Nutrition Society, Division of Clinical Chemistry, Department of Medical Laboratory Sciences and Technology, Huddinge University Hospital, Karolinska Institute, Sweden.*
- Chiba LI. 2009. *Animal Nutrition Handbook*. Available from www.noor-book.com (accessed April 2021).

Jenkins RR. 1988. Free radical chemistry: relationship to exercise. *American Journal of Sports Medicine* **5**:156-170.

Kozlowski S, Brzezinska Z, Kruk B, Kaciuba-Uscilko H, Greenleaf JE, Nazar K. 1985. Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology* **59**:766-73.

Koppel K. 2014. Sensory analysis of pet foods. *Society of Chemical Industry* **94**:2148-2153.

Lin S, Hsieh F, Heymann H, Huff HE. 1998. Effects of lipids and processing conditions on the sensory characteristics of extruded dry pet food. *Journal of Food Quality* **21**:265–284.

Linda PC, Daristotle L, Hayek GM, Raasch M. 2010. *Canine and Feline Nutrition*. Elsevier, USA.

Loftus PJ, Yazwinski M, Justin GM, Joseph JW. 2014. Energy requirements for racing endurance sled dogs. *Journal of Nutritional Science* **3**:34.

Meyer JH, Doty JE. 1998. GI transit and absorption of solid food: multiple effects of guar. *The American Journal of Clinical Nutrition* **48**:267-73.

McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA. 2010. *Animal nutrition*. 7th edition. Pearson, UK.

McDowell LR, 2000. *Vitamins in Animal and Human Nutrition SECOND EDITION*. Iowa State University Press, USA.

McEwen BS. 1999. Allostasis and Allostatic Load: Implications for Neuropsychopharmacology. *Neuropsychopharmacology* **22**:108-24.

McLelland G, Zwingelstein G, Taylor CR, Weber J. 1994. Increased capacity for circulatory fatty acid transport in a highly aerobic mammal. *The American Journal of Physiology* **266**:1280-6.

Mills D, Dube MB, Zulch H. 2013. *Stress and Pheromonotherapy in Small Animal Clinical Behaviour*. Wiley-Blackwell, New Jersey, USA.

Moberg GP. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. *The Biology of Animal Stress*, Wallingford, UK.

Morris JG, Rogers QR. 1994. Assessment of the Nutritional Adequacy of Pet Foods Through the Life. *Journal of Nutrition* **124**:2520-2534.

- Mudřík Z, Podsedníček M, Hučko B. 2007. Základy výživy a krmení psa. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Murray RK. 2002. Harperova Biochemie. Nakladatelství H+H, Jinočany.
- National Research Council, Committee on Dog and Cat Nutrition. 2006. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academies Press, Washington DC, USA.
- Novosádová K. 2011. BARF krmení psa přirozenou stravou. Nakladatelství PLOT.
- Pickering GJ. 2009. Optimizing the sensory characteristics and acceptance of canned cat food: Use of a human taste panel. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **93**:52-60.
- Procházka Z. 2005. Chov psů. Paseka, Praha.
- Reece WO. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada Publishing a.s., Praha.
- Reynolds, AJ, Taylor, CR, Hoppeler H, Weibel EW, Weyand P, Roberts TJ, Reinhart GA. 1995. The effect of diet on sled dog performance, oxidative capacity, skeletal muscle microstructure, and muscle glycogen. *Journal of Applied Physiology* **79**:1601-7.
- Roediger WEW, Rae DA. 1982. Trophic effect of short chain fatty acids on mucosal handling of ions by the defunctioned colon. *British Journal of Surgery* **69**:23-25.
- Roberts MT, Bermingham EN, Cave NJ, Young W, McKenzie CM, Thomas DG. 2018. Macronutrient intake of dogs, self-selecting diets varying in composition offered ad libitum. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **102**:568-575.
- Ruckebusch Y, Phaneuf LP, Ounlop R. 1991. *Physiology of Small and Large Animals*. B.C. Decker Inc, Philadelphia, USA.
- Selye H. 1950. Stress and the general adaptation syndrome. *British Medical journal* **1**:1383-1392.
- Selye H. 1976. Stress without Distress. *Psychopathology of Human Adaptation*. **1**:137-146.
- Strack AM, Akana SF, Horsley CJ, Dallman MF. 1997. A hypercaloric load induces thermogenesis but inhibits stress responses in the SNS and HPA system. *American Journal of Physiology* **272**:840-848.
- Simon S. Zdravá výživa pro starého nebo nemocného psa. Syrová strava BARF. 2010. Grada, Praha.

Sucheck D, Antunes J, Tufik S. 2003. Palatable solutions during paradoxical sleep deprivation: reduction of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity and lack of effect on energy imbalance. *Journal of Neuroendocrinology* **15**:815-821.

Šterc J, Štercová E. 2014. Výživa a možnost krmení psů. *Veterinářství* **64**:583-589.

Tannenbaum BM, Brindley DN, Tannenbaum GS, Dallman MF, McArthur MD, Meaney MJ. 1997. High-fat feeding alters both basal and stress-induced hypothalamic-pituitary-adrenal activity in the rat. *American Journal of Physiology* **273**:1168-1177.

Tlučoň V. 2000. Výživa psa při nadměrné zátěži. Available from www.veterina-info.cz (accessed April 2021)

Ulrich-Lai YM, Ostrander MM, Thomas IM, Packard BA, Furay AR, Dolgas CM, Van Hooren DC, Figueiredo HF, Mueller NK, Choi DC, Herman JP. 2007. Daily limited access to sweetened drink attenuates hypothalamic - pituitary - adrenocortical axis stress responses. *Endocrinology* **148**:1823-1834.

Valkenburgh BV. 2007. Deja vu: The evolution of feeding morphologies in the Carnivora. *Integrative and Comparative Biology* **47**:147-163.

Večeřová-Procházková A, Honzák R, 2008. Stres, eustres a distres. Psychiatrická katedra IPVZ, Centrum pro neuropsychiatrický výzkum traumatického stresu, Psychiatrická klinika 1LF UK, Praha 3 Ústav všeobecného lékařství 1LF UK, Praha.

Weibel EW, Taylor CR, Weber J, Vock R, Roberts TJ, Hoppeler H. 1996. Design of the oxygen and substrate pathways VII. Different structural limits for oxygen supply to muscle mitochondria. *The Journal of Experimental Biology* **199**:1643-1649.

Worth A.J, Cave NJ. 2018. A veterinary perspective on preventing injuries and other problems that shorten the life of working dogs. School of Veterinary Science, Massey University, New Zealand.

6. Seznam použitých zkratek a symbolů

AAFCO – Association of American Feed Control Officials)

ACTH – adrenokortikotropní hormon

ADP – adenosindifosfát

ALA – kyselina α -linolenová

ATP – adenosintrifosfát

BCAA – branched chain amino acid (rozvětvené aminokyseliny)

BE – brutto energie

CRH – hormon uvolňující kortikotropin

DHA – kyselina dokosahexaenová

EPA – kyselina eikosapentaenová

FSH – folikulostimulační hormon

FEDIAF – European Pet Food Industry Federation

HPA – hypotalamo-hypofyso-adrenokortikální osa

LA – kyselina linolová

LH – luteinizační hormon

ME – metabolizovatelná energie

NE – netto energie

PABA – kyselina para-aminobenzoová

Prl – prolaktin

PUFA n-3 – skupina polynenasycených mastných kyselin řady n-3

PUFA n-6 – skupina polynenasycených mastných kyselin řady n-6

PVN – hypofyzotrofní neurony v praventrikulárním jádru hypotalamu

SE – stravitelná energie