

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Potravní alergie a intolerance u psa

Bakalářská práce

Anna Marečková

Chovatelství

prof. MVDr. Eva Skřivanová, Ph. D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Potravní alergie a intolerance u psa" 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 21.4.2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. MVDr. Evě Skřivanové, PhD. za ochotu a především důkladné vedení bakalářské práce. Poděkování patří také Ing. Kláře Laloučkové, PhD. za výpomoc s výzkumem spojeným s prací.

Potravní alergie a intolerance u psa

Souhrn

Potravní alergie a intolerance jsou jedním z často se vyskytujících onemocnění u psů, která závažně ovlivňují celkový zdravotní stav a kvalitu života zvířete.

Na základě vědeckých poznatků byla sestavena literární rešerše věnující se především problematice alergií a intolerancí. Teoretická část se nejprve zabývala anatomii a fyziologií trávicího traktu. Podrobné informace o fyziologii trávicí soustavy významně napomáhají pochopení těchto onemocnění. Rozebráno bylo dále téma nutričního managementu, neboť správná dieta se přímo odráží na zdravotním stavu a celkové pohodě psa. Zařazena byla i kapitola pojednávající o vývoji a fungování imunitního systému jako důležitého činitele figurujícího v nežádoucích reakcích na krmivo. Největší důraz byl kladen především na vymezení rozdílů mezi alergiemi (imunitně zprostředkované) a intolerancemi (neimunitně zprostředkované), protože tyto pojmy jsou, často i vědeckou veřejností, používány chybně. Vysvětlen byl také rozvoj těchto onemocnění a byl předložen seznam nejčastějších potravních alergenů. Literární rešerše v neposlední řadě pojednávala o metodách diagnostiky. Práce rovněž nabízí shrnutí základních postupů veterinární léčby. Zmíněny byly také alternativní metody terapie založené zejména na podávání léčivých bylin.

Praktická část se věnovala sestavení a optimalizaci dvou krmných dávek v programu HYBRIMIN® tak, aby byly vhodné pro alergické jedince. Tyto dávky byly porovnávány s komerčně vyráběnými krmivy od českého výrobce Yoggies. Výsledkem bylo následně komplexní hodnocení sestaveného krmiva a vyhodnocení jeho vhodnosti pro pacienty trpící alergiemi či intolerancemi.

Klíčová slova: trávicí systém; výživa; pes; imunitní systém; alergie; intolerance

Food allergy and intolerance in dog

Summary

Food allergies and intolerances are one of the most common diseases in dogs that seriously affect overall health and quality of life.

Based on the scientific knowledge, a literature review was compiled, focusing mainly on allergies and intolerances. The theoretical part initially dealt with the anatomy and physiology of the digestive tract. Detailed information on the physiology of the digestive system greatly aids the understanding of these diseases. The topic of nutritional management was also discussed, as a proper diet directly reflects the health and overall well-being of the dog. A chapter on the development and functioning of the immune system as an important factor in adverse reactions to food was also included. Most emphasis was placed on defining the differences between allergies (immune-mediated) and intolerances (non-immune-mediated), as these terms were often misused even by the scientific community. The development of these diseases was also explained and a list of the most common food allergens was created. Last but not least, the literature search discussed methods of diagnosis. The thesis also offers a summary of veterinary treatment findings. Alternative methods of therapy based mainly on the administration of herbs were also mentioned.

The practical part was devoted to the design and optimization of the HYBRIMIN® ration suitable for allergic individuals. These rations were further compared with commercially produced feeds from the Czech manufacturer Yoggies. The result was a comprehensive evaluation of the formulated feed and an assessment of its suitability for hypersensitive patients.

Keywords: digestive system, nutrition, immune system, dog, allergy, intolerance

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	10
3	Literární rešerše	11
3.1	Trávicí soustava	11
3.1.1	Anatomie trávicího traktu	11
3.1.2	Fyziologie trávení	13
3.1.3	Trávení a vstřebávání	14
3.2	Nutriční management	16
3.2.1	Potřeba energie	17
3.2.2	Bílkoviny	17
3.2.3	Sacharidy a vláknina	18
3.2.4	Lipidy	18
3.2.5	Minerální látky a vitaminy	19
3.2.6	Voda	20
3.3	Imunitní systém	21
3.3.1	Vývoj imunitního systému	21
3.3.2	Buňky imunitního systému	22
3.3.2.1	Leukocyty	22
3.3.2.2	Orgány	24
3.3.3	Imunita	25
3.3.3.1	Nespecifická imunita	25
3.3.3.2	Specifická imunita	25
3.3.4	Hypersensitivita	25
3.3.4.1	Typ I	26
3.3.4.2	Typ II	26
3.3.4.3	Typ III	26
3.3.4.4	Typ IV a jeho podtypy	26
3.4	Potravní alergie a intolerance	27
3.4.1	Alergie	28
3.4.2	Intolerance	29
3.4.3	Projevy	30
3.4.4	Diagnostika	31
3.4.4.1	Eliminační dietní test	31
3.4.4.2	ELISA test	32
3.4.5	Terapie a léčba	32

3.4.5.1	Odstranění alergenu z potravy.....	33
3.4.5.2	Imunoterapie.....	33
3.4.5.3	Alternativní metody.....	33
4	Metodika	34
4.1	HYBRIMIN®	34
4.1.1	Nastavení software.....	34
4.2	Yoggies	35
4.2.1	Receptury	35
4.2.1.1	Jehněčí & bílá ryba.....	35
4.2.1.2	Kozí maso s probiotiky	37
4.3	Vyhodnocení dat.....	38
5	Výsledky	39
5.1	Grainfree	39
5.2	Králíčí maso	40
6	Diskuze	41
6.1	Vlastní receptury	41
6.1.1	Srovnání	42
7	Závěr.....	44
8	Literatura.....	45

1 Úvod

Psi stojí po boku člověka již staletí. Původně byli využíváni pouze jako pomocníci k lovu či střežení lidských obydlí. Pes dokonce často sloužil jako potrava právě pro lidi. Postupem času se z něj ovšem stal ceněný společník šlechtických rodů a panovníků. Začátkem 20. století se chov psa zpopularizoval natolik, že se v současnosti nachází pes v každé druhé domácnosti a je pro mnohé z nás právoplatným členem rodiny. V Evropské Unii je dle webu FEDIAF (2018) chováno přes 66 milionů psů různých plemen. S rozmachem chovu psa je spojen vznik vědní disciplíny zvané kynologie. Důraz je kladen na dokonalou znalost fyziologie a morfologie. Rozvíjí se zároveň povědomí o etologii a nutnosti znát základní vzorce chování zvířat držných v rukou člověka. V neposlední řadě se rozvíjí studium výživy i nemocí s ní spojených.

Otázku, jak správně psa krmit není jednoduché zodpovědět. Na trhu jsou v dnešní době dostupné různé druhy komerčně vyráběných krmiv. Majitel se také může rozhodnout pro přípravu potravy pro psa doma. Sestavení krmné dávky vyráběné doma je ovšem poměrně náročné a vyžaduje více znalostí v oblasti výživy než při volbě komerčně vyráběných krmiv (Remillard 2008). Chyby majitele ve výběru vhodného krmiva se odráží vždy na celkovém zdravotním stavu psa. Je proto velmi důležité dbát při výběru hlavně na kvalitu a komplexnost krmení. V neposlední řadě nesmíme zapomínat, že se pes nestravuje stejně jako člověk. Pro psa jsou některé složky lidské stravy toxické nebo vyvolávají například alergie či další senzibility.

Potravní hypersensitivita označuje obecně abnormální reakce na složky potravy iniciované imunitním systémem. Často se do této skupiny chybně řadí i intolerance, které nejsou imunitně zprostředkované (Classen 1990).

Potravní alergie u psa byly poprvé objeveny a zkoumány kolem roku 1920 (Blakemore 1994). Jedná se o nežádoucí reakci organismu psa na složky předkládaného krmiva. Alergie a intolerance mohou obecně zasáhnout celý systém. Základním indikátorem každého onemocnění je únava, slabost až apatie. Alergické projevy můžeme nejčastěji pozorovat na kvalitě srsti a kůže. Onemocnění mohou způsobovat například ztrátu lesku srsti či její úplné vypadávání. Nejčastějším projevem je bezesporu pruritus tedy svědivost (White 2001). Mezi další často postižené soustavy řadíme gastrointestinální trakt a například nervovou soustavu. V komplikovanějších případech se objevují i respirační potíže, astma a jiné závažnější obtíže (White 2001).

Diagnostika alergií či intolerancí a následná léčba bývá velmi často zapeklitým úkolem. Jako diagnostické metody se nejčastěji využívá serologických testů (ELISA), založených na detekci přítomnosti protilátek. Druhou a zjevně průkaznější metodou jsou eliminační dietní testy. Principem je krmení postiženého jedince pouze jedním druhem bílkoviny a sacharidu. I když se eliminační dietní testy jeví jako průkaznější, jejich aplikace v praxi je náročná a velmi často ztroskotá na neschopnosti majitele zajistit striktní příjem pouze konkrétní potravy (Jeffers et al. 1991).

Alergie jako onemocnění jsou nevléčitelná, proto se terapie zaměřuje především na zmírnění symptomů (Han et al. 2020). Nejeefektivnější metodou léčby je prevence, tedy se diagnostikovaným alergenům cíleně vyhýbat a z diety je plně vyřadit. V současnosti se jako

náhrady standardních krmiv používají hydrolyzované krmné směsi obsahující bílkoviny s kratšími řetězci, které jsou snadněji stravitelné a nevyvolávají silné odpovědi imunitního systému (Masuda et al. 2020, Martínez-Lopéz et al. 2021). Jediným způsobem léčby, který se zaměřuje na příčinu, nikoliv pouze na eliminaci projevů alergie, je imunoterapie. První imunoterapie byla nasazena již v roce 1941 u psa s prokázanou atopickou dermatitidou (Wittich 1941). Současná imunoterapie využívá podání séra s alergeny injekční cestou subkutánně v jedné či opakovaných dávkách podle reakce pacienta na léčbu (Frick et al. 2015). Úspěšnost nejen léčby ale i diagnostiky je individuální.

Sestavování krmné dávky by mělo, kromě minimální alergizující potence, co nejvíce reflektovat potřeby jedince. Odpovídat by měla všem nutričním požadavkům pro psy dané věkové a výkonnostní kategorie. Optimalizovaný obsah všech potřebných makroživin i mikroživin je samozřejmostí. Výrobci krmiv, či majitelé psů, připravující krmivo doma by se záměrně měli vyhýbat geneticky modifikovaným složkám (GMO) a častým alergenům (Ricci et al. 2019).

2 Cíl práce

Cílem práce je poukázat na rozdíl mezi potravní alergií a intolerancí u psa, neboť tyto pojmy bývají nezdůvodněně považovány za synonymní. Důraz je kladen na vysvětlení funkčnosti imunitního a gastrointestinálního systému psa, které hrají neodmyslitelnou roli v rozvoji tohoto onemocnění. Vysvětleny jsou základní postupy diagnostiky a možné léčby. Dalším z vytyčených cílů je vytvořit seznam nejčastějších alergenů vyskytujících se v krmivech pro psy. Cílem praktické části je sestavení vhodné krmné dávky pro psy trpící některým z výše uvedených problémů a její porovnání s dostupnými komerčně vyráběnými hypoalergenními krmivy.

3 Literární rešerše

Pes domácí se systematicky řadí do řádu Carnivora čeledi Canidae. Jeho nejbližší příbuzní z rodu *Canis* jsou šakal pruhovaný (*Canis adustus* Sundevall, 1847), šakal obecný (*Canis aureus* Linné, 1758), šakal čabrakový (*Canis mesomelas* Schreber, 1775), pes dingo (*Canis dingo* Meyer, 1793), kojot préríjní (*Canis latrans* Say 1823), vlček etiopský (*Canis simensis* Ruppel 1840), vlk rudohnědý (*Canis rufus* Audubon & Bachman, 1851) a vlk obecný (*Canis lupus* Linné, 1758) (Taylor 1991). Pes se pravděpodobně vyvinul z vlka obecného v procesu domestikace (Galeta et al. 2021).

Doposud byl zastáván názor, že ke zdomácnění psa došlo v pozdním paleolitu. Nejnovější studie, založené na zkoumání parametrů kraniální části lebky a rozměrů čelistí, však ukazují na fakt, že by k tomuto procesu mohlo dojít již výrazně dříve v době raného paleolitu přibližně před 36 000 lety př.n.l. (Galeta et al. 2021; Germonpré et al. 2013, 2009).

Soužití vlka a člověka bylo oboustranně výhodné. Vlk poskytoval člověku jistou ochranu a současně přišel ke snadné kořisti. Tento vztah se po dlouhá léta prohluboval až k plné domestikaci. V průběhu domestikace došlo u zvířete k mnoha fyziologickým a morfologickým adaptacím (Wirobski et al. 2021).

Ve srovnání s vlkem má pes delší trávicí soustavu, což indikuje vyšší příjem a snadnější zpracování potravy rostlinného původu (Galibert et al. 2011). Mezi další morfologické změny patří zmenšení kapacity mozku až o 30 % a další modifikace lebky jako je například její zkrácení tzv. brachycefalie. Došlo také ke změně srsti, co se týče struktury, délky i barvy. V procesu domestikace se taktéž začala výrazně projevovat bílá barva a další nápadnější zbarvení, která jsou atraktivní pro lidské oko (Wheat et al. 2020). Mezi změny fyziologické patří například četnost říjí či obecně plodnost. Fena vlka hárá jedenkrát za rok a rodí menší počet mláďat, kdežto fena psa hárá dvakrát za rok s vyšším počtem narozených štěňat (Lucas 2014; Meanhoundt et al. 2020; Wolf et al. 2012).

3.1 Trávicí soustava

Trávicí soustava slouží k příjmu potravy, jejímu mechanickému, biologickému a chemickému zpracování za účelem zisku vstřebatelných živin. Pes se řadí mezi fakultativní masožravce. Znamená to, že dokáže přijímat do jisté míry i rostlinou potravu. Trávicí soustava psa je tomuto způsobu obživy z hlediska fyziologie i morfologie náležitě přizpůsobena. Trávicí trakt psa je kratší v porovnání s pravými omnivory a potrava jím prochází rychle (Bosh et al. 2015).

3.1.1 Anatomie trávicího traktu

Trávicí trakt zahrnuje zažívací kanál a další doplňkové struktury (Banks 1992). Základní části trávicí soustavy jsou: dutina ústní, zuby, jazyk, hltan, jícn, žaludek, tenké a tlusté střevo. Důležitou roli v produkci trávicích enzymů a šťáv hrají přídatné orgány jako jsou slinné žlázy, pankreas neboli slinivka břišní a játra (viz Obrázek 1) (Mudřík et al. 2007).

Zpracování potravy začíná v dutině ústní, kde dochází kromě příjmu především k jejímu mechanickému zpracování. Poměrně mohutné psí čelisti jsou vybaveny heterodontním

chrupem specializovaným ke zpracování hlavně masité potravy. Chrup se u psa vyvíjí podobně jako u člověka nebo kočky (Papadmitriou & Kouki 2016).

U štěněte nejprve prořezávají zuby mléčné, které jsou následně nahrazeny chrupem trvalým. Mléčný a trvalý chrup rozeznáme dle velikosti a odlišného tvaru (Niemiec 2011). Mléčný chrup neboli *dentes decidui* je tvořen 28 zuby. V zubním vzorci, který slouží k vyjádření počtu zubů v čelistech, využíváme pro popis konkrétních zubů malá písmena a vzorec vypadá následovně 3i1c3p/3i1c3p. Trvalý chrup psa je plně vyvinut ve věku zhruba sedmi měsíců. Skládá se z řezáků (*dentes incisivi* (I)), špičáků (*dentes canini* (C)), třenových zubů (*dentes premolares* (P)) a stoliček (*dentes molares* (M)). Zubní vzorec trvalého chrupu 3I1C4P2M/3I1C4P3M uvádí, že se v dutině ústní nachází po kompletní výměně 42 zubů (Niemiec 2011).

Řezáky zvíře používá na uchopování a ukusování potravy nebo také při čištění srsti (Niemiec 2011). V dutině ústní se zároveň nachází jazyk, který napomáhá posouvání a zvlhčování přijaté potravy. Vývody slinných žláz se taktéž nachází v dutině ústní. Velké slinné žlázy rozdělujeme na příušní, čelistní a podjazykové (Reece 2011).

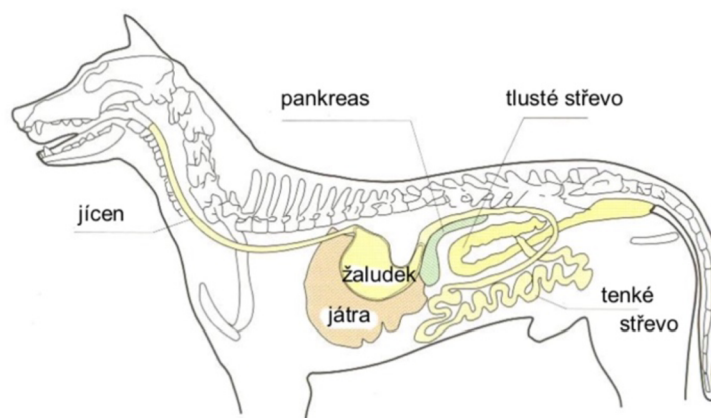
Nejčastějším onemocněním dutiny ústní je parodontóza, která dle Cunha et al. (2021) může nápadně ovlivnit mikrobiální osídlení této dutiny.

Další částí trávicího traktu je hltan (*pharynx*) a jícen (*esophagus*), v nichž rovněž dochází pouze k mechanickému zpracování. Hltan kaudálně navazuje na dutinu ústní a je místem, kde dochází k propojení dýchací a trávicí soustavy (Alsafy & El-Densy 2012). V případě jícnu se jedná se o trubicovitý orgán složený z příčně pruhované svaloviny sloužící k transportu sousta do dalších částí traktu.

Žaludek (*ventriculus*) psa je jednoduchý, jednodukomorový. Vystlán je cylindrickým epitelem se sítí žláz a má tvar vakovitě rozšířené trubice (Evans & Delahunta 2013). Vstup pro vývody pankreatu umístěný u dna žaludku se nazývá česlo (*cardia*). Následně na dno žaludku navazuje tělo, jenž má schopnost se roztahovat a předsíň vrátníku. Vrátník (*pylorus*) představuje zúženou koncovou část žaludku volně přecházející v první úsek tenkého střeva dvanáctník. Shromažďuje se v něm potrava a začíná zde samotný proces trávení zahrnující celé spektrum chemických procesů.

Střevo (*intestinum*) jsou stejně jako žaludek pokryta jednovrstevnatým epitelem (Červený 1999). Zároveň jsou delší než u vlka. Rozlišujeme střevo tenké a tlusté. Tenké střevo (*intestinum tenue*) se skládá ze tří segmentů: dvanáctník (*duodenum*), lačník (*jejunum*) a kyčelník (*ileum*). Tenké střevo psa je poměrně krátké zejména díky typu přijímané potravy. Do dvanáctníku tedy duodena zároveň ústí vývody slinivky břišní (*pancreas*) a žlučové vývody přivádějící žluč z jater. Na stěnách tenkého střeva se nachází klky a mikroklky, které zvětšují resorpční plochu u psa až na 20 m² (Mudřík et al. 2007). Tlusté střevo (*intestinum crassum*) se taktéž dělí na 3 segmenty. Skládá se z tračnicku (*colon*) děleného na části vzestupný, příčný, sestupný, slepého střeva (*cecum*) a konečníku (*rectum*). Na konci konečníku se nachází svěrač. Jedná se o silný sval ovládaný vůlí.

Zvíře je tedy od jistého věku plně schopno ovlivnit čas defekace (Sova et al. 1981; Mudřík et al. 2007). Proces defekace nehraje úměrně důležitou roli při značkování jako urince (McGuire & Bemis 2017).



Obrázek 1 Schéma anatomie trávicího traktu (Mudřík et al. 2007)

3.1.2 Fyziologie trávení

Fyziologie trávení je složitý komplexní děj založen na příjmu, zpracování a resorpci živin a exkreci nepotřebných či nadbytečných složek potravy (Reece 2011). Trávení je řízeno neurohumorálně (Trojan 2003). Pocit hladu a žízně je taktéž řízen nervově za pomoci hypotalamu. Pro správný průběh trávení je důležitá přítomnost řady enzymů a hormonů (Toman et al. 2009).

Pes se řadí mezi makrosomatické živočichy. Čichová sliznice psa střední velikosti zaujímá povrch přibližně 210,14 cm² (Lawson et al. 2012). Má tedy výborně vyvinutý čich a dokáže se podle něj dokonale orientovat či identifikovat jedince (Jendry et al. 2021). Čich se tedy u psa významně uplatňuje nejen ve vyhledávání potravy. Pachový stimul je následně úzce spojen se zvýšeným sliněním.

Dutina ústní je vybavena chrupem sloužícím k ukusování soust a následnému mechanickému rozmělnění. Posunování sousta směrem do dalších částí traktu napomáhá jazyk složený ze svalů ve třech směrech. Jazyk se také výrazně uplatňuje při příjmu tekutin. Pes na rozdíl od kočky dokáže stejně jako člověk rozeznávat sladkou chuť (Hoening 2014).

Sliny jsou jednou z důležitých tekutin vyskytujících se v dutině ústní, neboť omývají přítomné sliznice a zuby (Lavy et al. 2012). Jsou produkovány speciálními slinnými žlázami ústíci do dutiny ústní. Jedná se zejména o příušní žlázu, žlázy podjazykové a čelistní (Schilke & Sapienza 2012). Produkované sliny mohou být trojího typu mucinózní (viskózní), serózní (vodnaté) a smíšené (Reece 2011). Sliny primárně přispívají snadnějšímu průchodu sousta jeho zvlhčováním. Sekret slinných žláz má taktéž antibakteriální i antivirotické účinky (Joel et al. 2016). Na rozdíl od všežravců se ve slinách psa nenachází enzym amyláza, která napomáhá štěpení škrobu již v prvních fázích příjmu potravy (Šterc & Štercová 2014).

Na dutinu ústní navazuje kaudálně hltan. Jedná se o místo, kde se kříží dýchací a trávicí soustava (Alsafy & El-Gendy 2012). Nechtěnému vstupu sousta do hrtanu brání hrtanová příklopka, jež je v době polykání uzavřena. Polknuté sousto prochází tímto trubicovitým orgánem ve třech fázích (hltanová, jícnová, kardiální) za pomoci peristaltických pohybů svaloviny ve stěnách trubic (McKenzie 2017).

Sousto je po průchodu hltanem a jícnem přepraveno do žaludku, ve kterém se potrava dočasně shromažďuje a začínají zde procesy trávení především tuků a bílkovin (Kara et al. 2019). Žaludek je pokryt sliznicí s řadou žaludečních žláz. Tyto žlázy produkují mimo jiné enzym pepsin, který se podílí na proteolýze, a lipázy štěpící triacilglyceroly (Carrière et al. 1997). Produkce žaludečních šťáv potřebných pro trávení je řízena hormonálně a zároveň je stimulována množstvím přijaté potravy. V žaludku je přirozeně velmi nízké pH (3-4) zapříčiněné přítomností kyseliny chlorovodíkové (Sawaga et al. 2008). Enzymy se v žaludku vyskytují v neaktivních formách, aby nedošlo k natrávení jeho stěn. Aktivované jsou až při samotném trávení. Vnitřní stěny žaludku jsou před poleptáním kyselinou, následným vznikem vředů, chráněny viskózním hlenem produkovaným přítomnými žlázami (Parrah et al. 2013). U střev tomu tak ovšem není, proto musí být obsah žaludku před vstupem neutralizován. Trávenina opouštějící žaludek se nazývá chymus (Reece 2011).

Stres je jedním z nejznámějších a nejvýznamnějších etiologických faktorů způsobujících patologické změny v organismu. Například imobilizace psa, jako významný stresor, je častou příčinou vzniku vředů (Sotnikova 2008).

Nezbytným faktorem pro zachování zdraví a funkčnosti nejen střev je jejich mikrobiální osídlení. Mikrobita žijící ve střevech přináší hostiteli nespočet výhod. Jedním z příkladů je možná přímá i nepřímá interakce s ostatními orgány jako je mozek či játra (Martínez-Lopéz et al. 2021). Přijímaná potrava může výrazně ovlivnit množství a složení mikrobioty obývající gastrointestinální trakt (McKenzie 2017).

Většina trávicích a resorpčních procesů probíhá v enterocytech tenkého střeva (Reece 2011). Komunikaci mezi tenkým střevem a játry zajišťuje enterohepatický oběh, který napomáhá regulovat množství uvolněné žluči do duodena (Sturz & Asprea 2012). Zažitina se ve střevě pohybuje za pomoci klků a mikrokĺků vytvářených z hladké svaloviny, které zároveň významně zvětšují resorpční plochu. Stahy svaloviny zapříčiňují taktéž důkladné promíchání s trávicími šťávami a žlučí. Ve chvíli, kdy trávenina dosáhne ilea, vpouštění žlučových kyselin se inhibuje (Scott et al. 1992).

Obsah tenkého střeva dále vstupuje do první části tlustého střeva tračníku, kde již enzymatické trávení neprobíhá. Dochází zde pouze ke vstřebávání vody a minerálů, případně fermentaci a vzniku výkalů (Barlík 1988). Slepé střevo nemá v trávení žádnou zásadní funkci (Sturtz & Asprea 2012). Nestrávené a nadbytečné části potravy jsou ve finální fázi vyloučeny konečníkem z těla ven. Defekace standardně probíhá 3-4x denně (Guilford et al. 2001).

3.1.3 Trávení a vstřebávání

Trávení a následné vstřebávání jednotlivých komponent diety probíhá v odlišných fragmentech gastrointestinální soustavy za různých specifických podmínek (viz Obrázek 2) (Reece 2011, Watson 1989).

Bílkoviny jsou makromolekuly složené z více než sta jednotek aminokyselin spojených peptidickou vazbou (Schwab et al. 2003). Ve své molekule obsahují uhlík, vodík a dusík (Mudřík et al. 2007). Proteiny můžeme dle složitosti rozdělit na jednoduché, obsahující pouze řetězec aminokyselin, a složené, respektive vícesložkové obsahující bílkovinou a nebílkovinou část. Mezi důležité složené bílkoviny patří

lipoproteiny, glykoproteiny a metaloproteiny. Při trávení bílkovin je klíčové rozštěpení peptidické vazby za vzniku menších jednotek tzv. peptidů. Proces trávení bílkovin se nazývá proteolýza (Rauax et al. 2004).

Molekuly bílkovin jsou tráveny v žaludku za pomoci enzymu pepsin a kyseliny chlorovodíkové. Primární funkcí kyseliny chlorovodíkové je, kromě aktivace kofaktoru pepsinogenu na pepsin, především denaturace bílkovin (Batt 1992). Tento mechanismus umožňuje vstup pepsinu přímo do molekuly a zkracovat řetězce pouze na oligopeptidy. Pepsin je v konečné přechodové fázi do tenkého střeva inhibován (Kirk et al. 1991). Dále do procesů trávení bílkovin vstupují pankreatické enzymy trypsin a chymotrypsin, fungující v tenkém střevě, jež molekuly oligopeptidů nadále štěpí na menší celky. Výsledkem jsou jednotlivé rozštěpené molekuly aminokyselin. Ty se přes stěnu duodena dostávají do krve a jsou transportovány na místo dalších chemických procesů (Strutz & Asprea 2012).

Sacharidy jsou přírodní hydroxyaldehydy a hydroxyketony. Představují velké molekuly složené uhlíku, vodíku a kyslíku. Sacharidy rozdělujeme dle počtu jednotek na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy. Základním a nejdůležitějším monosacharidem pro organismus je glukóza. Metabolismus glukózy se řadí mezi katabolické děje. Při metabolizaci sacharidů tedy dochází k uvolňování energie potřebné pro fungování organismu (Strutz & Asprea 2012).

Ve slinách psa se nenachází enzym alfa amyláza, který například u člověka a přežvýkavců štěpí sacharidy již v dutině ústní. Z tohoto důvodu bylo dlouho usuzováno, že pes sacharidy nebo přesněji škrob neumí vůbec trávit. Opak je pravdou. Moore et al. (1980) dokazuje svou studií fakt, že pes dokáže škrob účinně zpracovávat ve třech fázích. Nejprve dochází v tenkém střevě ke štěpení pankreatickým enzymem alfa amylázou (Colonna et al. 1992). Následně jsou oligosacharidy hydrolyzovány enzymy maltáza, sacharáza a isomaltáza za vzniku glukózy. V poslední fázi je molekula glukózy transportována skrze plazmatickou membránu (Axelsson 2013). Kara et al. (2019) prokázala, že zpracování sacharidů je významně ovlivněno věkem zvířete. U štěňat do jistého věku je schopnost zpracování výrazně omezena.

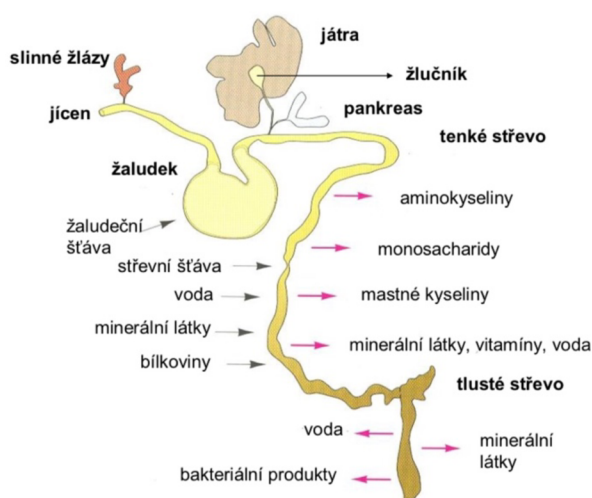
Tuky se řadí mezi látky s hydrofobním charakterem, jsou tedy nerozpustné ve vodě. Původ tuků může být rostlinný i živočišný. Dělíme je podle obsažených složek na jednoduché a složené. Mezi jednoduché lipidy patří triacylglyceroly jejichž součástí je alkohol propanol a řetězce vyšších mastných kyselin (Jamikorn & Yibchok-anun 2015).

Přítomnost žlučových kyselin v duodenu je klíčová pro trávení tuků (Strutz & Asprea 2012). Žluč tuky emulguje, čímž snižuje jejich povrchové napětí. Tuk se následně rozptyluje v podobě mikroskopických kapének (Mudřík et al. 2007). Dále na kapénky působí hydrolytické enzymy lipázy, které dokončují rozklad. Výsledkem procesu jsou odštěpené mastné kyseliny a glycerol (McKnight et al. 2018). Stejně při trávení bílkovin a sacharidů putují tyto živiny přes stěnu tenkého střeva do krevního oběhu, kterým jsou transportovány na místo dalších procesů (Hand et al. 2010).

Přítomnost makroprvků, mikroprvků a vitaminů je nezbytná pro správné fungování organismu. Minerály obecně označují anorganické prvky zastoupené

v krmivě. Mezi nejdůležitější makroprvky řadíme vápník, fosfor, hořčík, draslík a sodík. Vitaminy jsou nízkomolekulární sloučeniny řídící a regulující tělesné procesy. Dělíme je dle rozpustnosti na rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitaminy rozpustné ve vodě (zbytek) (Kváš 1998).

Minerály jsou při trávení disociovány na ionty s různým nábojem. Vstřebávají jsou v tenkém i tlustém střevě. Resorpce prvků je ovlivněna množstvím a poměrem s dalšími prvky. Vitaminy se vstřebávají buď společně s tuky v případě vitaminů v tucích rozpustných či společně s vodou (Mudřík et al. 2007).



Obrázek 2 Schéma fyziologie trávení (Mudřík et al. 2007)

3.2 Nutriční management

Krmení je, stejně jako genetika a psychický stav zvířete, faktor ovlivňující konkurenceschopnost jedince (Jean et al. 1991). Pes se neřadí mezi typické obligátní masožravce závislé na příjmu výhradně živočišných tkání, jako jsou například všechny kočkovité šelmy (Kenber et al. 2016). Šterc & Štercová (2014) rozdělují masožravce dle podílu komponent živočišného původu na hyperkarnivorní (více než 70 %), mezokarnivorní (50-70 %) a hypokarnivorní (méně než 30 %). Psa zařazují mezi fakultativní či mezokarnivorní masožravce. Pes tedy přirozeně v potravě přijímá určité množství živočišné složky a je schopen účelně zpracovávat škrob. Tato adaptace vznikla pravděpodobně při jeho domestikaci, kdy se při soužití s člověkem začal živit na jeho zbytcích. V tomto směru se pes výrazně odlišuje od vlka. U vlka není pozorována nadměrná aktivita genů důležitých pro tvorbu trávicích enzymů amylázy a maltázy (Šterc & Štercová 2014).

V dnešní době je pes zcela závislý na potravě získané od chovatele. Otázku, jak správně krmit není jednoduché zodpovědět. Důležitým faktorem je obsažení všech složek. Ideálně sestavená krmná dávka by měla obsahovat vyvážený podíl proteinů, sacharidů, tuků, minerálních látek a vitamínů a dostatek energie (viz Tabulka 1). Dieta musí být vždy doplněna o dostatečné množství pitné vody (Zanghi & Gardner 2018).

Na trhu jsou dostupné různé druhy komerčně vyráběných krmiv, jejichž složení je komplexní, tedy je schopno plně pokrývat všechny potřeby (Meyer 2012). Jak bylo již řečeno, majitel se také může rozhodnout pro přípravu potravy pro svého psa doma. Sestavení krmné směsi v domácích podmínkách a vlastních surovin je ovšem poměrně náročné a vyžaduje více znalostí v oblasti výživy než při volbě komerčně vyráběných krmiv (Remillard 2008). Je nezbytné zopakovat, že chyby majitele ve výběru vhodného krmiva se jinak vždy projeví na zdravotním stavu psa. Je proto velmi důležité dbát při výběru hlavně na kvalitu a komplexnost krmení. V neposlední řadě nesmíme zapomínat, že se pes nestravuje stejně jako člověk. Pro psa jsou některé složky lidské stravy toxické nebo vyvolávají například alergie (Craig 2019).

3.2.1 Potřeba energie

Klíčovou funkcí příjmu potravy je dodání energie pro organismus (Hand et al. 2010). Energie se v živinách skrývá v podobě energeticky bohatých chemických vazeb. Z krmiva se uvolňuje postupně v řadě složitých a komplexních dějů jako například beta oxidace lipidů či glykolýza. Procesy probíhají za vzniku molekul ATP. Mezi energeticky bohaté živiny řadíme primárně sacharidy a lipidy (Mudřík et al. 2007).

Povědomí o potřebě energie je jedním ze zásadních faktorů pro určení správného množství a složení krmné dávky. Pro vyjádření potřebné energie se využívá tzv. metabolizovaná energie (ME). Tato veličina reprezentuje energii krmiva po odečtení všech ztrát (výkaly, moč, plyny). Ideálně by mělo zvíře přijímat energii zároveň ze všech makroživin tedy z tuků, sacharidů, případně z bílkovin. Psi si ovšem, dle studie publikované Waltham Centre for Pet Nutrition (2013), záměrně vybírají diety bohatší na tuky.

3.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou hlavním stavebním kamenem organismu (Fahey & Hussein 1997). Významně se podílí na stavbě buněčných membrán. Plní dále i funkci transportní, zásobní, katalytickou či signální. Proteiny se neodmyslitelně uplatňují i ve fungování imunitního systému. Každá bílkovina má unikátní složení a specifické vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou dány zejména aminokyselinami, ze kterých se konkrétní proteiny skládají. Aminokyseliny obecně hrají kritickou roli ve správném fungování celého systému (Oberbauer & Larsen 2021). Ve výživě se uplatňuje pouze asi 20 aminokyselin (Mudřík et al. 2007). Kategorizují se dle schopnosti organismu je syntetizovat. Esenciální aminokyseliny musí být dodávány v potravě, neboť je organismus neumí sám vytvářet nebo pouze v nedostatečném množství. Základní esenciální aminokyseliny jsou lyzin a tryptofan. Neesenciální kyseliny nemusí být nutně dodávány v dietě. Pes je schopen syntézy z jiných již přítomných aminokyselin (Mudřík et al. 2007).

Potřeba bílkovin se liší v závislosti na mnohé faktory mezi než patří stravitelnost, aminokyselinové složení, věk, tělesná hmotnost a pracovní vytížení. Dle Hand et al. (2010) by měl dospělý aktivní pes denně přijmout 4,5-7,5 g/kg. Oproti tomu standardy FEDIAF (2019) uvádí hodnoty příjmu bílkovin vyšší. Kvalita bílkovin je velmi variabilní zejména v závislosti na původ – živočišný či rostlinný (Bednar et al. 1999). Zvýšený důraz je kladen zároveň i na dostatečný příjem kvalitních proteinů v období gravidity feny. Prenatální proteinová

malnutrice může vést k závažným nevratným změnám v organismu týkajících se například růstu (Calabro et al. 2021).

Dieta chudá na bílkoviny má za následek zpomalení růstu, snížení obranyschopnosti organismu a či nedostatečnou tělesnou kondici. Mezi dalšími příznaky jsou např. nekvalitní matná srst nebo možné nechutenství. V extrémních případech může nedostatek proteinů vést až k úhynu (Fabretti et al. 2015).

3.2.3 Sacharidy a vláknina

Sacharidy představují energetickou složku diety a také jsou dobrým zdrojem především glukózy. U psa se evolučně vyvinula schopnost trávit a využívat sacharidy i když jejich příjem není nezbytný (Kilburn et al. 2020). Všichni zástupci z řádu *Carnivora* dokážou syntetizovat potřebnou glukózu z aminokyselin obsažených v bílkovinách při procesu glukoneogeneze v játrech (Šterc & Štercová 2014). Příklad alespoň minimálního množství sacharidů je ovšem pro psa prospěšný. V případě nadměrného podávání ale dochází k nežádoucím reakcím trávicí soustavy jako je například nadýmání a plynatost. I když je konzumace sacharidů většinou spojena s obezitou, Feitosa et al. (2015) ve své studii ovšem odhaluje pozitivní efekt komplexních sacharidů napomáhajících redukcii tělesné hmotnosti zpomalením metabolismu. Jedná se především o komplexní sacharidy obsažené v čiroku a kukuřici (Feitosa et al. 2015).

Vzhledem k faktu, že není příjem sacharidů pro psa nezbytný, velmi často se limitní hodnoty neuvádí, případně se velmi často různí (Fogle 2001). NRC (2018) například uvádí z celého rozsáhlého spektra sacharidů pouze potřebnou hodnotu glukózy. Některé extenzivní výzkumy naopak poukazují na nutnost příjmu nadměry bílkovin (až 33 % ME) při konzumaci diety chudé na sacharidy, nezbytných pro syntézu glukózy (Kienzle et al. 1985). Zvýšené nároky na potřeby sacharidů v dietě mají především březí a laktující feny (NRC 2006). Celkově by měl příjem fen v období laktace činit až 23 % (Hand et al. 2010).

Vláknina se od zbytku sacharidů odlišuje chemickou stavbou a rozdílnou stravitelností. Molekulu pojí β -glykosidické vazby, jež nejsou rozštěpitelné trávicími enzymy (Hand et al. 2010). Vlákninu je u psa a dalších monogastrů možné zpracovávat pouze omezeně v tlustém střevě fermentací. Pro optimalizaci celkového zdraví je ale důležité přijímat vlákninu alespoň částečně stravitelnou (Silvio et al. 2000). Tato studie poukazuje zároveň i na skutečnost, že existuje přímá úměra mezi schopností vlákniny fermentovat a stravitelností krmiva (Silvio et al. 2000). Oproti tomu přítomnost nestravitelných složek napomáhá například regulovat tělesnou hmotnost, neboť psi nepřijímají vyšší dávky krmiva (Muir et al. 1996). Zařazením dostatku vlákniny do krmné dávky je současně možné částečně předejít rozvoji diabetu. Potřeba vlákniny v dietě se u zdravých jedinců pohybuje mezi 2-5 % (FEDIAF 2019).

3.2.4 Lipidy

Tuky jsou společně se sacharidy významným zdrojem energie a zároveň dodávají krmivu chuť (Case et al. 2011; Hewson-Hughes et al. 2013). Tuky jsou zároveň velmi dobře stravitelné. V důsledku tohoto faktu se minimálně vyskytují ve stolici (Sabchuk et al. 2019).

V současné době se majitelé psů více soustředí na původ a složení diety předkládající svým psům. Cílem je dle Morelli et al. (2019) především přiblížit právě složení krmiva co nejbližší předkům. Ústředním prvkem krmné dávky by měli být především bílkoviny a tuky.

Obsah tuků v průmyslově vyráběných granulovaných směsích se pohybuje v rozmezí od 8 % do 22 %, v případě konzervovaných krmiv v rozmezí od 20 % do 30 % (Kilburn et al. 2020). Běžně diskutovaná problematika spojená s krmením tzv. high-fat diety je zvýšené riziko vzniku pankreatid (Xenolius et al. 2008). Minimální množství tuků obsažených v krmné dávce je dle guidelines FEDIAF (2019) 5,5 %.

3.2.5 Minerální látky a vitaminy

Přibližně 24 % majitelů psa podává různé vitaminové či minerálové doplňky (Sallander et al. 2010). Mezi nejčastěji podávané přípravky patří kombinované tablety minerálu společně s komplexními vitaminy. Doplnkově jsou často podávány i samostatné vitaminy B, C, A, D a E (Sallander et al. 2010).

Minerální látky

Minerální látky mají v organismu mnohonásobné využití. Jsou fundamentálním prvkem v mnoha tělesných pochodech (Hand et al. 2010). Podílí se především na udržení homeostázi, aktivaci biochemických reakcí a v neposlední řadě ovlivňují funkci endokrinních žláz (Süvegová & Mertin 1994). Minerály dělíme na makroprvky a mikroprvky. Mezi makroprvky řadíme vápník, fosfor, draslík, sodík, chlór a hořčík. Mikroprvky představují zejména železo, zinek, měď, selen a další.

Vápník je esenciálním minerálem hrajícím velmi důležitou roli v počtu tělesných funkcí (Atwal et al. 2021). Důležitý je především pro rozvoj kostí, kontraktilitu svalů a přenos nervových vzruchů. Dostačující a vyrovnaná dávka vápníku a fosforu je důležitá pro vývoj skeletu, a to především v období růstu jedince (Kiefer-Hecker et al. 2018). Vyšší hodnoty vápníku u štěňat jsou fyziologické (Doubek 2014). Dobrým zdrojem nejen vápníku ale i fosforu a hořčíku jsou kosti podávané v syrovém stavu (NRC 2018).

Fosfor, jak již bylo řečeno, je společně s vápníkem klíčovým prvkem pro rozvoj a zdraví kostí. Poměr těchto dvou prvků by měl být přibližně následovný Ca:P=1,2-1,4:1 (Allaway et al. 2019). Nadmíra fosforu v dietě s sebou ovšem přináší zdravotní komplikace různého druhu (Lineva et al. 2019). Dle Böswald et al. (2018) se jedná především o chronická onemocnění ledvin. Životně důležitým prvkem pro fungování tělní buňky je sodík (Fontoura et al. 2013). V roce 1997 bylo na Novém Zélandu popsáno několik případů úmrtí psů a koček. Důvodem byla otrava sodnými nitráty obsaženými v komerčně vyráběných krmivech (Worth et al. 1997). Nejčastější se sodík dodává do krmiva v podobě kuchyňské soli. Některé komerční diety zaměřené na snížení rizika vzniku močových kamenů jsou založeny právě na přidávání chloridu sodného ve snaze moč ředit a zamezit její nadměrné krystalizaci (Queaue et al. 2020). Excesivní dávky soli psovi ovšem škodí podobně jako člověku (Adroque et al. 2019; Queaue et al. 2020).

Základní funkcí draslíku je zajištění kontrakce svalů, transport nervových impulsů a udržení osmotické rovnováhy (Hand et al. 2010). Nedostatek draslíku se projevuje pouze v patologických stavech jako jsou průjmy a onemocnění ledvin (Süvegová & Mertin 1994).

Hořčík je jedním z velmi důležitých makroprvků ovlivňujících mimo jiné metabolismus vápníku s fosforem (Mudřík et al. 2007). Podílí se zároveň na udržování zdraví kostí, zubů a svalstva (Hand et al. 2010). Nedostatek hořčíku se projevuje především celkovou únavou, někdy i křečemi.

Vitaminy

Vitaminy jsou základní mikroživiny, které se přímo podílejí na mnoha biologických procesech v organismu (Galler et al. 2012). Zahrnují široké spektrum chemicky odlišných látek s odlišnými vlastnostmi (Kváš 1998).

Pro zachování kvality života, požadované výkonnosti a kvalitního exteriéru je nutné podávat nejen psům vyvážená množství vitaminů v potravě (Süvegová & Mertin 1994). Přemíra a zároveň nedostatek některých vitaminů vedou k nežádoucím změnám.

Do skupiny vitaminů rozpustných v tucích spadá vit. A, D, E, K. Nejvýznamnější roli ve výživě psa hrají především vitamin A a D.

Vitamin A je esenciální vitamin rozpustný v tucích, který podporuje zrak, růst kostí, reprodukci, diferenciaci buněk a imunitní reakci u psa (Morris et al. 2012). Dle Grases et al. (1995) má nedostatek vitaminu nežádoucí vliv na metabolismus vitaminu E, který je známý jako antioxidant (Süvegová & Mertin 1994).

Vitamin D napomáhá udržovat nejen adekvátní zdraví kostí, významně se uplatňuje i mimo kosterní soustavu (Dvir et al. 2019). Důležitý úkol plní vitamin D ve správném fungování imunitního systému. Nedostatek vitaminu D se projevuje u štěňat křivicí (Dittmer & Thompson 2011).

Významnými vitaminy rozpustnými ve vodě jsou především vitaminy skupiny B. Vitaminy této skupiny obecně zajišťují hladký průběh látkové výměny. Komplex vitaminů B podávaný injekčně je dle Ihedioha et al. (2021) nejčastěji předepisovaným přípravkem veterináři. Nedostatek vitaminů skupiny B vzniká u psů a koček v důsledku poruch trávení a infekcí (Kolb & Seehawer 2002).

Vitaminy E a C jsou významnými antioxidanty v obranném mechanismu. I když je vitamin důležitý v mnoha metabolických procesech, není u psů nutričně nezbytný. Psi dokážou pokrýt potřebu vitaminu C endogenní syntézou z glukózy (Hesta et al. 2009).

3.2.6 Voda

Voda je dle Hand et al. (2010) chápána jako nejdůležitější živina. V těle je všudypřítomná. Psí organismus dokáže vydržet například vysoké ztráty bílkovin či tuků. Ovšem již při ztrátě přibližně jedné desetiny vody hyne (Thornell 1988). Zodpovědná je za rozpuštění a následný transport látek po těle. Účastní se četných chemických reakcí. Hydrolyticky, za přítomnosti vody, se štěpí všechny makroživiny tuky, sacharidy a bílkoviny. Částečně se voda podílí i na termoregulaci. Pes ztratí evaporací (vypařováním) až 90 % vody. Posledním úkolem vody je udržovat tvar těla. Při výrazném poklesu hladiny vody v organismu dochází ke stavu dehydratace (Hand et al. 2010). Nadměrná či dlouhodobá dehydratace může psa ohrožovat na životě. Většina vody se z organismu ztrácí defekací, urinací a evaporací (Meyer et al. 1994).

Potřeba vody se značně různí dle předkládaného krmiva, teplotních podmínek a fyzické aktivity vykonávané psem (Meyer et al. 1994). Vodu je možné přijímat skrze krmivo či přímým napájením. Příjem samotné vody ovšem není možné nahradit pouze vodou obsaženou v dietě. Nezbytný denní příjem vody se rovná zhruba příjmu energetickému (Mudřík et al. 2007). Dospělý pes by měl denně vypít cca 35-50 ml vody na 1 kg živé hmotnosti (Gebauer 1990). Psi krmení výhradně suchým granulovaným krmivem dle Ramsay & Thrasher (1991) zvyšují příjem vody z minimálního množství 24 ml/kg na 62 ml/kg. Při průjmových onemocněních, kdy dochází ke zvýšeným ztrátám, je nutné navýšit příjem vody (Süvegová & Mertin 1994).

Tabulka 1 Minimální množství živin dle FEDIAF (2019)

	Proteiny (%)	Sacharidy (%)	Lipidy (%)	Popeloviny (%)	Voda (%)
Štěně	25	40-50	8,5	9	10
Adult	18	40	5,5	9	10
Senior	18	30	5,5	9	10

3.3 Imunitní systém

Imunitní systém řídí a rozhoduje o přežití jedince (Pereira 2019). Rozlišuje prostředí své a prostředí cizí. Systém disponuje množstvím různých mechanismů, jak zabránit vstupu invazivních organismů či cizorodých částic do vnitřního prostředí. Jedním z mnoha příkladů jsou fyzikální bariéry zabraňující pronikání mikroorganismů (Tizard 2017).

Pes je již dlouhou dobu využíván jako biologický model ve dvou klíčových odvětvích. Prvním je výzkum v oblasti léčiv. Využívá se především v toxikologických testech spojených s funkcí imunitního systému (Jebavý et al. 2018). Historicky je pes klíčovým hráčem i v procesech transplantace kostní dřeně. Poznatky jsou velmi dobře adaptovatelné na transplantaci kostní dřeně u člověka (Felsburg 2002).

3.3.1 Vývoj imunitního systému

Vývoj imunitního systému v neonatální fázi a krátce po narození je stále minimálně prozkoumán. Většina studií imunity se provádí u zvířat starších 12 měsíců, kdy jsou jedinci považováni za plně imunokompetentní. Ačkoli je pravděpodobné, že od narození do 1 roku dochází v imunitním systému k podstatným změnám (Day 2007).

Imunitní systém se vyvíjí společně s dalšími orgánovými soustavami v prenatálním období. Stejně jako i u jiných druhů domácích zvířat i zde se předpokládá, že novorozené štěně či kotě má v organismu zabudované konstitutivní složky funkčního, ale prozatím neaktivního imunitního systému (Felsburg 2002). Imunitní systém mláďete je do porodu plně řízen mateřským organismem (Day 2007). V časném postnatálním období je jím stále silně ovlivňován.

V prvních 24 hodinách po narození musí být štěně napojeno kolostrem, sekretem produkovaným mléčnou žlázou feny, bohatým na imunoglobuliny. Kolostrum zajišťuje štěněti pasivně získanou imunitní ochranu po celé novorozenecké období (Day 2007). Koncentrace specifických protilátek obsažených v kolostru je značně individuální a ovlivněna různými

faktory. Kolostrum feny je bohaté především na protilátky IgG a IgA. Koncentrace séra IgG u novorozených štěňat je 1, 2 mg/l. Do 12 hodin po napojení kolostrem hodnota stoupá na 23 mg/ml (Kolb 2003). Podobně se zvyšuje i koncentrace séra IgA a IgM. Zvýšená koncentrace IgA a IgM přetrvává až do odstavu, oproti tomu koncentrace IgG se poměrně rychle snižuje (Schäfer-Somi et al. 2005).

Pasivní přenos imunity prostřednictvím mleziva je sice zásadní pro přežití štěňat v prvních týdnech života. Dle Pereira et al. (2019) ovšem brání rozvoji aktivních imunitních odpovědí v případě vakcinace.

Nástup imunokompetence u mláďat nelze úplně generalizovat. Předpokládá se, že k osamostatnění dochází mezi 6. až 12. týdnem života (Day 2007).

S věkem dochází ke změnám funkce imunitního systému. Zahrnují především zhoršení buněčné imunitní odpovědi (Day 2010). Zároveň dochází i ke slabším reakcím humorálního systému. U starších psů se běžně projevuje zhoršení imunitních odpovědí na nové antigenní výzvy, jako jsou infekce a vakcíny, což pravděpodobně souvisí se snížením počtu T-buněk (Holder & Mirczuk 2018).

3.3.2 Buňky imunitního systému

3.3.2.1 Leukocyty

Leukocyty tedy bílé krvinky jsou jedním ze čtyř základních elementů tvořící krev (Reece 2011). Bílé krvinky a jejich deriváty se přímo podílí na fungování imunitního systému.

Dělí se na granulocyty a agranulocyty. Bazofily, eozinofily a neutrofilny patří mezi granulocyty. Pro granulocyty je typický výskyt granulí v cytoplazmě. tyto granule v sobě mohou obsahovat například trávicí enzymy, histaminázu nebo serotonin (Reece 2011). Druhou skupinu tvoří tzv. agranulocyty. Mezi agranulocyty řadíme lymfocyty a monocyty (Brollo et al. 2012).

3.3.2.1.1 Granulocyty

Neutrofilny jsou považovány za součást vrozeného imunitního systému. Dle Hostetter (2012) se jedná iniciátory všech dalších imunitních reakcí. Rodí se v kostní dřeni v procesu zvaný hematopoéza, migrují do tkání, kde následně zabijí domnělé vetřelce (Burns 2018; Paris et al. 2020). Po vykonání své práce jsou odstraněny makrofágy. Životnost neutrofilů je poměrně krátká, dosahuje přibližně 5 hodin (Fox et al. 2010).

Neutrofilny zabijí invazivní mikroorganismy dvěma způsoby: intracelulárně fagocytózou a extracelulárně. V případě fagocytózy dochází k pohlcení mikroorganismu neutrofilem a k jeho usmrcení za pomoci lysozomů, které obsahují například antibakteriální peptidy či jiné enzymy (Bekkering & Torensma 2013). Mikroby mohou zneškodňovat také extracelulárně uvolňováním enzymů do okolního prostředí. Kromě antimikrobiální činnosti jsou neutrofilny schopny exprimovat geny kódující zánětlivé mediátory (Cassatella 1999).

Tyto buňky mají pravděpodobně více funkcí než jen zabíjet mikroby, hrají také roli v signalizaci vrozené i adaptivní imunity. Zároveň se podílí na vzniku, rozvoji a zániku zánětlivých bujení. Důležitou funkcí mají i v buněčné signalizaci s DC a T buňkami (Bekkering & Torensma 2013).

Bazofily jsou myeloidní buňky charakterizované expresí bazofilních granul v cytoplazmě (Siracusa et al. 2013). Jistou podobu zaujímají s žírnými buňkami (Reece 2011). Na buněčné membráně se vyskytují receptory citlivé na protilátky IgE. Pokud dojde ke styku protilátky buněčné membrány s antigenem, bazofil praskne a uvolní svůj obsah (Reece 2011). Bazofily a žírné buňky se podílejí na patogenezi autoimunitních onemocnění, zánětlivých a alergických reakcích, pruritických onemocnění a rakoviny (Das et al. 2021).

Eozinofily mají opačnou funkci oproti bazofilům. Mají za úkol tlumit a ukončovat alergické reakce (Reece 2011).

Neutrofil, eozinofil ale i žírné buňky a monocyty hrají důležitou roli v patogenezi některých kožních onemocnění jako je například atopická dermatitida. Důvod vzniku těchto patologických změn nebyl bohužel u psa prozatím rozklíčován (Hill & Olivry 2001).

3.3.2.1.2 Agranulocyty

Monocyty patří k největším leukocytům díky přemíře cytoplazmy (Reece 2011). Monocyty se v organismu vyskytují ve dvou formách. Cirkulující monocyty fagocytují v krvi invazivní tělesa. Vstupem do tkání se z monocyty stává makrofág. Makrofágy jsou velké fagocytující buňky zabíjející mikroby zejména nízkým pH (Reece 2011).

Zánětlivé monocyty hrají klíčovou roli v podpoře metastazování nádorů (Regan et al. 2017). Na rozdíl od běžných nebo ustálených monocytů se počet zánětlivých monocytů v krevním řečišti v reakci na zánětlivé podněty značně mění (Qian et al. 2011).

Lymfocyty jsou menší kulovité útvary s malým podílem cytoplazmy. Vznikají v kostní dřeni, ze které dále migrují do těla (Trojan et al. 2000). Lymfocyty se v průběhu dozrávání specializují do 2 forem buněk. Dělí se na buňky specifické imunity a nespecifické imunity (Speposh 2017).

Specifickou imunitu zastupují T a B-lymfocyty. T-buňky migrují z kostní dřeni do brzlíku, kde se dále diferencují (Trojan et al. 2000). Lymfocyty tohoto typu se účastní například boje při rakovinovém bujení nebo při napadení vlastních buněk virem (Ferenčík et al. 2005). V krajních případech může dojít k vyčerpání T-buněk. To je charakterizováno postupnou a progresivní ztrátou funkcí T-buněk a může vyvrcholit fyzickým vymazáním odpovídajících buněk (John 2010). B-lymfocyty dozrávají v sekundárních lymfatických orgánech (Fujimura et al. 2011). Reakce jsou založeny na rozpoznání specifického antigenu receptory (Hořejší & Bartůňková 2005). B-lymfocyty se po kontaktu s antigenem přeměňují na efektorové. Efektorové B-lymfocyty produkují protilátky, které slouží jako signalizace pro další buňky imunitního systému (Toman et al. 2009). Ty se dostanou na zasažené místo a invazivní organismus zneškodní.

NK buňky anglicky natural killers jsou velké buňky imunitního systému zprostředkovávající nespecifickou imunitu. V cytoplazmě obsahují granula (Vivier et al. 2016). NK buňky jsou silné imunitní efektorové buňky, které mohou reagovat na infekce a nádorová onemocnění a také umožňují adaptaci matky na těhotenství. V reakci na maligní transformaci nebo patogenní invazi mohou NK buňky vylučovat cytokin a mohou být přímo cytolytické, stejně jako mohou působit nepřímo prostřednictvím jiných buněk imunitního systému (Pegram et al. 2011).

Lokalizace lymfocytů do tkáně během imunitních reakcí zahrnuje řadu komplexních mechanismů, mezi které patří aktivace vazby integrinů, expresi adhezních molekul a produkce chemokinů na tkáňovém podkladě (Lukacs 2000).

3.3.2.2 Orgány

3.3.2.2.1 Brzlík

Brzlík neboli thymus je primárně lymfatický orgán uložený v hrudním koši v blízkosti hrudní kosti (Benson 2019). U psa začíná vývoj brzlíku již v embryonální fázi. Vývoj thymu je dokončen 45. dnem březosti. Lymfocyty se objevují 35. den, v lymfatických uzlinách pak 46. den (Bryant a Shifrine 1972). Brzlík roste poměrně rychle. Maximální velikosti dosahuje ve věku přibližně 6 měsíců (Day 2007). Po dosažení pohlavní dospělosti jedince dochází k involuci brzlíku. Typická je úbytkem parenchymu a jeho přetvořením na tukovou tkáň (Haley 2003).

V kůře brzlíku dochází k dělení a dozrávání lymfocytů na T-lymfocyty. V thymu tedy vzniká rozmanitý repertoár T buněk, které procházejí pozitivní a negativní selekcí, což zajišťuje, eliminaci autoreaktivních buněk dříve, než se dostanou do periferních orgánů (Boyd & Tucek 1993). Po selekci T-buňky následně vstupují do krevního řečiště a putují do dalších orgánů lymfatického systému (Benson 2019).

3.3.2.2.2 Kostní dřeň

Kostní dřeň představuje výplň mezi trámci dlouhých a plochých kostí všech obratlovců včetně člověka (Samuelson 2007). S rostoucím věkem hraje kostní dřeň dvojí roli primárního a sekundárního lymfatického orgánu a udržuje zásobu efektorových a paměťových lymfocytů (Faldyna 2003).

V době prenatalního vývoje sleziny a brzlíku se kostní dřeň stává silně buněčnou a obsahuje hojně hematopoetické kmenové buňky (Burns 2018). Jedinečnou vlastností kmenových je schopnost diferenciovat se na jakýkoliv typ buněk (Rashid 2021).

Hematopoetické a imunitní buňky vznikají ze společné kmenové buňky kostní dřene (Pereira 2019). Svůj původ mají v kostní dřeni leukocyty, erytrocyty, trombocyty a v neposlední řadě lymfocyty. Monocyty a granulocyty dozrávají v kostní dřeni. Vyzrálé následně migrují do krevního řečiště (Tizard 2017).

3.3.2.2.3 Slezina a mízní uzliny

Slezina je největším lymfatickým orgánem v těle specializovaná především pro filtraci krve, která ji protéká na rozdíl od mízních uzlin, kterými protéká míza (Reece 2011, Ramirez et al. 2020). Dao et al. (2021) nazývají slezinu jako „mechanický filtr“.

Podobně jako brzlík se slezina vyvíjí v raném stadiu gravidity feny. V období kolem 27. dne březosti jsou již patrná primordia sleziny (Felsburg 2002). Mezi 45. a 52. dnem je viditelná lymfocytární infiltrace lymfatických uzlin a sleziny s průkazem zón závislých na T-buňkách (Felsburg 2002).

Mízní uzliny plní v organismu podobnou úlohu jako slezina. Napomáhají filtrování krve a mohou produkovat protilátky nebo lymfocyty. Tyto jsou vysoce specifické vůči antigenům

(Reece 2011). Mízní uzliny hrají důležitou roli ve zdraví organismu. Například u kožních nádorů je stav mízních uzlin jedním z důležitých prognostických faktorů (Guerra et al. 2022).

3.3.3 Imunita

3.3.3.1 Nespecifická imunita

Vrozená nespecifická imunita byla původně popisována na základě okamžité a krátkodobé reakce, schopnosti reagovat na široké spektrum patogenů bez specifického rozpoznávání a nedostatku paměti (Paris et al. 2020). Neadaptivní imunita je starší nežli specifická a buňky i mechanismy jsou v organismu všude přítomné (Toman et al. 2009). Nespecifická imunita je zpravidla aktivována časněji než adaptivní (Goldsby et al. 2000).

Nespecifická imunita je dělena na humorální a buněčnou (Krejsek & Kopecký 2004). Buněčná imunita je zprostředkována především některé leukocyty mimo T a B-lymfocyty, humorální potom proteiny akutní fáze a dalšími proteiny.

3.3.3.2 Specifická imunita

Specifická či získaná imunita se plně rozvíjí až v postnatálním období (Campbell 2004). Stejně jako vrozená imunita se dělí na humorální a buněčnou. Buněčná imunita je zastoupena T-buňkami, humorální B-lymfocyty a plazmatickými buňkami (Trojan 2003).

Specifickou imunitu může pes získat dvěma způsoby. Jedním je očkování, druhým je získání protilátek po prodělání nemoci. Obecně se adaptivní imunita po očkování vakcínami s modifikovaným živým virem vyvíjí nejdříve a nejúčinněji. Trvání imunity je často celoživotní. Naproti tomu adaptivní imunita po bakteriálních, plísňových nebo parazitárních vakcínách se vyvíjí pomaleji, zřídka vyvolá sterilní imunitu a je ve srovnání s virovými vakcínami obvykle kratší (Schultz et al. 2010).

3.3.4 Hypersensitivita

Potravinová přecitlivělost nebo alergická dermatitida patří mezi dermatopatie alergického původu. U psů je z hlediska četnosti výskytu třetí nejvýznamnější po alergické dermatitidě způsobené bleším kousnutím a atopické dermatitidě (Muller et al. 1989; Scott et al. 2001; Salzo & Larsson 2009). Vzniká především u geneticky predisponovaných jedinců (Molckhou 2016).

Hypersensitivita neboli alergie jsou způsobovány konkrétními alergeny. To jsou látky jakéhokoli původu vyvolávající v organismu nežádoucí odpovědi (Strutz & Asprea 2012). Alergická reakce nastává po kontaktu s alergenem. Alergen nemusí nutně vstoupit do vnitřního prostředí psa, aby mohlo dojít k nežádoucí reakci.

Reakce můžeme dělit stejně jako u člověka do čtyř skupin označovaných římskými číslicemi (I, II, III, IV). Různé typy hypersensibility se od sebe primárně liší účinkujícími protilátkami (Toman 2009). Ty jsou produkovány lymfocyty a plazmatickými buňkami v organismu. Protilátky se štěpí na 5 izotopů: IgE, IgG, IgA, IgM, IgD (Reece 2011). Všechny tyto protilátky se účastní odpovědi imunitního systému při alergických reakcích a možných parazitárních invazích (Reece 2011).

3.3.4.1 Typ I

Přecitlivělost I. typu jinak také anafylaktická je typická přítomností protilátek IgE. K reakci dochází poměrně rychle po kontaktu s alergenem (Hořejší & Bartůňková 2008). Exekované symptomy mohou být pouze lokální nebo může alergická reakce zasáhnout celá organismu. Závažnost alergické reakce je velmi různorodá, od lokálních příznaků až po generalizované projevy, přičemž nejextrémnějším a nejzávažnějším projevem je anafylaktický šok (Sanchez-Borges et al. 2019).

Ačkoli se předpokládá, že potravinová alergie u psů odráží především skutečnou reakci přecitlivělosti typu I na požití potravinové alergeny, existuje jen omezené množství dat, která toto tvrzení podporují. Předpokládá se, že se může vyskytnout i potravinová alergie nezprostředkovaná protilátkami IgE (Day 2005).

Eozinofily jsou obvykle považovány za zabíjäcké buňky při parazitárním napadení a za modulátory reakcí přecitlivělosti typu I (Hill & Olivry 2001).

3.3.4.2 Typ II

Cytotoxický typ neboli hypersenzitivita II. typu je založena na existenci a fungování protilátek IgM a IgG. Reakce typu II jsou opožděné imunitně zprostředkované reakce. Typická je destrukcí cirkulujících leukocytů, erytrocytů nebo trombocytů (Aster et al. 2009). Oproti typu I se cytotoxický typ hypersenzitivity účastní i rozvoje autoimunitních onemocnění (Toman et al. 2009). Reakce typu II zprostředkované protilátkami mohou vést k trombocytopenii, neutropenii nebo hemolytické anémii (Maker et al. 2019).

3.3.4.3 Typ III

Reakce typu III zahrnují tvorbu imunitního komplexu antigen-protilátka, jako je vaskulitida (Maker et al. 2019). Za normálních okolností jsou tyto komplexy okamžitě odstraněny, avšak občas se mohou vysrážet a aktivovat komplementovou dráhu. Složky komplementu rekrutují a aktivují neutrofilů a makrofágy, což vede k zánětu a poškození tkáně (Posadas & Pichler 2007). Uložení komplexů v cévách, ledvinách a kloubech projevují jako vaskulitida, nefritida, respektive artritida (Chinen et al. 2009).

3.3.4.4 Typ IV a jeho podtypy

Posledním typem hypersenzitivity je IV tzv. pozdní. Reakce se skládají ze čtyř podtypů IVa, IVb, IVc, IVd. Podtypy se od sebe liší především aktivními buňkami. Mediátorem IVa reakcí jsou pomocné lymfocyty Th-1, pro reakce IVb Th-2 (Uzzaman & Cho 2012). Po aktivaci do boje vstupují eozinofily a uvolňují se cytokiny. Podtyp IVc způsobuje apoptózy vedoucí k nekrotám celých tkání (Uzzaman & Cho 2012). Reakce typu IVd jsou výsledkem neutrofilního zánětu prostřednictvím T lymfocytů (Blumenthal et al. 2019). Všechny reakce zahrnují svědění a další systémové poruchy (Maker et al. 2019).

3.4 Potravní alergie a intolerance

Výzkumy realizované v posledním desetiletí ukázaly, že pes představuje vynikající model pro pochopení širokého spektra lidských degenerativních, infekčních, nádorových a imunitně zprostředkovaných onemocnění, včetně potravních alergií (Buchanan & Frick 2002). V současné době je známo, že psí genom má přibližně 75% podobnost s genomem lidským (Kirkness et al. 2003).

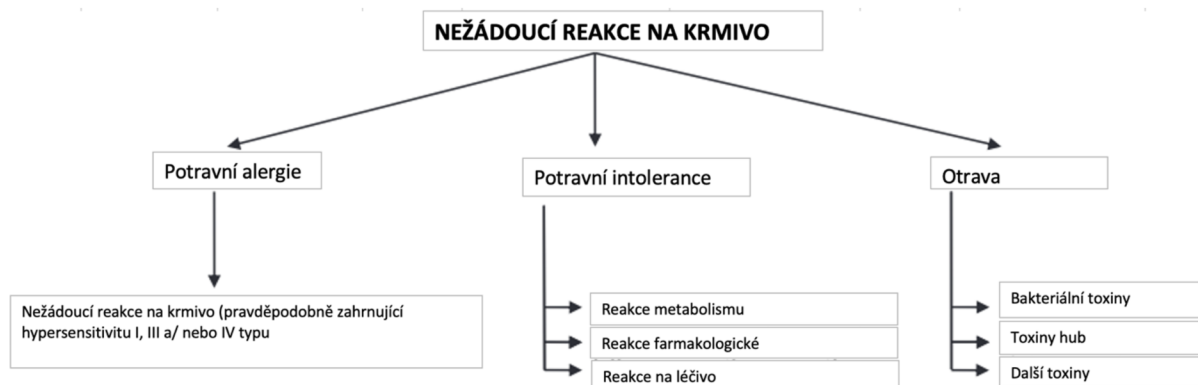
Častým důvodem návštěvy veterináře jsou kožní problémy jako jsou svědivost a dermatitidy. Způsobeny mohou být řadou různých faktorů působících na organismus psa. Mezi časté příčiny diskomfortu a svědivostí patří například existence celé škály endoparazitů a ektoparazitů v prostředí, či přítomnost bakteriální nebo kvasinkové infekce (Marsella 2013). Jedním z hlavních důvodů rozvoje kožních obtíží mohou ale také být nežádoucí reakce na složky potravy.

Přecitlivělost na potraviny je nežádoucí organická reakce, která ve svém etiopatogenetickém mechanismu zahrnuje alergickou reakci. Přesná patofyziologie přecitlivělosti na potraviny není dosud přesně stanovena. Předpokládá se, že se jedná o reakce přecitlivělosti typu I, III a IV a že hlavními alergizujícími činiteli jsou obvyklé zdroje bílkovin a sacharidů obsažené v potravinách (Gross et al. 2005).

Nežádoucí reakce na potravu se skládají ze dvou různých reakcí: imunitně zprostředkované a neimunitně zprostředkované (Fujimura et al. 2011). Potravní alergie se od intolerance tedy významně liší svou podstatou a mechanismem (Foster et al. 2003). Mezi další nežádoucí reakce na potravu patří také intoxikace (viz Obrázek 3) (Gaschen & Merchant 2011).

Nežádoucí reakce na požití složky potravy mohou ovlivnit mnoho systémů a mohou vyvolat příznaky zahrnující kůži, gastrointestinální trakt, dýchací cesty a centrální nervový systém (Wills & Harvey 1994). Potravní alergie nebo také přecitlivělost je nežádoucí patologická reakce na potravinu způsobená imunologickou odpovědí (typicky zprostředkovanou IgE), která se projevuje zejména na kůži, zatímco potravní intolerance je nežádoucí reakce na jakoukoli potravinu způsobená neimunologickou příčinou jako je například otrava jídlem, požití odpadu, který neobsahuje alergen, požití známého toxinu, kdy se tato reakce obvykle projevuje v gastrointestinálním traktu (Friedeck 2011).

Obecně se dá říci, že každá složka potravy může být potenciálním alergenem. Některé komponenty jako jsou minerální látky a sacharidy ovšem vykazují nižší riziko indukce nežádoucích odpovědí organismu (Vroom 1994). Nejčastějším spouštěčem alergií jsou zejména bílkoviny živočišného i rostlinného původu a aditiva (Kennis 2002; Friedeck 2011).



Obrázek 3 Rozdělení nežádoucích reakcí na potravu dle Gaschen & Merchant (2011)

3.4.1 Alergie

Alergie obecně představují přehnanou reakci na alergeny přicházející ze zevního prostředí, které následně aktivují ochranné mechanismy organismu (Počta & Svoboda 2007). Dermatitida způsobená alergií na krmivo je třetí nejčastější alergickou dermatopatií u malých zvířat (Cerdeiro et al. 2016).

S potravní alergií u psa se vědci poprvé setkali již ve 20. a následně ve 30. let 20. století, jak popsal Blakemore ve své studii v roce 1994. V tuto dobu byly prováděny první testy a možná existence potravních alergií u našich domácích společníků se pomalu začala dostávat do povědomí nejen vědeckého.

Potravní alergii u psa nebo kočky lze popsat jako nesezónní dermatitidu doprovázenou škrábáním a svědivostí způsobenou potravou nebo pouze její složkou (Vroom 1994). Jedná se o imunologicky zprostředkovanou přecitlivělost na stravu postihující v dnešní době přibližně 1 % psí populace (Day 2005). Potravní alergie se může pravděpodobně projevit kdykoli v průběhu života psa. Standardně se až u třetiny postižených jedinců objeví první příznaky onemocnění do prvního roku života (White 1998).

Hypersenzitivita se může projevat okamžitě po pozření alergenu jako přecitlivělost I. typu. V tomto případě jsou projevy zprostředkované imunoglobuliny IgE. Předpokládá se ovšem že do alergických reakcí vstupuje i senzitivita I, II a IV (Gross et al. 2005). V reakcích opožděných figurují T lymfocyty a další možné zánětlivé reakce vyvolané imunitním systémem (Helm et al. 2003). Reakce tedy může nastat okamžitě nebo se značným zpožděním. Symptomy se zpravidla dostavují do 24 hodin.

Při alergické reakci je v organismu spuštěn složitý proces, v němž figurují protilátky IgE. Následně dochází ke křížení potravních alergenů a alergenů specifických molekul IgE na povrchu žírných buněk a bazofilů (Foster et al. 2003).

Alergická reakce na různé složky potravy může způsobit změny v různých organických systémech, avšak majitele zvířat nejvíce trápí kožní projevy. Navzdory intenzivnímu svědění někdy nejsou kožní léze zjištěny (Salzo & Larssen 2009). Dermatologický obraz není příliš specifický a často je zaměňován s jinými alergickými, parazitárními nebo dokonce bakteriálními dermatopatiemi (Scott et al. 2001).

Nežádoucí reakce na krmivo se většinou u psů ale i u koček projevují na kůži (Willemse 2002). Mezi klinické projevy alergické reakce patří především pruritus tedy svědění a další kožní obtíže. Pruritus je většinou lokalizován na končetinách, uších, obličejové části a v okolí anogenitálu (Friedeck 2011). V případě kožních projevů hrozí i zavlečení často nebezpečnější sekundární infekce (Watson 1998). Kutánní symptomy mohou být komplikovány druhotnou citlivostí na alergeny vyskytující se ve vzduchu (Blakemore 1994; White 1998). Společně s kožními problémy se mohou dostavit i obtíže dechové a gastrointestinální zahrnující průjmy, nadýmání a zvracení (Blakemore 1994; Foster et al. 2003). Dle Počta & Svoboda (2007) mají pacienti trpící alergiemi vyšší predispozice k rozvoji dalších onemocnění či senzibilit.

Verlinden et al. (2006) tvrdí, že při rozvoji alergie nezáleží na věku, pohlaví ani plemenné příslušnosti. Závislost výskytu potravních alergií na plemenné příslušnosti se povedlo ovšem částečně prokázat u některých plemen. Mezi náchylnější radíme plemeno kokršpaněl, špringršpaněl, labradorský a zlatý retrívr, shar-pei, west highland white teriér, všechna plemena kolií, boxer, dalmatin a německý ovčák (Harvey 1993; Rosser 1993; Denis & Paradis 1994; Počta & Svoboda 2007). Nízký stupeň korelace pohlaví a rozvoje alergií potvrdila i studie Bryan & Frank (2010) cílená primárně na kočky.

Potravní alergeny jsou proteiny nebo glykoproteiny nejčastěji ve vodě rozpustné s molekulovou hmotností 10-70 kDa, jenž jsou odolné vůči působení tepla, kyselin a trávicích enzymů (Verlinden et al. 2006; Gaschen & Merchant 2011). Nejčastějšími potravními alergeny jsou hovězí maso, kuřecí maso, mléko, vejce, kukuřice, pšenice a sója (White 1998; Day 2005; Mueller & Unterer 2018). Často mohou hypersenzitivitu způsobovat i aditiva standardně přidávaná do komerčně vyráběných směsí (Friedeck 2011). Většinu alergických reakcí na potraviny lze přepisovat i na relativně málo známým potravinám, mezi které radíme například i ryby (Sampson 2004; Beale et al. 2009).

3.4.2 Intolerance

Potravinovou intolerancí se rozumí jakákoli abnormální fyziologická reakce na potravinu nebo potravinovou přísadu, o níž se předpokládá, že není imunologické povahy (Craig 2019). Potravní intolerance je tedy mimořádná reakce na potravu bez přímé účasti imunitního systému (Wilhelm & Favrot 2005). Nouza & Nouzová (2016) popisují potravní intoleranci jako stav, kdy organismus není schopen se vyrovnat s přítomností určité látky obsažené v potravě. Potravinové intolerance závisí na metabolických vlastnostech pacienta. Příkladem může být například nesnášenlivost mléka v důsledku primárního nebo sekundárního nedostatku enzymu štěpícího mléčný cukr laktázy (Sampson 1999). Dalším významným faktorem rozvoje intolerance je farmakologické složení požití potraviny (Untersmayr & Jensen-Jarolim 2006).

Potravní intolerance zahrnuje celou škálu patofyziologických procesů. Jedním z činitelů je například toxicita. Jedná se o termín obecně označující reakci způsobenou mikrobiální kontaminací (Cave 2013). Toxicitu potravin však mohou způsobit i některé kovy kumulující se v rostlinách či zvířatech používaných pro výrobu krmiv (Craig 2019). Rizikové jsou zároveň toxiny vznikající při výrobě potravin a toxiny vznikající během skladování v důsledku mikrobiální činnosti (Roudebush et al. 2000).

Dietní indispozice a neimunologická potravinová intolerance jsou u psů pravděpodobně častější než skutečná dietní hypersenzitivita neboli alergie (Craig 2019). Reakce na potravinovou intoleranci nejen u zvířat ale i člověka jsou silně proměnlivé a obvykle závislé na přijaté dávce (Craig 2019).

Prevalence nežádoucích reakcí na krmivo u psů a koček je z velké části neznámá, ale v několika studiích bylo zjištěno, že se pohybuje mezi 1 a 2 % u jedinců, kteří se dostaví k veterinárnímu lékaři v rámci primární péče (Olivry & Mueller 2017; Craig 2019).

Příznaky se mohou objevit kdykoli, někdy i několik hodin nebo dní po konzumaci potravin, která je spouštěčem nežádoucí reakce, a mohou trvat hodiny nebo dny. Projevy intolerance jsou často velmi podobné projevům alergie. Jedná se především o pruritus a gastrointestinální obtíže jako je zvracení a průjem. V některých případech se může objevit i zánět zvukovodu (otitis externa), astma nebo další respirační obtíže (White 2001; Beale 2004).

Mezi nejčastější spouštěče nežádoucích reakcí v organismu patří především potraviny určené pro lidskou konzumaci. Jedná se například o čokoládu, výrobky obsahující kakao, hroznové víno a rozinky, česnek, cibuli a různé druhy ořechů nejčastěji však makadamový a mandle (Sutton et al. 2009, Kang & Park 2012; Cortinovis & Caloni 2016, Craig 2019). Velké riziko se skrývá také v příjmu etanolu (Mahdi & Van der Merwe 2013).

U člověka způsobuje vysoce fermentovatelná vláknina nadprůměrnou produkci metanu v tlustém střevě, která má negativní vliv na zdraví tenkého a tlustého střeva. Obecně způsobuje zácpu, dysmotilitu a nepříjemné pocity (Pimentel et al. 2006). Nepříjemnosti způsobuje krmení bohaté na stravitelnou vlákninu i u psů a koček (Cave 2013, Craig 2019)

V posledních letech je pozorován nárůst diagnostikované celiakie. Jedná se o geneticky podmíněnou intoleranci na gluten neboli lepek (Nouza & Nouzová 2011). Výrobky často psům podávané obsahující pšenici jsou například párky, šunka, mleté maso a těstoviny (Nouza & Nouzová 2011). Nadměrný výskyt celiakie byl v minulosti zaznamenán u plemene irský setr (Biagi et al. 2020).

3.4.3 Projevy

Projevy potravních alergií a intolerancí zahrnují různorodou škálu. Symptomy se různí s množstvím přijatého alergenu a jsou značně individuální.

Nejlépe pozorovatelné jsou změny na kůži a srsti. Samotná kvalita těchto orgánů ovšem není dobrým indikátorem přítomnosti onemocnění. Kvalita především osrstění je přímo závislá na celkovém zdravotním a výživovém stavu jedince. Typickým projevem alergie a intolerance může být seborea, atopická dermatitida a další zánětlivé procesy na kůži (Hillier & Griffin 2001). Všechny tyto vady jsou často doprovázeny pruritem a celkovým diskomfortem postiženého zvířete. Pruritus je jedním z prvních projevů dostavujících se po požití alergenu (Scott et al 1992). Nutí psa ke škrábání nebo dokonce vykusování postižených částí. Příznakem některých kožních onemocnění může být i zarudnutí a hyperpigmentace (Guillot & Bond 2020). Patologickým jevem je také nadměrně mastná a šupinatá kůže se sklonek k tvorbě krust.

Potravinová alergie u psů a koček je sice vzácnou, ale dobře známou příčinou kožních onemocnění. (Hall 1994). Navzdory tomu dochází velmi často i k poruchám fungování

gastrointestinálního traktu. Projevy jako zvracení, průjem a nadýmání se u psů objevují pouze v mírných formách (Frick et al. 2005).

Méně častým, ale zároveň jedním z časných ukazatelů nežádoucích reakcí na krmivo je zánět zvukovodu jinak také zvaný otitis externa. Zánět způsoben bakteriální činností je v případě otitis externa lokalizován v přední části zvukovodu, tedy od boltce k bubínku (Petrov et al. 2014). Postižené ucho je zarudlé a často se objevuje i tmavý výtok (Doyle et al. 2004). V případě dlouhotrvajících obtíží může dojít k nevratnému poškození sluchu (Olivry et al. 2010).

3.4.4 Diagnostika

Diagnóza je většinou založena pouze na analýze anamnézy a elementárních kožních lézí, které jsou prokázány při fyzikálním vyšetření postižených zvířat. Skutečně účinných a spolehlivých diagnostických testů je stále málo (Salzo & Larsson 2009). Stejně tak i podle Willemse (2002) mají laboratorní testy pro diagnózu omezenou hodnotu, neboť je potřeba vyloučit další možné kontraindikace. Další komplikací v přesné diagnostice mohou představovat tyto faktory: přítomnost sekundární infekce, nedostatečná znalost historie majitele zvířete či volba správné metody diagnostiky (Friedeck 2011).

Objektivní testování potravinové intolerance vyžaduje placebem kontrolované testování potravin, které se však provádí jen zřídka (Turnbull 2014).

Mezi nejčastější metody diagnostiky řadíme eliminační dietní test a ELISA test založen na rozpoznání protilátek. V případech postižení zejména gastrointestinálního traktu mohou být použity techniky jako je kolonoskopie a gastroskopie (Allenspach et al. 2004). Kircher et al. (2004) uvedl do povědomí inovativní neinvazivní metodu diagnostiky senzitivity za použití Dopplerova ultrazvuku při orálním pozření alergenu.

U psa mohou být alergie rozpoznány i za pomoci biopsie kůže a dalších kožních derivátů (Rizzo et al. 1995). Dle vlastní zkušenosti po biopsiích a dalších nadstandartních vyšetřeních majitelé psů neradi sahají vzhledem ke značné finanční náročnosti.

3.4.4.1 Eliminační dietní test

S příchodem sérologických testů na detekci potravinově specifických IgE začala skutečná revoluce v diagnostických postupech. O jejich citlivosti a specifčnosti je však známo jen málo (Jackson 2004).

Eliminační dietní test se jeví jako nejspolehlivější metoda pro definitivní diagnózu potravní alergie a zároveň hlavního alergenu (Salzo & Larsson 2009). Dle Willis-Mahn (2015) se jedná o postup nezbytný pro diagnózu potravních alergií a intolerancí.

Eliminační dieta by měla obsahovat pouze jednu bílkovinu a jeden zdroj škrob. Eliminační diety často obsahují proteiny a peptidy s nízkou molekulovou hmotností, které hydrolýzou bílkovin ze zdrojových materiálů (Masuda et al. 2020). Doporučená délka restriktce je dle White (1998) 8 týdnů, dle Rosser (1993) je možné eliminační dietu aplikovat v rozmezí od 3 do 10 týdnů. Po době nastavené pro restriktivní dietu přichází tzv. challenge, jinými slovy vystavení pacienta potenciálnímu alergenu (Wills & Harvey 1994). Klinické příznaky se po vysazení restriktivní diety znovu objeví v rámci několika dní. Recidiva se dostaví u psů

senzitivních na mléčné produkty do 4 dnů u jedinců přecitlivělých na obiloviny do více než 8 dnů (Harvey 1993).

Restrikční diety mohou být připravované doma majitelem či komerčně vyráběné. Hypoalergenní krmiva pro domácí zvířata jsou komerční dietní produkty pro psy a kočky, které se používají jako eliminační diety pro diagnostiku nežádoucích reakcí na krmivo (Ricci et al. 2009). Nejčastější překážkou diagnostiky za pomoci dietních eliminačních testů je však člověk (Groh & Moser 1998). Většina domácích eliminačních diet je značně nevyvážená a psům nevyhovuje z výživového hlediska (Stockman et al. 2013).

3.4.4.2 ELISA test

Diagnostická metoda ELISA se řadí mezi serologické vyšetření. Testování za pomoci ELISA testů je založeno na detekci potravních specifických protilátek IgE (Day 2005) v případě alergií. V případě intolerancí operuje testování s protilátkami IgG (Hagen-Plantiga et al. 2017). Právě přítomnost IgE respektive protilátek indikuje možné setkání s antigenem. Serologická vyšetření ovšem poukazují na fakt, že i někteří psi bez klinických příznaků, tedy na pohled zdraví jedinci, mohou vykazovat přítomnost séra IgG protilátek pro potravní alergen (Day 2005). Hogen-Esch et al. (2002) ovšem ve své studii uvádí, že se aktivované protilátky mohou objevovat i po rutinním očkování na vzteklinu.

Diagnostika se v dnešní době potýká s problematikou nedostatku alergenových přípravků. Ta se následně negativně projevuje především v přesnosti určení anamnézy (Ishida et al. 2000).

U kožních testů a testu ELISA byla zjištěna nízká citlivost a vysoká specifita, což naznačuje nedostatek pravdivě a falešně pozitivních reakcí. Ani pozitivní, ani negativní prediktivní hodnoty dostatečně nepředpovídaly pozitivní, respektive negativní reakce u obou testů. Na základě těchto výsledků nemůže komerční dieta, kožní test a anti-IgE ELISA nahradit eliminační dietu připravenou majitelem pro testování přecitlivělosti na potraviny u psů (Jeffers et al. 1991).

3.4.5 Terapie a léčba

Léčba pacientů s alergickými onemocněními i studium mechanismů alergických onemocnění závisí na širokém spektru testů, které různými způsoby hodnotí přítomnost a funkci IgE protilátek (MacGlashan 2013).

Cílem léčby je především zmírnit nebo pokud možno eliminovat příznaky onemocnění. V současnosti neexistuje žádný lék pro definitivní odstranění onemocnění (Han et al. 2020). Pro maximální efektivitu je nezbytně nutné správně určit typ nežádoucích reakcí (alergie nebo intolerance) a hlavní alergen způsobující patologické stavy v organismu. Klinické příznaky gastrointestinálních onemocnění by měly při nasazení adekvátní terapie ustupovat do 2 týdnů. Kožní klinické projevy reagují na změnu potravy opožděně, změnu je možné pozorovat až za 8 až 12 týdnů (Gaschen & Merchant 2011).

Možností jak s alergiemi či intolerancemi bojovat je více. V akutní fázi je v některých případech nutné přistoupit k aplikaci antihistaminik potlačujících alergické reakce, prednisolu či léčiv obsahujících kortikoidy (Ohashi et al. 2009; Kang & Park 2012). Osvědčenou a vysoce

funkční metodou je se alergenu úplně vyhýbat. Další variantou léčby je nasazení imunoterapie či paliativní léčby.

3.4.5.1 Odstranění alergenu z potravy

Velmi účinná je metoda založená na úplném odstranění konkrétních alergenů z potravy a jejich nahrazení hypoalergenním komponentem.

Dle Kilburn et al. (2020) by mohlo být kuřecí maso, jako představitel často vyskytujícího se alergenu, nahrazeno cvrčky. Jedná se o velmi dobrý zdroj bílkovin. Rizikem v krmení psa bílkovinou původem ze cvrčků je vysoký podíl vlákniny přítomný pravděpodobně díky složení exoskeletu (Koutsos et al. 2019). Kuřecí maso v dietě může dobře suplovat bílkovina získaná z masa rybiho (Bexley et al. 2019). Další náhradou standardního krmení je krmivo hydrolyzované (Masuda et al. 2020). Široké využití těchto krmiv se v posledních letech našlo především v managementu onemocnění ale i v diagnostice (Ricci et al. 2010). Hlavním rozdílem oproti komerčně vyráběným krmivům je obsah pouze krátkých proteinových řetězců nebo jednotlivých aminokyselin. Hydrolyzované krmivo výrazně snižuje odpověď imunitního systému (Martínez-Lopéz et al. 2021). Živočišný protein je také možné nahradit proteinem bakteriálním, který se nyní aktivně využívá například ve faremních chovech lososovitých ryb (Overland et al. 2006).

3.4.5.2 Imunoterapie

Alergen-specifická imunoterapie se používá k léčbě psů trpících alergií od roku 1941, kdy poprvé povedlo aplikovat léčebný proces vedoucí k naprostému potlačení onemocnění (Wittich 1941, Han et al. 2020). Tento typ léčby ovšem dosahoval v minulosti různých stupňů úspěšnosti, respektive neúspěšnosti. V současné době je imunoterapie indikována u psů s definitivní diagnózou atopické dermatitidy, u nichž byla citlivost na alergeny definována intradermálními nebo IgE sérologickými testy (Griffin & Hiller 2001).

V současné době je to jediná terapie, která může zabránit dalšímu rozvoji onemocnění, nabídnout dlouhodobou remisi a nízkou frekvenci průběžné léčby pacientů (Han et al. 2020).

Imunoterapie se dle Han et al (2020) smí nasadit pouze u jedinců u kterých byla alergie potvrzena sérií testů založených na různých principech. Sérum obsahující konkrétní alergeny se pacientům podává subkutánně injekční formou.

Dle Frick et al. (2015) se v séru mohou používat tepelně usmrcené *Listeria monocytogenes*, které stimulují produkci interferonu (IFN)- γ v CD4 T-lymfocytech. Tyto látky snižují produkci imunoglobulinu IgE, čímž výrazně snižují a částečně blokují odpověď imunitního systému. Toto konkrétní sérum bylo úspěšně otestováno v roce 2005 na myších, později bylo sérum aplikované i na psy (Frick 2005).

3.4.5.3 Alternativní metody

Přírodní medicína a alternativní metody léčby se v posledních letech dostávají stále častěji do povědomí veterinárních lékařů. Léčba za použití přírodních metod cílí především zmírnění projevů (Lux 2022).

Podle Achner (2010), věnující se zejména fytoterapii, je možné psům ulevit od svědivosti kůže například potíráním citlivého místa levandulovou masťou či aplikací zředěného jablečného octa. V případě zanícení kůže a rozvoje sekundárních infekcí radí použít měsíčkovou masť nebo heřmánkové obklady pro zklidnění. Jako zázračnou bylinu vnímá Achner (2010) třezalku a třezalkový olej, neboť působí antibakteriálně a protizánětlivě. Vhodné je i použití při léčbě popálenin (Lux 2022).

V neposlední řadě se přistupuje k léčbě onemocnění pomocí homeopatické terapie (Issaautier & Calvet 1993).

4 Metodika

Cílem praktické části bakalářské práce je vytvoření dvou receptur pro přípravu krmných dávek vhodných pro psa trpícího alergiemi či intolerancemi za pomoci softwarového programu HYBRIMIN® Futter 5.

Sestavené směsi jsou pak dále porovnávány s volně dostupnými komerčně vyráběnými krmivami z hypoalergenních řad. Srovnání je provedeno za pomoci jednoduchých grafů zobrazujících podíly jednotlivých složek krmných směsí. Hlavní důraz je kladen na přítomnost všech základních makroživin i mikroživin.

Porovnávány jsou primárně údaje o obsahu analytických složek. Druhotně i povinně uváděné informace na obalu krmiv dle zákona č. 91/1996 Sb. (Ministerstvo vnitra 2008). Na obalu či příbalovém letáku je výrobce povinen deklarovat obchodní jméno, sídlo provozovny a evidenční číslo, druh doplňkových látek, údaj o množství, datum výroby, účel použití společně s krmným návodem, dobu možné použitelnosti, surovinové složení (řazené sestupně), obsah doplňkových látek, délku ochranné lhůty a varovné upozornění. Z hlediska jakosti krmiva musí výrobce na obalu uvést 8 následujících znaků: obsah vody, bílkovin, tuku, vlákniny, popelovin, vápníku, fosforu a sodíku (Ministerstvo vnitra 2008, Mudřík et al. 2009).

Informace o složení komerčně vyráběných krmiv jsou získané z webových stránek českého výrobce krmiv Yoggies.

4.1 HYBRIMIN®

HYBRIMIN® je software vyvinutý v Německu roku 1979 Manfredem Gabrielem (Hybrimin 2021). V dnešní době je nástroj dostupný v němčině, angličtině ale i češtině a dalších jazycích. Využívá se výhradně pro krmivářské účely. Vhodný je zejména pro sestavování vyvážených krmných dávek a jejich další optimalizaci. Hybrimin funguje jako databáze složek standardně přidávaných do krmných směsí. Nutriční hodnoty jednotlivých složek jsou získávány Weendenskou analýzou (Hybrimin 2021). Software dále nabízí možnost sestavování krmných směsí pro zvíře bez nebo se zátěží. Jednou z novějších funkcí programu je odhad přibližné ceny směsi.

4.1.1 Nastavení software

Při vytváření KD byl program nastaven na psa v kategorii adult bez zátěže. Podkladem pro sestavení hypoalergenních receptur z hlediska živinového obsahu byla doporučení dle FEDIAF (2019), Süvegová & Mertin (1994) a Štercová & Šterc (2014). Dále byly na základě receptur vytvořeny tabulky (2-3) hodnot společně s grafy názorně zobrazujícími důležité

poměry živin v krmivu. V tabulkách jsou znázorněny pouze stěžejní prvky výživy, které musí být deklarovány dle zákona č. 91/1996 o krmivech i na obalu průmyslově vyráběných krmiv. Přibližná cena krmné směsi není z důvodu důvěryhodnosti uváděna.

Číslo	Název	Procento (%)	Obsahová látka	Min	Obsah	Max
581	kvalitní maso, sušené	45,50	suché chudé	%	80,00	92,04
7	maso	20,00	hrubá vláknina	%	22,00	25,10
43	Puhanka	10,00	šťava - 18 pers	%		30,48
35	Sůlka	8,00	šlávek	kg		18,78
407	minerál 18-4-19-3	3,00	hrubá vláknina	%	2,00	2,78
29	Opel	3,00	hrubý jablek	%	3,00	13,52
325	obalovací olej	2,50	hrubý paprtek	%		2,34
12	Skovinka	2,00	šlávek	%		8,87
44	mléko Laminco	2,00	šťava	%		0,89
394	Hyphane	1,00	šťava	%	1,00	1,11
441	čerstvý olej, Atlasak	1,00	šťava	%	0,80	1,08
413	slunečnicový olej	1,00	šťava	%	0,30	0,34
3	ječmen	1,00	šťava	%	0,10	0,22
			šťava	%	0,50	0,81
			šťava	%		0,82
			vitamin A	IE	4000	12000
			vitamin D	IE	100	1000
			vitamin E	mg	10	30
			vitamin K	mg		1,50
			vitamin B1	mg	1,50	1,50
			vitamin B2	mg	3,00	3,00
			vitamin B12	µg	30	30
			lysine oxidase	mg	24,00	24,00
			lysine oxidase	mg	18,00	18,00
			lysine oxidase	mg	0,06	0,06
			lysine	µg	60	60
			lysine oxidase	mg	150,00	150,00
			lysine	mg	120,00	120,00
			lysine	mg	90,00	90,00
			lysine	mg	18,50	18,50
			lysine	mg	0,80	0,80
			lysine	mg	0,80	0,80
			lysine	mg	0,30	0,30
			lysine	%	1,00	1,40
			lysine	%	0,10	0,10
			lysine	%		10,00

Obrázek 3 Ukázka softwaru HYBRIMIN®

4.2 Yoggies

Yoggies s.r.o je Český výrobce přírodních krmiv pro psy a kočky se sídlem v Buštěhradu (Yoggies 2022). Současným ředitelem a zakladatelem je Jiří Švihálek, jako spoluzakladatele uvádí i svého labradorského retrievra Roxy.

Výrobce nabízí kvalitní krmiva vyrobené ze 100 % přírodních ingrediencí původem z Českých ale i zahraničních farem. Společnost Yoggies deklaruje nepřítomnost chemických látek a potenciálně závadných komponent.

„Receptura granulí Yoggies napodobuje přirozenou a vyváženou kořist a potravu psa v přírodě. Granule jsou vyrobeny z vysoce kvalitních mas ze švýcarských a německých chovů. Jsou bez lepku, sóji i jakékoliv chemie. Živiny jako proteiny, tuky, vitamíny, vláknina apod. jsou vždy výhradně z přírodních zdrojů“ (Yoggies 2022).

4.2.1 Receptury

Na webových stránkách Yoggies byly vybrány dvě receptury k porovnání s recepturami sestavenými v programu HYBRIMIN. Pro srovnání Grainfree směsi (vlastní) byla vybrána krmná směs s názvem Jehněčí & bílá ryba. Tato receptura byla do jisté míry zvolena náhodně neboť většina nabízených produktů značky Yoggies neobsahuje obiloviny. Směs s králičím masem byla porovnávána se směsí Kozi maso s probiotiky.

4.2.1.1 Jehněčí & bílá ryba

Receptura je založena na obsahu především jehněčího (15 %) a rybího (8 %) masa. Doplněna je i o maso divoce žijících zvířat (12 %). Další zdroj živočišné bílkoviny představují sušená játra zastoupena 4 %. Bramborové vločky, jako dobrý zdroj sacharidů, jsou do směsi přidány v 15 %. Dieta obsahuje zeleninovou směs složenou z čekanky, mangoldu, pastináku a

petržele (4,5 %). Ve 3% zastoupení můžeme v receptuře nalézt směs bylinek vhodných pro psy a ve 2% zastoupení potom sušenou rašelinu. Procentuální obsah následujících komponent nebyl uveden: sušená mořská řasa, laktobacily, rybí olej, řepkový olej, řepné řízky, sušené borůvky, extrakt z yuccy a želatinový prášek.

Metabolizovaná energie (ME) je v tomto případě rovna 1,57 MJ/kg. Tato dieta je dle Yoggies (2022) vhodná především pro psy dospělé s průměrnou aktivitou a pracovní zátěží. Směs je zároveň vhodná i pro stárnoucí psy.

Tabulka 4 Seznam komponent směsi Jehněčí a bílá ryba (Yoggies 2022)

Komponent	Podíl (%)
Sušené jehněčí maso	15
Bramborové vločky	15
Sušená zvěřina	12
Sušené rybí maso	8
Sušená játra	4
Směs zeleniny *	4,5
Směs bylinek **	3
Sušená rašelina	2
Sušená mořská řasa	neuveďeno
Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus...	neuveďeno
Rybí olej	neuveďeno
Řepkový olej	neuveďeno
Řepné řízky	neuveďeno
Sušené borůvky	neuveďeno
Yucca Schidigera	neuveďeno
Želatinový prášek	neuveďeno

* čekanka, celer, mangold, pastinák, kořen petržele

** fenykl, kopřiva, pampeliška, kmín, heřmánek, tymián, listy maliny, listy ostružin, hořec

4.2.1.1.1 Analytické složení směsi

Tabulka číslo 5 obsahuje údaje o obsahu analytických složek. Tato data byla využita pro přímé porovnávání se směsí Grainfree.

Tabulka 5 Seznam analytických složek směsi Jehněčí a bílá ryba (Yoggies 2022)

Analytické složky	Podíl (%)
Hrubý protein	24,5
Hrubý tuk	9,5
Hrubá vláknina	5,0
Hrubý popel	6
Vápník	1,3
Fosfor	1,1
Sodík	0,4

4.2.1.2 Kozí maso s probiotiky

Krmivo Kozí maso s probiotiky je jedním z hypoalergenních. Obsahuje 18 % kozího masa, 18 % mleté směsi zeleniny a 17 % bramborových vloček. Přidán je i rybí olej ve 4% zastoupení. Obsah rýžových klíčků, směsi bylin, lněného semínka, mořské řasy, semen ostropestřce mariánského, konopného oleje, fenyklu, sušených borůvek, sušeného žloutku a dalších komponent nebyl znovu uveden.

Krmivo je ideální pro starší psy s malou zátěží, alergické a citlivé jedince. Yoggies doporučuje tuto dietu střídát s Jehněčím & bílou rybou (Yoggies 2022). Hodnota metabolizované energie je 1,42 MJ/kg.

Tabulka 6 Obsah komponent směsi Kozí maso

Komponent	Podíl (%)
Sušené kozí maso	18
Mletá směs zeleniny *	18
Bramborové vločky	17
Rybí olej	4
Rýžové klíčky	neuveďeno
Směs bylin	neuveďeno
Lněné semínko	neuveďeno
Sušená mořská řasa	neuveďeno
Ostropestřec mariánský-semena	neuveďeno
Konopný olej	neuveďeno
Fenykl	neuveďeno
Sušené borůvky	neuveďeno
Sušený žloutek	neuveďeno
Extrakt mušle Perna canaliculus	neuveďeno
Rašelina	neuveďeno
Laktobacily	neuveďeno

* pastinák, červená řepa, hrách, řepné řízky

4.2.1.2.1.1 Analytické složení směsi

Informace o analytickém složení směsi Kozí maso z tabulky 7 byly použity pro porovnání se směsí založenou na obsahu králíčího masa.

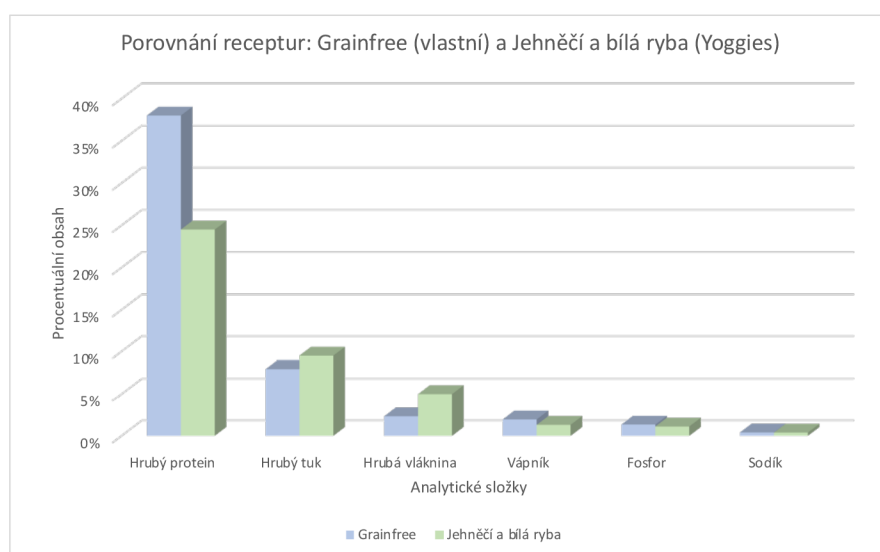
Tabulka 7 Seznam analytických složek směsi Kozí maso (Yoggies 2022)

Analytické složky	Podíl (%)
Hrubý protein	25
Hrubý tuk	10
Hrubá vláknina	4
Hrubý popel	7
Vápník	1
Fosfor	1
Sodík	0,3

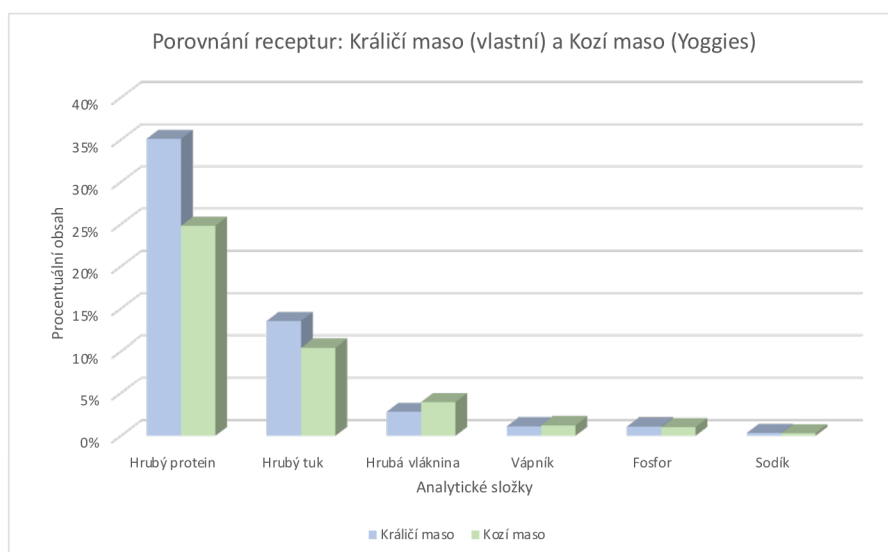
4.3 Vyhodnocení dat

Do vytvořených tabulek a grafů byly zaneseny zjištěné hodnoty. Porovnávány byly základní prvky výživy, tak jak jsou povinně deklarovány dle zákona č. 91/1996 O krmivech. Z tabulek vyplývají důležité poměry živin v krmivu. Na základě těchto údajů je z tabulek a grafů možné jednotlivé krmné směsi navzájem porovnávat.

Graf 1 zobrazuje srovnání směsí bez obsahu obilovin. Stejně tak jako ukazuje první graf i graf druhý zobrazuje porovnání směsí v tomto případě striktně hypoalergenních. Na vodorovnou osu byly zadány hodnoty obsahu analytických složek směsí. Osa svislá představuje procentuální zastoupení daných složek.



Graf 1 Porovnání krmných směsí 1



Graf 2 Porovnání krmných směsí 2

5 Výsledky

Sestavované receptury byly navrženy pro alergické psy či jedince senzitivní na různé složky podávané potraviny především aditiva. Směs je teoreticky možné použít jako testovací dávky pro eliminační dietní test či jako každodenní krmivo. Z krmné směsi byly tedy vyloučeny nejčastější alergeny jako jsou například kukuřice, obilniny či hovězí a kuřecí maso. Směs obsahuje pouze striktně hypoalergenní komponenty a složky bez genetických úprav.

Při sestavování krmné dávky v programu Hybrimin jsou podíly komponentů zadávány v procentech (v tabulce sestupně seřazeno). Minimální obsah sušiny je automaticky programem stanoven na 86 %. Ačkoliv se standardně obsah sušiny u průmyslově vyráběných krmiv pohybuje přibližně v úrovni 90 % a výše, přihlédneme-li ke skutečnosti, že se v tomto případě jedná o recepturu jednorázovou, může obsah vody překračovat 10 %.

5.1 Grainfree

Varianta grainfree, tedy složení nezahrnující obiloviny, byla sestavena v nejvyšším zastoupení z rybího masa, rybí moučky 65/70 % a bramborových vloček. Procenta v názvu komponentu rybí moučky udávají poměr bílkovin. Obsah proteinu v moučce se tedy rovná 65-70 %. Receptura byla nadále doplněna o rozpustnou vlákninu psyllium a lněné semínko podporující peristaltiku střev. Potřebné tuky byly do směsi doplněny dvěma oleji slunečnicovým a rybím v procentuálním zastoupení 1-2 %. Dále byly do receptury v minimálním zastoupení 0,5-2 % přidány brusinky, játra, pивní kvasnice, vitamínová směs a doplněk vitamínu E.

Obsah sušiny dané dávky 86,21 % se pohybuje na minimální možné hranici, i přesto se jedná o akceptovatelnou mez. Analytické složky se v receptuře vyskytují v následujícím zastoupení: hrubá bílkovina 38 %, hrubý tuk 7,95 %, hrubá vláknina 2,31 %. Makroprvky důležité pro správný vývoj jedince jsou v receptuře obsaženy v následujícím množství: vápník 1,94 %, fosfor 1,33 %, sodík 0,42 %, hořčík 0,13 % a draslík 1,09 %. Dodržovaný poměr vápníku a fosforu 1,1-1,4:1 je v tomto případě splněn. Vitamin D se ve směsi nachází v dostatečném množství 2000 IE stejně tak jako vitamin A v zastoupení 20000 IE. Kyselina linolová je zastoupena 1,54 %. Hodnota metabolizované energie je 1,46 MJ/kg.

Tabulka 2 Seznam komponent směsi Grainfree

Komponent	Podíl (%)	Obsažená látka	Minimum	Obsah
Rybí moučka 65/70 % XB	50	Sušina	86 %	86,21 %
Bramborové vločky	21	Hrubá bílkovina	22 %	38 %
Ryby (nízkotučné)	15	Hrubý tuk	5 %	7,95 %
Vitamínová směs	2	Hrubá vláknina	2 %	2,31 %
Lněné semínko	2	Vápník	1 %	1,94 %
Psyllium	2	Fosfor	0,8 %	1,33 %
Slunečnicový olej	2	Sodík	0,3 %	0,42 %
Brusinka	2	Hořčík	0,1 %	0,13 %
Játra	2	Draslík	0,5 %	1,09 %
Rybí olej	1	Vitamin A	4000 IE	20000 IE
Vitamin E 50 %	0,5	Vitamin D	500 IE	2000 IE

Pivní kvasnice	0,5	Kys. linolová	1 %	1,54 %
----------------	-----	---------------	-----	--------

5.2 Králičí maso

Receptura druhá je postavena zejména na obsahu králičího masa, hrachu, čočky a pohanky jako základních surovin. Králičí maso je zastoupeno ze 45 % a je jedním z hlavních zdrojů bílkovin. Z jedné pětiny se v dávce vyskytuje hrách, z jedné desetiny je poté zastoupena pohanka. Čočka byla přidána v 8 %. Tučky jsou mimo jiné dodávány za pomoci slunečnicového oleje v zastoupení 1 % a sledřového oleje taktéž v 1% zastoupení. Pro ozvláštnění receptury byla přidána dýně jako dobrý zdroj vitamínu A. Mezi aditiva v této konkrétní směsi patří dikalcium 40 (2,5 %) doplňující vápník, vláknina psyllium (1 %), pivní kvasnice (1 %) a lněné semínko (1 %). Čísla vyskytující se v názvu minerálu 16+8+9+5 vyjadřují poměr následujících makroprvků vápník, fosfor, sodík a draslík.

Suchá hmota se vyskytuje ve směsi přibližně v 93 %. Krmná dávka obsahuje zhruba pětinu hrubé bílkoviny, což je více než dostačující množství. Hrubá vláknina představující součet všech zdrojů vlákniny obsažených v krmivu se rovná 2,76 %. Ve směsi se nachází zhruba 14 % hrubého tuku. Makroprvky vápník (1,11 %), fosfor (1,08 %), sodík (0,34 %), hořčík (0,22 %) a draslík (0,81 %) jsou zastoupeny v dostatečném množství. Vitamin A a vitamin D se sice pohybují v nižších hodnotách než u receptury grainfree i přesto však splňují předepsané požadavky. Obsah kyseliny linolové je 1,45 % a taktéž se jedná o přijatelnou hodnotu. Metabolizovaná energie je rovna 1,87 MJ/kg.

Tabulka 1 Seznam komponent směsi Králičí maso

Komponent	Podíl (%)	Obsažená látka	Minimum	Obsah
Králičí maso	45	Sušina	86 %	92,84 %
Hrách	20	Hrubá bílkovina	22 %	35,10 %
Pohanka	10	Hrubý tuk	5 %	13,52
Čočka	8	Hrubá vláknina	2 %	2,76 %
Minerál 16+8+9+5	3	Vápník	1 %	1,11 %
Dýně	3	Fosfor	0,8 %	1,08 %
Dikalcium 40	2,5	Sodík	0,3 %	0,34 %
Brusinka	2	Hořčík	0,1 %	0,22 %
Lněné semínko	2	Draslík	0,5 %	0,81 %
Psyllium	1	Vitamin A	4000 IE	12000 IE
Slěďový olej	1	Vitamin D	500 IE	1800 IE
Slunečnicový olej	1	Kysl. linolová	1 %	1,45 %
Pivní kvasnice	1			

6 Diskuze

Praktická část bakalářské práce byla zaměřena na sestavení optimalizované krmné dávky pro psy trpící alergiemi potažmo intolerancemi. Cílem bylo vytvořit co nejvyváženější krmivo vhodné především pro dospělé psy s průměrnou fyzickou aktivitou. Tyto krmné receptury byly dále porovnávány s recepturami volně dostupných komerčně vyráběných krmiv. Společnost Yoggies byla záměrně vybrána z důvodu nepoužívání chemických látek a nezbytných aditiv, které často působí sensitivním jedincům obtíže.

6.1 Vlastní receptury

Obě receptury byly sestavovány s myšlenkou vynechání hlavních a nejčastějších alergenů, GMO komponent a aditiv případně nadbytečné chemie. Jisté omezení při tvorbě a optimalizaci receptur přinášel samotný program HYBRIMIN, který poskytuje pouze omezený seznam vhodných komponent pro sestavení krmné směsi pro psa. Z větší části byly v databázi složky, které nesplňovaly vytyčené cíle, tedy primárně prvky hypoalergenní. Bylo nutné vyhledávat potřebné nutriční a energetické hodnoty daných komponent v literatuře. Tento fakt mohl teoreticky negativně ovlivnit objektivnost a přesnost dat.

Receptury jsou koncipovány jako suché až polosuché granulované krmivo s obsahem vlhkosti do 15 %. Krmivo může být využito jednorázově například jako eliminační dieta pro diagnostiku hlavních alergenů či jako dlouhodobá potrava pro jedince s prokázaným onemocněním.

Dieta pro alergické psy bez obsahu obilovin disponovala sušinou zastoupenou pouze v 86 %, což je minimální možná akceptovatelná hranice. Nízkotučné rybí maso (15 %) bylo do směsi vybráno z důvodu pozitivních dietetických účinků a obsahu důležitých minerálů. Přidání rybí moučky bylo nutné zejména díky nedostatku sušiny ve směsi. Brambory v syrovém stavu mohou představovat pro psa komplikace díky obsahu dlouhých špatně stravitelných sacharidových řetězců (Sutton et al 2009). Bramborové vločky (21 % obsah) jsou ovšem tepelně upravovány tak, že v organismu nedochází k nežádoucím reakcím. Složky hrubé vlákniny představují Psyllium a lněné semínko. Vlákna zvaná Psyllium významně napomáhá prevenci zácpy a zlepšuje průchodnost střev. Podává se často psům s onemocněním gastrointestinální soustavy (Tortola et al. 2009). Brusinky v sušené formě byly do směsi přidány hlavně pro atraktivitu a zvýšení chuti. Brusinky v krmné směsi navíc dle Olszewski et al. (2022) výrazně zvyšují stravitelnost. Nehledě na fakt, že brusinky pozitivně ovlivňují zdraví močových cest a gastrointestinální soustavy (Jewell et al. 2021). Dodatečným bílkovinným zdrojem jsou pивní kvasnice (Dumitrache 2019). Slouží také jako zchutňovadlo a dobrý zdroj komplexu vitamínu B. Bonusem krmení pivovarských kvasnic je teoretické odpuzování klíšťat (Yoggies 2022). Receptura byla doplněna vitamíny a minerály, neboť jejich potřeby nebyly pokryty hlavními ingrediencemi.

Druhá receptura byla složena z králičího masa. Králičí maso není nadměrně tučné, proto se hodí pro psy se zaživacími obtížemi. Hrách v posledních letech získal svou popularitu ve výrobě krmiv pro psa. Studie ukazují na pozitivní účinek na udržení krevního tlaku a hladiny

inzulinu. Je zároveň vhodným zdrojem komplexních sacharidů přispívajících k udržení či redukcii tělesné hmotnosti (Adolphe et al. 2015). Čočka v krmivu představuje dobrý zdroj rostlinné bílkoviny, železa ale také vlákniny. Přidání pohanky bylo podmíněno především zvýšením obsahu sušiny, doplnění dobře stravitelných sacharidů, minerálů a vitaminů. Stejně jako v předešlé směsi byly i zde přidány brusinky pro zchutnění a zvýšení atraktivity nejenom pro psa. Dýně u psů podporuje správnou funkci střev. Pravidelné podávání dýně funguje jako prevence průjemových onemocnění či zácpy (Mitsuhashi et al. 2013). Pozitivní účinek má dýně také na redukcii hmotnosti. Psyllium a lnění semínko působí blahodárně na trávicí trakt, proto byly použity v obou směsích, stejně tak jako pивní kvasnice a různé druhy olejů. Celkově byla směs obohacena o minerální směs a dicalcium potřebných pro správný rozvoj kostí a celkové zdraví jedince (Costa et al. 2018).

6.1.1 Srovnání

Receptury vytvořené v software HYPBRIMIN splňují veškeré živinové potřeby dané především FEDIAF (2019) a Süvegová & Mertin (1994). Stejně je tomu tak i u komerčně vyráběných krmiv vybraných pro srovnání. Některé hodnoty se ovšem pohybují na hranici minima v obou případech (viz Tabulky 1, 2, 3, 7, 5).

Z hlediska obsahu bílkovin jsou obě směsi programově vytvořené nadstandardní. Minimální hranici překračují v případě varianty Grainfree o 20 % v druhém případě o 17 %. Tyto varianty jsou vhodné i pro mladé a rostoucí psi s vyššími nároky na bílkoviny. Obsah bílkovin komerčně vyráběných směsí Jehněčí & bílá ryba a Kozí maso se při srovnání s vlastními významně odlišuje. Hrubý protein se zde vyskytuje ve výrazně menším zastoupení. Nižší zastoupení bílkovin indikuje vhodnost krmiva převážně pro starší, méně aktivní psy. Ideální se zdá být i pro obézní jedince. Důležité je ovšem podotknout, že vždy záleží především na kvalitě daných bílkovin než na kvantitě. Živočišná bílkovina obsažená ve směsích, až na jedinou výjimku, nepatří mezi typické spouštěče nežádoucích reakcí na krmivo. Onou výjimkou je obsah vaječného žloutku v hypoalergenní směsi Kozí maso. Tento komponent považují z hlediska hypoalergenity za nevhodný. Vejce a jeho části totiž bývají velmi často s alergickými reakcemi spojované (Mueller & Unterer 2018).

Hodnota hrubého se u všech směsí kromě Grainfree (cca 8 %) vyšplhala přes 10 %, respektive 14 %. Tuky dodávají krmivu chuť a jsou velmi dobře stravitelné (Hewson-Hughes et al. 2013). Dieta bohatá na tuky by se měla podávat zejména jedincům ubývajícím na váze či psům špatně přijímající krmivo (Mudřík et al. 2007). Přidáním lněného semínka do diety doplňujeme potřebné nenasycené mastné kyseliny jako je omega 3 a omega 6. Léčebné účinky na disbalanci gastrointestinální soustavy má i sliz vytvořený z předmočených a nabobtnalých lněných semínek (Achner 2010).

Obsah vlákniny směsi se pohybuje v rozmezí od 3 do 4 %. Zdraví pes více vlákniny ani nepotřebuje. Dostatečný příjem vlákniny je zajištěn předkládáním zeleniny, pohanky nebo přidáním Psyllia. Kvalitní vláknina obsažená v krmivu může částečně zabránit rozvoji některých onemocnění.

Porovnávané makroprvky vápník, fosfor a sodík jsou ve všech případech obsaženy skoro až na desetinu stejně. Vápník a fosfor, dva prvky, u kterých je důležitý udržet rovnováhu, jsou v obou směsích ve správném poměru tedy Ca: P=1,2-1,4:1. Pokud by docházelo ke stavu, kdy

by se chronicky udržovala vyšší hodnota vápníku, začal by se z kostí simultánně vyplavovat fosfor. Což má za následek narušení homeostázi a zdravotního stavu (Kváš 1998).

Hodnoty metabolizované energie jsou u všech směsí lehce odlišné. Tento fakt ovlivňuje výsledné srovnání. Informace o obsahu energie indikuje vhodnost krmiva pro určité věkové a zátěžové kategorie psů. Pro detailnější srovnání je vhodné využít směsí se shodnou energetickou hodnotou.

Všechny krmné směsí byly finálně vyhodnoceny jako vhodné pro psy trpící alergiemi a intolerancemi. Vytvořené receptury jsou z hlediska vyššího obsahu energie vhodnější pro mladší psy se střední aktivitou. Oproti tomu hodnocená komerčně vyráběná krmiva se jeví jako ideální pro starší jedince s nižší aktivitou. Jediným otazníkem zůstává existence vaječného žloutku v jedné z receptur.

7 Závěr

- Pes se stal nedílnou součástí života velkého množství domácností napříč celým světem. Otázka krmení domácích mazlíčků je i díky internetu značně zpopularizovaná. Objevují se různé nové trendy jako je například vegetariánská nebo dokonce veganská dieta pro psy. Bohužel právě člověk velmi často zodpovídá za diskomfort svého psa. Psům je nezdědka podáváno nevhodné krmivo složené ze zbytků od stolu nebo krmivo neodpovídající kvality. Náležitě edukovaný a zodpovědný majitel by si měl dostatečně uvědomovat důležitost správné výživy a možné negativní dopady na celkový zdravotní stav zvířete.
- U psů různého věku, pohlaví a plemene se můžeme setkávat s různorodými projevy potravních alergií a intolerancí. Nejčastěji pozorujeme kožní obtíže jako je pruritus, seborea, záněty kůže a snížená kvalita srsti. Dalším, často diskutovaným projevem, jsou gastrointestinální obtíže. Rozvoj alergií a intolerancí, stejně tak jako dalších onemocnění, je u psa velmi individuální a závislý na řadě faktorů.
- Klíčem efektivní léčby je především správná diagnostika původce onemocnění. Následně je důležité odhalit hlavní alergen(y) vyvolávající nežádoucí reakce na krmivo. Současná veterinární medicína poskytuje více druhů možné léčby. Nejefektivnější se jeví úplné vynechání alergenu z diety, čímž se naprosto eliminuje riziko nežádoucích reakcí. Léčbě alergií se věnuje imunoterapie. Výsledky této metody jsou ovšem historicky značně nestálé. Majitel se může rozhodnout i pro aplikaci fytoterapie a dalších alternativních metod jako je například homeopatie.
- Cílem bakalářské práce bylo vytvořit vhodnou krmnou směs pro jedince postižené tímto zákeřným onemocněním. Vytyčený cíl se podařilo splnit. Navržená krmná směs poskytuje všechny potřebné makroživiny i mikroživiny, a to za použití pouze striktně hypoalergenních komponent. Z výsledků srovnání vyplývá, že krmná směs je kvalitní alternativou běžně dostupných komerčně vyráběných krmiv.

8 Literatura

Adoplhe JL, Drew MD, Silver TI, Fohuse J, Childs H, Weber LP. 2015. Effect of an extruded pea or rice diet on postprandial insulin and cardiovascular responses in dogs. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **99**: 767-776.

Adroge HJ, Mandayam S, Tighiouart H, Madias NE. 2019. Osmotic and Nonosmotic Sodium Storage during Acute Hypertonic Sodium Loading. *American journal of nephrology* **50** (1): 11-18.

Achner H. 2010. *Hausapotheke für Hunde*. Kosmos, Stuttgart.

Allaway D, Gilham M, Wagner-Golbs A, Maldonado SG, Haydock R, Colyer A, Stockman J, Watson P. 2019. Metabolomic profiling to identify effects of dietary calcium reveal the influence of the individual and postprandial dynamics on the canine plasma metabolome. *Journal of nutritional science* **8**: 13.

Allenspach K, vaden SL, Harris t, Grone A, Doherr M, Griot-Wenk M, Bishcoff, Gaschen F. 2004. Validation of colonoscopic allergen provocation (COLAP) as a diagnostic tool in dogs with proven food hypersensitivity reaction. *Journal of veterinary medicine* **18**: 789.

Alsafy MAM, El-Gendy SAAA. 2012. Gastroesophageal junction of Anatolian shepherd dog; a study by topographic anatomy, scanning electron and light microscopy. *Springer Science* **36**: 63-69.

Arendt M, Fall T, Lindblad-Toh K, Axelsson E. 2014. Amylase activity is associated with AMY 2B copy numbers in dog: implication for dog domestication, diet and diabetes. *Animal genetics* **45** (5): 716-722.

Atwal J, Stockman J, Gilham M, Allaway D, Renfrew H, Bakke AM, Watson P. 2021. No Observed Adverse Effects on Health Were Detected in Adult Beagle Dogs When Fed a High-Calcium Diet for 40 Weeks. *Animals* **11**: 6.

Axelsson E, Ratnakumar A, Arendt ML, Maqbool K, Webster MT, Perloski M, Liberg O, Arnemo JM, Hedhammar A, Lindblad-Toh K. 2013. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature* **495**: 360-364.

Banks JW. 1992. Digestive system. Pages 326-386 in Reinhardt RW editors. *Applied veterinary histology*. George Stamathis. St. Luis.

Barlík D. 1988. *Chováme psy. Příroda, vydavatelstvo knih a časopisov*, Bratislava.

Barthelemy H, Chouvet B, Cambazard F 1986. Skin and mucosal manifestations in vitamin deficiency. *Journal of the American Academy of Dermatology* **115**:1263-1274.

- Batt RM. 1992. Diagnosis and management of malabsorption in dogs **33**: 161-166.
- Beale JE, Jeebhay MF, Lopata AL. 2009. Characterisation of purified parvalbumin from five fish species and nucleotide sequencing of this major allergen from Pacific pilchard, *Sardinops sagax*. *Molecular immunology* **46**: 2985-2993.
- Beale KM. 2004. Adverse food reactions. *Proc West Vet Conf*.
- Bekkering S, Torensma R. 2013. Another look at the life of neutrophil. *World J hematol* **2**: 44-58.
- Bendar GE, Murray SM, Patil AR, Flickinger EA, Merchen NR, Fahey CG. 1999. Selected animal and plant protein sources affect nutrient digestibility and fecal characteristics of ileally cannulated dogs. *Department of Animal science* **53**: 127-140.
- Benson AK. 2019. Thymus gland. *Encyclopedia of Health*. Press, Salem.
- Bexley J, Kingswell N, Olivry T. 2019. Serum IgE cross-reactivity between fish and chicken meats in dogs. *Veterinary Dermatology* **30**: 25–28.
- Biagi F, Maimaris S, Vecchiato CG, Costetti M, Biafi G. 2020. Gluten-sensitive enteropathy of the Irish Setter and similarities with human celiac disease. *MINERVA GASTROENTEROLOGICA E DIETOLOGICA* **66**: 151-156.
- Blumenthal K, Peter J, Trubiano J, Phillips EJ. 2019. Antibiotic Allergy. *Lancet* **393**: 183-198.
- Bosch G, Hagen-Plantinga EA, Hendriks WH. 2015. Dietary nutrient profiles of wild wolves: insights for optimal dog nutrition?. *British journal of nutrition* **113**: 40-54.
- Böswald LF, Kienzle E, Dobenecker B. 2018. Observation about phosphorus and protein supply in cats and dogs prior to the diagnosis of chronic kidney disease **102**: 31-36.
- Boyd RL, Tucek CL. 1993. The thymic microenvironment. *Immunol. Today* **14**: 445–459.
- Bradshaw JWS. 2006. The Evolutionary Basis for the Feeding Behavior of Domestic Dogs (*Canis familiaris*) and Cats (*Felis catus*). *The journal of nutrition* **136**: 1927-1931.
- Brolio MP, Vidane AS, Zomer HD, Wenceslau CV, Ozorio JJ, Martins DS, Miglino MA, Ambrosio CE. 2012. Morphological characterization of the progenitor blood cells in canine and feline umbilical cord. *Microscopy research and technique* **75**: 766-770.
- Bryan J, Frank L. 2010. Food allergy in the cat: A diagnosis by elimination. *Journal of feline medicine and surgery* **12**: 861-866.

- Bryant BJ, Shifrine M. 1972. Histogenesis of lymph nodes during development of the dog. *Journal of the Reticuloendothelial Society* **12**: 96-107.
- Buchanan BB, Frick OL. 2002. The dog as a model for food allergies. *Annals of the new york academy of sciences* **964**: 173-178.
- Calabro S, Vastolo A, Musco N, Lombardi P, Troisi A, Polisca A, Vallesi E, Orlandi R, Cutrignelli M. 2021. Effects of Two Commercial Diets on Several Reproductive Parameters in Bitches: Note Two-Lactation and Puppies' Performance. *Animals* **11**: 173.
- Campbell DJ, Rawlings JM, Koelsch S, Wallace J, Strain JJ, Hannigan BM. 2004. Age-related differences in parameters of feline immune status. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **100**: 73-80.
- Carrière F, Ragolska E, Cudrey C, Ferrato F, Laugier R, Verger R. 1997. In vivo and in vitro studies on the stereoselective hydrolysis of tri-and diglycerides by gastric and pancreatic lipases. *Bioorganic & medical chemistry* **5**: 429-435.
- Case LP, Carey DP, Hirakawa, DA, Daristotle L. 2011. *Canine and feline nutrition: A resource for companion animal professionals*. Mosby, St. Louis.
- Cassatella MA. 1999. Neutrophil-derived proteins: selling cytokines by the pound. *Adv Immunol* **73**: 369-509.
- Cave NJ. 2013. Adverse food reaction. Pages 398-408 in Washabau RJ, Day MJ, editors. *Canine and Feline Gastroenterology*, Elsevier, St. Louis.
- Cerdeiro APS, Assunção DL, Gahno RGR. 2016. Food allergy dermatitis in 30 days old dogs. *Medvep Dermatol* **4**: 1-7.
- Classen HG. 1990. Risk assessment of adverse reactions to ingested food. *Food Biotechnology* **4**: 557-574.
- Colonna P, Leloup V, Buleon A. 1992. Limiting factors of starch hydrolysis. *European journal of clinical nutrition* **47**: 17-32.
- Cortinovis C, Caloni F. 2016. Household food items toxic to dogs and cats. *Frontiers in Veterinary Science* **3**: 26.
- Costa SSL, Pereira ACL, Passos EA, Alves JPH, Garcia CAB, Araujo RGO. 2018. Evaluation of the chemical composition of dry feeds for dogs and cats. *Journal of the brazilian chemical society* **29**: 2616-2625.

- Craig JM. 2019. Food intolerance in dogs and cats. *Journal of small animal practice* **60**: 77-85.
- Červený Č, Komárek V, Štěrbá O. 1999. *Koldův atlas veterinární anatomie*. Grada, Praha.
- Dao M, MacDonald I, Asaro RJ. 2021. Erythrocyte flow through the interendothelial slits of the splenic venous sinus. *BIOMECHANICS AND MODELING IN MECHANOBIOLOGY* **20**: 2227-2245.
- Das M, Leyva-Castillo JM, Geha RS. 2021. Basophil: the cell that itches. *The journal of allergy and clinical immunology* **148**: 708-709.
- Day MJ. 2005. The canine model of dietary hypersensitivity. *Nutrition society* **64**: 458-464.
- Day MJ. 2007. Immune system development in the dog and cat. *Journal of comparative pathology* **137**: 10-15.
- Day MJ. 2010. Ageing, Immunosenescence and Inflammation in the Dog and Cat. *J. Comp. Pathol.* **142**: 60-69.
- Denis S, Paradis M. 1994. L'allergie alimentaire chez les chiens et le chat II. Étude rétrospective. *Médecine Vétérinaire Quebec* **24**: 15.
- Dillitzer N, Becker N, Kienzle E. 2011. Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations in adult dogs. *British journal of nutrition* **106**: 53-56.
- Doubek, J. 2014. *Základy laboratorní diagnostiky neinfekčních nemocí*. Ústav fyziologie Veterinární a farmaceutické univerzity, Brno.
- Doyle RS, Skelly C, Bellenger CR. 2002. Surgical management of 43 cases of chronic otitis externa in the dog. *Irish veterinary journal* **57**: 22-30.
- Dvir E, Rosa C, Handel I, Mellanby JR, Schoeman JP. 2019. Vitamin D status in dogs with babesiosis. *Onderstepoort journal of veterinary research* **1**: 86.
- Evans EH, Delahunta A. 2013. *Miller's anatomy of the dog*. Elsevier, St. Louis.
- Fabretti, AK, Fonseca ICD, Coelho AF, Silva CN, Pereira PM. 2015. Evaluation of clinical, laboratory, and electrophoretic profiles for diagnosis of malnutrition in hospitalized dogs. *Semina-ciencias agrarias* **36**: 217-230.
- Faldyna M, Sinkora J, Knotigova P, Rehakova Z, Moravkova A, Toman M. 2003. Flow cytometric analysis of bone marrow leukocytes in neonatal dogs. *Vet. Immunol. Immunopathol* **95**: 165-176.

- Feitosa LM, Zanini SF, Ribeiro de Sousa D, Thais Carraro CL, Colnago LG. 2015. Starchy sources as a feeding strategy to control obesity in dogs. *Ciência rural* **45**: 546-551.
- Felsburg PJ. 2002. Overview of immune system development in the dog: Comparison with humans. *Hum. Exp. Toxicol.* **21**: 487-492.
- Ferenčík M, Rovenský J, Shoefeld Y, Mařha V. 2005. Imunitní systém; informace pro každého. Grada, Praha.
- Fogle, B. 2001. The encyclopedia of the cat. Dorling Kindersley, London.
- Fontoura EG, Ferro AG, Felix ADO, Mueller EN, Nobre MO. 2013. Correlation between systemic blood pressure measured by oscillometry and age and serum sodium level in healthy dogs **34**: 1253-1258.
- Foster A, Knowles T, Moore A, Cousins P, Day M, Hall E. 2003. Serum IgE and IgG responses to food antigens in normal and atopic dogs, and dogs with gastrointestinal disease. *Veterinary immunology and immunopathology* **92**:113-124.
- Fox S, Leitch AE, Duffin R, Haslett C, Rossi AG. 2010. Neutrophil apoptosis: relevance to the innate immune response and inflammatory disease. *J Innate Immun* **2**: 216-22.
- Frick OL, Teuber SS, Buchanan BB, Morigasaki S, Umetsu DT. 2005. Allergen immunotherapy with heat-killed *Listeria monocytogenes* alleviates peanut and food-induced anaphylaxis in dogs. *Allergy* **60**: 243-250.
- Friedeck A. 2011. Food allergies. *Vet tech* **32** (7): E1-E7.
- Fujimura M, Masuda K, Hayashiya M, Okayama T. 2011. Flow Cytometric Analysis of Lymphocyte Proliferative Responses to Food Allergens in Dogs with Food Allergy. *Journal of veterinary medical science* **73**: 1309-1317.
- Galeta P, Lázničková-Galetová M, Sablin M, Germonpré M. 2021. Morphological evidence for early dog domestication in the European Pleistocene: New evidence from a randomization approach to group differences. *Anat Rec* **304**: 42–62.
- Galibert F, Quignon P, Hitte C, Andre C. 2011. Toward understanding dog evolutionary and domestication history. *Comptes rendus biologies* **334**: 190-197.
- Galler A, Tran JL, Krammer-Lukas, S, Hoeller U, Thalhammer JG, Zentek, J, Willmann, M. 2012. Blood vitamin levels in dogs with chronic kidney disease. *Veterinary journal* **192**: 226-231.
- Gaschen FP, Merchant SR. 2011. Adverse food reaction in dogs and cats. *Veterinary clinics of north america-small animal practice* **4**: 361.

- Germonpré M, Sablin M, Rhiannon E, Stevens, REM, Hofreiter HM, Stiller M, Després VR. 2009. Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes. *Journal of Archaeological Science* **36**: 473-490.
- Grandjean D, Paragon B, Nguyen P, Dumon H. 1993. Clinical dietetics and chronic diarrhea in domestic carnivores. *Recueil de medecine veterinaire*, **169**: 1007-1028.
- Grases F, Zurita M, Genestar C, Garciagonzalez R. 1995. Effect of vitamin A deficiency on vitamin E. *Journal of clinical biochemistry and nutrition* **18**: 119-125. "
- Griffin CE, Hillier A. 2001. The ACVD task force on canine atopic dermatitis (XXIV): allergen-specific immunotherapy. *Vet Immunol Immunopathol* **81**: 363-383.
- Groh M, Moser E. 1998. Diagnosis of food allergy in the non seasonally symptomatic dog using a novel antigen, low molecular weight diet: a retrospective study of 29 cases. *Veterinary allergy and clinical immunology* **6**: 5-6.
- Gross TL, Ihrke PJ, Walder EJ. 2005. *Skin diseases of the dog and cat: clinical and histopathologic diagnosis*. Blackwell Science, Oxford.
- Guerra D, Faroni E, Sabattini S, Agnoli C, Chalfon C, Stefanello D, Del Magno S, Cola V, Grieco V, Marconato L. 2022. Histologic grade has a higher-weighted value than nodal status as predictor of outcome in dogs with cutaneous mast cell tumours and overtly metastatic sentinel lymph nodes. *Veterinary and comparative oncology* **1**: 8.
- Guilford WG, Jones BR, Markwell PJ, Arthur DG, Collett MG, Harte JG. 2001. Food sensitivity in cats with chronic idiopathic gastrointestinal problems. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **15**: 7-13.
- Hackmann CH, Dos Reis LDA, Assis Neto AC. 2019. Digital revolution in veterinary anatomy: confection of anatomical models of canine stomach by scanning and three-dimensional printing (3D). *Int. J. Morphol* **37**:486-490.
- Hagen-Plantinga EA, Leistra MH, Sinke JD, Vroom MW, Savelkoul HF, Hendriks WH. 2017. Measurement of allergen-specific IgG in serum is of limited value for the management of dogs diagnosed with cutaneous adverse food reactions. *Veterinary journal* **220**: 111-116.
- Hall EJ. 1994. Gastrointestinal aspects of food allergy: A review. *Journal of small animal practice* **35**: 145-152.
- Han C, Chan WY, Hill PB. 2020. Prevalence of positive reactions in intradermal and IgE serological allergy tests in dogs from South Australia, and the subsequent outcome of allergen-specific immunotherapy. *Australian veterinary journal* **98**: 17-25.

- Harvey RG. 1993. Food allergy and dietary intolerance in dogs: A report of 25 cases. *Small animal practise* **33**: 22.
- Helm RM, Ermel RW, Frick OL. 2003. Nonmurine animal models of food allergy. *Environmental health perspectives* **111**: 239-244.
- Hesta M, Ottermans C, Krammer-Lukas S, Zentek J, Hellweg P, Buyse J, Janssens GPJ. 2009. The effect of vitamin C supplementation in healthy dogs on antioxidative capacity and immune parameters. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **93**: 26-34.
- Hewson-Hughes AK, Hewson-Hughes LV, Colyer A, Miller AT, McGrane SJ, Hall SR, Raubenheimer D. 2013. Geometric analysis of macronutrient selection in breeds of the domestic dog *Canis lupus familiaris*. *Behavioral Ecology* **24**: 293–304.
- Hewson-Hughes KA, Hewson-Hughes VL, Colyer A, Miller AT, McGrane SJ, Hall SR, Butterwick RF, Simpson SJ, Raubenheimer D. 2013. Geometric analysis of macronutrient selection in breeds of the domestic dog, *Canis lupus familiaris*. *Behavioral Ecology* **24**: 293-304.
- Hillier A, Griffin CE. 2001. The ACVD task force on canine atopic dermatitis (I): incidence and prevalence. *Vet. Immunol. Immunopatho* **81**:147-151.
- Hillier A, Griffin CE. 2001. The ACVD task force on canine atopic dermatitis (X): is there a relationship between canine atopic dermatitis and citaneous averse food raction? *Veterinary imunology and Immunopathology* **81**:227-231.
- Hoenig M. 2014. Carbohydrate metabolism and pathogenesis of dieabetes mellitus in dog and cats. *Progress in molecular biology and translation science. Academic Press* **121**: 377-412.
- Hogen-Esch H, Dunham AD, Scott-Moncrieff C, Glickman LT, DeBoer DJ. 2002. Effect of vaccination on serum concentrations of total and antigen-specific immunoglobulin E in dogs. *American Journal of Veterinary Research* **63**:611-616.
- Holder, A, Mirczuk SM. 2018. Perturbation of the T cell receptor repertoire occurs with increasing age in dogs. *Dev. Comp. Immunol.* **79**: 150–157.
- Hořejší V, Bartůňková J. 2005. *Základy imunologie*. Triton, Praha.
- Hostetter SJ. 2012. Neutrophil function in small animals. *Veterinary clinics of Nort america-Small animal practise* **42**: 157.
- Chinen J, Fleisher TA, Shearer WT. 2009. *Middleton’s Allergy Principles & Practice*. Mosby, Philadelphia.

- Ihedioha TE, Asuzu IU, Nwanta JA. 2021. Retrospective survey of the patterns of prescription and request for vitamins, minerals and vitamin-mineral formulations for dogs in a veterinary hospital in Nigeria. *Thai journal of veterinary medicine* **51**: 605-611.
- Ishida R, Masuda K, Sakaguchi M, Ohno K, Hasegawa A, Tsujimoto H. 2000. In vivo and in vitro evidence of type I hypersensitivity to food allergens in atopic dogs. *Veterinary Dermatology* **11**:32.
- Issautier MN, Calvet H. *Veterinární homeopatická terapie*. Bioron, Praha.
- Jackson HA. 2004. Food allergy: a clinician's perspective. *World congress of veterinary dermatology* **5**: 336-337.
- Jamikorn U, Yibchok-anun S. 2015. Effects of Dietary Polyunsaturated Fatty Acid Supplement on Healthy Beagle Dogs. *Thai journal of veterinary medicine* **44**: 505-511.
- Jean DG, Kronfeld DS, Paragon BM. 1991. The feeding of sporting and working dogs. *Recueil de médecine vétérinaire* **167**: 727-751.
- Jebavý L, Dynterová A, Jebavý M, Jelínek F, Krejčí JV, Louda F, Marhan O, Matoušek V, Svobodová I, Špelda S. 2018. *Chov laboratorních zvířat*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Jeffers JG, Shanley KJ, Meyer EK. 1991. Diagnostic testing of dogs for food hypersensitivity. *Journal of the american veterinary medical association* **198**: 245-250.
- Jendry P, Twele F, Meller S, Osterhaus AD, Schalke E, Volk HA. 2021. Canine olfactory detection and its relevance to medical detection. *BMC infection diseases* **21**: 838.
- Jewell DE, Jackson MI, Cochrane CY, Badri DV. 2022. Feeding fiber-bound polyphenol ingredient levels modulate colonic postbiotics to improve gut health. *Animals* **12**: 627.
- Joel TJ, Suguna SS, Steffi SROV. 2016. Antimicrobial activity of lysozyme against oral pathogens. *Asian journal of pharmaceutical research and health care* **8**: 42-46.
- Johansen C, Mariani C, Mueller RS. 2017. Evaluation of canine adverse food reactions by patch testing with single proteins, single carbohydrates and commercial foods. *Veterinary Dermatology* **28**: 473-e109.
- John YIS, Maureen A, Zajac JA. 2010. T-cell exhaustion: characteristics, causes and conversion. *Immunology* **4**: 474-481.
- Kang MH, Park HM. 2012. Putative peanut allergy induced urticaria in dog. *Canadian veterinary journal* **53**: 1203-1206.

- Kapingidza AB, Kowal K, Chruszcz M. 2020. Antigen-Antibody Complexes. Sub-cellular biochemistry **94**:465-497.
- Kara K, Guclu BK, Baytok E. 2019. Comparison of fermentative digestion levels of processed different starch sources by labrador retrievers at different ages. Veterinarni medicina **64**: 158-171.
- Kiefer-Hecker B, Bauer A, Dobenecker B. 2018. Effects of low phosphorus intake on serum calcium, phosphorus, alkaline phosphatase activity and parathyroid hormone in growing dogs. Journal of animal physiology and animal nutrition **102**: 1749-1758.
- Kienzle E, Meyer H, Lohrie H. 1985. Influence of carbohydrate free rations with various protein/energy relationships on foetal development, viability of newborn puppies and milk composition. Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition **54**: 76-77.
- Kilburn LR, Allenspach K, Jergens AE, Bourgois-Mochel A, Mochel JP, Mariana C, Rossoni S. 2020. Apparent total tract digestibility, fecal characteristics and blood parameters of healthy adult dogs fed high-fat diets. Journal of animal science **98**: 1-8.
- Kilburn LR, Carlson AT, Lewis E, Rossini Serao MC. 2020. Cricket (*Grylloides sigillatus*) meal fed healthy adult dogs does not affect general health and minimally impacts apparent total tract digestibility. Journal of animals science **98**: 1-8.
- Kircher PR, Spaulding KA, Vaden S, Lang J, Doherr M, Gaschen L. 2004. Doppler ultrasonographic evaluation of gastrointestinal hemodynamics in food hypersensitivities: a canine model. Journal of Veterinary Internal Medicine **18**:605-61.
- Kirk CL, Iverson SJ, Hamosh M. 1991. Lipase and pepsin activities in the stomach mucosa of the suckling dogs. Biology of the neonate **59**: 78-85.
- Kirkness EF, Bafna V, Halpern AL, Levy S, Remington K, Rusch DB, Delcher AL, Pop M, Wang W, Fraser SM, Venter JC. 2003. The dog genome: survey sequencing and comparative analysis. Science **301**: 1898-1903.
- Kolb E, Seehawer J. 2002. Significance and application of B-vitamins to dogs and cats: a survey. Tierarztliche umschau **57**: 128.
- Kolb E. 2003. The significance and composition of the colostrum and milk of the bitch: a review. Tierarztliche Umschau **58**: 12.
- Koutsos L, McComb A, Finke M. 2019. Insect composition and uses in animal feeding application: a brief review. Ann. Entomol. Soc. Am. **112**: 544-551.

- Krejsek J, Kopecký O. 2004. *Klinická imunologie*. Nucleus HK, Hradec Králové.
- Kváš M. 1998. *Výživa psů*. Dona, České Budějovice.
- Lavy E, Goldberger D, Friedman M, Steinberg D. 2012. pH values and mineral content of saliva in different breeds of dogs. *Israel journal of veterinary medicine* **67**: 244-248.
- Lawson MJ, Craven BA, Paterson EG, Settles GS. 2012. A computational study of odorant transport and deposition in the canine nasal cavity: implications for olfaction. *Chemical senses* **37**: 553-566.
- Lineva A, Kirchner R, Kienzle E, Kamphues J, Dobenecker B. 2019. A pilot study on in vitro solubility of phosphorus from mineral sources, feed ingredients and compound feed for pigs, poultry, dogs and cats. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **103**: 317-323.
- Lucas X. 2014. Clinical Use of Deslorelin (GnRH agonist) in Companion Animals: A Review, *Reproduction in Domestic Animals* **49**: 64-71.
- Lukacs NW. 2000. Migration of helper T-lymphocyte subsets into inflamed tissues. *Journal of allergy and clinical immunology* **106**: 264-269.
- Lux D. 2022. *Grüne Hausapothek für Hunde*. Mankau Verlag, Murnau am Staffelsee.
- MacGlashan DW. 2013. Basophil activation testing. *Journal of allergy and clinical immunology* **132**: 777-787.
- Maenhoudt C, Santos NR, Fontbonne A. 2018. Manipulation of the oestrous cycle of the bitch what works... for now. *Reproduction in Domestic Animals* **53**: 44-52.
- Mahdi A, Van der Merwe D. 2013. Dog and cat exposures to hazardous substances reported to the Kansas State Veterinary Diagnostic Laboratory: 2009-2012. *J Med Toxicol* **9**:207–11.
- Maker JH, Stroup CM, Huang V, James SF. 2019. Antibiotic hypersensitivity mechanisms. *Pharmacy* **7**: 122.
- Marsella R. 2013. Hypersensitivity disorders. In: Miller WH, Griffin CE, Campbell CE. 1998. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. Elsevier Mosby, St. Louis, MO, USA. pp 363-431.
- Martínez-Lopéz LM, Pepper A, Pilla R, Woodward AP, Suchodolski JS, Mansfield C. 2021. Effect of sequentially fed high protein, hydrolyzed protein and high fiber diets on fecal microbiota of healthy dogs: a cross-over study **3**: 42.
- Masuda K, Sato A, Tanaka A, Kumagai A. 2020. Hydrolyzed diets may stimulate food-reactive lymphocytes in dogs. *Journal of veterinary medical science* **82**: 177-183.

- Mayer WE, Uinuk-ool T, Tichy H, Gartland LA, Klein J, Cooper MD. 2002. Isolation and characterization of lymphocyte-like cells from a lamprey. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **22**: 14 350-14 355.
- McGuire B, Bemis KE. 2017. Scent marking in shelter dogs: effect of body size. *Applied animals behavior science* **186**: 49-54.
- McKenzie VJ, Song SJ, Delsuc Prest, Tiff TF, Oliverio AM, Korpita TM, Alexiev A, Amato KR, Metcalf JL, Kowalewski M, Avenant NL, Link A, Di Fiore A, Seguin-Orlando A, Feh C, Orlando L, Mendelson J, Sanders, J, Knight R. 2017. The effect of captivity on the mammalian gut microbiom. *Integrative and comparative biology* **57**: 690-704.
- McKnight LL, France J, Wright D, Davenport G, Shoveller AK. 2018. Dietary mannoheptulose does not alter glucose or lipid metabolism in adult Labrador Retrievers. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **102**: E122-E131.
- Meyer H, Zentek J, Hess M, Behnsen K. 1994. Investigation in water-intake and urine excretion in dogs. *Wiener tierarztliche monatsschrift* **81**: 163-169.
- Meyer T. The European Pet Food Industry. 2012. A Necessity: Nutrition Quality. Requirements of the pet animal. Available from <http://www.fediaf.org/self-regulation/nutrition/> (accessed December 2021).
- Meyer T. The European Pet Food Industry. 2018. More than 140 milion cats and dogs in the EU. Available from <https://www.fediaf.org/component/memberlibrary/memberlibrary.html?id=2156:more-than-140-million-cats-and-dogs-in-the-eu&Itemid=101> (accessed December 2021).
- Meyer T. The European Pet Food Industry. 2019. Newly designed nutritional guidelines cats and dogs. Available from <https://www.fediaf.org/component/memberlibrary/memberlibrary.html?id=569:newly-designed-fediaf-nutritional-guidelines-cats-and-dogs&Itemid=101>(accessed December 2021).
- Ministerstvo vnitra. 2008. Zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech. Pages 3 in *Sbírka zákonů Česká republika částka 116, Praha*.
- Mitsubishi Y, Bigley KE, Bauer JE. 2013. Lipid metabolic alterations and satiety with pumpkin-based supplement in ibese dogs. *International journal of applied research in veterinary medicine* **11**. 56-65.
- Molckhou P. 2016. Non-IgE mediated food hypersensitivity. *Revue francaise d allergologie* **56**: 76-83.

Moore ML, Fottler JH, Fahey GC, Corbin JE. 1980. Utilization of corn-soybean meal-substituted diets by dogs. *Animal science* **50**: 892.

Morris PJ, Salt C, Raila J, Brenten T, Kohn B, Schweigert FJ, Zentek J. 2012. Safety evaluation of vitamin A in growing dogs. *British journal of nutrition* **108**: 1800-1809.

Mudřík Z, Hučko B, Podsedníček M. 2007. *Základ výživy a krmení psa*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Mueller RS, Unterer S. 2018. Adverse food reactions: Pathogenesis, clinical signs, diagnosis and alternatives to elimination diets. *Veterinary journal* **236**: 89-95.

Muir EH, Murray SM, Fahey CG, Merchen NR, Reinhart GA. 1996. Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. *Journal of animal science* **74**: 1641-1648.

National Research Council. 2006. *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. National Academies Press, Washington DC. Available from <https://animalnutrition.org> (accessed September 2021).

National Research Council. 2018. *NRC Nutritional requirements of adult dogs*. National Academy Press, Washington DC. Available from <https://animalnutrition.org> (accessed September 2021).

Niemiec BA. 2011. *Stomatologie psa a kočky: ilustrovaná příručka*. Medicus veterinarius, Plzeň.

Nouza M, Nouzová A. 2016. *Pokroky v klinické imunologii*. Solutio, Praha. Available from <https://www.imunologie.cz/wp-content/uploads/2016/10/clanky-Pokroky-v-klinicke-imunologii.pdf> (accessed March 2022).

Oberbauer AM, Larsen JA. 2021. Amino acids in dog. Pages 199-216 in Wu G, editors. *Amino acids in nutrition and health*. Springer, Cham.

Ohashi T, Mawatari K, Sato KT, Okeshi M, Kitamori T. 2009. A micro-ELISA system for the rapid and sensitive measurement of total and specific immunoglobulin E and clinical application to allergy diagnosis. *Lab on a Chip* **9**:991-995.

Ochi H, Tanaka T, Katada Y, Naka T, Aitani M, Hashimoto S, Maeda K, Toyoshima K, Igarashi T, Suemura M, Kishimoto T. 1996. Peripheral blood T lymphocytes and basophils, freshly isolated from housedustmite-sensitive patients, produce interleukin in response to allergen-specific stimulation. *Int. Arch. Allergy Immunol* **111**: 253-261.

- Olszewski VR, Bastos TS, Komarceuski AS, Oliviera SG, Warth JFG, Felix AP. 2021. Cranberries (*Vaccinium macrocarpon* aiton) in dog nutrition: influence on diet digestibility and papality and in the course of urinary tracts infection. *Arquivo Brasileiro de medicina veterinaria e zootecnia* **72**: 1971-1979.
- Overland JE, Alheit J, Bakun A, Hurrell JW, Mackas DL, Miller AJ. 2010. Climate controls on marine ecosystems and fish populations. *Journal of Marine Systems* **79**: 305-315.
- Papadmitriou SA, Kouki MI. 2016. Teeth and oral cavity diseases in young dogs and cats. *Journal of the hellenic veterinary medical society* **67**: 3.
- Paris S, Chapat L, Pasin M, Lambiel M, Sharrock TE, Shukla R, Sigoillot-Claude C, Bonnet JM, Poulet H, Freyburger L, De Luca K. 2020. Beta-glucan-induced trained immunity in dogs. *frontiers of immunology* **11**: 2274.
- Parrak JD, Moulvi BA, Gazi MA, Makhdoomi DM, Athar H, Dar S, Mir AQ. 2013. Gastric ulceration in dog: A review. *Veterinary world* **6**: 449-454.
- Pegram HJ, Andrews DM, Smyth MJ, Darcy PK, Kershaw MH. 2011. Activating and inhibitory receptors of natural killer cells. *Immunol Cell Biol* **89**:216-24.
- Pereira M, Valerio-Bolas A, Saraiva-Marques C, Alexandre-Pires G, Fonseca IP, Pereira I, Santos-Gomes G. 2019. Development of dog immune system: from in uterus to elderly. *Veterinary sciences* **6**: 84.
- Petrov V, Mihaylov G, Tsachev I, Zhelev G, Marutsov P, Koev K. 2014. Otitis externa in dogs: microbiology and antimicrobial susceptibility. *Revue de medicine veterinaire* **164**: 18-22.
- Pimentel M, Lin HC, Enayati P. 2006. Methane, a gas produced by enteric bacteria, slows intestinal transit and augments small intestinal contractile activity. *American Journal of Physiology, Gastrointestinal and Liver Physiology* **290**: G1089-G1095.
- Počta S, Svoboda M. 2007. Incidence of canine hypersensitivity in the region of north-eastern Bohemia. *Acta veterinaria Brno* **76**: 451-459.
- Posadas SJ, Pichler WJ. 2007. Delayed drug hypersensitivity reactions-New concepts. *Clin. Exp. Allergy* **37**: 989-999.
- Qian BZ, Li J, Zhang H, Kitamura T, Zhang J, Campion LR, et al. 2011. CCL2 recruits inflammatory monocytes to facilitate breast-tumour metastasis. *Nature* **475**: 222-225.
- Queau Y, Bijsmans E, Feugier A, Biourge VC. 2020. Increasing dietary sodium chloride promotes urine dilution and decreases struvite and calcium oxalate relative supersaturation in healthy dogs and cats. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **104**: 1524-1530.

Ramirez GA, Sanchez-Salguero X, Molin J. 2020. Primary Cystic Lymphangioma of the Spleen in an Adult Dog. *Journal of comparative pathology* **178**: 22-26.

Ramsay DJ, Thrasher TN. 1991. Regulation of fluid intake in dogs following water deprivation. *Brain research bulletin* **27**: 495-499.

Rashid U, Yousaf A, Yaqoob M, Saba E, Moaeen-ud-Din M, Waseem S, Becker SK, Sponder G, Aschenbach JR, Sandhu MA. 2021. Characterization and differentiation potential of mesenchymal stem cells isolated from multiple canine adipose tissue sources. *BMC veterinary research* **17**: 388.

Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Grada, Praha.

Regan DP, Escaffi A, Coy J, Kurihara J, Dow SW. 2017. Role of monocyte recruitment in hemangiosarcoma metastasis in dogs. *Veterinary and comparative oncology* **15**: 1309-1322.

Remillard RL. 2008. Homemade diets: Attributes, pitfalls and a call for action. *Topics in Companion Animal Medicine* **23**:137-142.

Ricci R, Berlanda M, Tenti S, Bailoni L. 2009. Study of the chemical and nutritional characteristics of commercial dog foods used as elimination diet for the diagnosis of canine food allergy. *Italian Journal of Animal Science* **8**: 328-330.

Ricci R, Hammerberg B, Paps J, Contiero B, Jackson H. 2010. A comparison of the clinical manifestation of feeding whole hydrolysed chicken to dogs with hypersensitivity to the native protein. *Veterinary Dermatology* **21**: 358-366.

Rizzo MC, Naspitz CK, Sole D. 1995. Comparative performance for immediate hypersensitivity skin testing using skin prick test devices. *Journal of investigational allergology & clinical immunology* **5**: 345-356.

Rosser EJ. 1993. Diagnosis of food allergy in dogs. *American veterinary medical association* **203**: 259-262.

Roudebush P, Guilford GG, Shanley KJ. 2000. Adverse reactions to food. Pages 433-448 in Hand MS, Thatcher RL, Remillard P, Roudebush LD, Lewis LD, editors. *Small Animal Clinical Nutrition*. Walsworth Publishing Company, St. Louis.

Ruau CG, Steiner JM, Williams DA. 2003. Protein-loading enteropathy in dogs is associated with decreased fecal proteolytic activity. *American society for veterinary clinical pathology* **33**: 20-22.

Sabchuk TT, Risolia LW, Souza CMM, Félix AP, Maiorka A, Oliveira SG. 2019.

Endogenous fat losses and true and apparent fat digestibility in adult and growing dogs fed diets containing poultry offal fat. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **104**: 1927-1937.

Sallander M, Hedhammar A, Rundgren M, Lindberg JE. 2010. Feeding patterns and dietary intake in a random sample of a Swedish population of insured dogs. *Preventive veterinary medicine* **95**: 281-287.

Salzo PS, Larsson CE. 2009. Food hypersensitivity in dogs. *Arquivo brasileiro de medicina veterinaria e zootecnia* **61**: 598-605.

Sampson HA. 1999. Food allergy part 1: Immunopathogenesis and clinical disorders. *Allergy clinical immunology* **103**: 717-728.

Sampson HA. 2004. Update on food allergy. *J. Allergy Clin. Immunol* **113**: 805–819.

Samuelson DA. 2007. *Tratado de Histologia Veterinária*. Elsevier. Rio de Janeiro.

Sanchez-Borges M, Ansotegui I, Cox L. 2019. World Allergy Organization Grading System for Systemic Allergic Reactions: it Is Time to Speak the Same Language When it Comes to Allergic Reactions. *Current treating options in allergy* **6**: 388-395.

Sawaga K, Fasheng L, Liese R, Sutton SC. 2008. Fed and fasted gastric pH and gastric residence time in conscious beagle dogs. *Journal of pharmaceutical sciences* **98**: 2494-2500.

Scott DW, Miller WH, Griffin CE. 2001. *Small animal dermatology*. W.B. Saunders, Philadelphia.

Scott DW, Miller WH, Decker GA, Wellington JR. 1992. Comparison of the clinical efficacy of 2 commercial fatty-acid supplement (efavet® and dvm derm caps®), evening prirose oil, and cold-water marine fish oil in the management of allergic pruritus in dogs- a double-blinded study. *cornell veterinarian* **82**: 319-329.

Shin J, Kim YJ, Kwon O, Kim NI, Cho Y. 2016. Associations among plasma vitamin C, epidermal ceramide and clinical severity of atopic dermatitis. *Nutrition Research and Practice* **10**: 398-403.

Schäfer-Somi S, Bär-Schadler S, Aurich JE. 2005. Immunoglobulins in nasal secretions of dog puppies from birth to six weeks of age. *Res. Vet. Sci.* **78**: 143–150.

Schilke HK, Sapienza JS. 2012. Partial ligation of the transposed parodit duct at the level of the parodit gland for excessive salivary secretion. *Veterinary ophthalmology* **15**: 411-416.

Scholl I, Kalkura N, Shedziankova Y, Bergmann A, Verdino P, Knittelfelder R, Kopp T, Hantusch B, Betzel C, Dierks K, Scheiner O, Boltz-Nitulescu G, Keller W, Jensen-Jarolim E.

2005. Dimerization of the major birch pollen allergen Bet v 1 is important for its in vivo IgE-cross-linking potential in mice. *J. Immunol* **175**: 6645–6650.

Schultz RD, Thiel B, Mukhtar E, Sharp P, Larson LJ. 2010. Age and long term protective immunity in dogs and cats. *Journal of comparative pathology* **141**: S102-S108.

Schwab CG, Tylutki TP, Ordway RS, Sheaffer C, Stern MB. 2003. Characterization of proteins in feeds. *Journal of dairy science* **86**: 88-103.

Siracusa MC, Kim BS, Spergel JM, Artis D. 2013. Basophils and allergic inflammation. *Journal of allergy and clinical immunology* **132**: 789-801.

Sotnikova ED. 2008. Changes in stomach motor-secretory function during immobilization and pain stress and their correction with bioactive food supplement lymphosan. *Bulletin of experimental biology and medicine* **145**: 669-672.

Sova Z. 1981. *Fyziologie hospodářských zvířat*. SZN Praha, Praha.

Stockman J, Fascetti AJ, Kass PH, Larsen JA. 2013. Evaluation of recipes of home-prepared maintenance diets for dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **242**: 1500-5.

Sturtz R, Asprea L. 2012. *Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians and Nurses: A Clinical Approach*. John Wiley & sons, Oxford.

Sutter NB, Ostrander EA. 2004. Dog star rising: the canine genetic system. *Nature reviews-Genetic* **5**: 900-910.

Sutton NM, Bates N, Campbell A. 2009. Factors influencing outcome of *Vitis vinifera* (grapes, raisins, currants and sultanas) intoxication in dogs. *Veterinary Record* **164**: 430-431.

Süvegová K, Mertin D. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre psov. Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Nitra.

Šterc J, Štercová E. 2014. Výživa a možnosti krmení psů. *Veterinářství* **8**: 584.

Taylor D. 1991. *Velká kniha o psech*. Gemini, Brno.

Tizard IR. 2017. *Veterinary Immunology*. Elsevier, Amsterdam.

Toman M. 2009. *Veterinární imunologie*. Grada, Praha.

Tortola L, Brunetto MA, Zaine L, Vasconcellos RS, Oliviera MCD, Nogueira SP, Carciofi AC. 2009. The use of Psyllium to control constipation in dogs. *Ciencia rural* **39**: 2638-2648.

- Trojan S. 2003. Lékařská fyziologie. Grada, Praha.
- Turnbull JL, Adams HN, Gorard DA. 2014. Review article: the diagnosis and management of food allergy and food intolerances. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* **41**: 3-25.
- Untersmayr E, Jensen-Jarolim E. 2006. Mechanisms of type I food allergy. *Pharmacology & Therapeutics* **112**: 787-798.
- Uzzaman A, Cho SH. 2012. Classification of hypersensitivity reactions. *Allergy Asthma Proc* **33**: S96–S99.
- Verlinden A, Hesta M, Millet S, Janssens PGJ. 2006. Food allergy in dogs and cats: A review. *Critical reviews in food science and nutrition* **46**: 259-273.
- Vroom M. 1994. Food allergy in the dog and the cat. *Tijdschrift voor diergeneeskunde* **119**: 599-601.
- Washizu T, Tanaka A, Sako T, Washizu M, Arai T. 1999. Comparison of the activities of enzymes related to glycolysis and gluconeogenesis in the liver of dogs and cats. *Veterinary science* **67**: 205-206.
- Wheat C, van der Bijl W, Wheat CH. 2020. Morphology does not covary with predicted behavioral correlations of the domestication syndrome in dogs. *Evolution letters* **4**: 189-199.
- White SD. 1998. Food allergy in dogs. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian* **20**: 261.
- White SD. 2001. Update on food allergy in the dog and cat. *Proc World Small Anim Vet Assoc World Congr* **8**: 13-18.
- Wilhelm S, Favrot C. 2005. Canine food hypersensitivity dermatitis: diagnostic possibilities. *Schweizer archiv für tierheilkunde* **147**: 165-171.
- Willemsse T. 2002. Cutaneous adverse food reactions in companion animals. *Praktische tierarzt* **83**: 24-29.
- Willis-Mahn C, Remillard R, Tater K. 2015. ELISA Testing for Soy Antigens in Dry Dog Foods Used in Dietary Elimination Trials. *Journal of the American Animal Hospital Association* **50**: 383-389.
- Wills J, Harvey R. 1994. Diagnosis and management of food allergy and intolerance in dogs and cats. *Australian veterinary journal* **71**: 322-326.

Wirobski G, Range F, Schaebs FS, Palme R, Deschner T, Marshall-Pescini S. 2021. Endocrine changes related to dog domestication: Comparing urinary cortisol and oxytocin in hand-raised, pack-living dogs and wolves. *Hormones and behavior* **128**: 34.

Wittich FW. 1941. Spontaneous allergy (atopy) in the lower animal: seasonal hay fever (fall type) in a dog. *Journal of allergy* **12**: 247-251.

Wolf T, Meyer H, Kutzler M. 2012. Litter Size Response to Oestrous Induction with Deslorelin (Ovuplant (R)) in Dogs. *Reproduction of domestic animals* **47**: 387-388.

Worth AJ, Ainsworth SJ, Brocklehurst PJ, Collett MG. 1997. Nitrite poisoning in cats and dogs fed a commercial pet food. *New Zealand veterinary journal* **45**: 193-195.

Xenoulis PG, Suchodolski JS, Steiner JM. 2008. Chronic pancreatitis in dogs and cats. *Veterinary journal* **30**: 166-180.

Yoggies s.r.o.. 2022. Jehněčí & bílá ryba s probiotiky. Available from <https://www.eshop.yoggies.cz/jehneci-a-bila-ryba/> (accessed January 2022).

Yoggies s.r.o.. 2022. S Kozím masem (hypoalergenni) a probiotiky. Available from <https://www.eshop.yoggies.cz/kozi-maso-hypoalergenni/> (accessed January 2022).

Zanghi BM, Gardner CL. 2018. Total Water Intake and Urine Measures of Hydration in Adult Dogs Drinking Tap Water or a Nutrient-Enriched Water. *Frontiers in veterinary science* **5**: 317.

