

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Zhodnocení výživy sportovních koní využívaných
v soutěžích všestrannosti**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nikola Pluhařová

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

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

© 2017/2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zhodnocení výživy sportovních koní využívaných v soutěžích všestrannosti" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4.2016 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Zdeňku Mudříkovi, CSc. za vedení mé diplomové práce, dále pak Ing. Daně Homolkové za užitečné rady a vedení při analýzách v laboratořích. Děkuji také doc. Ing. Josef Haklovi, Ph.D za pomoc při testování hypotézy. Také bych velice ráda poděkovala své rodině za podporu a při studiu.

Zhodnocení výživy sportovních koní využívaných v soutěžích všestrannosti

Souhrn

Tato diplomová práce je zaměřena na výživu sportovních koní účastnících se v soutěžích všestrannosti. Na začátku své práce popisuji trávicí soustavu koní a její jednotlivé oddíly. Následně navazuji popisem energetických potřeb a tvorbou energie u těchto koní. Dále zmiňuji živiny potřebné pro organismus koní. V poslední části literárního přehledu jsou popsána krmiva a jejich přínos pro koně.

Druhou polovinu mé této práce jsem se věnovala stanovení krmných dávek jednotlivých koní a zjištění jejich energetických potřeb pro výkon, který musejí podávat. Nejprve popisuji stáj a její chod, dále koně vybrané pro pozorování. Následně se zabývám výpočty jejich potřeb a stanovením živin v jejich krmné dávce, kdy dále porovnávám krmnou dávku každého jedince s jeho energetickými potřebami pro výkon.

Krmné dávky všech sledovaných koní byly nedostatečné z hlediska potřeb pro tak velký výkon, jaký musí koně ve všestrannosti podávat.

Klíčová slova: sportovní kůň, všestrannost, výživa koně, používaná krmiva, chov sportovních koní

Evaluation of nutrition sport horses used in competitions eventing

Summary

This diploma thesis is focused on the nutrition of sport horses participating in competitions of eventing. At the beginning of my work I describe the digestive system of horses and its individual compartments. Then I follow the description of energy needs and the energy creation of these horses. I also mention the nutrients needed for the horse's organism. The last part of the literature review describes feeds and their benefits to horses.

In the second half of my work, I devoted myself to the determination of the feed doses of the individual horses and the determination of their energy needs for the performance they must serve. First I describe the stable and its course, as well as horses selected for observation. Subsequently, I analyze their needs and determine the nutrients in their feed ration, then compare each individual's feed ration with its energy needs for performance.

Feeding doses of all horses that were tracked were inadequate in terms of their needs for the performance that the horses must be eventing.

Keywords: sports horse, eventing, horse nutrition, used feed, horses breeding

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární přehled.....	10
3.1 Fyziologie trávicí soustavy koně	10
3.1.1 Dutina ústní (<i>cavum oris</i>)	11
3.1.1.1 Zuby.....	12
3.1.1.2 Jazyk.....	13
3.1.1.3 Sliny.....	14
3.1.1.4 Polykání.....	15
3.1.2 Jícen (<i>Esophagus</i>).....	16
3.1.3 Žaludek (<i>Ventriculus</i>)	16
3.1.4 Střeva (<i>intestinum</i>).....	18
3.1.4.1 Tenké střevo (<i>intestinum tenue</i>)	18
3.1.4.2 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>).....	20
3.2 Potřeba a přeměna energie.....	22
3.2.1 Energetická bilance.....	22
3.2.1.1 Anaerobní podmínky.....	24
3.2.1.2 Aerobní podmínky.....	25
3.3 Živiny.....	29
3.3.1 Energetické živiny	29
3.3.1.1 Proteiny.....	29
3.3.1.2 Sacharidy	31
3.3.1.3 Lipidy	33
3.3.2 Neenergetické živiny	35

3.3.2.1	Voda	35
3.3.2.2	Minerální látky	36
3.3.2.3	Vitamíny	40
3.4	Krmiva	41
3.4.1	Objemná krmiva	41
3.4.2	Jadrná krmiva.....	43
4	Praktická část	44
4.1	Popis stáje	44
4.2	Popis koní.....	46
4.2.1	GRANDE GUSTO	46
4.2.2	SIMON.....	47
4.2.3	LOTRANDO	48
4.2.4	OBORA'S SHUT IT OUT	49
4.2.5	SAVOI COL DE JOLY	50
4.2.6	MILTON KINSKÝ	51
4.3	Metodika pozorování	52
4.3.1	Rozdělení krmné dávky	57
4.4	Výpočty krmných dávek jednotlivých koní	58
4.5	Porovnání hodnot krmné dávky s vypočtenou potřebou energie	60
5	Diskuze	62
6	Závěr.....	64
7	Seznam literatury	65

1 Úvod

Obliba chovu koní v lidské populaci stoupá. Mnoho majitelů těchto velkých a krásných zvířat je má pouze pro potěšení a rekreační ježdění v přírodě. Velký zájem je také o koňský sport. Koně se můžou účastnit spousty různých disciplín, ať už se jedná o westernové nebo anglické ježdění.

Jedním z velmi důležitých faktorů pro chov koní je dobrá a kvalitní výživa. Ta by měla odpovídat energetickým a nutričním požadavkům každého jedince. Důsledky špatné výživy můžeme pozorovat nejen na zdravotním stavu, ale také na zevnějšku koně.

Energetické potřeby koní jsou různé, jsou závislé na jejich využití a stupni zátěže. Všestranné soutěže jsou pro koně velice náročné. Soutěž je rozdělena do tří dnů, kdy každý den musí projít jinou disciplínou. První den koně a jezdci musí projít drezurní zkouškou, následující den disciplínou zvanou parkur. Třetí den závody končí disciplínou cross-country, ve které musí koně uběhnout velkou vzdálenost za současného překonání přírodních skoků.

Sportovní koně, účastníci se soutěží všestrannosti jsou při tréninku a na závodech ve vysoké zátěži, která si žádá velké množství energie. Aby se energie mohla v organismu koně tvořit, je zapotřebí živin, které jsou obsaženy v krmivech. Ta musí zvířata přijímat v dostatečném množství, aby pokryla své potřeby.

Majitelé koní chtějí mít zdravé a výkonné koně, proto jim v krmné dávce dopřávají různé druhy krmiv. Krmná dávka pro koně by měla být stanovena na základě znalostí fyziologie, stupně zátěže a zdravotního stavu zvířat. Díky těmto znalostem můžeme sestavit optimální krmnou dávku, která odpovídá potřebám daného jedince.

2 Cíl práce

Cílem práce je zpřesnit požadavky konkrétních sportovních koní využívaných ve všestranných soutěžích. Tito koně jsou využíváni podle různého stupně zátěže a podle jejich fyziologického stavu. Takto je počítána jejich konkrétní potřeba. Jsou-li koně chováni ve větším počtu, stává se, že jejich výživa je více méně stejná pro všechny koně a mnohdy neodpovídá jejich konkrétní potřebě. Diplomantka bude hodnotit výživu koní přesně podle jejich potřeby, tedy jejich záchovnou potřebu a potřebu pro zátěž. Bude-li třeba, pak ve spolupráci s vedením stáje navrhne a doporučí konkrétní výživu pro konkrétní koně.

Hypotéza:

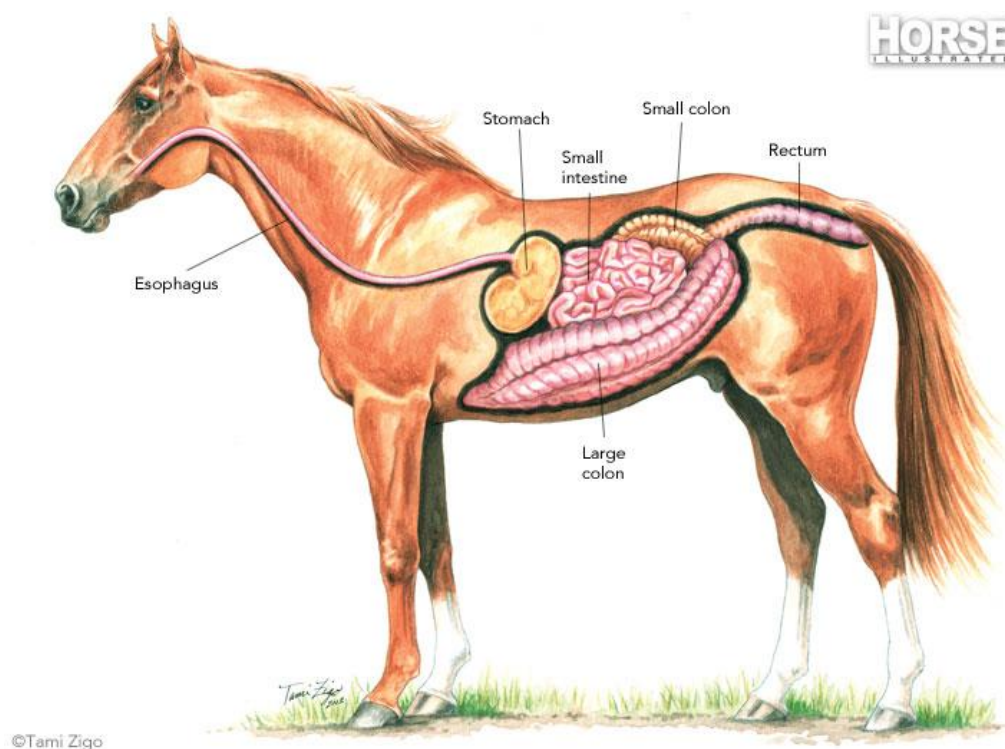
Sportovní koně, chovaní v zájmových klubech jsou vedle rekreačního chovu využíváni i pro výkony, jako je všestrannost. Výživa sportovních koní musí odpovídat skutečné zátěži.

3 Literární přehled

3.1 Fyziologie trávicí soustavy koně

Trávicí soustava koně je složena z částí a orgánů, které na sebe vzájemně navazují. Trávení začíná příjmem potravy dutinou ústní, na kterou dále navazují hltan, jícn, žaludek, tenké střevo, slepé střevo, tlusté střevo a jako poslední část tohoto systému je konečník (Meyer a Coenen, 2003).

V rámci evoluce se trávicí trakt přizpůsoboval v důsledku potravních nároků jeho prapředků. Nyní můžeme pozorovat rozdíly trávicích systémů mezi jednotlivými živočišnými druhy. Porovnáme-li si trávicí soustavu koně a krávy, vidíme zásadní rozdíl v utváření trávicí soustavy. Přijatá potrava u skotu je dopravována do předžaludku, v němž je rozkládána pomocí mikroorganismů a dochází ke vzniku nových produktů zvaných bakteriální bílkovina. Kůň předžaludek nemá, k rozkladu přijaté potravy pomocí mikroorganismů dochází ve střevech, přesněji v místě výrazného rozšíření střeva tlustého. Látky, které se nepodařilo strávit v žaludku nebo v tlustém střevě, jsou v tomto místě rozkládány pomocí mikroorganismů a vstřebávány do organismu, kde dochází k dalšímu využití látek zvířetem. (Meyer a Coenen, 2003).



Obrázek č. 1 Trávicí soustava koně, dostupné z: <http://www.horsechannel.com/horse-health/the-amazing-and-troublesome-equine-digestive-system.aspx>

3.1.1 Dutina ústní (*cavum oris*)

Dutina ústní je vstupem do trávicí soustavy koně. Její důležitou součástí jsou silné a velice pohyblivé pysky, které společně s jazykem vpravují potravu do ústní dutiny. Při pastvě nebo příjmu tvrdé potravy, jako je například řepa, koně používají k uchopení také zuby zvané řezáky. Významnou funkcí pohyblivých pysků je možnost potravu třídit. Takto se kůň může bránit před požitím cizího předmětu, který by mu mohl způsobit zdravotní potíže. Pomocí pysků si koně mohou vybírat i potravu chutnější, kdy méně chutné rostliny nechají na pastvě (Meyer a Coenen, 2003).

Důležitá je také intenzita žvýkání. Ačkoliv jsou počty žvýkacích pohybů za minutu u koní a ovcí podobné (kůň 73 – 92, 73 - 115 ovce), koně na rozdíl od skotu žvýkají dlouhé seno velmi intenzivně a mnohem delší dobu. Pozorováním bylo zjištěno, že jeden kilogram sena kráva nebo ovce rozžvýká až 4x rychleji než kůň. Pohyby čelistí společně s dobrým prosliněním, napomáhají k důkladnému rozmělnění potravy. Tuto funkci plní zuby. Malé částičky obalené hlenem jsou polykány a posouvány do dalších částí trávicí soustavy, zatímco dlouhé části přijatého sena jsou mělněny v dutině ústní delší dobu. Pomocí zubů je seno nebo tráva rozmělněna na částice o velikosti menší než 1,6 mm délky. V žaludku byly nalezeny částice o velikosti 1 mm ze dvou třetin jeho obsahu. (Meyer *et al.* 1975b).

Při žvýkání koncentrovaných krmiv je zapotřebí mnohem nižšího počtu žvýkacích pohybů, než je tomu u objemných krmiv. Kůň vykoná 800 – 1200 žvýkacích pohybů při příjmu 1 kg koncentrovaného krmiva, u krmiva objemného (seno) je to až 3 000 – 3 500 těchto pohybů. Mnohem více žvýkacích pohybů je při příjmu 1kg koncentrovaného krmiva u poníků. V tomto případě jde až o 5000 -8000 pohybů. U sena je to mnohem více (Davies, 2009).

3.1.1.1 Zuby

Během života koně se mezi sebou vymění dvě sady chrupu. Tyto dvě sady dělíme na chrup dočasný a trvalý. Mezi dočasné zuby nepatří stoličky, pro které není v čelisti mladého koně dostatek místa. Výměna zubů probíhá postupným nahrazováním mléčného chrupu na chrup trvalý. K výměně dochází od 2,5 roku a dokončení výměny může být až v 5 roce života, kdy má kůň plnou sadu trvalých zubů. Trvalý chrup přetrvává po celý život koně. V dospělosti mají koně pouze tři typy zubů. Nazývají se řezáky, špičáky a stoličky. Jednou ze zvláštností koňského chrupu je jejich neustálé dorůstání. To je nezbytné, jelikož během žvýkání potravy dochází k obrušování zubů (Davies, 2009).

Zuby	Výměna	Prořezání
2. Premoláry	2,5 roku	
3. Premoláry	2,5 roku	
4. Premoláry	3,5 roku	
1. Moláry		6 – 9 měsíců
2. Moláry		2 – 2,5 roku
3. Moláry		3,5 – 4,5 roku

Tabulka č. 1: Výměna chrupu u koní (Meyer a Coenen, 2003).

Chrup: Hřebec, valach						
Mléčný chrup			Trvalý chrup			
I	C	P	I	C	P	M
3	1	3	3	1	3	3
3	1	3	3	1	3	3

Tabulka č. 2: Zubní vzorec - hřebec a valach, dostupné z:

<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/zootechnika/zubni-vzorci-hz.html>

Chrup: Klisna						
Mléčný chrup			Trvalý chrup			
I	C	P	I	C	P	M
3	0	3	3	0	3	3
3	0	3	3	0	3	3

Tabulka č. 3: Zubní vzorec – klisna, dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/zootechnika/zubni-vzorci-hz.html>

Stavba zubu

Zub koně je složen ze tří vrstev. Ve střední části zubu se nachází zubovina, je to vápenatá složka zubu. Sklovina pokrývá korunku a vyznačuje se velkou tvrdostí. Další vrstva se nazývá cement, který tvoří povrch zubu a zajišťuje pevnost zubu. Funkce zubů spočívá v rozmělnění potravy, především její vláknité složky (Davies, 2009). Tuto funkci plní především stoličky, které svou širší plochou mohou krmivo dostatečně rozmělnit (Meyer a Coenen, 2003).

Aby docházelo ke správnému mletí potravy, musí být správně utvářené nejen zuby, ale také čelisti. Horní čelist koně je tedy mírně rozšířena oproti čelisti spodní. Ostré hrany zubů jsou tedy na správném místě, umožňují stříhání potravy a nehrozí poranění v dutině ústní, které by mohlo být bolestivé a tak zapříčinit snížení příjmu potravy (Davies, 2009). Pohyby potřebné k rozmělnění potravy jsou řízeny čelistí spodní, která je pohyblivá všemi směry (Dušek et al., 2011). Pokud je utváření chrupu špatné, může docházet i vypadávání potravy z úst. U starších koní mohou být zuby v čelistích uvolněné nebo vypadlé, což může také zapříčinit snížený příjem a nedostatečné rozmělnění potravy. Takovým koním by se mělo podávat krmivo namáčené a jemně nařezané, nejlépe kašovitě konzistence (Davies, 2006).

Aby došlo k co nejvyššímu využití krmiva v dalších částech trávicího systému, koně zpracovávají potravu v dutině ústní velice důkladně. Při žvýkání a tedy i pohybech žvýkacích svalů, zvířata spotřebují až 10 % energetické hodnoty při žvýkání středně kvalitního sena (Dušek et al., 2011).

3.1.1.2 Jazyk

Nejen zuby, ale také jazyk se nachází v dutině ústní. Jedná se o svalový orgán, který je pokryt sliznicí. Vyznačuje se velkou pohyblivostí a z tohoto důvodu je jeho hlavní funkcí posun potravy v ústní dutině. Přijímaná potrava je posunována na třecí plochy zubů třenových a stoliček, kde je následně mletá. Jazyk slouží také jako píst, který zpracované sousto zatlačí přes hltan do jícnu. Pohyblivost jazyka je dána uspořádáním svalových vláken, ta jsou orientována do třech směrů. (Reece, 2011).

Na povrchu jazyka jsou umístěny různé typy bradavek a chuťových pohárků. Nitkovité bradavky napomáhají posunu potravy v ústech. Dalšími typy bradavek jsou hrazené a houbovitě. V hrazených a houbovitých bradavkách se mohou nacházet chuťové pohárky, které jsou schopné reagovat na různé chuťové podněty (Reece, 2011).

Vodu koně přijímají sáním, na základě vytvoření podtlaku v dutině ústní. Podtlak vzniká za pomoci jazyka, který je velice silný a pohyblivý (Davies, 2009).

3.1.1.3 Sliny

V závislosti na složení krmiva, koně žvýkají různě dlouho. Objemná krmiva žvýkají mnohem delší dobu než krmiva koncentrovaná. Během žvýkání jsou produkovány sliny, jejichž funkcí je zvlhčení potravy pro snadnější polykání (Davies, 2009).

Hlavní složkou slin je voda, obsažena z 99 – 99,4%. Sliny jsou také dodavatelem minerálních látek, důležitých pro neutralizaci přebytečných těkavých mastných kyselin, které se tvoří v dalších úsecích trávicího traktu (Dušek et al., 2011). Tyto sekrety nemají enzymatickou aktivitu, tudíž nemohou štěpit škrob jako je tomu u jiných druhů zvířat (Jassim and Andrews, 2009). Sliny se společně s mělněnou potravou míchají do doby, kdy vznikne chymus, který je následně spolknut.

Sliny jsou produkovány slinnými žlázami. Znamé jsou tři typy těchto žláz. Největší je příušní slinná žláza. Je dlouhá kolem 20 cm a široká 2 cm, hmotnost této žlázy je kolem 200g. Další je čelistní a podjazyková slinná žláza, tyto jsou mnohem menší (Davies, 2009). Všechny jmenované slinné žlázy jsou párové. Rozdělujeme je také dle produkovaného sekretu na mucinózní, serózní nebo smíšené. Serózní sekret je více vodnatý, tekutý a čirý, oproti mucinóznímu, který je viskózní, hlenovitý, pokrývá a chrání povrch trávicí soustavy. Oba zmíněné sekrety vylučují žlázy smíšené (Reece, 2011). Ze slinných žláz vedou kanálky, které dopravují sliny do dutiny ústní, kde jsou následně vyloučeny (Davies, 2009).

Produkcí slin u koní stimuluje přítomnost potravy v dutině ústní a žvýkání, na rozdíl od jiných zvířat, u kterých se spouští slinění při očekávání krmiva. Sliny u koní neobsahují amylázy, a proto u nich nedochází k trávení škrobu již v dutině ústní. Obsahují ale bikarbonáty, jejichž funkcí je neutralizace žaludečních kyselin. Působí jako pufr, ale na rozdíl

od přežvýkavců je pufrovací schopnost o mnoho nižší. Slinění závisí i na obsahu sušiny v krmivu, kdy suchá krmiva stimulují k sekreci vodnatějších slin. Také krmivo s vysokým obsahem vlákniny způsobí vyšší sekreci slin, vyšší žvýkání a tím pádem obsahují více bikarbonátů, které působí jako pufr. Kůň o hmotnosti 500 kg vyprodukuje až 25l slin za den. (Davies, 2009).

3.1.1.4 Polykání

Děj, při kterém je bolus (sousto) posouván z dutiny ústní přes hltan a jícnem do žaludku. Aby k samotnému polknutí mohla dojít, je za potřebí několika reflexů, které jsou koordinovány centrem v prodloužené míše.

3 fáze polykání:

1. Ústní
2. Hltanová
3. Jícnová

První, ústní fáze je vědomá. Zvíře ji řídí samo, dle svých potřeb. Zbylé dvě fáze jsou reflexní. K posunutí sousta dochází za přítomnosti polykacích reflexů, za současného uzavření hrtanu a nosních dutin (Reece, 2011). Bolus vzniklý smíšením rozmělněné potravy a slin je posunut do zadní části dutiny ústní. Svalnatý jazyk zatlačí bolus dozadu k hltanu, kdy dojde k polknutí a posunu potravy do hltanu a následně jícnu. Hltan je trubice trychtýřovitého tvaru o délce 15 cm a sousedí s hrtanem, který patří do dýchací soustavy. Aby nedošlo k vdechnutí polykané potravy, je chráněn chrupavkou zvanou epiglottis, která při průchodu potravy hrtan uzavře (Davies, 2009).

Návaznost polykacích reflexů

1. Zastavení dýchání
2. Uzavření hrtanového vstupu
3. Zvednutí měkkého patra, uzavírá vstup do nosních dutin
4. Stahy hltanu vtlačují bolus do jícnu
5. Posun sousta k česlu žaludku pomocí reflexní peristaltické vlny (Reece, 2011).

3.1.2 Jícen (*Esophagus*)

Jícen je 1,2 – 1,5 m dlouhá, svalová trubice. Je spojením mezi hltanem a žaludkem, kdy se směrem k žaludku rozšiřuje. Pevné sousto je posunováno směrem k žaludku pomocí kontrakcí svaloviny jícnu. Těmto kontrakcím se říká peristaltické vlny. Tekutiny do žaludku stékají. Peristaltická vlna se tvoří střídáním stahů a klidového režimu svalových vláken jícnu. Tyto vlny jdou pouze jedním směrem a to dolů k žaludku (Davies, 2009). Transport sousta může usnadnit sekret, který je tvořen hlenovitými žlázami uloženými v jícnové předsíni. Spodní část jícnu vstupuje do žaludku pod velmi ostrým úhlem, což znemožňuje posun potravy směrem kraniálním. Ze žaludku se tedy potrava nemůže vrátit směrem do jícnu. Takto utvořený vstup jícnu do žaludku je důvodem proč koně nemohou zvracet (Dušek et al., 2011).

3.1.3 Žaludek (*Ventriculus*)

Elastický orgán trávicí soustavy, jehož tvar připomíná písmeno 'U'. Velikost žaludku koně v porovnání s velikostí jeho těla, je poměrně malý (Davies, 2009). Kapacita žaludku může být v rozsahu 9 až 25 litrů. Jedná se o žaludek složitý jednokomorový (Dušek et al., 2011). Proto jsou koně přizpůsobeni k příjmu častých, malých dávek krmiva. Žaludek rozdělujeme jej do tří částí, kde slepý vak vybíhá dopředu. Sliznice tohoto vaku je bezžlaznatá (Meyer a Coenen, 2003), anatomicky tedy připomíná jícen. Sliznice je tvořena vrstvami dlaždicovitých buněk (Davies, 2009).

V zadní části jsou další dva oddíly žaludku a to (*fundus* a *pylorus*). Do těchto dvou zadních částí směřují vývody žláz produkujících žaludeční šťávy (Meyer a Coenen, 2003). Díky tomu, zde může probíhat trávení potravy. Produkuje se zde hlen, kyselina chlorovodíková a pepsinogen ten je prekurzorem pepsinu (Davies, 2009). Žaludeční šťávy jsou žláznatou sliznicí produkovány nepřetržitě a to i v případě, že je žaludek prázdný. Denní produkce žaludečních šťáv se pohybuje kolem 30 litrů (Dušek et al., 2011). Nízká hodnota pH v žaludku je tedy zapříčiněna žaludečními kyselinami (Davies, 2009).

Z jícnu přechází potrava do žaludku přes česlo. Jedná se o kruhovitý a silný sval, který se v závislosti na tlaku v žaludku reflexně stahuje a naopak roztahuje. Pokud je žaludek plný, utvoří se na česle trvalý tonus. Ten žaludek uzavře (Meyer a Coenen, 2003) a tak nemůže dojít ani ke zpětnému chodu potravy do jícnu. Kůň tedy nemůže zvracet ani říhat. Při přeplnění žaludku může být tlak tak velký, že dojde k jeho prasknutí. K vyprazdňování

žaludku dochází přes svěrač. Touto částí z velké části natrávená potrava odchází z žaludku do duodena (první část tenkého střeva). Jelikož jsou česlo a svěrač díky fazolovitému tvaru žaludku blízko sebe, prochází voda v porovnání s potravou žaludkem podstatně rychleji (Davies, 2009). Při velkém příjmu vody během jednoho napití, to může být i nevýhodou, jelikož průtok vody žaludkem sebou spláchne i část potravy, která v tenkém střevě způsobí zdravotní potíže (Meyer a Coenen, 2003).

Plnění žaludku je formou vrstvení na rozdíl od přežvýkavců, u kterých se krmivo mísí. K vrstvení přijaté potravy v žaludku dochází v důsledku jeho snížené motorické činnosti. Týká se to především slepého vaku. Již v období příjmu krmiva dochází k vyprazdňování žaludku. Dle některých autorů je uváděn začátek vyprazdňování žaludku 15 - 60 minut od počátku příjmu potravy (Dušek et al., 2011). V závislosti na obsahu sušiny přijatého krmiva trávenina odchází v různých časových intervalech do tenkého střeva. Například průchod krmiva lehce stravitelného (objemná krmiva) o obsahu sušiny do 20% je mnohem rychlejší, než krmivo s vyšší sušinou nad 30% jako jsou krmiva koncentrovaná. Z tohoto důvodu zatěžují vyšší dávky koncentrovaných krmiv žaludek mnohem více než objemná krmiva rozdělená do menších, ale častých dávek (Meyer a Coenen, 2003).

Trávení v žaludku je způsobeno přítomností enzymů, mikroorganismů a žaludečních šťáv (Davies, 2009). Prostředí žaludku je značně kyselé pH 2 - 5. Důvodem je kyselina chlorovodíková, která se zde vylučuje (Glatter et al., 2016c) Mikrobiální trávení probíhá především v přední části žaludku (Meyer a Coenen, 2003), můžeme ho nalézt i v ostatních oddílech (Davies, 2009). Ve slepém vaku štěpí hlavně lehce stravitelné glycidy (škrob a cukry), částečně také bílkoviny. Důvodem je vysoký obsah mikrobů a pH. Štěpením těchto živin vznikají produkty, jako je kyselina mléčná, nižší mastné kyseliny, plyny (oxid uhličitý a vodík), také amoniak a fenoly, což jsou produkty rozkladu bílkovin. Pokud je ve slepém vaku nadměrné množství mikrobů, může dojít k tvorbě vředů zapříčiněných velkým množstvím kyseliny mléčné (Meyer a Coenen, 2003).

Ve fundu pomocí mikrobiálního trávení vzniká kyselina mléčná a těkavé mastné kyseliny. Tvoří se zde žaludeční šťávy. Jejich produkce je stimulována hormonem nazývaným gastrin. Denní produkce žaludečních šťáv je v rozmezí 10 – 30 litrů (Davies, 2009).

Trávicí šťávy obsahují:

1. Kyselinu chlorovodíkovou – aktivace pepsinu, neutralizace bakterií
2. Pepsinogen (prekurzor pepsinu) - trávení bílkovin
3. Žaludeční lipázy – štěpení tuků na mastné kyseliny a glycerol.
4. Rennin – výskyt pouze u hříbat (Davies, 2009).

Činnost trávicích bakterií je zde ovlivněna nízkou hodnotou pH v důsledku tvorby kyselin smíchaných s trávenou potravou. K promíchání trávicích šťáv s tráveninou dochází postupně. Nejprve se šťáva dostane pouze do svrchních vrstev, ale postupem tráveniny směrem k duodenu a stahy žaludku je jeho obsah se šťávou dokonale promíchán (Meyer a Coenen, 2003).

Nesprávné promísení potravy s žaludeční šťávou může být z různých příčin. Ať se jedná o nesprávnou techniku krmení nebo fyziologickou poruchu trávení, výsledkem mohou být velice vážné zdravotní komplikace (např. kolika). Je důležité se těmto problémům věnovat a správným krmením jim předcházet (Meyer a Coenen, 2003).

3.1.4 Střeva (*intestinum*)

3.1.4.1 Tenké střevo (*intestinum tenue*)

Tenké střevo je spojením mezi žaludkem a slepým střevem. Jeho hlavní funkce spočívá v trávení a vstřebávání jednoduchých sacharidů, lipidů, aminokyselin, ale také vitamínů a minerálních látek. Délka a objem tenkého střeva je závislá na velikosti těla zvířete. Ačkoliv se u koní pohybuje v rozmezí 21 – 25 metrů a objemu 55 – 70 litrů, je oproti duodenu krávy (40 metrů) krátké (Davies, 2009).

Skládá se ze tří částí nazývaných:

1. Dvanáctník (*duodenum*) – o přibližné délce 1 metr
2. Lačník (*jejunum*) - o přibližné délce 20 metrů
3. Kyčelník (*ileum*) - o přibližné délce 1,5 metrů (Davies, 2009).

Povrch tenkého střeva je pokryt sliznicí, která je zvrásněná a utváří klky o velikosti 0,5 – 1 mm. Povrch klků tvoří jednovrstevný cylindrický epitel s řasinkami. Díky klkům a řasinkám se zvětší povrch střeva a tedy i trávicí plocha. V sliznici tenkého střeva je uloženo značné

množství střevních žláz. Tyto žlázy společně se žlázami podslizničními vylučují do střeva své produkty - střevní šťávy (Meyer a Coenen, 2003).

Pohyby střev zajišťuje svalovina uložená pod sliznicí. Jsou potřebné pro promíchání obsahu střeva a jeho posunu směrem k tlustému střevu. K promíchání dochází změnou napětí a rytmicky se střídajících kontrakcí, kdežto posunu střevního obsahu je docíleno pomocí peristaltických vln. Rychlost posunu je zhruba 20 cm za minutu. K shromažďování obsahu dochází v kyčelníku, odkud je následně pod tlakem v množství 200 – 1500 ml vylučován do slepého střeva (Meyer a Coenen, 2003).

Do dvanáctníku vstupují vývody slinivky břišní (*pankreas*) a žluč. Vývody jsou umístěny přibližně 15 centimetrů od žaludku (Davies, 2009). Sekret slinivky břišní se nazývá pankreatická šťáva, obsahuje pankreatické enzymy (peptidázu, amylázu, nukleázu a lipázu). Je hlavní příčinou zvýšeného pH v tenkém střevě na hodnotu pH 7 – 8 (Glatter et al., 2016c). Vylučuje se nepřetržitě, ale na rozdíl od ostatních druhů zvířat její sekret obsahuje pouze malé množství těchto enzymů. Denní produkce se pohybuje mezi 5 – 10% živé hmotnosti zvířete. Kromě zmíněných enzymů obsahuje pankreatická šťáva také značné množství zásaditých sloučenin. Hrají důležitou roli při neutralizaci přichozí kyselá tráveniny za žaludku. Podobnou funkci má i žluč, její význam se uplatňuje také při trávení tuků. Jsou v ní obsaženy minerální látky a bikarbonát (Meyer a Coenen, 2003). Koně nemají žlučník, proto je žluč z jater odváděna přímo do dvanáctníku (Davies, 2009). Tyto dvě zmíněné společně se střevní šťávou jsou podstatou trávení a využití všech živin v tenkém střevě (Dušek et al., 2011).

Konečné produkty vzniklé trávením jsou následně vstřebány pomocí krypt přes stěnu střeva do krevních kapilár. Místem s nejvyšší vstřebávací schopností je kyčelník. Aby docházel k co nejvyššímu využití živin, je důležité promíchání obsahu střeva s pankreatickou šťávou a žlučí (Davies, 2009).

V tenkém střevě se může částečně štěpit i celulóza, jelikož zde bylo prokázáno i malé množství mikrobů, které tuto funkci mají. Trávení škrobu není pro koně jednoduché. V tenkém střevě ho tráví enzym zvaný pankreatická amyláza. Trávicí soustava koně není dostatečně přizpůsobena pro trávení velkého množství škrobů. Důvodem je velká variabilita tvorby α – amylázy. Lepší stravitelnosti obilných škrobů můžeme dosáhnout jejich úpravou (vařením, dušením, apod.). Cukry jsou oproti škrobům tráveny velice dobře (Davies, 2009).

Tenké střevo je také osídleno velkým množstvím anaerobních mikroorganismů. V závislosti na přijaté krmivě a činnosti mikroorganismů je produkováno více nebo méně organických kyselin jako jsou těkavé mastné kyselina a kyselina mléčná. Dalšími produkty mikroorganismů tenkého střeva jsou plyny (oxid uhličitý a vodík). Tvorbu organických kyselin a plynů můžeme ovlivnit použitím vhodných krmiv (Meyer a Coenen, 2003).

Doba, kterou je trávenina ponechána v tenkém střevě, se pohybuje v rozmezí 5 – 6 hodin (Dušek et al., 2011).

3.1.4.2 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Na tenké střevo navazuje střevo tlusté, které rozdělujeme na slepé střevo, velký tračník, malý tračník a zakončuje se konečníkem. Dosahuje délky až 8 metrů (Davies, 2009). Ačkoli není dlouhé, jako tenké střevo, jeho obsah může dosáhnout 130 litrů. V této části trávicí soustavy se potrava zdržuje v rozmezí 15 – 20 hodin (Dušek et al., 2011).

Funkce je podobná předžaludkům u přežvýkavců (Dušek et al., 2011). Dochází zde k fermentaci za pomoci mikroorganismů (Davies, 2009), ty štěpí nestrávenou vlákninu na mastné kyseliny (Dušek et al., 2011). Další funkcí je vstřebávání vody. Kličky tlustého střeva jsou osídleny mikroorganismy, které rozkládají nestrávenou vlákninu. K tomu dojde za předpokladu, že je obsah střeva s mikroorganismy promíchán pomocí pohybů svalů. Je známo, že sušina koňských výkalů obsahuje mikroorganismy více než z poloviny hmotnosti (Davies, 2009).

Slepé střevo (*caecum*) je jednou ze součástí střeva tlustého. Pasáže se do něj trávenina dostává z tenkého střeva. Přibližná délka je 1,25 metrů o kapacitě 25 – 35 litrů (Davies, 2009). Slepé střevo se rozděluje na několik částí, počínaje hlavou uloženou na pravém boku koně. V centrální části dutiny břišní je uloženo kuželovité zakončení těla, to dosahuje až ke kosti hrudní. Pravidelnými stahy se obsah střeva promíchává (Meyer a Coenen, 2003). Můžeme ho tedy přirovnat k nádobě, kde se potrava míchá s mikroorganismy, které ho osidlují a následně dochází k fermentaci nestrávené vlákniny (Davies, 2009). Odtud je jeho obsah veden přes štěrbinovitý otvor zvaný *orificium caecocolicum* do velkého tračníku (Meyer a Coenen, 2003).

Tračník u koní je složený ze vzestupného, příčného a sestupného tračníku. Koně mají vzestupný tračník sestavený do tračnickového labyrintu (*ansa spiralis*). Označení vzestupného tračníku u koní je velký tračník. Je rozdělen na ventrální a dorzální slohy. Sestupný tračník u koní je zvaný jako malý tračník (Reece, 2011). Velký tračník je dlouhý 3 – 4 metry, dosahuje objemu přibližně 100 litrů. Přechází v malý tračník, který dosahuje délky 3,5 metrů. (Davies, 2009). Je tvořen kapsovitými útvary, které přecházejí do poslední části trávicí soustavy zvané konečník. Malý tračník i konečník mají svůj hlavní význam ve vstřebávání vody. Tím dojde k zahuštění jejich obsahu a svým specifickým kapsovitým tvarem také k formování výkalů (Meyer a Coenen, 2003).

Funkce tlustého střeva:

- Vstřebávání vody
- Vstřebávání vitamínů skupiny B
- Vstřebávání solí, malého množství minerálních látek (vápníku a fosforu)
- Vyloučení nestrávených zbytků (Davies, 2009).

3.2 Potřeba a přeměna energie

Metabolismus je látková přeměna. Děj, který se odehrává v živých organismech. Jeho podstatou je uvolňování nebo spotřeba energie. K těmto procesům dochází v závislosti na všech chemických a fyzikálních změnách organismu. Součástí metabolismu jsou dva protichůdné a vzájemně podmíněné pochody zvané katabolismus a anabolismus (Marlin, 2006).

Katabolismus je děj, při kterém dochází k uvolňování energie za současného rozpadu organických látek dostupných především z přijatého krmiva. Je součástí buněčného dýchání. Jedná se o veškerou metabolickou aktivitu vzniklou při zátěži organismu (Marlin, 2006).

Anabolismus je děj, při němž se tvoří složité organické látky. Ty jsou následně využívány jako zásobní energie (např. tuků) nebo stavebních látek pro podporující růst a obnovu tkání (např. bílkovin). Anabolické procesy mají svou nezastupitelnou roli hlavně při opakovaném zatížení organismu, na který vznikají adaptace. Při jednorázovém zatížení mají anabolické procesy určitá omezení (marlin, 2006).

Úroveň metabolismu spočívá v jeho rychlosti. Bazální metabolismus probíhá během klidového režimu zvířete. Ten se, může zvýšit působením různých podnětů jako je např. působení některých hormonů (insulinu, adrenalinu a tyroxinu) nebo horečka. Velmi výrazně se zvyšuje potřeba energie v pracujícím svalstvu. Na to odpovídají i další systémy organismu (dýchací a kardiovaskulární aparát) (Marlin, 2006).

3.2.1 Energetická bilance

Organismu je schopen tvořit a uvolňovat potřebnou energii pouze z probíhajících chemických reakcí. Je důležité potřebnou energii svalstvu dodávat, aby následně mohla být přeměněna v energii tepelnou, pohybovou a další. Sloučeniny fosforu jsou hlavním zdrojem energie pro svalovou práci (Hanák et Olehla, 2010). Především ATP (adenozintrifosfát), je jediným zdrojem energie, který mohou buňky svalového vlákna využít (Clayton, 1991). Chemická energie je přeměňována na mechanickou, kdy v anaerobním prostředí dochází k hydrolyze (Hanák et Olehla, 2010). Během tohoto procesu vzniká ADP (adenosindifosfát) a uvolní se energie. Jediným zdrojem energie potřebné pro kontrakci, ale také relaxaci svalových vláken je ATP (Marlin, 2006).

ATP ↔ ADP + P + volná energie (E) (Hanák et Olehla, 2010).

Svalové buňky mají své vlastní zásoby ATP, ty jsou připravené k okamžitému použití. Nejsou však dostatečně velké (Buford et al., 2007). Veškeré zásoby ATP jsou spotřebovány již během 10 – 11 vteřin zátěže. Kreatin fosfát (CP) je další látka vyznačující se vysokou energií. Slouží pro rychlé obnovení energetických zdrojů ATP. Zásoby CP vystačí během zátěže pouze na dalších 14 sekund (Hanák et Olehla, 2010). U koní bylo zkoumáno perorální doplnění CP, který se následně měl projevit ve svalových zásobách. Tyto pokusy byly neefektivní, jelikož koně v ústní dutině mají velmi nízkou biologickou dostupnost pro kreatin (Schuback et al., 2000).

CP ↔ ATP + kreatin (Hanák et Olehla, 2010).

Oba zmíněné energetické zdroje patří mezi makroergní fosfáty. Zásoba těchto energetických zdrojů vydrží zhruba 25 sekund, to je 400 metrů rychlého cvalu. Jelikož k vyčerpání ATP a CP dochází v tak brzké době, je nezbytná nepřetržitá obnova těchto zdrojů během zátěže. Pokud by k obnově nedocházelo, došlo by k vyčerpání organismu. Obnova ATP vzniká za působení enzymu myokinázy. Působením zmíněného enzymu se spojí 2 molekuly zbytkového ADP, kdy následně vznikne ATP. Jako odpadový produkt vzniká AMP (adenosinmonofosfát), ten je následně metabolizován na IMP (inozinmonofosfát). IMP je dále metabolizován na amoniak (Hanák et Olehla, 2010).

2ADP → ATP + AMP

↓

IMP → amoniak (Hanák et Olehla, 2010).

Obnovu ATP zabezpečují uložené zásobní látky (živiny) z krmiva. Mezi ně patří zásoby sacharidů (glukóza, glykogen) a tuků, které jsou uloženy ve svalových vláknech. Přeměna těchto zásobních živin může probíhat dvěma oxidativními způsoby.

- Oxidativně (aerobně - za přístupu kyslíku)
- Anaerobně (bez přístupu kyslíku) (Marlin, 2006).

Pokud se po vyčerpání zásob ATP intenzita zátěže nezmění, budou využity sacharidy jako zdroj energie (Hanák et Olehla, 2010). Za procesu glukoneogeneze z propionátu může být v játrech syntetizováno až 60 % glukózy. Ta je následně transportována krevním řečištěm (Simmons and Ford, 1991). Proces bude probíhat za anaerobních podmínek. V opačném případě, při snížení zátěže po 25 sekundách, se začnou jako zdroj energie za aerobních podmínek využívat tuky (Hanák et Olehla, 2010).

3.2.1.1 Anaerobní podmínky

Anaerobní podmínky se vyznačují znepřístupněním kyslíku. Během tohoto procesu dochází k anaerobní glykolýze (Rivero, 2007), tzv. glykolytické fosforylaci (Hanák et Olehla, 2010). Využívá se svalový a jaterní glykogen (Rivero, 2007), ten je glykolýzou rozštěpen na glukózu, ze které přes pyruvát vzniká laktát a uvolní se ATP. Nevýhodou je malý zisk energie, kdy se z jedné molekuly glukózy uvolní se pouze 2 molekuly ATP (Davies, 2006). Dochází zde však k obnově ATP během kyslíkového deficitu v pokračující zátěži.

Glykogen → ATP + laktát (Hanák et Olehla, 2010).

Tento systém obnovy ATP je velice rychlý, jeho nevýhodou je, že během těchto reakcí vzniká společně s ATP také kyselina mléčná (laktát) (Rivero, 2007). Glykolytická fosforylace nabývá nejvyšších hodnot v průběhu jedné minuty nevyšší intenzity zátěže. Ve stejném období dosahuje i nejvyšší tvorby laktátu (Hanák et Olehla, 2010). Laktát je shromažďován ve svalových buňkách (Davies, 2006). Tento typ tvorby energie je vhodný pro koně, kteří využívají vysoké síly a pro koně v krátkých dostizích (Rivero, 2007).

Pokud je koncentrace laktátu vyšší, je to zapříčiněno kyselějším pH ve tkáních. Mohou jím být tyto reakce redukovány (Hanák et Olehla, 2010). Příliš velké množství laktátu a vyčerpání svalového glykogenu se projeví akutní únavou a bolestí pracujícího svalstva (Vermeulen et al., 2017). Ovlivněna může být i centrální nervová soustava, u níž dojde k útlumu v rámci velké psychické zátěže. Dalším faktorem, který může být ovlivněn vysokou koncentrací laktátu v organismu koně, jsou elektrolyty. Jedná se především o rovnováhu mezi K^+ a Na^+ na buněčných membránách, ta může být značně narušena. Vyčerpána může být také kapacita enzymů. Všechny zmíněné, ale i další faktory způsobují metabolický rozvrat vnitřního prostředí organismu. Aby organismus mohl dále pokračovat ve vykonávané práci, je

nutné přejít do klidnějšího režimu za aerobních podmínek (Hanák et Olehla, 2010). Za takových podmínek může být dále laktát využíván dvěma způsoby.

- Laktát bude převeden na pyruvát s následným vstupem do krebsova cyklu, kde vznikne ATP.
- Laktát bude transportován krví do jater. V játrech procesem zvaným glukoneogeneze bude přeměněn na glukózu nebo glykogen a je připraven k okamžitému využití (Davies, 2006). Takto může být resyntetizováno až 80 % kyseliny mléčné (Hanák et Olehla, 2010).

Játra jsou velmi důležitou součástí při tvorbě energie. Ukládá se v nich zásobní glykogen, který je následně využíván k získání energie. Pokud nastane situace, kdy glukóza není dostatečně vstřebávána přes střevní stěnu, k udržení hladiny glukózy v krevním řečišti napomáhá glykogen. Ten zajistí přísun glukózy ke všem potřebným tkáním (Saastamoinen et Rosset, 2008).

Množství sacharidů v těle koně o hmotnosti 500 kg je odhadováno na 4,7 kg. Z toho nejvyšší zastoupení pohybuje se přibližně z 90 % má svalový glykogen, jaterní glykogen je zastoupen z 8 %. Krevní glukóza činí v těle zvířete pouze 1 – 2 % (McMiken, 1983).

3.2.1.2 Aerobní podmínky

Tento typ tvorby ATP vyžaduje přítomnost kyslíku. Oproti anaerobním podmínkám je pomalejší, je ale odolný proti únavě (Rivero, 2007). Čas, který získá vzhledem ke svému pomalejšímu průběhu, hraje významnou roli při transportu potřebného množství kyslíku z plic do svalů, také při tvorbě ATP z glukózy, která vzniká za pomoci glykolýzy (Davies, 2006).

Během tohoto procesu zvaného také jako fosforylace oxidativní, jsou k tvorbě ATP využívány nejen sacharidy (svalový glykogen), ale také tuky (mastné kyseliny). Pro oxidativní fosforylaci obou zmíněných živin je hlavním zdrojem energie oxidace substrátového vodíku kyslíkem, kdy následně vzniká metabolická voda a oxid uhličitý. K tomu dochází v mitochondriálním řetězci červených svalových vláken (Hanák et Olehla, 2010).

- Glykogen \rightarrow ATP + H₂O + CO₂
- Mastné kyseliny \rightarrow ATP + H₂O + CO₂ (Hanák et Olehla, 2010).

Ačkoli je tvorba ATP v aerobním procesu pomalejší, výhodou zůstává jeho několikanásobná produkce, která je oproti anaerobnímu procesu přibližně 20 krát vyšší. Oxidativní fosforylací glukózy vzniká 38 molekul ATP. Největší množství energie je tvořeno z mastných kyselin, záleží však na jejich typu (Davies, 2006). Využívají se hlavně při nízké intenzitě zátěže (Coyle, 1995). Tvorba ATP z mastných kyselin se pohybuje v rozmezí 80 – 200 molekul ATP z jedné molekuly tuku (Davies, 2006). Zvyšováním zátěže se začne zapojovat i svalový glykogen, glukóza z krevního řečiště a intramuskulární triglyceridy (Coyele, 1995). K oxidativní fosforylaci dochází při získání rovnovážného stavu. V období kdy si organismus zvykne na danou zátěž a transportní systém je schopen dodat dostatečné množství potřebného kyslíku do pracujících tkání (Hanák et Olehla, 2010). Proto je aerobní proces využíván při nízké intenzitě zátěže nebo vytrvalostních soutěžích (Clayton, 1991). Bylo dokázáno, že se aerobní proces může zrychlit pravidelným tréninkem, kdy dochází ke zvýšení počtu mitochondrií a enzymatické aktivity v krevním řečišti (Lindner, 2013). V závislosti na intenzitě zátěže se mění hladina glukózy v krvi (Davies, 2006), stejně tak se dle potřeb střídá spotřeba tuků a sacharidů, které jsou závislé na několika faktorech.

Patří sem:

- Délka tréninku
- Intenzita zátěže
- Kondice koně
- Výživa (Davies, 2006).

Kůň navyklý na zátěž, pravidelně trénovaný za aerobních podmínek upřednostní využití tuků. Svalový glykogen si tak ušetří pro potřebu další anaerobní nouze, do které se může zejména při dalším zrychlení ve vysoké zátěži dostat. V opačném případě, koně v nepravidelném tréninku a neadaptovaní na zátěž, spotřebovávají především svalový glykogen. Ten jim však může v další anaerobní nouzi chybět (Hanák et Olehla, 2010).

Důležitou součástí fungování energetické bilance během tréninku koní, jsou hormony. Mezi nejdůležitější patří katecholaminy, adrenalin a noradrenalin, jejichž koncentrace v krevním řečišti. S rostoucí metabolickou potřebou pracujícího svalstva, mají katecholaminy podpůrnou funkci při rozpadu glykogenu uloženého ve svalech nebo játrech. Další funkcí katecholaminů je zvýšení lipolýzy v tukové tkáni a zamezení uvolňování inzulínu. Vyšší sekrece inzulín je nežádoucí v důsledku jeho působení na hormonálně senzitivní lipázu.

Snížením jeho sekrece se tedy docílí nejen vyšší lipolýzy tukové tkáně, ale také v játrech se zvýší produkce glukózy (Zinker et al., 1994). V krvi se tedy zvýší koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin a glukózy (Zierler, 1999).

Kortizol a glukagon jsou dalšími hormony uplatňujícími se v metabolických procesech při výkonu koně. Jejich změny koncentrace v krevní plazmě závisí spíše na délce výkonu, intenzita pro ně není tak významná (Saastamoinen et Rosset, 2008). V závislosti na délce trvání výkonu bylo prokázáno, že hladina plazmatického kortizolu je nejvyšší při vytrvalostním jezdeckví, nejnižší při skokovém jezdeckví a středních hodnot nabývá u závodů všestranných třídních, cvalu a klusu (Linden et al. 1991). Činnost kortizolu spočívá ve zvýšení hepatální glukoneogenezi a současně podporuje odbourávání tuků. Glukagon snižuje produkci glykogenu, naopak zvyšuje glykogenolýzu a glukoneogenezi, tím podporuje uvolňování glukózy z jater do krevního oběhu. (Saastamoinen et Rosset, 2008)

Energetická potřeba

U koní se potřeba energie dělí na záchovnou (ZPE) a produkční potřebu. Záchovná potřeba energie je postatou všech zvířat. Tato energie slouží pro chod a udržení důležitých životních funkcí organismu zvířat. Za produkci u koní je považován pracovní výkon tzv. svalová práce (Meyer a Coenen, 2003). Na rozdíl od tažných koní mají koně sportovní vyšší potřebu energie. V tomto případě musíme brát v úvahu délku a intenzitu zátěže, kondici jedince, ale také hmotnost a schopnosti jezdce, v neposlední řadě klimatické podmínky, ve kterých se trénink nebo závod odehrává (Dušek, 2011).

Jak již bylo zmíněno, koně čerpají energii z přijatých krmiv. Obsah energie v krmivu se pro koně uvádí jako stravitelná energie pro koně (SE_k). Tu lze vypočítat za předpokladu, že známe obsah stravitelných organických živin krmiva. Pro koně jsou významné především dusíkaté látky (NL), tuky, vláknina a bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV). Obsahy živin v krmivu zjišťujeme na základě bilančních pokusů (Zeman, 2006).

Výpočet záchovné potřeby:

$$ZPE = H^{0,75} \times [0,552 + (0,0002 \times H)]$$

Výpočet BNLV:

$$BNLV = \text{sušina} - \text{popeloviny} - NL - \text{tuk} - \text{vláknina}$$

(Zeman a kol., 2006).

Výpočet koeficientu stravitelnosti:

$$\left(\frac{\text{množství živin v krmivu} - \text{množství živin ve výkalech}}{\text{množství živin v krmivu}} \right) \times 100$$

(Meyer et Coenen, 2006).

Výpočet SE_k :

$$\begin{aligned} SE_k(MJ \text{ kg } S) &= (NL \times ks_NL_k \times 0,0230) + (T \times ks_T_k \times 0,0381) \\ &+ (Vl \times ks_Vl_k \times 0,0172) + (BNLV \times ks_BNLV_k \times 0,0172) \end{aligned}$$

(Zeman a kol., 2006).

3.3 Živiny

Koně, jako všichni živočichové na světě, potřebují k životu energii. Tu mají možnost získat příjmem živin, které jsou dostupné z přijatého krmiva. Jedná se o biologické sloučeniny, jejichž funkcí je zajištění veškerých životních procesů. Všechny živiny nemusí být vždy využity, nevyužité tedy odchází z těla ven v podobě výkalů (Zeman a kol., 2006). Živiny mají různé funkce, dle kterých se rozdělují na:

- Energetické živiny
- Neenergetické živiny
- Látky účinné (Dušek et al. 2011).

3.3.1 Energetické živiny

Tyto živiny jsou velmi důležitou součástí pro tvorbu energie. Do této skupiny řadíme proteiny, sacharidy a tuky.

3.3.1.1 Proteiny

Proteiny se vyskytují ve všech částech organismu, jsou součástí buněk, tkání, svalů, šlach i kožních derivátů (Davies, 2006). Patří mezi živiny stavební. Za určitých okolností mohou být využity také jako energetický zdroj. Ten je velice nevýhodný v závislosti na vytvoření velkého množství energie, kterou zvíře nedokáže využít (Dušek et al., 2011). Tělo koně je tvořeno bílkovinami přibližně z 18 %. Buňkami těla jsou produkovány různé druhy bílkovin. Z celkové sušiny tvoří bílkoviny více než 50 % hmotnosti buněk organismu (Davies, 2006).

Proteiny plní celou řadu funkcí, mezi ně patří:

- Růst a vývoj tkání
- Obnova starších, poškozených nebo opotřebovaných tkání
- Produkce hormonů
- Udržování rovnováha tekutin ve tkáních
- Regulace srážení krve
- Protilátky
- Hemoglobin v červených krvinkách
- Transport látek do buněk a naopak
- Kůže a kožní deriváty obsahující keratin (Davies, 2006).

Proteiny se skládají z řetězců s různým zastoupením aminokyselin, které jsou vzájemně spojeny peptidickými vazbami (Zadeh, 2014). Celkem je známo 22 druhů aminokyselin, které se dělí na esenciální a neesenciální. Esenciální, tzv. nepostradatelné aminokyseliny si kůň na rozdíl od neesenciálních nedokáže sám vytvořit. Proto musí být do těla dodávány z přijatého krmiva. To by mělo být kvalitní, s dobrým zastoupením těchto aminokyselin (Otrubová, bd.), především limitující aminokyseliny, kterou je u koní lysin (Mastellar et al., 2016). Doporučované množství lysinu v krmné dávce je pro ročního koně stanoveno na 113 mg / kg živé hmotnosti / den (NRC, 2007). Neesenciální aminokyseliny mohou být tvořeny za pomoci metabolických procesů v játrech (Otrubová, bd.).

Nedostatek bílkovin se u koní vyskytuje velmi zřídka, ale může způsobit především nedostatečný růst a vývin tkání (Meakim et al, 1981). Naopak jejich nadměrný příjem se vyskytuje častěji a je velice nevhodný. Jak bylo již zmíněno, nadbytečné bílkoviny mohou sloužit jako zdroj energie. Aminokyseliny se rozkládají v játrech, kde se současně s ATP vzniká amoniak. Při velkém množství přijatých proteinů může docházet k vyššímu příjmu vody a bílkovin. Dalším projevem je zvýšená hladina močoviny v krvi, která způsobuje střevní poruchy a enterotoxémii. Vyskytuje se i zvýšená hladina amoniaku v krevním řečišti, což způsobuje poruch centrální nervové soustavy a metabolické poruchy (Pagan, 2009).

Trávení bílkovin

Přijaté bílkoviny jsou štěpeny pomocí enzymů a kyselin na jednotlivé aminokyseliny. Ty jsou následně vstřebávány přes stěnu tenkého střeva do krevního řečiště, odkud se dostávají do jater. Z jater jsou transportovány k potřebným místům, jako jsou rostoucí nebo poškozené tkáně (Briggs, 1997).

Trávení proteinů začíná v žaludku za pomoci nejdůležitějšího enzymu zvaného pepsinogen (Bentz, 2014). Ten musí být nejprve aktivován na aktivní pepsin, jehož nejvyšší metabolická aktivita byla zaznamenána při velmi nízkém pH 2 – 4 a při současné teplotě 37 a 42° C (Worthington and Worthington, 2011). Toho docílí kyselina chlorovodíková, která stejně jako zmíněný enzym rozkládá bílkoviny (Reece, 2011). V rámci výzkumu zabývajícího se trávením v horní části trávicí soustavy, bylo v in vitro podmínkách zjištěno, že k největší degradaci bílkovin v žaludku koně dochází při velmi nízkém pH což bylo pH 2 (Strauch et al., 2017). K rozkladu bílkovin na aminokyseliny dochází až v tenkém střevě,

kde dochází také k jejich resorpci přes střevní stěnu. Působením peptidáz jsou proteiny nejdříve štěpeny na tri- a dipeptidy, které jsou následně rozloženy až a jednotlivé aminokyseliny. Část aminokyselin, ale také amoniak se může dostat do tlustého střeva. Zde jsou využity bakteriemi a prvoky osidlující tuto část trávicí soustavy a tvoří z nich nové aminokyseliny nebo bílkoviny (Meyer et Coene, 2003).

Lysin ve střevech může ovlivňovat vstřebávání ostatních aminokyselin tak, že reguluje jejich přenašeče (Wang et al., 2012). Regulaci aminokyselin mohou kromě lysinu ovlivnit ostatní tkáně (Humphrey et al., 2006). Bylo prokázáno, že dospělí koně mohou využívat i mikrobiální protein, který je tvořen v tlustém střevě (Slade et al., 1971).

3.3.1.2 Sacharidy

Z hlediska výživy jsou sacharidy nepostradatelnou součástí krmné dávky koní, tvoří totiž přibližně 75 % rostlinné hmoty rostlin (Pagan, 2012). Jsou hlavní složkou jejich energetického metabolismu. Sacharidy zahrnují bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) a vlákninu (Otrubová, bd). Do BNLV řadíme monosacharidy (cukry) a polysacharidy (škroby) (Zeman a kol., 2006). Další složkou sacharidů je vláknina, kterou můžeme rozdělit na rozpustnou a nerozpustnou. Celulóza, hemicelulóza a lignin tvoří nerozpustnou část vlákniny a tvoří strukturu rostlin. (Veen, 2015). Koně získávají sacharidy z přijatého rostlinného krmiva. Vždy je důležité přizpůsobit se energetickým požadavkům jedince, kdy musíme zhodnotit nejen kondici, ale také pracovní zatížení jedince. Tímto opatřením můžeme předejít různým zdravotním problémům krmeného zvířete (Larson, 2011). Sacharidy tvoří přibližně 70 % sušiny rostlin. Výjimku tvoří obilná zrna, u nichž mohou dosahovat hodnoty sacharidů až 85 % v sušině (Davies, 2006).

Sacharidy, zvané také jako glycidy se dle chemických a fyzikálních vlastností rozdělujeme na:

- Monosacharidy
- Disacharidy
- Trisacharidy
- Polysacharidy (Zeman a kol., 2006).

Monosacharidy jak již z názvu vyplívá, jsou jednoduché cukry, snadno rozpustné ve vodě. Řadíme do nich především glukózu, fruktózu, galaktózu, manózu, arabinózu a xylózu. Jsou z nich složeny ostatní druhy sacharidů. Jako jediné mají možnost projít přes střevní stěnu, ostatní sacharidy se z tohoto důvodu musí nejprve rozštěpit na monosacharidy. Slouží tedy jako hlavní zdroj energie (Davies, 2006). Především glukóza je pro koně velice významná, jelikož je absorbována do těla. Ačkoli je to pohotový zdroj energie, může tvořit energetické zásoby, ať už v podobě tuků, v které se metabolickými procesy dokáže přeměnit nebo je uložena ve svalech jako svalový glykogen (Larson, 2011). Pro koně je jedním z nejlepších zdrojů cukrů melasa, která je velmi často přidávána do krmných dávek až do 10 %. Nejvýznamnější a nejdostupnější sacharidy jsou v pastevních porostech. Konzervované porosty jako seno obsahuje méně vodorozpustných sacharidů (WSC) než porost čerstvý. Důvodem jsou ztráty během sušení, sklizně nebo při nevhodném skladování (Geor, bd). Polysacharidy jsou složeny z monosacharidů. Ve vodě jsou nerozpustné. Nejvýznamnější z polysacharidů jsou škroby. To jsou dlouhé, přímé nebo rozvětvené řetězce vzájemně spojených molekul glukózy (Pagan, 2012).

Trávení sacharidů

Nevětší množství přijatých sacharidů je vstřebáváno v tenkém střevě (Geor, bd). Glycidy mohou být štěpeny dvěma způsoby. Jedním z nich je hydrolýza a druhým fermentace (Zadeh, 2014). Hydrolytickou degradaci škrobu zajišťuje amyláza, která štěpí nerozvětvené 1,4 – α -glykosidické vazby (Santos et al., 2010). Většina monosacharidů a disacharidů je vstřebávána ve slepém střevě, naopak celulóza, hemicelulóza a fruktany jsou degradovány již v žaludku nebo v tenkém střevě mikrobiální fermentací (Perkins et al., 2012). Trávení vlákniny je mnohem delší, poskytuje však dlouhodobou energii. Mikroorganismy v tlustém střevě tvoří z vlákniny těkavé mastné kyseliny, ty také slouží jako energetický zdroj (Larson, 2011). Dalším produktem vzniklým během mikrobiální fermentace vlákniny je kyselina mléčná. Stravitelnost vlákniny je velice různá, v závislosti na obsahu strukturální vlákniny rostlin, především zastoupení ligninu, který je pro koně nestravitelný. Přes to, že je vláknina hůře stravitelná, je ve výživě koní důležitým aspektem, který doprovází jejich zdraví a správně fungující trávicí trakt (Veen, 2015). Během procesů trávení v tenkém střevě dochází k uvolnění glukózy, která je následně vstřebána přes stěnu tenkého střeva (Gary, 1992).

Minimální trávení sacharidů probíhá v žaludku. V tenkém střevě jsou nejvíce tráveny cukry a škroby, naopak v tlustém střevě je rozkládána především vláknina (Larsoun, 2011). K mikrobiální fermentaci sacharidů dochází především v tlustém střevě (Zadeh, 2014), v malém množství k ní může docházet také v žaludku a tenkém střevě (Coenen et al., 2006). Škroby jsou tráveny nejprve na menší sacharidy, které jsou následně za pomoci enzymů v tenkém střevě rozštěpeny na jednoduché, vstřebatelné sacharidy (Geor, bd).

Enzym štěpící sacharidy se nazývá amyláza. Je vylučována pankreatem. U koní je amyláza vylučována pouze v malém množství, to je příčinou snížené schopnosti trávení škrobů. Množství produkované amylázy je různé a závisí na jedinci. Škroby některých zrnin jsou hůře stravitelné (celé kukuřičné zrno). Úpravou zrna lze tuto stravitelnost zvýšit (Geor, bd). Zrna se mohou upravovat mechanicky (mačkání, šrotování) nebo tepelně (exsudace, vločkování) (Otrubová, bd).

3.3.1.3 Lipidy

Velmi důležitou živinou pro koně jsou tuky. V organismu koně mají hned několik funkcí. Jsou zdrojem kalorií a energie. Ukládají se ve svalových buňkách v podobě glykogenu, který pak zvíře snadno využije při vyšší potřebě energie (Gina, 2011).

Lipidy rozdělujeme na tuky, které jsou tuhé a oleje tekuté konzistence. Jsou nerozpustné ve vodě, ale k jejich rozpouštění dochází v organických rozpouštědlech. V organismu koně se nejvíce vyskytují triglyceridy složené z mastných kyselin a spojených molekulou glycerolu. Mastné kyseliny dělíme na nasycené a nenasycené. Nasycené mastné kyseliny se vyskytují převážně v pevných tucích. Jsou méně náchylné na vyšší teploty. Oproti tomu nenasycené mastné kyseliny jsou k vyšším teplotám citlivější. Vyskytují se převážně v olejích. Podle počtu dvojných vazeb v řetězci se nazývají mononenasycené nebo polynenasycené mastné kyseliny. V závislosti rozložení dvojných vazeb v řetězci dělíme tyto mastné kyseliny na omega-3, omega-6 a omega-9. První dvě zmíněné jsou nepostradatelnou součástí organismu koní. Zvířata je na rozdíl od nasycených mastných kyselin musí přijímat z krmiva, jelikož si je neumí syntetizovat sami (Understanding horse nutrition, bd.).

Z omega-3 mastných kyselin jsou významné α -linolenová kyselina (ALA), kyselina eikosapentaneová (EPA) a kyselin dokosaheptaenová (DHA). Omega-6 mastné kyseliny jsou linolová kyselina, gama linoleová kyselina (GLA) a arachidonová kyselina (Davies, 2006). Krmiva s vyšším obsahem tuku jsou vhodnou náhradou za krmiva obsahující škrob, který v nadměrné míře může způsobit zažívací potíže, ale také laminitidy a další problémy. Krmná dávka s vyšším zastoupením lipidů je vhodná pro koně ve špatné, vyhublé kondici a pro kojící kobyly. Byl prokázán pozitivní vliv u koní ve velké zátěži, kdy při krmení s vyšším obsahem tuku dochází nejen k vyšší vytrvalosti koní, ale také předchází přehřátí během vysokého výkonu zvířat (Warren, 2011). Výzkumem bylo prokázáno, že krmné dávky s vyšším podílem tuků zapříčiní nižší produkci tepla, až o 14 % (Briggs, 2014).

Je také pozorován vliv na psychiku koně, kdy jsou zvířata mnohem klidnější a tedy méně stresovaní. Lipidy mají velmi dobré účinky na kvalitu srsti, která je zdravá a lesklá (Warren, 2011). Tuky jsou zdrojem mastných kyselin. Především rostlinné oleje obsahují esenciální mastné kyseliny, jsou to dlouhé řetězce s 16 – 18 uhlíky, pro koně jsou nezbytné (Kentucky Equine Research Staff, 2011). Díky tukům mohou být absorbovány vitamíny v nich rozpustné. Tuky se vyskytují i v běžných krmivech, jako je pastevní porost, zde jsou ale jejich obsahy velmi nízké. Dosahují pouze hodnot 2 – 5 %. Byla prokázána stravitelnost tuků u koní mnohem vyšší a to až 20 %. V klasických krmných dávkách pro koně se tuk vyskytuje do 10 % (Warren, 2011).

Koně jsou ochotní přijímat jak rostlinné tuky, tak i živočišné. Více preferují rostlinné tuky. Tuky se do krmných směsí mohou přidávat buď přímo formou oleje, nebo přidáním komponent s vyšším zastoupením olejů, jako je například lněné semínko nebo sojové boby. Tyto komponenty mají vysoký obsah tuku pohybující se v rozmezí 20 – 40 % v závislosti na plodině (Warren, 2011).

Ke vstřebávání tuků dochází převážně v tenkém střevě. Výhodou krmné dávky obohacené o tuky je, že nemá vliv na pH slepého střeva a tudíž není jeho mikroflóra ohrožena jak je tomu u sacharidových krmiv (Briggs, 2014).

Trávení tuků

Největší část trávení tuků probíhá v tenkém střevě. Zde se vylučuje žluč, jejíž soli štěpí tukové kuličky na menší části. Tryglyceridy jsou následně pankreatickou lipázou hydrolyzovány na jednotlivé mastné kyseliny. Produkty vzniklé tímto štěpením (mastné kyseliny a glycerolová kostra) se vstřebávají do sliznice střeva. V tomto místě dojde k resyntéze triglyceridů, které společně s ostatními lipidy a mastnými kyselinami se pojí na proteiny a vznikají chylomikrony. Ze sliznice střeva chylomikrony přecházejí přes lymfatický systém do krevního oběhu, odkud míří do jater nebo tukové tkáně (The Horse Staff, 2002).

Mastné kyseliny, které se nestačily absorbovat v tenkém střevě, přecházejí do střeva tlustého. Zde může dojít k dalšímu vstřebávání. Kromě tuků příchozích z tenkého střeva zde mikroorganismy osidlující tuto část traktu produkují další tuky, které jsou zde také vstřebávány (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2 Neenergetické živiny

Živiny neenergetické, jak již z názvu vyplývá, nemají pro organismus koní energetický význam. I přes to jsou velice důležité. Jejich význam spočívá ve výstavbě těla, tvorbě živočišných produktů a v neposlední řadě jsou podstatou zdraví zvířat. Mezi tyto živiny řadíme vodu, minerální látky a vitamíny (Dušek et al., 2011).

3.3.2.1 Voda

Voda je nepostradatelnou živinou pro koně, ale také pro mnoho jiných živočichů. Po odečtení tuku v těle koní je obsažena ze 70 %. Je součástí všech buněk. Uplatňuje se v metabolismu zvířat. Podílí se na transportu živin, termoregulaci, chemických reakcích, trávení, produkci mléka a dalších procesech metabolismu (Davies, 2006).

Příjem vody bývá často ovlivňován značným množstvím faktorů. Jedním z těchto faktorů je krmivo. V tomto případě řešíme druh, kvalitu a množství přijímaného krmiva. Velice záleží na obsahu sušiny v přijatém krmivu, kdy při příjmu krmiv s vyšší sušinou (seno, jaderné krmivo) pijí koně více vody, aby uspokojily své potřeby na vodu. Více vody koně pijí, pokud je v krmné dávce vyšší zastoupení bílkovin a sodíku. Dalším faktorem ovlivňujícím příjem vodu u koní je teplota okolního prostředí. Vyšší teploty způsobují její vyšší příjem

a naopak nižší teploty snížený příjem vody. Také jejich zdravotní (průjemová onemocnění) a fyziologický stav (laktace, fyzická zátěž) jsou faktory ovlivňující příjem vody (Janicki, 2017).

Kromě přijímané vody se v těle nachází také metabolická voda. Ta vzniká během oxidačních reakcí v buňkách. Uvnitř buněk je intracelulární voda, která je v těle zastoupena z největší části 40 %. Mimo buňky se vyskytuje voda extracelulární, jejíž množství dosahuje 33 %. Další voda se nachází v trávicím a močovém systému v zastoupení 27 % (Davies, 2006).

Příjem vody je u jednotlivých koní různý a závisí na jednotlivých faktorech, které na daného jedince působí. Důležité jsou ztráty vody z organismu, které regulují její následný příjem. Voda z těla odchází močí, stolicí, potem a odparem z respiračního aparátu. Je obecně známo, že koně přijímají vodu v rozmezí 4 – 7 litrů na 100 kg tělesné hmotnosti (Kentucky Equine Research Staff, 2009).

3.3.2.2 Minerální látky

Jedná se o anorganické látky vyskytující se volně v přírodě. Jsou obsaženy v horninách, půdě a vodě. Koně je přijímají krmivem, ve kterém jsou obsaženy. Je známo asi 22 minerálních prvků, které se nachází v těle koní. Většina z nich je nepostradatelnou součástí koňského organismu, jelikož se podílí na mnoha metabolických procesech. Procentuální zastoupení minerálních látek u koní se pohybuje v rozmezí 3 – 5 %. Rozdělují se na makroelementy a mikroelementy. Mezi těmito dvěma skupinami je rozdíl v dávkování daných prvků. Makrominerální látky jsou podávány v gramech (g) nebo miligramech (mg), zatímco mikrominerální látky se dávkuje ve velmi malém množství v jednotkách mikrogramů (μg) nebo ppm (Davies, 2006). Dříve se na minerální látky v krmivech pro koně nebral příliš ohled. Vyšší zájem o toto téma je až v posledních 20 letech. (NRC, 2007). Některé minerální látky mohou mít pro organismus toxický účinek a to zvláště při předávkování. K toxickým prvkům se řadí olovo, kadmium, rtuť, aj. Minerální látky jsou součástí metabolických procesů v organismu. Účastní se výstavby kostní tkáně (vápník), jsou důležité k udržení acidobazické rovnováhy a osmotického tlaku (Zeman a kol., 2006). Dále se podílí na tvorbě vitamínů, enzymů, hormonů (jód), hemoglobinu (železo) a živočišných produktů (Davies, 2006).

Většina krmiv a krmných dávek neobsahuje dostatečné množství nebo v nich nejsou obsaženy všechny potřebné minerální látky (Gálik et al., 2009a). Velké nedostatky krmných dávek u koní bývají právě v koncentracích mikroelementů (Fradinho et al., 2006). Pokud je krmení koní minerálními látkami nesprávné, může dojít k problémům v trávicí soustavě (Bezděková et al. 2008).

3.3.2.2.1 Makroelementy

Vápník (Ca)

Nejvíce zastoupený prvek v tělech zvířat (Zeman a kol., 2006). Je ukládán hlavně do kostí a zubů, menší množství se vyskytuje v plazmě, tkáňovém moku a tkáních. Má široké pole působnosti např. acidobazická rovnováha, nervosvalová dráždivost, propustnost membrán, svalové kontrakce. Působí při srážení krve, funkce ledvin, srdeční činnost a další. U koní se jeho hladina příliš nevychyluje a zůstává stejná (Dušek et al., 2011). Pokud není hladina vápníku v krevním oběhu koně dostatečná, dojde k mobilizaci zásob z kostí. Přebytečný vápník bude vyloučen močí (Meyer at Coenen, 2003).

Fosfor (P)

Druhým nejvýznamnějším mikroelementem je fosfor. Společně s vápníkem bývá do krmných směsí doplňován jako monokaciumfosfát, který obsahuje 21% P a 16% Ca. Využitelnost P je v tomto případě až 90 % (Zeman a kol., 2006). V těle zvířat se nejvíce vyskytuje v kostech, kde je uloženo 80 – 90 % P. Jeho hlavní funkce spočívají v metabolismu bílkovin, tuků a cukrů. Důležitou roli hraje také v trávicím systému. Zde podporuje střevní mikroflóru. Místo vstřebání je stejně jako u vápníku v tenkém střevě. Částečně se může absorbovat ve střevě tlustém. Doporučovaný poměr mezi vápníkem a fosforem je 1 : 1. V důsledku nižšího využití fosforu je tolerován poměr 3 : 1 (Dušek et al., 2011). Organická forma fosforu má nižší stravitelnost, tu způsobují fytáty (Fowler et al., 2015).

Hořčík (Mg)

Uložen hlavně v kosterním aparátu 60 – 70 %, 25 % ve svalech a velmi malé množství i v extracelulární tekutině. Hlavním aktivátorem enzymových systém. Je součástí syntézy nukleových kyselin, tuků a bílkovin (Dušek et al., 2011). Značné množství může být vylučováno potem, proto je u koní při zátěži vyšší potřeba tohoto prvku (Meyer et Coenen, 2003).

Sodík (Na)

Ve výživě koní nepostradatelný. Obsažený v extracelulární tekutině z 60 %. Důležitý při hospodaření s vodou, u acidobazické rovnováhy. Také se účastní regulace osmotického tlaku. S draslíkem se podílí na přenosu vzruchu v nervovém systému i na smršťování svalových vláken (Dušek et al., 2011).

Draslík (K)

Ionty draslíku se nacházejí v intracelulární tekutině. Podobně jako sodík má vliv na hospodaření s vodou, osmotickým tlaku. Podílí se na fosforylačních dějích v organismu a na přenosu nervových vzruchů. Nedostatek se u koní nevyskytuje. V objemných krmivech je obsažen v dostatečném množství (Dušek et al., 2011).

Síra (S)

Síra je součástí syntézy aminokyselin. Podporuje růst srsti a kopyt, jejichž je součástí. Koně ji přijímají v objemných krmivech (Davies, 2006). Absorbuje se v tenkém střevě (Dušek et al., 2011).

Chlór (Cl)

Nepostradatelný prvek sloužící k udržení osmotického tlaku. Nedostatek má negativní vliv na acidobazickou rovnováhu. Také může negativně ovlivnit pH krve. Doplnění chlóru společně se sodíkem do organismu koní můžeme pomocí solných lizů (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.2.2 Mikroelementy

Železo (Fe)

V organismu koní nepostradatelný. Součástí hemoglobinu 60 %, myoglobinu 20 %, účastní se tvorby červených krvinek, transportu kyslíku. Nedostatek železa se projeví anémií. Absorpce probíhá v tenkém střevě (Dušek et al., 2011).

Měď (Cu)

Esenciální vzhledem k tvorbě nervové a pojivové tkáně, pigmentu, krve. Důležitý pro správnou tvorbu a vývoj kostí (Meyer et Coenen, 2003). Svou funkci má také při absorpci železa. Významná při biosyntéze nebo aktivaci hormonů, vitamínů a enzymů. Místem

vstřebávání mědi je žaludek a tenké střevo. Shromažďuje se v játrech. Vylučována je žlučí a výkaly (Dušek et al., 2011).

Zinek (Zn)

Je součástí mnoha enzymů. Účastní se metabolismu cukrů a bílkovin. Dobrý vliv má na množení buněk. Kůň využije 30 – 60 % přijatého zinku z přijaté krmné dávky (Dušek et al., 2011).

Mangan (Mn)

Součástí enzymatických procesů. Účastní se metabolismu sacharidů a tuků. Podílí se na tvorbě kostí a pojivových tkání. Je důležitý i v reprodukční soustavě, kde podporuje nejen správné fungování vaječnicků. Nedostatek manganu není běžný, je obsažen v dostatečném množství v krmných dávkách (Meyer et Coenen, 2003).

Kobalt (Co)

Důležitý prvek, který je součástí syntézy vitamínu B₁₂ (Zeman a kol., 2006). Nedostatečné množství v organismu koně vyvolá anémii, pozastavení růstu a změna na kůži zvířat (Meyer et Coenen, 2003). Je vstřebáván jako většina minerálních látek v tenkém střevě (Dušek et al., 2011).

Jód (J)

Jód je součástí hormonů štítné žlázy, zde je uloženo 90 % z veškerého množství tohoto prvku (Dušek et al., 2011). Ovlivňuje také kvalitu srsti, utilizaci dusíku a nervový systém. Zastoupení jódu v organismu není stálé. Kolísá v závislosti na věku zvířat, ale také jejich fyziologickém stavu a pohlaví jedince. Příznakem nedostatku je snížená tvorba hormonu tyroxinu, mláďata se špatnou životaschopností, poruchy růstu mláďat, nekvalitní srst (Orling, 2015).

Selen (Se)

V malém množství je nepostradatelný. V těle zvířat se nejčastěji nachází v játrech a kostní tkáni. Má ochrannou funkci u jater (Dušek et al., 2011). Je součástí enzymu glutathionperoxidázy (GPx), ten se vyskytuje ve všech tkáních. Funkcí tohoto enzym je redukce vysoce reaktivních produktů metabolismu kyslíku. Selen takto účinkuje společně s vitamínem E (Musílková, 2016).

3.3.2.3 Vitamíny

V potravě se kromě minerálních látek vyskytují také vitamíny. Jsou to organické látky, potřebné pro organismus zvířat. Jejich příjem v optimálním množství zajišťuje dobrý zdravotní stav a růst zvířat. Stejně jako látky minerální a voda nejsou zdrojem energie. Organismus si může i některé vitamíny vytvořit z provitaminů, které nejsou biologicky aktivní jako vitamíny (Zeman a kol., 2006). Některé vitamíny si koně tvoří sami. Místem tvorby těchto vitaminů jsou střeva. Potřeby vitaminů u jednotlivých zvířat závisí na spouště faktorů, mezi ně řadíme především věk, zátěž, zdravotní a fyziologický stav. Nemůžeme opomínat ani na jejich množství obsažené v krmivu (Meyer et Coenen, 2003).

Vitamíny jsou v těle koní nepostradatelné, jelikož jsou součástí různých procesů jejich organismu, které jsou specifické pro určitý vitamin. Jsou součástí mechanismů podílejících se na přestavbě živin z krmiva, kdy se za jejich působení tyto živiny mění v tělesnou hmotu. Dále se podílejí na uvolňování energie z jednotlivých živin. Krmiva podávaná by svým obsahem vitaminů měla pokrýt záchovnou potřebu koní. U koní sportovních nebo jinak zatěžovaných je zapotřebí jejich krmnou dávku obohatit vitamínovými doplňky (Dušek et al., 2011). Rozdělujeme je na vitamíny rozpustné ve vodě a v tucích (Zeman a kol., 2006).

Vitamíny rozpustné v tucích zvané také jako lipofilní vitamíny mohou tvořit zásoby v těle koní. Patří sem vitamíny A, D, E a K. Absorpce těchto vitaminů vyžaduje bezproblémovou resorpci tuků v trávicím systému. (Zeman a kol., 1997).

Vitamíny A a E musí být dodávány krmivem neustále, kdežto vitamin K a vitamíny rozpustné ve vodě se mohou v značném množství tvořit ve střevě (Meyer et Coenen, 2003). Resorpce vitaminů rozpustných ve vodě není tak náročná jako je tomu u lipofilních vitaminů. Přebytky bývají vylučovány z těla močí, nedochází u nich k tvoření zásob v organismu. Mezi vodorozpustné vitamíny řadíme vitamin C, vitamíny skupiny B, biotin, cholin, karnitin (Davies, 2006). Nadbytečný přísun vitaminů se nazývá jako hypervitaminóza. Některé vitamíny v nadměrném množství mohou mít toxický účinek. Více toxické bývají vitamíny rozpustné v tucích (Zemana a kol., 1997).

3.4 Krmiva

Zdrojem živin a energie jsou krmiva. Koně musí tato krmiva přijímat v dostatečném množství a v dobré kvalitě, k udržení životních funkcí (Zeman a kol., 2005). Koně ve všestrannosti musí přijímat krmiva s vyšším obsahem energetických živin, jelikož spotřebovávají více energie při zátěži (Williams et Burk, 2010). Krmiva mohou být rozdělena dle původu na rostlinná, živočišná nebo minerální, dále dle množství živin, způsobu výroby a obsahu živin. Dle množství živin rozdělujeme krmiva na objemná a jadrná (Zeman a kol., 2006).

Velice důležitým faktorem při soutěžích všestrannosti je technika krmení. Správným postupem krmení můžeme docílit lepších sportovních výsledků a fyziologického stavu koní (Burk et Williams, 2008). Sportovní koně účastníci se třídních závodů potřebují velice kvalitní krmnou dávku, která odpovídá jejich vysokým nárokům na výdej energie při soutěži a tréninku. Vysoce zatěžovaní koně mají 1,5 -2 krát vyšší potřebu živin než koně s mírnou zátěží (NRC, 2007). Pro doplnění krmné dávky koní ve velké zátěži se používají krmiva koncentrovaná. Je známo, že koně přijímají 2 – 2,5% sušiny z tělesné hmotnosti (Williams et Burk, 2010). Krmení koní se rozděluje na dvě nebo více dávek, záleží na chovateli (Geor, 2008). Krmení koní během všestranných závodů je poupraveno tak, aby koně podali co nejlepší výkon a nebyl zatížen jejich trávicí trakt během závodu. Proto by se koním před 3 – 5 hodin před závodem nemělo podávat krmivo (Meyer, 1995). Koním se krmí seno společně s koncentrovaným krmivem, tím se zvýší zásoba svalového glykogenu. Je doporučováno koně krmit 1 až 4 hodiny po cross-country závodu (Lacombe et al., 2004).

3.4.1 Objemná krmiva

Pro koně tvoří největší část krmné dávky. Do této skupiny krmiv patří zelená píce, která může být také konzervována. V závislosti na technologii konzervace a skladování vzniká seno nebo siláž (Meyer et Coenen, 2003).

Siláže vyráběné pro krmení koní mají vysoký obsah sušiny, která dosahuje i více než 60 %. Za těchto podmínek probíhá nižší fermentace kyseliny mléčné a pH tedy není dostatečně nízké, aby zabránilo přežívání klostridií v siláži. Siláže obsahující klostridie mohou u koní vyvolat onemocnění zvané botulismus.

Tato krmiva by měla být zdravotně nezávadná, co nejméně prašná se zachovaným dostatečným množstvím kvalitních a stravitelných živin. V opačném případě hrozí koním zdravotní potíže, jako je například kolika nebo problémy v dýchací soustavě. V EU se siláže pro krmení koní příliš nepoužívají, důvodem jsou nepříznivé klimatické podmínky pro výrobu kvalitní siláže určené koním (Coenen, 2010).

Minimálně polovinu krmné dávky koní by měla tvořit objemná krmiva. Kvalitní seno je výborným krmivem pro dospělé koně v tréninku, naopak pro mladé rostoucí koně je vhodné k travnatému senu přidávat luštěniny nebo vojtěšku pro doplnění bílkovin, vápníku a fosforu, které podporují jejich růst (Williams et Burk, 2010).

Bylo potvrzeno, že malé množství sena před závodem nemá negativní vliv na výkon koně (Pagan a Harris, 1999).

U sena se SNL pohybuje v rozmezí 2 – 10 %. Stravitelná energie dosahuje 6 – 8,5 MJ. Je v něm obsaženo dostatečné množství minerálních látek 4,9 – 9,8 %. Nacházejí se tu také vitamíny skupiny B, vitamíny D, E a karoten. Po naskladnění by se seno nemělo krmít 6 týdnů, v tomto období hrozí riziko kolik. Množství podávaného sena na koně a den závisí na velikosti zvířete a jeho výživném stavu. Většinou se krmí v množství 8 – 12 kg/den (Dušek et al., 2011).

3.4.2 Jadrná krmiva

Jadrná krmiva se vyznačují vysokou koncentrací organických živin, převážně škrobu. Naopak obsah vlákniny je zde velice nízký. Rozdíly u jednotlivých plodin jsou ve struktuře škrobových zrn. Do této skupiny krmiv řadíme obiloviny jako je například oves, ječmen a kukuřice. Škrobová zrna kukuřice mají pevnější strukturu než ovesná a jsou tedy hůře stravitelná. Z tohoto důvodu je zapotřebí zrna narušit aby byl škrob pro zvířata dostupnější (Meyer et Coenen, 2003). Oves a ječmen se narušují šrotováním nebo mačkáním, zatímco u kukuřice se doporučuje vločkování zrna (Coenen, 2010).

Pro hydrataci po krosové zkoušce se koním krmí mash - otrubová kaše (Williams et Burk, 2010).

Oves

Významný vyšším obsahem vlákniny 10 – 11,6 % než je tomu u jiných obilovin. To je důvodem nižší stravitelnosti organické hmoty, která dosahuje 70%. Stravitelná energie (SE_k) je nižší než u ječmene nebo kukuřice. Oves má poměrně vysoké zastoupení tuku 4,5 -5,5 % (Dušek et al., 2011).

Krmné směsi

Častou složkou krmných dávek koní jsou průmyslově vyráběné krmné směsi. Jedná se o směs jadrných krmiv, která bývá obohacena krmnými doplňky a průmyslově vyráběnými komponenty (Dušek et al., 2011). Tato krmiva jsou většinou ve formě granulí. Složení těchto krmiv účelně nastaveno tak, aby odpovídalo energetickým potřebám koní. V jejich složení můžeme najít ječmen setý, pšeničné otruby, oves setý, hydrotermicky upravené obiloviny, sladový květ, cukrovarské řízky suš., uhličitan vápenatý, sojový extrahovaný šrot, premix doplňkových látek, chlorid sodný, chelát mědi, manganu, zinku a aminokyselin, oxid hořečnatý (ADW, bd.).

4 Praktická část

4.1 Popis stáje

Jezdecká stáj se nachází v okrese Rychnov nad Kněžnou, v obci Lipovka. Od roku 2006 je zde veden jezdecký klub pod názvem JK Isabel, z.s., který sdružuje členy s jezdeckou licenci a zájmem o jezdecký sport. Sportovní zaměření jezdců tohoto klubu se specializuje především na závody všestrannosti a parkuru. Majitelé stáje zde mají nejen své koně, ale také ustájené od soukromých majitelů koní. Jsou zde ustájeni koně různých plemen. Nabízejí mnoho služeb týkajících se chovu, výcviku a poradenství v oblasti koní, také přípravy jezdců a koní ke zkouškám základního výcviku. Provozují společenské akce, soustředění jezdců a koní, tábory pro děti a mnoho dalších aktivit.

Stáj pro koně přestavěná z původního kravína má kapacitu 22 koní je rozdělena do dvou sektorů A a B. Podlaha ve stáji je betonová, v sektoru B je na ní položena guma. Součástí stáje je klubovna se sociálním zařízením, kde mají zázemí majitelé koní a členové jezdeckého klubu. Prostorná sedlovna je dalším oddílem stáje, zde je uloženo veškeré vybavení pro koně. Na půdě jsou uskladněna objemná krmiva a podestýlka (balíky sena a slámy). Přípravna krmiv, zde jsou naskladněna jadrná a ostatní krmiva. Nově je ve stáji vybudován mycí box a solárium pro koně.

Boxy o rozměrech 3 x 3,5 m, jsou sezóně nastýlané pilinami nebo slámou. Součástí boxu je napáječka a krmný žlab. Každý kůň má možnost výhledu ven ze stáje, jelikož každý box má prostorné okno. Boxy mají železné konstrukce, které jsou ve spodní části vyplněné dřevěnými prkny. Vrchní část boxu je vyplněna příčně postavenými mřížemi, díky kterým na sebe koně vidí, ale nemohou si vzájemně ublížit. Podlaha v boxech je základní betonová, na kterou je v každém boxu položena guma. Na gumu je následně položena podestýlka. V jarním, letním a podzimním období se jako podestýlku využívají piliny, naopak v zimě se nastýlá slámou.

Součástí stáje je také venkovní areál. Zde se nachází travnaté i netravnaté výběhy pro koně. Výběhy jsou různých rozměrů od velkých pro pouštění více koní společně, po malé kde jsou koně pouštěny jednotlivě. V areálu jezdeckého klubu je také venkovní jízdárna s křemičitým pískem a jezdecká hala o rozměrech 52 x 15 m, jejímž povrchovým materiálem je směs křemičitého písku a geotextílie.



Obrázek č. 2: Stáj

4.2 Popis koní

4.2.1 GRANDE GUSTO

- Plemeno: Holštýnský teplokrevník
- Původ:
 - Otec: CASADO
 - Matka: GRAEFIN VII, po otci: LANGA. EXPRESS
- Datum narození: 19. 04. 2005
- Pohlaví: valach
- Zbarvení: hnědák
- Temperament: klidný
- Výživný stav: mírně hubený

Obrázek č. 3: Kůň GRANDE GUSTO



4.2.2 SIMON

- Plemeno: Český teplokrevník
- Původ:
 - Otec: SCYRIS
 - Matka: LADA, po otci: LANDOS
- Datum narození: 20. 04. 2011
- Pohlaví: valach
- Zbarvení: hnědák
- Temperament: živý
- Výživný stav: optimální

Obrázek č. 4: Kůň SIMON



4.2.3 LOTRANDO

- Plemeno: Český teplokrevník
- Původ:
 - Otec: LANDPRINZ s.v.
 - Matka: BRITÁNIE xx, po otci: VAL II
- Datum narození: 21. 06. 2000
- Pohlaví: valach
- Zbarvení: tmavý hnědák
- Temperament: klidný
- Výživný stav: mírně hubený

Obrázek č. 5: Kůň LOTRANDO



4.2.4 OBORA'S SHUT IT OUT

- Plemeno: Estonský sportovní kůň
- Původ:
 - Otec: SIR SHUTTERFLY
 - Matka: OUT OF SPACE, po otci: HERALDIK XX
- Datum narození: 13. 04. 2010
- Pohlaví: klisna
- Zbarvení: hnědka
- Temperament: živý
- Výživný stav: optimální

Obrázek č. 6: Kůň OBORA'S SHUT IT OUT



4.2.5 SAVOI COL DE JOLY

- Plemeno: Slovenský teplokrevník
- Původ:
 - Otec: SCATER
 - Matka: SERENA, po otci: SEEBOTE
- Datum narození: 02. 02 2011
- Pohlaví: klisna
- Zbarvení: tmavá hnědka
- Temperament: živý
- Kondice: optimální

Obrázek č. 7: Kůň SAVOI COL DE JOLY



4.2.6 MILTON KINSKÝ

- Plemeno: kůň Kinský - KINSKY
- Původ:
 - Otec: MINERAL
 - Matka: MANKA, po otci: ALMHIRT TÝNSKÝ
- Datum narození: 16. 04. 2011
- Pohlaví: hřebec
- Zbarvení: isabela
- Temperament: klidný
- Kondice: tlustý

Obrázek č. 8: Kůň MILTON KINSKÝ



4.3 Metodika pozorování

Kvalitní sportovní výkon mohou podávat pouze koně v dobrém zdravotním stavu a kondici, kteří jsou krmeni optimální krmnou dávkou odpovídající jejich potřebám pro výkon. Tyto potřeby jsou pro každého jedince specifické. Pro tuto práci jsem si vybrala sportovní stáj nacházející se v okrese Rychnov nad Kněžnou. Je zde ustájeno 22 koní, z nichž jsem pro pokus vybrala 6 koní, kteří jsou trénováni a připravováni do soutěží všestrannosti. Vybraní koně se od sebe liší plemennou příslušností, pohlavím, stářím a stupněm výkonnosti.

Krmné dávky koní jsou složeny jednotlivých krmiv. Koně jsou krmeny objemnými krmivy, jadrnými krmivy, ale také již hotovými krmnými směsmi pro sportovní koně nebo jinými krmivy, dávkovanými v různém množství a poměru. Krmnou dávku koně určuje jeho majitel na základě kondice a zatížení zvířete. Každý kůň má tedy jinou krmnou dávku.

Pozorováním ve stáji jsem zjistila, z jakých krmiv se skládá krmná dávka pro jednotlivé koně. Odebrala jsem vzorky používaných krmiv, které jsem následně analyzovala ve školní laboratoři na katedře mikrobiologie, výživy a dietetiky. Před použitím analýz jsem jednotlivá krmiva rozmixovala na malé částičky. Použitím jednotlivých analýz jsem zjistila množství živin v krmivech. Analýzy se týkaly obsahů živin jako je sušina, popeloviny, vláknina, dusíkaté látky (NL) a hrubý tuk. Hodnoty zjištěných živin z krmiva jsem následně použila pro výpočty potřeb energie jednotlivých koní.

V pokusech jsem také zjišťovala stravitelnost krmných dávek koní. Nejprve jsem odebrala vzorky výkalů od jednotlivých koní. Výkaly byly odebírány během jednoho celého dne (ráno, odpoledne a večer). Vzorky výkalů se následně vysušily mrazem v laboratoři. Po vysušení vzorků, jsem rozmixovala na malé částičky. Pro zjištění obsahu nestrávených živin ve výkalech jsem použila stejné analýzy jako při zjišťování živin v krmivech.

První analýzou bylo stanovení sušiny a popelovin. Pro jejich zjištění obsahu v krmivu jsem potřebovala analytickou váhu, elektrickou sušárnu, spalovací kelímky a muflovou pec. Do připravených a vyvážených kelímků byl navážen vzorek, ten byl následně sušen v elektrické sušárně po dobu 3 hodin při 103°C. Následným zvážením vychladlých vzorků jsem za pomoci výpočtu zjistila obsah sušiny v jednotlivých krmivech.

Vzorec pro stanovení sušiny:

$$X = \left(1 - \frac{m_2 \times m_3}{m_0 \times m_1}\right) \times 100$$

Tzn.:

m_0 = hmotnost navážky vzorku před předsušením

m_1 = hmotnost předsušeného vzorku po vyrovnání na vzdušnou vlhkost v g

m_2 = hmotnost navážky vzorku při sušení o 103°C v g

m_3 = hmotnost vysušeného vzorku po 3 hodinách při 103°C v g

Pro zjištění popelovin v krmivu byly takto vysušené vzorky vloženy do muflové pece. Zde setrvali po dobu 5,5 hodiny o teplotě 550 °C. Po vychladnutí jsem kelímky opět zvažila v analytické váze. Ze zjištěných hodnot za pomoci příslušného vzorce jsem zjistila množství popelovin obsažené v jednotlivých krmivech.

Vzorec pro stanovení popelovin:

$$X = \frac{1000 \times (m_2 - m_0)}{m_1 - m_0}$$

Tzn.:

m_0 = hmotnost prázdného kelímku v g

m_1 = hmotnost kelímku s navázkou vzorku v g

m_2 = hmotnost spáleného kelímku se vzorkem v g

Pro stanovení hrubé vlákniny jsme použili přístroj ANKOM™ 220. K analýze je potřebná destilovaná voda, H₂SO₄, NaOH, petroléter, aceton a filtrační sáčky. Popsané sáčky musí být nejprve vloženy do sušárny, alespoň na 45 minut při 103°C. Vychladlé sáčky z exikátoru zvažíme a naplníme je potřebným množstvím vzorku a sáček zatavíme. Rozprostřeme obsah sáčku po celé jeho ploše. Naskládané sáčky v karuselu vložíme do přístroje a zatížíme jej. Následně nalijeme kyselinu, uzavřeme a spustíme přístroj. Přístroj by měl takto běžet po dobu 45 minut po dosažení 100°C. Následně vypustíme roztok a přístroj propláchneme dostatečným množstvím horké destilované vody. Dále do přístroje nalijeme

hydroxid a necháme 45 minut pracovat. Po uplynulé době opět přístroj propláchneme horkou destilovanou vodou, poté studenou, která slouží pro ochlazení sáčků. Sáčky se vloží na 3 minuty do acetonu, odkud jsou následně vyndány osušeny a vloženy na do elektrické sušárny na 2 – 4 hodiny. Po vychladnutí vložit do připravených kelímků, v nichž jsou uloženy do muflové pece na stejnou dobu jako při zjišťování popelovin. Posledním krokem je vážení spálených vzorků.

Hrubou vlákninu zjistíme ze vztahu:

$$CF = \left(\frac{m_3 + m_4 - m_5 - (m_1 \times c_1)}{m_2} \right) \times 100$$

m_1 = je hmotnost prázdného sáčku v g

m_2 = je hmotnost navážky vzorku v g

m_3 = je hmotnost sáčku po vysušení v g

m_4 = je hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

m_5 = je hmotnost prázdného kelímku po spálení v g

c_1 = je korekční faktor prázdných sáčků daných při analýzy bez vzorku

$$c_1 = \frac{m_3}{m_1}$$

Obsah tuků v krmivech jsem stanovovala na přístroji SER™ 146 (Velp). Pro tento pokus jsem potřebovala petroléter, celulosové patrony, extrakční skleničky a elektrickou sušárnu. Celulósové tuby byly naplněny 5 g vzorku a zacpány vatou. Následně jsem je vložila do přístroje společně s připravenými skleněnými odměrkami, do kterých bylo přidáno 75 ml petroléteru. Vzorky během analýzy prošli třemi fázemi potřebnými pro získání tuků ze vzorku. Tuk obsažený v odměrkách jsem následně nechala vysušit při teplotě 103 °C. Z exikátoru vychlazené vzorky jsem zvažila.

Výpočet pro stanovení tuků je následující:

$$tuk = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \times 100$$

m_1 = hmotnost extrakčního kelímku s vysušeným vyextrahovaným tukem

m_2 = hmotnost prázdného extrakčního kelímku

m_3 = navážka vzorku

Pomocí přístroje Kjelttec™ 2 400 jsem stanovila obsah dusíkatých látek v krmivu. Postup před použitím přístroje je následující:

Nejdříve navážíme vzorek, který je umístěn do mineralizační tuby a přidáme mineralizační tabletu, 10 ml H₂SO₄ a 10 ml H₂O₂. Vznikla pěnová reakce, během které byl aktivní exhaustor. Následně jsme tuby vložili do mineralizačního bloku na 60 minut, kde byly při teplotě 420°C. po vychladnutí jsem přidala potřebné množství destilované vody.

Vzorky, které podstoupily výše zmíněnými kroky, byly postupně analyzovány v přístroji Kjelttec 2 400. Na elektronické obrazovce se vždy na konci analýzy každého vzorku zobrazilo procentuelní zastoupení dusíkatých látek.

Všechny výše zmíněné pokusy byly použity pro stanovení živin v krmivu a nestrávených živin ve výkalech.

Po výpočet záchovné potřeby jsem použila vzorec:

$$ZPE = H^{0,75} \times [0,552 + (0,0002 \times H)]$$

Kde:

- H = živá hmotnost zvířete v kg

Jméno	Živá hmotnost	Záchovná potřeba
SAVOI COL DE JOLY	510	70,19
OBORA 'S SHUT IT OUT	500	68,94
SIMON	586	79,70
GRANDE GUSTO	600	81,47
LOTRANDO	600	81,47
MILTON KINSKÝ	550	75,18

Tabulka č. 4: Výpočet záchovné potřeby jednotlivých koní

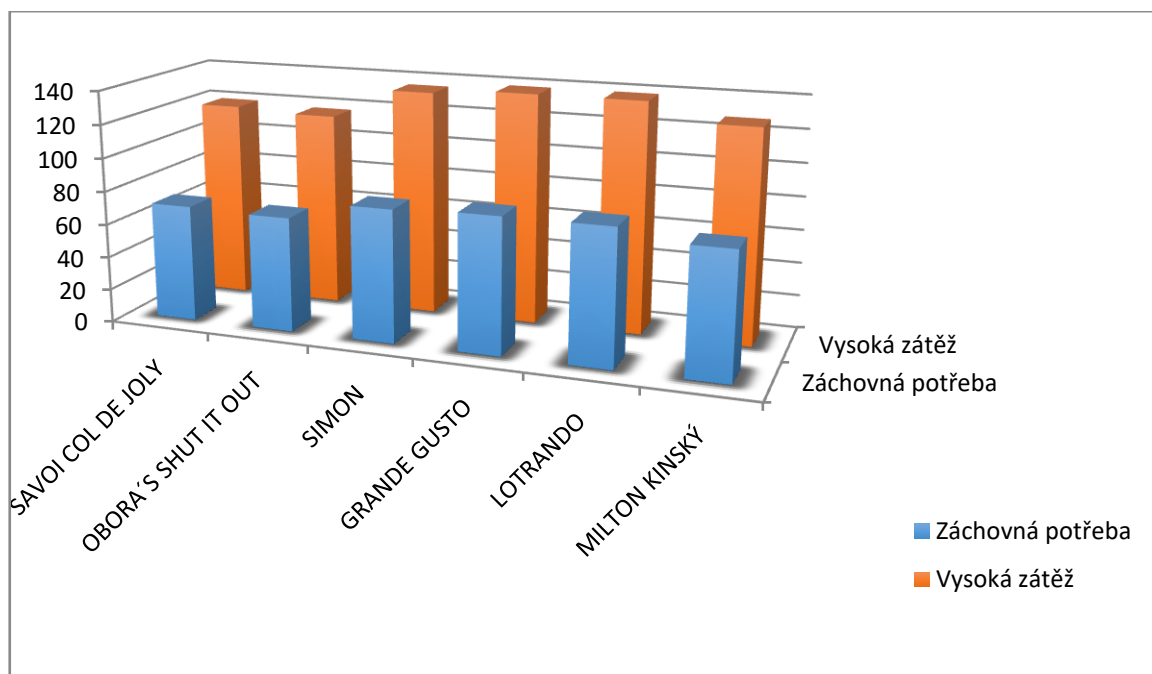
Koně vybraní do pokusu jsou trénováni šestkrát týdně, jeden den v týdnu mají volno pro odpočinek. Všestranný sport je pro každého koně velice náročný. Proto musí být koně pravidelně trénováni a zatěžováni. Záchovná potřeba u těchto koní je tedy vyšší než u koní nepracujících nebo v mírné zátěži.

Výpočet záchovné potřeby při vysoké zátěži:

$$Vz = ZPE \times 1,7$$

Jméno	Živá hmotnost	Záchovná potřeba	Vysoká zátěž
SAVOI COL DE JOLY	510	70,19	119,32
OBORA'S SHUT IT OUT	500	68,94	117,19
SIMON	586	79,70	135,49
GRANDE GUSTO	600	81,47	138,49
LOTRANDO	600	81,47	138,49
MILTON KINSKÝ	550	75,18	127,81

Tabulka č. 5: Požadavky energie pro koně ve vysoké zátěži



Graf č. 1: Porovnání požadavků energie záchovné potřeby a vysoké zátěže u sportovních koní

4.3.1 Rozdělení krmné dávky

Ve sledované stáji jsou koně krmení dvakrát denně. Každý kůň má svou krmnou dávku, která je odvozená od výživného stavu a zátěže jedince. Ranní krmení začíná v 7 hodin ráno. Po nakrmení jsou koně vypuštěni do výběhů. Sportovní koně jsou jednotlivě vypouštěni do malých výběhů. Ve skupinovém výběhu by jim mohlo hrozit nebezpečí poranění jiným koněm, takto lze zraněním předejít. Večerní krmení probíhá od 18 hodin.

Ranní krmná dávka pro koně				
	Seno (kg)	Oves (kg)	Granule (kg)	Řezanka (kg)
SAVOI COL DE JOLY	5	0	1	0
OBORA'S SHUT IT OUT	5	0	1	0
SIMON	6	0,5	0	0
GRANDE GUSTO	6	0,5	0	0
LOTRANDO	5	0,5	0	0
MILTON KINSKÝ	6	0,5	0	0

Tabulka č. 6: Ranní KD

Večerní krmná dávka pro koně				
	Seno (kg)	Oves (kg)	Granule (kg)	Řezanka (kg)
SAVOI COL DE JOLY	5	0,5	1	0
OBORA'S SHUT IT OUT	5	0	1	0,45
SIMON	6	1	1	0
GRANDE GUSTO	6	1	1	0,45
LOTRANDO	5	1	1	0
MILTON KINSKÝ	6	0,5	1	0

Tabulka č. 6: Večerní KD

4.4 Výpočty krmných dávek jednotlivých koní

Krmná dávka koně: LOTRANDO				
	Seno	Oves	Granule	Celkem
SE _k (MJ)	78,60	17,15	12,70	108,45
Sušina (g)	9145,83	1360,88	894,09	11400,81
Popeloviny (g)	390,09	33,34	55,56	478,99
Dusíkaté látky (g)	71,24	13,88	13,59	98,71
Tuk (g)	74,69	46,58	16,74	138,01
Vláknina (g)	2239,87	163,28	30,06	2433,20

Tabulka č. 7: KD 1

Krmná dávka koně: SAVOI COL DE JOLY				
	Seno	Oves	Granule	Celkem
SE _k (MJ)	78,60	5,71	25,40	109,71
Sušina (g)	9145,83	453,62	1788,19	11387,65
Popeloviny (g)	390,09	11,11	111,12	512,33
Dusíkaté látky (g)	71,24	4,63	27,19	103,06
Tuk (g)	74,69	15,53	33,49	123,71
Vláknina (g)	2239,87	54,43	61,19	2355,48

Tabulka č. 8: KD 2

Krmná dávka koně: OBORA'S SHUT IT OUT				
	Seno	Řezanka	Granule	Celkem
SE _k (MJ)	78,60	3,96	25,40	107,96
Sušina (g)	9145,83	399,13	1788,19	11333,16
Popeloviny (g)	390,09	21,00	111,12	522,22
Dusíkaté látky (g)	71,24	5,95	27,19	104,39
Tuk (g)	74,69	14,11	33,49	122,29
Vláknina (g)	2239,87	28,30	61,19	2329,36

Tabulka č. 9: KD 3

Krmná dávka koně: MILTON KINSKÝ				
	Seno	Oves	Granule	Celkem
SE _k (MJ)	94,32	11,41	12,7	118,43
Sušina (g)	10974,99	907,25	894,09	12776,35
Popeloviny (g)	468,11	22,23	55,56	545,89
Dusíkaté látky (g)	85,49	9,25	13,59	108,34
Tuk (g)	89,62	31,06	16,75	137,42
Vláknina (g)	2687,84	108,85	30,06	2826,75

Tabulka č. 10: KD 4

Krmná dávka koně: SIMON				
	Seno	Oves	Granule	Celkem
SE _k (MJ)	94,32	17,15	19,05	130,52
Sušina (g)	10974,99	1360,88	1341,15	13677,03
Popeloviny (g)	468,11	33,34	83,34	584,79
Dusíkaté látky (g)	85,49	13,88	20,39	119,77
Tuk (g)	89,62	46,58	25,12	161,32
Vláknina (g)	2687,84	163,28	45,89	2897,01

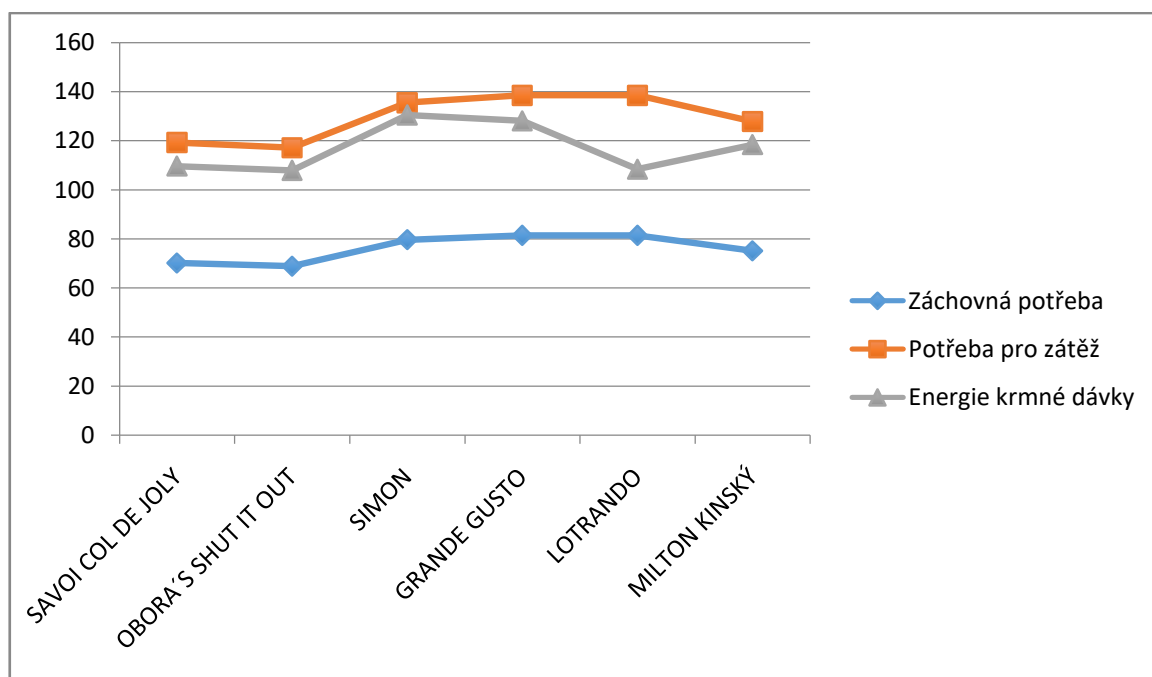
Tabulka č. 11: KD 5

Krmná dávka koně: GARDE GUSTO					
	Seno	Oves	Granule	Řezanka	Celkem
SE _k (MJ)	94,32	17,15	12,70	3,96	128,13
Sušina (g)	10974,99	1360,88	894,09	399,13	13629,10
Popeloviny (g)	468,11	33,34	55,56	21,00	578,02
Dusíkaté látky (g)	85,49	13,88	13,59	5,95	118,91
Tuk (g)	89,62	46,58	16,75	14,11	167,06
Vláknina (g)	2687,84	163,28	30,06	28,30	2909,48

Tabulka č. 12: KD 6

4.5 Porovnání hodnot krmné dávky s vypočtenou potřebou energie

Z následujícího grafu je patrné, že záchovná potřeba energie je pokryta energií z krmiva. Naopak krmná dávka nestačí pokrýt potřeby energie pro vysokou zátěž, kterou koně vykonávají.



Graf č. 2: Porovnání potřeby energie s energií obsaženou v KD.

Pro statistické šetření byl použit program STATISTICA 12. Tímto programem byla porovnávána energie přijímaná z krmiva s energií vypočítanou, jako potřeba při vysokém zatížení jednotlivých koní.

1) Tabulka zpracování dat

Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)					
	N platných	Průměr	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. 95,000%	Minimum	Maximum
Potřeba	6	129,4667	119,4423	139,4910	117,2000	138,5000
KD	6	117,1750	106,5095	127,8405	107,9000	130,5000

Tabulka č. 13: Výsledky statistického šetření.

Proměnná	Popisné statistiky (Tabulka1)	
	Sm.odch.	Směrod. Chyba
Potřeba	9,55210	3,899630
KD	10,16306	4,149051

Tabulka č. 14: Výsledky statistického šetření.

2) Testování hypotézy

Pro testování hypotézy byl v programu STATISTICA 12 použit párový t-test.

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (Tabulka1)							
	Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$							
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p
potřeba	129,4667	9,55210						
KD	117,1750	10,16306	6	12,29167	8,906875	3,380345	5	0,019667

Tabulka č. 15: Výsledky statistického šetření.

Hodnota p nám udává, že existuje statisticky průkazný rozdíl mezi porovnávanou energií krmné dávky a energií potřebnou pro výkon. Krmná dávka vybraných koní je skutečně nedostatečná.

5 Diskuze

Stanovování krmných dávek jednotlivých koní probíhalo během závodní sezóny, kdy vybraní koně byli ve velké zátěži. Ačkoliv krmné dávky obsahovali ve většině případů stejné krmné komponenty, jejich poměry u každého jedince byly odlišné. Krmení u těchto koní probíhalo dvakrát denně. Dušek et al. (2011) uvádí, že je v rámci menšího objemu trávicího traktu koní je vhodnější krmnou dávku rozdělit na 3 a více dávek, kdy polovina krmné dávky by měla být krmena večer a druhá polovina rozdělená na další dvě dávky se krmí ráno a odpoledne.

Dle Meyer et Coenen (2003) je při stanovení dávky pro koně primární hledisko, aby dávka pokryla energetické potřeby a potřeby bílkovin. Následně mohou být vypočítány ostatní živiny. Největší zastoupení v krmné dávce mělo objemné krmivo (seno), k němu bylo v závislosti na kondici, stupni zátěže a výživného stavu přidáváno jadrné nebo jiné krmivo. Všechny krmné dávky obsahovaly minimálně 3 druhy krmných komponentů. Dle Duška et al. (2011) krmná dávka složená pouze ze sena a ovsu nestačí pro koně s vyšší zátěží, z tohoto důvodu je zapotřebí přidávat do krmné dávky další krmiva. Velice vhodnými se jeví granulované směsi, které jsou významné dostatečným zastoupením všech potřebných látek pro koně. Díky technologické úpravě těchto granulovaných směsí byla prokázána i vyšší stravitelnost v nich obsažených živin (Dušek et al., 2011).

Z výsledků vypočtených krmných dávek je patrné, že krmné dávky u sledovaných koní nejsou dostatečné v závislosti k jejich vysoké zátěži a tedy potřebám energie pro výkon. Stravitelná energie krmiva je pod hranicí potřeb energie pro výkon u všech sledovaných koní. Křivka stravitelné energie v krmivu u většiny sledovaných koní kopíruje křivku potřeby energie pro výkon pod její hranicí. Výjimkou je kůň jménem Lotrando, který v porovnání s ostatními koňmi, jak je vidět v grafu č. 2 má vyšší nedostatek stravitelné energie pro výkon. U všech koní bych doporučila přehodnocení krmné dávky přidáním krmiv s vyšším zastoupením stravitelné energie.

Zeman a kol. (2006) uvádí, že množství přijaté sušiny u koně o hmotnosti 500kg by mělo být 8 367 g. Z tabulkových hodnot krmných dávek koní bylo množství přijímané sušiny vyšší v rozmezí 11333,16 - 13677,03 g. K vyššímu příjmu sušiny může docházet v závislosti na vyšší hmotnosti zvířat, ale také v důsledku jejich vyššího zatížení.

Vypočítané potřeby energie pro záchovu odpovídají tvrzení Zemana a kol. (2005), pro koně o živé hmotnosti 500 kg je ZPE 68,94 MJ. Dle Pagana (1998c) záchovná potřeba pro koně o živé hmotnosti 600 kg činí 81,22 MJ. Dušek et al. (2011) uvádí, že příjem vlákniny je velice důležitý pro vysoce zatěžované koně, její obsah v krmné dávce by neměl přesahovat 25 %. Obsahy vlákniny v krmných dávkách sledovaných koní jsou nižší, než doporučuje Zeman a kol. (2006). U sportovních koní by příjem vlákniny neměl být vyšší než 0,43 kg na 100 kg živé hmotnosti zvířete (Dušek et al., 2011). Obsah dusíkatých látek v krmných dávkách je vyšší, než je skutečná potřeba. Dle Zemana a kol. (2005) je potřeba dusíkatých látek 820 g pro koně o hmotnosti 500 kg. Rozpustné dusíkaté látky v seně jsou zastoupeny ze 45 % (Dušek et al., 2011).

6 Závěr

V mé diplomové práci jsem se zabývala stanovením krmných dávek u koní využívaných v soutěžích všestrannosti. Pro pokus bylo vybráno šest sportovních koní. Na základě pozorování, měření a vážení jsem zjistila množství a složení jednotlivých krmných dávek sledovaných koní. Odebráním vzorků krmiv a jejich následným analyzováním jsem zjistila obsahy živin jednotlivých krmiv.

Za pomoci výpočtů a zjištěných hodnot krmiv jsem dopočítala stravitelnou energii krmné dávky. Na základě vypočtené záchovné potřeby energie a energie potřebné pro zátěž jsem mohla porovnat, zdali krmné dávky koní odpovídají jejich skutečným potřebám. Z výsledků je patrné, že krmné dávky neodpovídají energetické potřebě pro zátěž, ve které koně během tréninku a závodů jsou. Záchovná potřeba energie byla u všech koní pokryta dostatečně.

Dle statistického šetření byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi vypočítanou energetickou potřebou pro zátěž koní a energií dostupnou z krmiva. Hypotéza se tedy zamítá, dávka neodpovídá skutečným potřebám vybraných koní.

Nedostatečná krmná dávka může být koním podávána buď z nedostatečné znalosti o krmivech, nebo z důvodů ekonomických. Majitelé sledovaných koní by měli přehodnotit jejich krmení. Doporučuji změnu krmné dávky zvýšením komponentů obsahující více stravitelné energie. Pro koně ve všestranném sportu je velice výhodné přidávat do krmné dávky rostlinný olej.

Jak již bylo zmíněno, krmení koní je velice důležitým aspektem pro kvalitní chov všech koní. Proto by se majitelé těchto zvířat měli více zajímat o toto odvětví. Koně krmeni optimální krmnou dávkou jsou mnohem zdravější a mohou podávat kvalitní výkony v jezdeckém sportu.

7 Seznam literatury

Bezděková B, Jahn P, Vyskočil M 2008: Gastric ulceration, appetite and feeding practices in standardbred racehorses in the Czech Republic. *Acta Vet Brno* 77: 603-607

Buford T., Kreider R., Stout J., Greenwood M., Campbell B., Spano M., Ziegenfuss T., Lopez H., Landis J., Antonio J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 4, 6.

Burk, A.O., and C.A. Williams. 2008. Feeding management practices and supplement use in top level event horses. *Comp. Ex. Physiol.* 5:85-93.

Clayton H. (1991). *Conditioning Sporthorses*, Sport Horse Publications. Mason, first edition p 46-60.

Coenen, M. (2010). *Equine Nutrition—A European Perspective*. University of Leipzig, Germany. *Feeding and veterinary management of the sport horse*. (2010). Kentucky equine research. pg. 112 – 115.

Coenen, M., Mosseler, A., & Vervuert, I. (2006). Fermentative gases in breath indicate that inulin and starch start to be degraded by microbial fermentation in the stomach and small intestine of the horse in contrast to pectin and cellulose. *Journal of Nutrition (Supplement)*, 36, 2108-2110.

Coyle, E.F., 1995. Substrate utilization during exercise in active people. *Am. J. Clin. Nutr.* 61, 968S – 979S.

Davies, Z. (2009). *Introduction to horse nutrition*. 9600 Grasington Road, Oxford, OX4 2DQ, United Kingdom. pg. 236. ISBN 978-1-4051-6998-1.

Dušek, J. et al. 2011. *Chov koní*. Nakladatelství Brázda, s.r.o., Praha. pg. 238-288. ISBN 978-80-209-0388-4.

Fowler, A. L., Hansen, T. L., Strasinger, L. A., Harlow, B. E., Lawrence, L. M. (2015). Phosphorus digestibility and phytate degradation by yearlings and mature horses. *Journal of Animal Science*, Volume 93, Issue 12, pg. 5735–5742, <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9139>.

Fradinho MJ, Ferreira-Dias G, Mateus L, Santos-Silva MF, Agrícola R, Barbosa M, Abreu JM 2006: The influence of mineral supplementation on skeleton formation and growth in Lusitano foals. *Livestock Sci* 104: 173-181

Gálik, B., Bíro, D., Juráček, M., Šimko, M., Gyöngyová E., (2009a). The concentrations of mineral elements in different conserved feeds. *Krmiva* 51: 223-227

Gary, G. M.(1992). Starch digestion and absorption in nonruminants. *Journal of Nutrition*, 122, pg. 172-177.

Geor, R.J. 2008. Nutritional management of the equine athlete. In: Hinchcliff, K.W., R.J. Geor and A.J. Kaneps (Ed.) *Equine Exercise Physiology. The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Saunders Elsevier, New York, NY, p. 301-325.

Geor, R. J. bd. *How Horses Digest Feed*. American association of equine practitioners. [online]. [cit. 2017-12-12]. Dostupné z <<https://aaep.org/horsehealth/how-horses-digest-feed>>.

Gina, T. (2011). *Feeding Fat to Horses*. The Feed Room. [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z <<http://www.horsefeedblog.com/2011/02/feeding-fat-to-horses/>>.

Glatter, M.; Wiedner, K.; Hirche, F.; Mielenz, N.; Hillegeist, D.; Bochnia, M.; Cehak, A.; Bachmann, M.; Greef, J. M.; Glaser, B.; Wolf, P.; Breves, G.; Zeyner, A., 2016c: Fermentation characteristics along the gastrointestinal tract after feeding of Jerusalem artichoke meal to adult healthy warmblood horses. *Journal of Animal Nutrition* 1, 16.

Hanák, J. et Olehla Č. 2010. Klinická fyziologie koní a jejich trénink. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno. pg. 33-39. ISBN 978-80-7305-131-0.

Humphrey, B.D., Stephensen, C.B., Calvert, C.C., Klasing, K.C., 2006. Lysine deficiency and feed restriction independently alter cationic amino acid transporter expression in chickens (*Gallus gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology* 143, 218–227.

Jassim, A. R. A. M.; Andrews, F. M., 2009: The bacterial community of the horse gastrointestinal tract and its relation to fermentative acidosis, laminitis, colic and stomach ulcers. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 25, 199– 215.

Lacombe, V.A., K.W. Hinchcliff, C.W. Kohn, S.T. Devor, and L.E. Taylor. 2004. Effects of feeding meals with various soluble-carbohydrate content on muscle glycogen synthesis after exercise in horses. *Am. J. Vet. Res.* 65:916-923.

Linden, A., T. Art, H. Amory, D. Desmecht and P. Lekeux, 1991. Effect of 5 different exercise, transportation and ACTH administration on plasma cortisol concentration in sport horses. In: S.G.B. Persson, A. Lindholm and L.B. Jeffcott (eds.) *Equine Exerc. Physiol.* vol.3. ICEEP Publication, Davis, CA: 391-396 pp

Lindner A., Dag Erginsoy S., Kissenbeck S. Mosen H., Hetzel U., Drommer W., Chamizo V.E., Rivero J.L. (2013). Effect of different blood-guided conditioning programmes on skeletal muscle ultrastructure and histochemistry of sport horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97, 374-386.

Marlin, D. 2006. Fyziologie zátěže a tréninku koní. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. VESEN, Brno. 26 s. ISBN: 80-7305558-9.

Mastellar, S. L., Coleman, R. J., Urschel, K. L. (2016). Controlled trial of whole body protein synthesis and plasma amino acid concentrations in yearling horses fed graded amounts of lysine. *The Veterinary Journal.* 216, 93 – 100.

McMiken, D.F., 1983. An energetic basis of equine performance. *Equine Vet. J., Suppl. 15*, pg. 123 – 133.

Meakim, D. W., Hintz, H. F., Schryver, H. F., & Lowe, J. E. (1981). The effect of dietary protein on calcium metabolism and growth of the weanling foal. In *Proc. Cornell Nutr. Conf., Ithaca, NY, Cornell Univ., Ithaca, NY*, p. 95.

Meyer, H., Ahlswede, L. & Reinhardt, H.J. (1975b). Untersuchungen über Freßdauer, Kaufrequenz und Futterzerkleinerung beim Pferd. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 82, 49–96.

Meyer, H., Coenen, M. 2003. *Krmení koní – Současné trendy ve výživě*. Euromedia Group, k. s. Praha. 256 s. ISBN: 80-249-0264-8.

Meyer, H. 1995. Influence of diet, exercise and water restriction on the gut fill in horses. In: *Proc. Equine Nutr. Physiol. Soc.* 14:90-91.

NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Horses*. 6th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC

PAGAN, J. D. 2009. *Advances in Equine Nutrition IV*. Kentucky Equine Research Inc. 2009. 423 s. ISBN: 978-1-904761-87-7.

Pagan, J. (2012). Carbohydrates in Equine Nutrition. Kentucky Equine Research. [online]. [cit. 2017-11-25]. Dostupné z <<https://ker.com/equine/carbohydrates-equine-nutrition/>>.

PAGAN, J. D. 1998c. Measuring the digestible energy content of horse feeds. *Advances in Equine Nutrition*. Pagan, J. D. (Ed.). Nottingham University Press. UK. pp. 71–76.

Pagan, J.D., and P.A. Harris. 1999. The effects of timing and amount of forage and grain on exercise response in Thoroughbred horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 30:451-457.

Perkins, G. A.; den Bakker, H. C.; Burton, A. J.; Erbs, H. N.; McDonough, S. P.; McDonough, P. L.; Parker, J.; Rosenthal, R. L.; Wiedmann, M.; Dowd, S. E.; Simpson, K.

W., 2012: Equine stomachs harbor an abundant and diverse mucosal microbiota. *Applied and Environmental Microbiology* 78, 2522–2532.

Reece, O. W. (2011). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat, 2., rozšířené vydání*, Grada Publishing, a. s., Praha. 473 s. ISBN: 978-80-247-3282-4.

Saastamoinen, M. T., Rosset, W. M. (2008). *Nutrition of the exercising horse*. EAAP publication No. 125. Wageningen Academic Publisher. ISBN 978-90-8686-071-5.

Santos, A. S.; Rodrigues, M. A. M.; Bessa, R. J. B.; Ferreira, L. M.; Martin-Rosset, W., 2010: Understanding the equine cecum-colon ecosystem: current knowledge and future perspectives. *Animal* 5, pg. 48–56.

Schuback K., Essen-Gustavsson B., Persson S. (2000). Effect of creatine supplementation on muscle metabolic response to a maximal treadmill exercise test in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal* 32, 533–540.

Simmons, H.A. and E.J.H. Ford, 1991. Gluconeogenesis from propionate produced in the colon of the horse. *Br. Vet. J.* 147, 340 – 345.

Slade, L. M., Bishop, R., Morris, J. G., Robinson, D. W. (1971). Digestion and Absorption of ¹⁵N-Labelled Microbial Protein in the Large Intestina of the Horse. *British Veterinary Journal*. 127-5. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)37583-8](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)37583-8)

Strauch, S., Wichert, B., Greef, J. M., Hillegeist, D., Zeyner, A., Liesegang, A. (2017). Evaluation of an *in vitro* system to simulate equine foregut digestion and the influence of acidity on protein and fructan degradation in the horse's stomach. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. DOI: 10.1111/jpn.12635

Vermeulen, R., Meeûs, de C., Plancke, L., Boshuizen, B., Bruijn de M., Delesalle, C. (2017). Effects of training on equine muscle physiology and muscle adaptations in response to different training approaches. 224 Review. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 2017, 86. pg. 230.

Wang, X.Q., Zeng, P.L., Feng, Y., Zhang, C.M., Yang, J.P., Shu, G., Jiang, Q.Y., 2012. Effects of dietary lysine levels on apparent nutrient digestibility and cationic amino acid transporter mRNA abundance in the small intestine of finishing pigs, *Sus scrofa*. *Animal Science Journal* 83, 148–155.

Warren, K. L. (2011). *The Skinny on Feeding Fat to Horses*. Department of Animal Sciences, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Florida Equine Institute & Allied Trade Show. Southeastern Livestock Pavilion. pg. 19 – 24.

Williams, C. A., BURK, A. *Feeding Management of the Three-Day Event Horse*. Feeding and veterinary management of the sport horse. (2010). *Kentucky equine research*. pg 26

Worthington, K.; Worthington, V. (2011). *Worthington Enzyme Manual*. Worthington Biochemical Corporation.

Zadeh, A. B. (2014). Digestion Mechanisms in the Stomach and the Intestine of Horse. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, Vol 3 [6]. pg. 55-58. Academy for Environment and Life Sciences. India. Online. ISSN 2277-1808.

Zeman, L., a kol., (2006). *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profí press, s. r. o., Praha. ISBN: 80-86726-17-7.

ZEMAN, L., HODBOŇ, P., MENDLÍK, J. 1997. *Výživa a technika krmení koní*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 57 s.

ZEMAN, L., ŠAJDLER, P., HOMOLKA, P., KUDRNA, V. 2005. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně*. MZLU. Brno. 116 s. ISBN 80-7175-855-X.

Zierler, K., 1999. Whole body glukose metabolism. *Am. J. Physiol.* 276, E409 – E46.

Zinker BA, T. Mohr, P. Kelly, K. Namdaran, D. P. Bracy and D. H. Wasserman, 1994. Exercise – induced fall in insulin: mechanism of action at thr lever and efekt on skeletal muscle glukose metabolism. *Am. J. Physiol.* 29, E683-E689.

Internetové zdroje:

ADW. bd. Active horse – granule pro sportovní koně. [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z <<https://www.adw.cz/vyziva-zvirat/krmiva-pro-kone/produkty/active-horse-granule-pro-sportovni-kone/>>.

Bentz, G. B. (2014). Digestion in the Horse. The HORSE. [online]. [cit. 2017-10-25]. Dostupné z <<https://thehorse.com/114205/digestion-in-the-horse/>>.

Briggs, K. (2014). Fats in Your Horse's Diet. The HORSE. [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z <<https://thehorse.com/125412/fats-in-your-horses-diet/>>.

Briggs, K. (1997). The Power of Protein. The HORSE. [online]. [cit. 2017-10-23]. Dostupné z <<https://thehorse.com/14701/the-power-of-protein/>>.

Janicki, K. M. (2017). Understanding Horse Water Requirements. The HORSE. [online]. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z <<https://thehorse.com/150906/understanding-horse-water-requirements/>>.

Kentucky Equine Research Staff. (2011). Think Energy When Feeding the Racehorse. Equine Research. [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z <<https://ker.com/equinews/think-energy-when-feeding-the-racehorse/>>.

Kentucky Equine Research Staff. (2009). Water: The Overlooked Nutrient. Kentucky Equine Research. [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z <<https://ker.com/equinews/water-the-overlooked-nutrient/>>.

Larson, E. (2011). Understanding Carbohydrates in Equine Diets. The HORSE. [online]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z <<https://thehorse.com/150701/understanding-carbohydrates-in-equine-diets/>>.

Musílková, K. (2016). Význam selenu a vitamínu E u koní. [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z <<https://www.eq-vet.com/news/vyznam-selenu-a-vitaminu-e-u-koni/>>.

Orling.cz. (2015). Minerální látky ve výživě koní. [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z <<https://www.oring.cz/cs/clanky/o-artroze-a-zviratech/kloubni-vyziva-koni/mineralni-latky-ve-vyzive-koni.html?page=3>>.

Otrubová, M. bd. Bílkoviny ve výživě koní. AGROPRESS.CZ. [online]. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z <<http://www.agopress.cz/bilkoviny-ve-vyzive-koni/>>.

Otrubová, M. bd. Nejčastější úpravy jaderných krmiv. Výživa zvířat.cz. [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z <http://www.vyzivazvirat.cz/blog/32_nejcastejsi-upravy-jadnych-krmiv.html>.

Otrubová, M. bd. Sacharidy ve výživě koní. AGROPRESS.CZ. [online]. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z <<http://www.agopress.cz/sacharidy-ve-vyzive-koni/>>.

Pagan, J. (2012). Carbohydrates in Equine Nutrition. Kentucky Equine Research. [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z <<https://ker.com/equine/carbohydrates-equine-nutrition/>>.

Rivero J. (2007). A scientific background for skeletal muscle conditioning in equine practice. Journal of Veterinary Medicine 54, 321–332.

The Horse Staff. (2002). Equine Digestive Physiology. The HORSE. [online]. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z <<https://thehorse.com/132591/equine-digestive-physiology/>>.

Understanding horse nutrition. bd. Lipids In the Equine Diet. Copyright 2008-2017 Understanding-Horse-Nutrition.com. [online]. [cit.2018-01-25]. Dostupné z <<https://www.understanding-horse-nutrition.com/lipids.html>>.

Veen J. V. D. (2015). Fiber Digestion In The Horse. Equisearch. [online]. [cit. 2018-01-12]. Dostupné z <<https://www.equisearch.com/discoverhorses/fiber-digestion-horse-29575>>.