

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Výživa a krmení dostihových koní v období dostihové sezóny

Bakalářská práce

Adéla Bayerová

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

Doc. Bc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 15.7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Petrovi Homolkovi, CSc., Ph.D. za laskavý přístup, cenné rady a odborné vedení bakalářské práce a paní Ing. Veronice Koukolové, Ph.D. za pomoc s bakalářskou prací.

Výživa a krmení dostihových koní v období dostihové sezóny

Souhrn

Tato bakalářská práce se zaměřuje na výživu a krmení dostihových koní v období dostihové sezóny. Cílem je poskytnout podrobný literární přehled klíčových aspektů týkajících se výživy dostihových koní, nutričních požadavků na krmivo a krmné dávky, přičemž se konkrétně zaměřuje na časové období dostihové sezóny.

Teoretická část práce je rozdělena na jednotlivé kapitoly, které jsou podrobně rozepsány. Členění práce do jednotlivých kapitol bylo zpracováno obvyklým způsobem – úvod, literární přehled, závěr a seznam použité literatury.

Fráze „jste to, co jíte“, platí i u dostihových koní. Výživa a krmná dávka by měla být jedním z nejdůležitějších prvků. Aby dostihoví koně mohli podávat optimální výkon, potřebují dostatek kvalitní energie, kterou získávají v krmivu (Gillick, 2010).

Pro vytvoření neoptimálnější krmné dávky, je důležité znát trávicí trakt koní, který se liší od ostatních býložravců.

Neznalost a špatná výživa může být důvodem mnoha gastrointestinálních poruch a může vést i ke snížení výkonnosti koně.

Sestavení krmné dávky se odvíjí podle intenzity tréninku a tréninkového plánu. Tréninkový plán je rozdělen na tři samostatné období. Období před dostihovou sezónou, období dostihové sezóny a období po dostihové sezóně.

Krmivo obsahuje živiny, které jsou důležité pro každý organismus. Dostihoví koně jsou náročnější na živiny, a proto je zvýšení pozornosti zaměřeno na nutriční potřeby. Krmiva musí být zdravotně nezávadná a nejvyšší kvality.

Klíčová slova: krmiva, krmná dávka, dostihový kůň, stravitelnost, živiny

Feeding racehorses during the racing season

Summary

This bachelor thesis focuses on racehorse nutrition during the racing season. It aims to give a detailed literary overview of key aspects related to racehorse nutrition, nutritional requirements of feed and feed ration, whilst specifically focusing on the time period of the racing season.

The theoretical section of the thesis is divided into individual detailed chapters. The thesis was divided into individual chapters in the usual way – introduction, literature review, conclusion and list of used literature.

The phrase „you are what you eat“ also applies to racehorses. Nutrition and feed ration should be one of the most important elements. For racehorses to perform optimally, they need enough quality energy, which they get from feed.

In order to create the most optimal feed for a racehorse, it is important to know the digestive tract of horses, which is different from other herbivores.

Ignorance and poor nutrition may be the cause of many gastrointestinal disorders and may also reduce horse performance.

The feed ration is based on the intensity of the training and the training plan. The training plan is divided into the three individual sections, the period before the racing season, the period of the racing season and the period after the racing season.

The feed contains nutrients that are important for every organism. Racehorses are more nutrient intensive, so attention to nutritional needs is important. Feed must be safe to health and of the highest quality.

Keywords: feed, feed ration, racing horse, digestibility, nutrients

Obsah

| | | |
|------------|--|----------|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Cíl práce | 2 |
| 3 | Literární rešerše | 3 |
| 3.1 | Trávicí soustava | 3 |
| 3.1.1 | Dutina ústní | 3 |
| 3.1.2 | Zuby | 3 |
| 3.1.3 | Jazyk | 4 |
| 3.1.4 | Hltan | 4 |
| 3.1.5 | Jícen | 4 |
| 3.1.6 | Žaludek | 4 |
| 3.1.7 | Tenké střevo | 5 |
| 3.1.8 | Tlusté střevo | 6 |
| 3.2 | Krmiva pro dostihové koně | 6 |
| 3.2.1 | Objemná krmiva | 6 |
| 3.2.1.1 | Zelená píče | 7 |
| 3.2.1.2 | Okopaniny | 7 |
| 3.2.1.3 | Siláže | 7 |
| 3.2.1.4 | Suchá krmiva | 8 |
| 3.2.2 | Jadrná krmiva | 8 |
| 3.2.2.1 | Obiloviny | 8 |
| 3.2.2.2 | Luskoviny, olejninny | 9 |
| 3.2.2.3 | Krmné směsi | 9 |
| 3.3 | Živiny ve výživě dostihových koní | 9 |
| 3.3.1 | Dusíkaté látky | 9 |
| 3.3.2 | Minerální látky | 10 |
| 3.3.2.1 | Vápník (Ca) a fosfor (P) | 11 |
| 3.3.2.2 | Hořčík (Mg) | 11 |
| 3.3.2.3 | Sodík (Na) a chlor (Cl) | 12 |
| 3.3.2.4 | Draslík (K) | 12 |
| 3.3.2.5 | Železo (Fe) | 12 |
| 3.3.2.6 | Měď (Cu) | 13 |
| 3.3.2.7 | Mangan (Mn) | 13 |
| 3.3.2.8 | Zinek (Zn) | 13 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.3.2.9 | Kobalt (Co)..... | 13 |
| 3.3.2.10 | Jód (I)..... | 13 |
| 3.3.2.11 | Selen (Se)..... | 14 |
| 3.4 | Vitamíny | 14 |
| 3.4.1 | Vitamíny rozpustné v tucích | 14 |
| 3.4.1.1 | Vitamín A..... | 14 |
| 3.4.1.2 | Vitamín D..... | 15 |
| 3.4.1.3 | Vitamín E | 15 |
| 3.4.1.4 | Vitamín K | 16 |
| 3.4.2 | Vitamíny rozpustné ve vodě | 17 |
| 3.4.2.1 | Vitamín B1 | 17 |
| 3.4.2.2 | Vitamín B2 | 17 |
| 3.4.2.3 | Vitamín B3 | 17 |
| 3.4.2.4 | Vitamín B4 | 18 |
| 3.4.2.5 | Vitamín B5 | 18 |
| 3.4.2.6 | Vitamín B6 | 18 |
| 3.4.2.7 | Vitamín B7 | 18 |
| 3.4.2.8 | Vitamín B9 | 18 |
| 3.4.2.9 | Vitamín B12 | 19 |
| 3.4.2.10 | Vitamín C..... | 19 |
| 3.5 | Lipidy | 19 |
| 3.6 | Sacharidy | 19 |
| 3.7 | Stravitelnost krmiv | 20 |
| 3.7.1 | Zdánlivá stravitelnost..... | 21 |
| 3.7.2 | Hodnocení stravitelnosti živin | 21 |
| 3.8 | Netradiční krmiva ve výživě dostihových koní | 22 |
| 3.9 | Metody stravitelnosti zjišťování živin | 23 |
| 3.9.1 | Metoda in vivo | 23 |
| 3.9.2 | Metoda in vitro | 24 |
| 3.10 | Požadavky na energii u dostihových koní | 24 |
| 3.10.1 | Stravitelná energie | 24 |
| 3.10.2 | Metabolizovatelná energie | 25 |
| 3.10.3 | Požadavky na protein..... | 26 |
| 3.11 | Sestavení krmné dávky pro dostihové koně | 26 |
| 3.12 | Příčiny dietetických poruch..... | 27 |
| 3.12.1 | Žaludeční ulcerace | 27 |
| 3.13 | Technika krmení dostihových koní | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.13.1 | Příprava na dostihovou sezónu | 28 |
| 3.13.2 | Dostihová sezóna | 30 |
| 3.13.3 | Období odpočinku po dostihové sezóně | 30 |
| 4 | Závěr | 31 |
| 5 | Seznam literatury..... | 32 |

1 Úvod

Koně se zde objevili před 60 miliony let. Prvním prakoněm byl Eohipus též známý jako Hyracotherium. Na přední končetině měl čtyři prsty a na zadní pouze tři. Vážil něco přes pět kilogramů a byl malý zhruba jako liška. Žil v eocénu v pralesích starších třetihor a živil se listím. Evolucí se postupně měnila tělesná stavba a z prstů na končetinách se utvořila kopyta (lichokopytníci). Zuby se začaly zvětšovat a přizpůsobovat krmivu. Ke změnám docházelo i v trávicím traktu, což dnešním koním umožňuje přijímat velké množství krmiva. Posledním předkem byl Plihippus a z něj se zhruba před milionem let vyvinul dnešní kůň domácí (Equus Caballus).

Koně žijí po celá staletí v symbióze s člověkem. Svě zastoupení má v bohaté historii, která nám přinesla první zmínky o ochození, domestikaci a využití koní. Dříve našli koně zastoupení převážně v bitvách, při práci a přepravě osob. Později se začali využívat i pro rekreační ježdění a sport. V dnešní době jsou koně vnímáni jako naši společníci a vynikající sportovci. Jedním z vynikajících sportovců je i Anglický plnokrevník šlechtěný na rychlost, která je kritériem pro zařazení do chovu.

Anglický plnokrevník (A1/1) byl vyšlechtěn v Anglii v 18. století. Jako předci anglického plnokrevníka jsou uváděni tři hřebci: Godolphin Barb, Darley Arabian a Byerley Turk. Pro toto plemeno je vedená uzavřená plemenná kniha, do které mohou být zapsáni pouze ti koně, kteří mají oba rodiče zapsané v plemenné knize Anglického plnokrevníka. Toto plemeno je využíváno v dostihovém sportu, který tvoří samostatné sportovní odvětví.

Dostihy jsou velkou zátěží na celý organismus, proto hraje důležitou roli výživa. Zvýšení pozornosti je zaměřeno na nutriční potřeby závodních koní. Výživa je důležitá pro správný růst a vývoj organismu a pro dostatečný příjem energie, která je nezbytná pro svalovou práci dle intenzity zátěže. Každý kůň má individuální nutriční požadavky a je důležité tyto požadavky splňovat. V současné praxi výživy koní platí zásada, že můžeme využívat přizpůsobivosti trávicí soustavy, ale zároveň musíme respektovat její fyziologii a anatomii. Za dobu domestikace koně, která trvá zhruba 6000 let se způsob přijímání krmiva, stavba ani funkce trávicí soustavy nijak výrazně nezměnily (Meyer et Coenen, 2003).

Aby byl kůň úspěšný při vysokorychlostních nebo silově zaměřených činnostech, jako je závodění, musí být schopen vykonávat vysokou intenzitu výkonu a udržovat tuto intenzitu déle než jeho konkurenti. Fyzická kondice a zdraví jsou dva primární faktory, které umožňují, aby kůň byl schopen úspěšně vykonávat svou činnost, přičemž výživa hraje rozhodující roli při dosažení sportovního potenciálu. Znalosti o typických závodních a výcvikových programech spojených s některými z populárnějších závodních plemen, jakož i o některých výhodách a omezeních různých běžně krmených složek výživy, mohou napomoci při navrhování programu krmení, který může podporovat optimální výkon (Nielsen, 2013).

2 Cíl práce

Cílem práce bylo zpracování literárního přehledu o výživě dostihových koní v období dostihové sezóny a nutričních požadavcích na krmiva a krmné dávky ve výživě koní. Práce je zaměřena na ucelené informace o výživě a problematice výživy dostihových koní.

3 Literární řešerše

3.1 Trávicí soustava

Gastrointestinální trakt je pozoruhodný orgánový systém s potenciální délkou u dospělého koně nad 30 metrů a objemem 150 litrů. Stejně jako u jiných savců musí i u koně všechny anatomické oblasti gastrointestinálního traktu specializující se na provádění specifických funkcí fungovat správně ve prospěch zvířete (Ericsson et al., 2016). Podílí se na udržování stálosti vnitřního prostředí, hospodaření s vodou a minerálními látkami. K životu je nezbytné, aby zvířata dostávala pro své tělesné funkce důležité živiny z krmiva (Reece, 2010). Poruchy gastrointestinálního traktu jsou v klinické praxi běžné, zatímco selhání jiného orgánu je méně časté (Denotta et Divers, 2019).

Koně se řadí do nepřežvýkavých býložravců. Býložravci mají trávicí soustavu přizpůsobenou k trávení velkého množství vlákniny (Zeman et al., 1997). Trávicí soustava je trubicová struktura, která je dutá a vede od dutiny ústní až po konečník. K důležitým procesům patří mechanické a chemické zpracování, které umožní rozmělnění krmiva na menší částice. Tento proces se nazývá trávení (Reece, 2010). Krmivo, které není stráveno, se vylučuje z těla v podobě výkalů (Meyer et Coenen, 2003).

3.1.1 Dutina ústní

Dutinou ústní začíná trávicí soustava. Přijímá se zde krmivo, která se začíná mechanicky zpracovávat. Obsahuje sliny, které jsou promíchávány s krmivem a usnadňují spolknutí sousta (bolus) (Reece, 2010). Sliny jsou vylučovány velkými slinnými žlázami. Patří mezi ně žláza příušní, podčelistní a podjazyková. Vylučují se v množství v rozmezí od 35 – 45 litrů denně u dospělých koní. Sliny obsahují pouze malé množství amylázy, ale přítomnost chloru a kyselého uhličitanu sodného dává slinám vlastnosti, které tlumí obsah žaludeční slepé komory (Cichorska et al., 2014). Koně produkují asi 40 – 90 ml slin za minutu, měnící se podle krmiva (Brandt et Furtado, 2009).

Jazyk a zuby napomáhají zpracování (Reece, 2010). Krmivo se zpracovává mezi stoličkami, které mají široké žvýkací plochy. Dutina je ohraničena pohyblivými, silnými pysky, kterými kůň přijímá krmivo a umožňují mu ho třídít a nechat méně chutné zbytky. Tato schopnost koním umožňuje snižovat riziko pozření cizího tělesa. (Meyer et Coenen, 2003).

3.1.2 Zuby

Slouží k ukousnutí krmiva a mechanicky ho rozmělnují. Na zubních ploškách dochází k drčení. Savci mají čtyři typy zubů, které rozdělujeme podle umístění a jejich funkce.

Řezáky, označovány jako kleště či klíšťky jsou používány k ukousnutí krmiva. Jsou umístěny nejkranialněji v dutině ústní. Špičáky, které se vyskytují převážně u hřebců, jsou uloženy v bezzubém prostoru. Třenové zuby nebo také třenáky, jsou uloženy za špičáky. Poslední zuby v dutině ústní jsou stoličky. Třenové zuby a stoličky jsou někdy nazývány lícni zuby. Jejich funkcí je rozmělnování krmiva (Reece, 2010). Zuby jsou tvořeny cementem, zubovinou a pevnou sklovinou.

Koně žvýkají krmivo na stranách, které pravidelně střídají. Pro správné rozmělnění krmiva je důležitý zdravý a úplný chrup. Při poškození řezáků může dojít k poranění pysků a způsobit tak bolestivé zranění (Meyer et Coenen, 2003). Zubní vzorec udává správný počet zubů na jedné povinně horní a dolní čelisti. U koní lze přibližně zjistit věk podle prořezání dolních řezáků a následně jejich opotřebení (Reece, 2010).

3.1.3 Jazyk

Důležitý svalový orgán sloužící k posunu krmiva v dutině ústní, který je pokryt sliznicí. Na drsném povrchu jazyka jsou nitkovité bradavky, které pomáhají posunu krmiva, nebo péči o srst. Dále jsou zde chuťové pohárky, které reagují na rozdílné chuťové podněty. Jazyk obsahuje svalová vlákna, která jsou orientována třemi směry. Díky těmto svalovým vláknům je umožněna jeho velká pohyblivost, která napomáhá k posunu sousta přes hltan do jícnu (Reece, 2010).

3.1.4 Hltan

Je trubice umístěná za dutinou ústní, do které vedou otvory. Komunikuje s horními dýchacími cestami. Dále z něho vedou otvory do dvou nosních dutin, dvou Eustachových trubic, hrtanu a jícnu. Vniknutím krmiva do jícnu je zabráněno příklopkou reflexně při polykání. Eustachova trubice spojuje hltan se středním uchem a vyrovnává tak tlak vzduchu (Reece, 2010).

3.1.5 Jícen

Svalová trubice, která spojuje hltan a žaludek. Vede zleva podél průdušnice. Jícen prochází bránicí a následně vstupuje do žaludku v dutině břišní. Činností svaloviny jícnu dochází ke vzniku peristaltických vln, které transportují krmivo a vodu. Na hltanovém konci je jícen uzavřen jícnovým kruhovým svěračem. Při vstupu do žaludku (česlo) zůstává i jícen přirozeně uzavřený. Uvnitř jícnu vytváří sliznice řasy. Mohou tedy procházet velké kusy krmiva, které jsou zodpovědné za roztažení jícnových řas, sliznice a podslizničního vaziva. Může dojít i k ucpaní a to v místech zúžení jícnu (Reece, 2010).

3.1.6 Žaludek

Žaludek u koní je malý a jednoduchý (Zeman et al., 1997). V žaludku začíná trávení a shromažďuje se zde krmivo (Reece, 2010). Žaludek je uzpůsobený pro nepřetržitý příjem malého množství krmiva (Brandi et Furtado, 2009). Díky bakteriím, které jsou zde přítomné a jsou odolné vůči kyselinám, zde začíná fermentace (Ericsson et al., 2016).

Jícen vstupuje do žaludku a tvoří česlo. Na česlo (cardia) navazuje dno žaludku. Dno žaludku (fundus) přiléhá k tělu a vytváří střední část žaludku, která se nejvíce zvětšuje při naplnění. Vrátníková předsíň tvoří další část žaludku a pokračuje do vrátníku. Vrátník je zúžená část žaludku, která vstupuje do dvanáctníku. Uvnitř žaludku je sliznice s různými typy žaludečních žlázek. Nacházejí se jako oblasti kardinální a fundální žaludeční sliznice. Buňky hlavní, krycí a vedlejší jsou obsaženy v žaludečních žlázách. Hlen produkují všechny vedlejší

buňky, pepsinogen buňky hlavní a kyselinu chlorovodíkovou vylučují krycí buňky. Hormon gastrin secernují pylorické žlázy (Reece, 2010).

Trávení v žaludku je výsledek činnosti enzymů přítomných v krmivu, v mikroorganismech a žaludečních šťávách. V přední části žaludku dochází k mikrobiálnímu trávení díky pH a vysokému obsahu mikrobů, kde se odbourávají lehce štěpitelné sacharidy (sacharidy, škroby) a z části také bílkoviny. Na dně žaludku (fundus) jsou žaludeční šťávy. Obsahují kyselinu chlorovodíkovou a enzym pepsin, který štěpí bílkoviny. Trávenina je důkladně promíchána kyselinou chlorovodíkovou díky silným kontrakcím žaludečních stěn (Meyer et Coenen, 2003).

Žaludek a tenké střevo jsou orgány, kde se rozkládají a vstřebávají organické živiny (Zeman et al., 1997). Ve srovnání s celým gastrointestinálním traktem je objem žaludku malý (8 – 15 l). To způsobí, že se kůň v krátkých intervalech přizpůsobí příjmu malého množství krmiva. Koně, kteří mají trvalý přístup k objemným krmivům, jako je seno a sláma a kteří získávají koncentráty několikrát denně v malých dávkách, nejsou vystaveni nadměrnému zatížení žaludku. Na druhou stranu je nutnost používat vysoce koncentrovanou stravu v případě sportovních koní, kteří vystavují jejich nízkokapacitní žaludky přetížení (Cichorska et al., 2014).

3.1.7 Tenké střevo

Tenké střevo rozdělujeme na tři části. Skládá se z dvanáctníku (duodenum), lačnicku (jejunum) a kyčelníku (ileum). Dvanáctník vytváří kličku ohýbáním se z levé strany na pravou. Ke kličce přiléhá slinivka břišní a do dvanáctníku ústí její vývody. Šťáva se podílí na trávení (Reece, 2010). Jsou v ní obsaženy enzymy trypsin, amyláza a lipáza, ale také mnoho zásaditých sloučenin, které jsou nutné k neutralizaci kyselého tráveniny (Meyer et Coenen, 2003). Dále se do dvanáctníku vylévá žluč tvořená v játrech (Reece, 2010), která podporuje trávení tuků (Meyer et Coenen, 2003).

Tenké střevo je pufováno téměř na neutrální pH pomocí pankreatického bikarbonátu a jaterní žluči. Je primárním místem trávení proteinu, rozpustných sacharidů a tuků a je kolonizováno komenzálními mikrobiálními komunitami (Ericsson et al., 2016). Obsah žaludku, který vstupuje do tenkého střeva, se nazývá zažitina neboli chymus. Vnitřní povrch střeva je pokryt sliznicí (Reece, 2010). Vzhledem k rychlému průchodu tenkým střevem a relativně tekutému obsahu zažitiny, dochází ke skutečné kolonizaci primárně na povrchu sliznice (Ericsson et al., 2016).

Nervová vlákna, mízní a krevní cévy jsou uloženy v pojivové tkáni, která představuje podslizniční vrstvu. Ta obsahuje řídkou vrstvu hladké svaloviny. Střevní sliznice vytváří řasy a ty zvětšují vnitřní povrch střeva (Reece, 2010). Sliznice je zvrásněna a pokryta klky, které mají povrch tvořený jednovrstevným, cylindrickým epitelem s řasinkami (Meyer et Coenen, 2003). Na střevní klky se upínají jednotlivá vlákna hladké svaloviny. Umožňuje pohyb klků a kontrakci. Vrstva podélné a kruhové hladké svaloviny je umístěna pod podslizniční vrstvou. Stahy hladké svaloviny pomáhají promíchávat a posouvat tráveninu ve střevě. V podslizniční vrstvě je nervová síť (Meissnerova pleteň), která řídí sekreci epitelových buněk a průtok krve. Auerbachova pleteň je další nervová síť umístěná mezi vnitřní kruhovou a vnější podélnou

hladkosvalovou vrstvou. Napomáhá řízení pohybů žaludku a střeva. Tyto dvě pleteně se označují jako střevní nervová soustava.

Seróza je vnější vrstva, která pokrývá povrch střeva a přechází v mezenterium. Mezenterium je závěsný systém střeva v břišní dutině. V břišní dutině je střevo stočeno do kliček a závitů (Reece, 2010).

3.1.8 Tlusté střevo

Tlusté střevo rozdělujeme na tři části. Slepé střevo (caecum), tračník a konečník, který končí řitním otvorem (anus) (Reece, 2010). Tlusté střevo má speciální strukturu, která využívá krmiva bohatá na vlákninu. Pojme až 115 litrů tekutin a tvoří domov pro biliony bakterií, prvoků a kvasinek. Ty produkují enzymy rozkládající krmiva (Zeman et al., 1997). Je zde vstřebávána voda a dochází k zahuštění obsahu střev (Meyer et Coenen, 2003). Vzhledem k jeho roli při resorpci vody je obsah tlustého střeva pevnější a obsahuje velké množství bakteriální hustoty (Ericsson et al., 2016)

Tračník se dále dělí na vzestupný, příčný a sestupný. U koní je vzestupný tračník uspořádán do tračnickového labyrintu. Je také označován jako velký tračník, který ústí do malého a skládá se z ventrální a dorzální slohy. Část sestupného tračníku prochází pánví a nazývá se konečník (rectum). Tato část slouží pro skladování výkalů před defekací. Sestupný tračník je označován jako malý tračník končící řitním otvorem (anus) (Reece, 2010). Koňské výkaly mají svůj charakteristický tvar díky kapsovitým vychlípeninám sliznice (Meyer et Coenen, 2003).

Ve slepém střevě a tračnicku dochází k fermentaci krmiva. Fermentaci předchází enzymatické trávení. Slepé střevo je objemné a je uloženo od pánevního vstupu až na dno břišní dutiny. Těsně za bránicí je uložen vrchol slepého střeva. Je obvykle uloženo na pravé straně. Slepé střevo a tračník obsahují výdutě ve stěně za přítomnosti podélné a kruhové vrstvy hladké svaloviny. Výdutě slouží jako nádoby, které pojmu určitý objem střevního obsahu. Dále napomáhají v tlustém střevě zadržovat tráveninu a umožňují intenzivnější bakteriální trávení (Reece, 2010).

3.2 Krmiva pro dostihové koně

Krmiva rozdělujeme na objemná a jadrná (koncentrovaná). Obsahují živiny, energii a také nepostradatelné strukturální látky, které jsou důležité pro správnou funkci trávicího traktu. Z jednotlivých jadrných krmiv jsou vyráběny krmné směsi. Pro výpočet krmné dávky je nutno znát krmiva, jejich stravitelnost, složení, konzervaci, chutnost, obsah škodlivých látek a jejich snášenlivost. K nejdůležitějším kritériím patří hygienická kvalita krmiv, protože koně jsou velmi citliví vůči kontaminovaným a zkaženým krmivům (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.1 Objemná krmiva

Tvoří většinu krmných dávek koní (Kolářová et Čermák, 1997). Objemná krmiva můžeme rozdělit na šťavnatá a suchá. Mezi šťavnatá krmiva zahrnujeme pastvu a siláž. Suchá krmiva se rozdělují na seno a slámu. Jednotlivá krmiva jsou rozdělena podle původu a druhu.

Největší význam má pro koně zelená píce a její konzerváty jakou je siláž a seno, také obilí a obilné produkty (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.1.1 Zelená píce

Koním se zkrmuje pouze čerstvá píce (Kolářová et Čermák, 1997). Tvoří hlavní část krmivového programu (Zeman et al., 1997). Skládá se z nadzemních částí krmných plodin. Využívají se jeteloviny (vojtěška, vičenec, červený jetel), které mají vysoký podíl bílkovin a vápníku. Důležitá je píce z trvalých porostů, jako jsou louky, nebo pastviny (Meyer et Coenen, 2003). Příliš vodnatá, či zapařená může být pro koně velmi nebezpečná. Píci s nízkým obsahem sušiny je dobré smíchat s řezankou slámy. Doporučené krmení zelené píce je na noc. Při zvýšeném krmení píce se častěji tvoří plyny a objevují se kolikové příznaky (Kolářová et Čermák, 1997).

U dostihových koní není doporučeno krmit píci ve velkém množství z důvodu přetížení trávicí soustavy. Nejlepší zelenou píci je porost na pastvě, kdy se kůň pase ad libitum a kde má možnost odpočinku. Doporučené druhy jsou jetelové, luční a pastevní porosty, kukuřice a luskovinoobilné směsky. Jednou z nejhodnotnějších pícnin je vojtěška. Obsahuje vysokou hodnotu bílkovin, vápníku, fosforu, vitamínů a mikroprvků (Kolářová et Čermák, 1997).

3.2.1.2 Okopaniny

Krmné okopaniny patří mezi lehce stravitelná, šťavnatá, sacharidová krmiva s nízkým obsahem vlákniny. V krmné dávce zlepšují trávení. Koním se často zkrmuje mrkev, která má dietetické účinky a vysoký obsah karotenu. Dále krmná řepa, která se zkrmuje převážně krouhaná (Kolářová et Čermák, 1997). Nejcennější je cukrovka, která má vysoký podíl sušiny a cukru (Meyer et Coenen, 2003). Zkrmují se i brambory, které je nejlepší podávat očištěné a pařené (Kolářová et Čermák, 1997). Okopaniny se téměř rovnají krmivům jadrným z hlediska obsahu energeticky důležitých látek v sušině (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.1.3 Siláže

V našich podmínkách není obvyklé krmit koně siláží, či senáží. Výjimkou jsou tažní koně. Nejčastější je kukuřičná siláž, na kterou si koně musí pozvolna zvykat (Kolářová et Čermák, 1997). Rozštěpené kusy stébla mohou ze začátku způsobovat poranění pysků (Meyer et Coenen, 2003).

Při zkrmování siláže je důležité dodržovat čistotu žlabů a odstraňovat staré zbytky. Ty mohou způsobit zdravotní potíže (Kolářová et Čermák, 1997). Ke kažení siláží dochází především, pokud hodnota pH dostatečně neklesla, nebo nejsou ideální anaerobní podmínky. Nedostatek anaerobních podmínek vzniká, pokud dojde k neúplnému utěsnění, či poškození ochranné fólie. Silážováním dochází k nízkým ztrátám živin. Na práci je méně náročná a méně závislá na počasí oproti senu. Se senem je siláž srovnatelná při dodržení dobré hygienické kvality. Důležitá je délka při řezání, aby byla zachována stimulace ke žvýkání. Minimální délka je 5 cm. Senáž je krmivo, které má více než 55 % sušiny. Pro individuální chov koní je velice vhodná (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.1.4 Suchá krmiva

Za nejlepší suché krmivo je považováno seno (Kolářová et Čermák, 1997). Vzniká konzervací zelené píce, a to sušením píce z luk a pastvin (luční seno) (Meyer et Coenen, 2003). Nejvhodnější je seno luční, ale zkrmuje se také seno jetelové a vojtěškové (Kolářová et Čermák, 1997). Mělo by obsahovat více než 20 % vlákniny (Meyer et Coenen, 2003). Seno musí být dobře vyzrálé a kvalitní, aby nevznikaly zdravotní problémy ve formě kolik (Kolářová et Čermák, 1997). Dokud není ukončena fermentace, nesmí být seno zkrmováno. Pokud je obsah vody vyšší než 15 %, množí se roztoči, bakterie a plísně (Meyer et Coenen, 2003). Důležité je, aby bylo prosté plevelných bylin. Koně silně reagují na jedovaté rostliny a nemohou je zvracet. Zvracení je znemožněno nálevkovitým vyústěním jícnu do žaludku (Kolářová et Čermák, 1997). Seno je složeno z několika druhů trav. Často ve směsi s bylinami a jetelovinami (Meyer et Coenen, 2003).

Dobře zkrmitelná je také sláma. Lze zkrmovat i slámu z ozimů jako je žitná a pšeničná. V zimním období se podává sláma ovesná, která nahrazuje seno. Sláma se nejčastěji zkrmuje jako suchá řezanka 2 – 4 cm dlouhá. Delší řezanka je špatně míchatelná s ovsem a kratší způsobuje zácpy a koliky (Kolářová et Čermák, 1997). Nejbohatší na živiny jsou ovesná a luskovinná sláma, které jsou bohaté na stonky. Krmná hodnota je tvořena poměrem podílu stéblo/čepel a také akceptovatelností. Nejlépe přijímány jsou pšeničná a žitná sláma, které jsou bohaté na čepel, jsou tvrdé a dobře usušené. Krmná sláma, která není nařezaná, slouží k regulaci příjmu krmiva, záchově fyziologických podmínek v tlustém střevě, zabavení koní a také k dostatečnému pocitu nasycení. Pokud je smíchána s jadrnými krmivy, může z části nahradit funkci sena (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.2 Jadrná krmiva

Jadrná krmiva lze nazývat jako krmiva koncentrovaná. Patří mezi ně obiloviny, olejninu, luskoviny, odpady krmivářského průmyslu a krmné směsi (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.2.1 Obiloviny

Používá se kukuřice a produkty zrna (Meyer et Coenen, 2003). Při krmením kukuřicí je lepší podávat koním celé palice. Oves je tradičním krmivem pro koně, zkrmuje se mačkaný, nebo celý (Kolářová et Čermák, 1997). Je dobře rozžvýkán a je znám svou dobrou stravitelností, proto je výhodný oproti ostatním obilovinám. Dávky se řídí podle pracovního výkonu. Obilné zrní se vyznačuje malým množstvím tuku, průměrným množstvím bílkovin a vysokým obsahem škrobu. Ve struktuře škrobu jsou důležité rozdíly. Podíl hrubé vlákniny u ječmene a kukuřice je nízký, ale u ovsa je relativně vysoký. Obiloviny jsou chudé na vápník stejně jako na sodík a draslík. Oproti tomu fosfor a hořčík dosahují hodnot průměrných. Z vitamínů rozpustných v tucích se vyskytuje pouze vitamín E ve větším množství. Obiloviny jsou bohaté i na vitamín B (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.2.2 Luskoviny, olejniny

Semena luskovin jako jsou hrachor, hrách, fazole, sója a vlčí bob jsou bohatší na bílkoviny oproti obilným zrnům. Luskoviny jsou také bohaté na tuk. Setý a polní hrách snáší koně dobře, pokud je dodržena jeho hygienická kvalita.

Nevhodný je pro koně hrachor, který obsahuje silný jed (aminopropionitril). Vede k těžkým nervovým příznakům a může vést až k poškození nervů a obrně hrtanu při chronickém průběhu.

Bob obecný stejným názvem bob koňský či bob sviňský způsobuje ve větších dávkách zácpu, protože je v něm obsažena kyselina tříslová. Vlčí bob je náchylný na napadení plísní a ke zkrmování přichází v úvahu pouze sladká varianta, která je převážně zbavena hořkých a toxických alkaloidů (Meyer et Coenen, 2003).

Sója nachází hlavní uplatnění jako bílkovinný komponent v krmných směsích a je nejkvalitnější luštěninou (Kolářová et Čermák, 1997). Používá se zpravidla až po odtučnění ve formě extrahovaného šrotu (Meyer et Čermák, 2003).

Z olejin mají vysoký obsah tuku (přes 40 %) a bílkovin (20 %) lněná semínka (Meyer et Coenen, 2003). Bývá zkrmováno pro své pozitivní dietetické účinky a vysokou stravitelnost (Kolářová et Čermák, 1997). Obsahuje vysoký podíl slizu, který snadno bobtná ve vodě. Ve střevě mohou vázat velké množství vody a také potáhnout sliznici žaludku a střeva ochranným filtrem (Meyer et Coenen, 2003). Lněné semínko má příznivý vliv na koně při tréninku (Kolářová et Čermák, 1997). Musí být drcena a šrotována, protože při podávání v suchém stavu pevná slupka zabraňuje dostatečnému natrávení (Meyer et Coenen, 2003).

3.2.2.3 Krmné směsi

Podle svého obsahu živin se dělí na kompletní a doplňkové krmné směsi. Jsou to jaderná krmiva, která jsou složena převážně z rostlinných komponentů. Jsou obohaceny o vitamínové a minerální doplňky. V krmných směsích se uplatňují luskoviny, obiloviny a odpady tukového průmyslu jako jsou extrahované šrotky, pokrutiny a mlynářské odpady ve formě krmné mouky, otrub a klíčku

Veškerou potřebu živin udávají kompletní krmné směsi, které se u nás pro koně nevyrobí. Oproti tomu doplňkové krmné směsi doplňují v krmné dávce živiny ze statkových krmiv (Kolářová et Čermák, 1997).

3.3 Živiny ve výživě dostihových koní

3.3.1 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky (N-látky) v krmivech jsou tvořeny bílkovinami a dusíkatými látkami nebílkovinné povahy (NPN). Bílkoviny jsou základní stavební složkou tkání a jsou součástí hormonů, enzymů a životně nezbytných látek. Koňská krmná dávka obsahuje obvykle více bílkovin, než je nezbytné pro splnění nutričních požadavků. Stravitelnost bílkovin souvisí se zdrojem, koncentrací, složkami, poměrem krmiva a koncentráty v krmné dávce. Předchozí studie uvádí, že dusíková bilance byla vyšší při tréninku koní a zůstala na vyšší úrovni i po tréninku. To naznačuje, že pro udržení svalové hmoty získávané během tréninku je potřeba více

bílkovin v krmivu. Množství a profil bílkovin v krmivu pro trénink může mít zvláštní význam pro udržení integrity svalů a zlepšení regenerace.

Proteinová rovnováha při tréninku může být upravena zvýšením, nebo snížením exkrece proteinu. Větší množství proteinu ve slepém a tlustém střevě působí pozitivně na bakteriální populaci a je prospěšné pro trávení vlákniny. Přebytek bílkovin v žaludku může způsobit zvýšení produkce amoniaku. Následkem může být zvýšení hladiny amoniaku v krvi a plazmatických hladin močoviny. Plazmatické hladiny amoniaku jsou regulovány metabolismem jater s přeměnou amoniaku na močovinu, kterou vylučují ledviny s možným zvýšením vylučování vody močí.

Účinnost tlustého a slepého střeva u koní je závislá na dostupnosti substrátu a je ovlivněna příjmem krmiva, složením stravy a preceální stravitelností. Studie, které se zabývaly *in vitro* fermentačními reakcemi mikrobiální populace slepého střeva na zdroje dusíku (močovina, kasein) zjistily, že zdroj bílkovin dusíku ovlivňoval a podporoval mikrobiální růst a fermentační aktivitu. Podle jiných studií může sójová moučka stimulovat růst proteolytické mikrobiální populace v tlustém a slepém střevě (Oliveira et al., 2015).

3.3.2 Minerální látky

Patří do skupiny nekalorických živin a tvoří anorganické komponenty krmiva. Obsah lze zjistit spálením krmiva a následného rozboru popela. V popelu jsou obsaženy všechny minerální látky. Jsou to stavební součásti chemických sloučenin a katalyzují chemické reakce v těle. Minerální látky se podrobněji dělí na makroprvky (Ca, P, Na, Cl, K, Mg, S), které je nutno dodávat ve velkém množství a mikroprvky (Co, Mn, Cu, Mo, Se, Zn, Cr, F), které jsou potřebné v malých dávkách a jsou též označovány jako stopové prvky.

Makroprvky se podílí na udržování acidobazické rovnováhy, přenosu nervového vzruchu, osmotického tlaku a elektrického potenciálu (Reece, 2010). V posledních dvaceti letech se zvýšil zájem o roli minerálů ve výživě koní. Vápník a fosfor jsou důležité pro jejich působení na kosti. Sodík, draslík a chlorid mají funkci elektrolytů. Málo studií je zaměřeno na hořčík.

Minerály hrají důležitou roli ve zdraví koní, ale krmiva mají obecně nedostatek minerálů a obsahují jen malé spektrum. Krmná dávka je často nevyvážená v minerálních živinách, zejména v koncentraci makroprvků. Využití minerálních živin v krmivech se může lišit, ale nesprávné krmení způsobuje trávicí problémy. Vysoký příjem minerálních látek má negativní účinky (Gálik et al., 2012). Nerovnováha v makrominerální homeostáze je častým nálezem u koní s patologickými stavy. Mezi takové patologické stavy dysregulace vápníku patří hypoparatyreóza, hyperparatyreóza, ledvinové selhání, humorální hyperkalcemie malignity a vitamín D toxicita. Akutní hypokalcemie je obvykle hlášena u kriticky nemocných koní, zejména u zvířat s chorobami gastrointestinálního traktu.

Deficience vápníku je spojena s abnormálním vývojem chrupavky a kostí. To má za následek vývojové ortopedické onemocnění (DOD) a následnou slabost. Největší absorpční potenciál má dvanáctník pro absorpci vápníku u koní. Koně jsou schopni aktivního vylučování fosforu do lumenu střeva (Cehak et al., 2012).

3.3.2.1 Vápník (Ca) a fosfor (P)

V těle středně velkého koně je zhruba 7 kg vápníku a 99 % je obsaženo v kostech. Fosforu je v těle přibližně 4 kg a z toho 80 % v kostře. Jejich hlavní funkcí je udržovat stabilitu a funkci kostní tkáně. Dále jsou důležité pro přeměnu energie ve svalích, přenos nervových vzruchů ke svalovým vláknům a pro krevní oběh. Kompenzace nedostatku hladiny vápníku v krvi se mobilizuje z rezerv, které jsou uloženy v kostech. Při nadměrném přísunu bílkovin stoupá spotřeba fosforu. K postupnému odvápnění (acidifikační účinek krmiva bohatého na anionty) může docházet, pokud je v dietě nadměrné množství aniontů (P, Cl, S) oproti kationtům (Ca, Mg, K, Na). Při tomto stavu dochází k dlouhodobému vylučování vápníku z kostí. Před vstřebáváním se musejí vápník, fosfor a hořčík nejprve rozpustit. Jejich vstřebávání z těžce rozpustných sloučenin (šřavelany, vápenné sírany) omezené.

V přední části tenkého střeva se převážně pasivně vstřebávají hořčík s vápníkem. Míru vstřebávání vápníku neovlivňuje jeho množství. Zvýšené vylučování vápníku z organismu je způsobeno vyšším příjmem. Nadbytečné množství vápníku a fosforu je vylučováno ledvinami močí. V trávicích šřávkách přichází fosfor do tenkého střeva. Větší množství fosforu, než je možné vstřebávat do tenkého střeva, se dostává objemnými krmivy. Intenzivněji se vstřebává v tlustém střevě. Pokud je výrazný podíl fosforu (kyselina fylinová) působí vstřebávání vápníku negativně. To je způsobeno rozdílnou lokalizací vstřebávání fosforu a vápníku.

Nejvíce se ze stopových prvků vstřebávají selen a jód, u kterých hrozí nebezpečí intoxikace. Z ostatních stopových prvků, které jsou vylučovány žlučí, je vstřebáváno železo, měď, mangan a zinek. Vstřebávání mědi brání velké množství železa, zinku a molybdenu. Vysoká hladina vápníku nemá na zinek žádné negativní důsledky.

Oslabení a zánět kostí, natržení šlach a zlomeniny kostí způsobuje nevyvážený přísun minerálních látek, který trvá déle. Koně snášejí přebytek vápníku do určité míry bez problémů, když mají dostatek ostatních minerálních prvků (Mg, Mn, Fe, Zn). Narušení využitelnosti vápníku a tvorby střevních kamenů způsobuje přebytek vápníku (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.2 Hořčík (Mg)

Pro svalovou a nervovou tkáň je hořčík velmi důležitý. Také pro funkci enzymů. Potem se vylučuje malé množství tohoto prvku, a proto mají sportovní koně větší spotřebu. Důležitý je také pro tvorbu kostí. Hořčík je za normálních podmínek zajištěn v krmných dávkách. Především pokud krmná dávka obsahuje obilná zrna a další produkty po zpracování obilí. Svalové křeče, třes, tetanie a zvýšená citlivost se projevuje nedostatek hořčíku, který je spojen pouze s pastvou na intenzivně hnojených plochách. Předávkování hořčíkem nemá žádný negativní dopad na organismus. K tvorbě močových a střevních kamenů dochází v kombinaci hořčíku a přebytku fosforu (Meyer et Coenen, 2003).

Ionizovaný hořčík (Mg^{2+}) představuje biologicky aktivní formu iontu. Stanovení celkové koncentrace hořčíku v erytrocytech je rychlá a spolehlivá metoda pro diagnostické vyšetření. Absorpce hořčíku může být ovlivněna složením krmné dávky (Stöckle et al., 2019).

3.3.2.3 Sodík (Na) a chlor (Cl)

Pro regulaci poměru kyselin a zásad pro metabolismus vody a udržení osmotického tlaku v mimobuněčných tekutinách jsou tyto prvky nepostradatelné. Nevyhnutelné ztráty pokryje denní dávka 20 mg Na/kg živé hmotnosti. Kvůli nízkým endogenním ztrátám u chloru a vyššímu stupni zhodnocení se doporučuje vyšší přísun. Negativně se může podílet na acidobazické rovnováze menší množství chloru a může ovlivnit nežádoucím směrem pH krve. Množství sodíku v zeleném krmivu, silážích a seně je často pod hranicí 0,5 g/kg sušiny, mnohdy i méně. Nízký obsah sodíku je v obilovinách. Naopak velký podíl je v krmné řepě a v krmivech z ní pocházejících (melasa). Nedostatek obou prvků je při intenzivním vylučování potem, ztrátě velkého množství krve a při průjmech. Aby byl zajištěn dostatečný příjem těchto prvků, je nutné dodávat minerální krmnou přísadu do žlabů ve formě lizů a kamenné soli (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.4 Draslík (K)

Tělo dospělého koně o hmotnosti 500 kg obsahuje zhruba 1000 g draslíku. V buněčných prostorách je uloženo 90 % hlavně ve svalové tkáni. Je důležitý jako aktivátor řady enzymů, které se podílejí na glykolýze a oxidativní fosforylaci. Také se uplatňuje při regulaci osmotického tlaku buněk (Meyer et Coenen, 2003). Draslík je důležitým intracelulárním iontem a méně než 2 % jsou přítomné v plazmě. Plazmatické koncentrace proto nejsou přesným odrazem jeho obsahu v organismu. Podíl draslíku v krmivu by měl zhruba odpovídat podílu vápníku. Draslík je vždy přítomen v běžných krmivech. Vysoký podíl draslíku je vylučován ledvinami. Přebytek draslíku je z organismu vylučován potem, nebo ztrátou v gastrointestinálním traktu (Pedrozo et al., 2015). Nedostatek draslíku je spojen se sníženou chutí a oslabením svalů. U koní s větším množstvím ztráty draslíku potem, může dojít k hypokalémii, která může negativně ovlivnit činnost srdce. K poruchám acidobazické rovnováhy a nebezpečí draslíkového deficitu může docházet při zvýšených chronických průjmech (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.5 Železo (Fe)

Pro tvorbu svalového (myoglobin) a krevního barviva (hemoglobin) je železo nepostradatelnou součástí. Zhruba 60 % připadá na hemoglobin a 20 % na myoglobin z celkového množství železa v organismu. Role v organismu je hlavně tvorba krve. Při ztrátě velkého množství krve (poranění), nebo tréninku (zvýšený počet červených krvinek) se objevuje zvýšená potřeba železa. Běžně používaná krmiva obsahují dostatečné množství, a tak zásobení železem u dospělých koní není žádný problém. Železo je obsaženo v krmivech (obilná zrna, olejná pokrutiny) většinou ve formě fytátu, které je pro koně hůře využitelné. U dostihových koní se občas projevuje nedostatek. Příliš vysoké dávky železa mohou negativně ovlivnit využití fosforu, mědi, manganu a zinku (Meyer et Coenen, 2003). Železo slouží jako složka v proteinech a jako kofaktor mnoha důležitých enzymů závislých na železe (peroxidázy, katalázy). Použití chelátu železa aminokyselin, je účinný zdroj železa pro všechny živočišné druhy, pokud je dodržen maximální povolený obsah železa jako celku v krmivu. Vzhledem k vysoké koncentraci železa v půdě, vodě a krmivech, chelát železa nepředstavuje riziko pro

životní prostředí (EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP), 2013).

3.3.2.6 Měď (Cu)

Měď je důležitá pro tvorbu krve, nervové a pojivové tkáně a správný vývoj kostí (Meyer et Coenen, 2003). Také hraje důležitou roli při stabilizaci kolagenu, syntézách elastinu, biomechanických vlastnostech kůže a mobilizaci zásob železa (Michalak et al., 2019). Při nedostatku dochází u starších koní k praskání cévních stěn a ztráty pigmentace. Koně mají vysokou toleranci vůči nadměrnému množství mědi. Pokud je v krmivu vyšší obsah kyseliny fytinové (obilná zrna), vápníku a mědi, je i zvýšená potřeba zinku (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.7 Mangan (Mn)

V četných enzymatických procesech mangan působí jako spolufaktor u metabolismu tuků a minerálních látek a má významný vliv pro správnou funkci vaječníků (Meyer et Coenen, 2003). Působí také jako vychytávač superoxidu (Michalak et al., 2019). U všech hospodářských zvířat je vstřebávání manganu nízké a v krmné dávce je nepříznivě ovlivňován větším množstvím železa, fosforu a vápníku. Mangan je možné podávat koním ve formě uhličitanu nebo oxidu magnátého, chloridu nebo síranu (Zeman, 2006).

3.3.2.8 Zinek (Zn)

Zinek je důležitý pro funkce enzymů, které se podílejí na metabolismu bílkovin, sacharidů, regeneraci epitelu kůže a sliznic. Ke vzniku strupovitých útvarů na kůži a k následnému ztluštění (parakeratóza) dochází při nedostatečném množství zinku. Oproti tomu na pevnost kopytní rohoviny má pozitivní vliv dostatečný přísun. Při běžném způsobu krmení je potřeba zinku zajištěna (Meyer et Coenen, 2003). Při nadbytku mědi a vápníku se potřeba zinku zvyšuje. Zinek je možné doplnit v podobě síranu, octanu a mléčnanu zinečnatým, oxidu a uhličitanu (Zeman, 2006).

3.3.2.9 Kobalt (Co)

U vitamínu B12 tvoří kobalt středový atom struktury vitamínu. Ten je syntetizován u koní mikroorganismy, kteří žijí v trávicím ústrojí. Nedostatek vitamínu B12, který se nemůže tvořit v dostatečném množství je způsoben nedostatkem kobaltu. To má za následek pozastavení růstu, anémii a změny na kůži. Běžným krmením je potřeba kobaltu zajištěna (Meyer et Coenen, 2003).

3.3.2.10 Jód (I)

U hormonů štítné žlázy, které jsou zodpovědné za látkovou výměnu v celém organismu, je jód důležitou složkou (Meyer et Coenen, 2003). Je součástí tyroxinu, hormonu štítné žlázy (Zeman, 2006). K nedostatku dochází nízkým obsahem jódu v krmivu nebo přítomností látek v krmivu, které brzdí tvorbu hormonů. Nedostatek jódu se projevuje vypadáváním srsti, letargií

a nechutenstvím. Pro dospělého koně je potřeba jódu zhruba 0,2 mg/kg sušiny krmiva a někdy i větší.

Jódované soli se používají jako krmné doplňky a také jako krmiva, která obsahují vyšší množství jódu (minerální krmiva) (Meyer et Coenen, 2003). Zvířatům se jód podává v jodičnanu vápenatém, jodidu sodném a jodidu draselném (Zeman, 2006).

3.3.2.11 Selen (Se)

Před škodlivými peroxidy chrání selen s vitamínem E buněčné stěny. Vitamín E funguje jako antioxidant a brzdí tvorbu peroxidů, zatímco selen inaktivuje jejich enzym glutathionperoxidázu. Pro dospělého koně se udává potřeba selenu 0,1 – 0,12 mg/kg sušiny krmiva. K poruchám metabolismu dochází při nízkých hodnotách pod 0,025 mg/kg sušiny. Příjem většího množství síranů a bílkovin stimuluje potřebu selenu. Podle vlastností půdy (písčité, slatinné) výrazně kolísá obsah selenu. Velký podíl obsahuje lněné semínko. Velký nedostatek způsobuje oslabení obranyschopnosti organismu proti infekcím. Hnojení má pozitivní vliv na zvýšení obsahu selenu v zeleném krmení.

S chronickou otravou se musí počítat při množství od 2 g Se/kg sušiny krmiva. Ta se projevuje vypadáváním žíní z hřívky a ocasu, nespecifickou malátností, vyzouváním a kroužkovitým zaškracením kopyt. To je způsobeno nedostatkem síry při tvorbě keratinu. Akutní známky otravy (pocení, kolika) byly pozorovány při orálním příjmu 12 a více gramů selenu (6 mg/kg živé hmotnosti) (Meyer et Coenen, 2003).

3.4 Vitamíny

Vitamíny řadíme do dvou skupin. Na vitamíny rozpustné ve vodě (skupina B vitamínů, vitamín C) a na vitamíny rozpustné v tucích (A,D,E,K). Důležitým zdrojem vitamínů je krmivo (Reece, 2010).

3.4.1 Vitamíny rozpustné v tucích

3.4.1.1 Vitamín A

Souhrnné označení pro řadu příbuzných látek, jejichž účinnost je dána obsahem all-trans-retinolu je vitamín A. Látky ze skupiny karotenoidů jsou provitamíny A, které po enzymatickém rozkladu získávají aktivitu vitamínu A.

B-karoten je nejdůležitějším a nejúčinnějším provitaminem A. Ten je přeměňován pomocí specifických enzymů ve střevní sliznici. Na epitelu kůže a sliznic se projevují nejdůležitější účinky vitamínu A a při jeho nedostatku epitel rohovatí. Také ustává sekrece mazových žláz a zvyšuje se riziko vstupu infekce nejen kůží, ale i jinými orgány a soustavami, které jsou vystlány epitelem. Nedostatek vitamínu se projevuje na rohovině kopyt, která je náchylnější a křehčí ke štěpení. Dále se projevuje vysokou citlivostí šlach kolem kloubů končetin. Pro látkovou výměnu v kostech je vitamín A také velice důležitý. Zpomalování fyziologicky nezbytného odbourávání vnitřních vrstev kostí má za následek absence vitamínu. Mezi první příznaky nedostatku patří stlačení nervových vláken probíhajících kostními kanálky

(kulhání) a zvýšení tlaku mozkomíšního moku v lebce a páteři. Mezi další příznaky můžeme řadit poruchy zraku a také šeroslepost.

Vitamín A se v přirozeném krmení pro koně nevyskytuje a je tvořen z B-karotenu, který se vyskytuje v zelených rostlinách. Přeměna je méně intenzivní při velkém množství B-karotenu. Přeměnu B-karotenu na vitamín A zpomalují dusičnany přítomné v krmivech. Přísun vitamínu je zajištěn, pokud koně dostávají čerstvé zelené krmení. Při nadbytku snižuje organismus přeměnu B-karotenu na vitamín A. Vydatné zásoby vitamínu koně ukládají v játrech. Přidáváním mrkve, senné moučky a krmných doplňků lze zlepšit zásobení organismu vitamínem. Nadměrný přísun vitamínu má za následek intoxikaci, která se projevuje nevhlednou srstí, ataxií, depresemi a snížením svalového tonu (Meyer et Coenen, 2003).

3.4.1.2 Vitamín D

Vitamín D je životně důležitý při regulaci vápníku v celém těle většiny druhů savců (Henry et al., 2019). Neklasickými funkcemi vitamínu D jsou regulace zánětlivých markerů a kontrola imunitního systému. Vitamín D existuje ve formách důležitých pro stav vitamínu D a zásobu koní.

Vitamín D2 (ergokalciferol, D2), který se vyskytuje na houbách rostoucích na rostlinném materiálu používaném jako krmiva pro koně. Vitamín D3 (cholecalciferol, D3), který je poskytován orálně jako syntetické přísady, nebo endogenně v kůži při vystavení světlu. Aby se D2 a D3 staly fyziologicky aktivní, musejí podstoupit benzylovou hydroxylaci v játrech, aby syntetizovaly 25-hydroxyvitamín D2 a 25-hydroxyvitamín D3. Druhý krok aktivace se odehrává téměř ve všech orgánových systémech v těle, hlavně v ledvinách podporovaných enzymem 25HDx-1 α -hydroxyláza. U koní je stav vitamínu D v těle měřený jako obsah plazmy. Obecně se uvádí jako velmi nízký (Hymøller et Jensen, 2015). Syntéza 25-hydroxyvitamínu D3 je ovlivněna expozicí pokožky slunečnímu záření spolu s koncentracemi 25-hydroxyvitamínu D2, které jsou k dispozici pro konverzi. Deriváty vitamínu D a E jsou důležité při koncentraci vitamínu z krmiva spolu se syntézou 25-hydroxyvitamínu D3.

Aktivní forma vitamínu D, hydroxyvitamínu D3 je životně důležitá pro regulaci vápníku. Některé výzkumy naznačují, že vápník je absorbován v závislosti na vitamínu D (Henry et al., 2019). Ačkoliv se účinek vitamínu D na metabolismus vápníku a fosforu u koní jeví jako omezený, jeho účinek na jiné fyziologické procesy není znám. Vitamín D se u koní doplňuje prostřednictvím zdrojů krmiva. Uvádí se, že po příjmu D2 a D3 vstupují do systémového oběhu lymfatickým systémem poté, co byly absorbovány tukovou frakcí krmiva z distální části tenkého střeva. Anatomická zvláštnost, že koně nemají žlučník, vedla k domněnku, že koně jsou neúspěšní v trávení tuku, zejména pokud byl obsah tuku v krmivu významný. To vedlo k tradičnímu krmení koňských dávek s nízkým obsahem tuků a olejů, což mohlo ovlivnit příjem některých vitamínů rozpustných v tucích (Hymøller et Jensen, 2015).

3.4.1.3 Vitamín E

Vitamín E byl objeven v roce 1922 a je to komplexní živina s mnoha důležitými funkcemi. Později se ukázalo, že je důležitý pro normální imunitní, neurologické a svalové funkce. Vitamín E se skládá ze dvou podskupin: tokoferoly (nasycené) a tokotrienoly (nenasycené). V každé podskupině jsou čtyři jednotlivé izoformy (a, b, c, d). Existuje osm

různých stereoizomerů alfa-tokoferolu. Přirozeně se vyskytující alfa-tokoferol má R-konfiguraci ve třech polohách (2,4,8') v chromanolovém kruhu a proto se nazývá RRR-alfa-tokoferol (Finno et Valberg, 2012). Přírodní izomer alfa-tokoferol je nestabilní. Aby se zlepšila stabilita pro začlenění do kompletních krmiv a doplňků, jsou přírodní vitamíny E esterifikovány, typicky acetátovou skupinou (Fiorellino et al., 2009). Z osmi forem je RRR-alfa-tokoferol nejúčinnějším antioxidantem.

Obsah vitamínu E se výrazně liší u jednotlivých krmiv s nejvyššími hladinami u čerstvé trávy a klesajícími koncentracemi při zpracování a skladování. Koncentrace vitamínu E v séru nebo plazmě se u zdravých koní velmi liší, stejně jako reakce na suplementaci, zejména při vyšších dávkách. Absorpce a transport vitamínu E vyžadují normální absorpci a metabolismus tuků. V nepřítomnosti tuků v krmivu dochází k malé absorpci. Mezi hlavní zásoby vitamínu E patří játra, tuková a svalová tkáň s 90 % skladování vitamínu E vyskytující se v tukové tkáni.

Deficit vitamínu E také hraje roli při onemocnění motorických neuronů koní. Existují tři onemocnění, která jsou spojována s absencí tokoferolu: EMND (koňská motorická nervová nemoc), NAD (neuroaxonální dystrofie), EDM (koňská degenerativní myeloencefalopatie) a myopie s deficitem vitamínu E. Doplnění vitamínu E je možno doplňky. V závislosti na dostupnosti píce a čerstvého sena může kůň konzumovat méně než denní doporučené množství vitamínu E. V těchto případech je pro koně k dispozici řada doplňků.

Jsou dva typy syntetického vitamínu E all-rac-alfa-tokoferol a dl-alfa-tokoferol. Formy syntetického vitamínu jsou dostupné jako práškové a granulované doplňky (Finno et Valberg, 2012). Přírodní vitamín E se od syntetického liší tím, že v syntetickém je obsažena směs osmi různých diastereoizomerů, z nichž pouze jeden je identický s přírodním vitamínem E (Fiorellino et al., 2009).

Vitamín E se na rozdíl od jiných vitamínů rozpustných v tučných nehromadí v těle na toxickou úroveň kvůli ochranným mechanismům. Komplikace a potenciální toxicita vyplývající z vysokého doplňování dávky vitamínu E je u koní minimální (Finno et Valberg, 2012). Absorpce vitamínu E u koní je vysoce závislá na formě vitamínu dodávaného zvířeti (Fiorellino et al., 2009).

3.4.1.4 Vitamín K

Vitamín K se podílí na mnoha fyziologických procesech nad rámec krevního koagulantu, včetně metabolismu kostí, energetického metabolismu, spermatogeneze, apoptózy a imunity. Existuje několik forem vitamínu K syntetizovaných bakteriemi: menadion (K3), který je syntetickou formou vitamínu a je běžně přidáván do živočišné výživy (Skinner et al., 2015). Vitamín K je složen z fylochinonu, menachinonů a menadionu (Terachi et al., 2011). Předpokládá se, že vitamín K, který se přirozeně vyskytuje v typických krmivech pro koně (fylochinony v zelené píci) z mikrobiální syntézy (menachinony) splňuje požadavky na koně (Siciliano et al., 2000). Bylo ale také poukázáno na riziko nedostatku vitamínu K u koní (Terachi et al., 2011). Přestože se zdá, že nedostatek vitamínu K je u mladého koně nepravděpodobný v důsledku poskytování vitamínu zelenou píci a mikrobiální syntézou, je možné, že v krmné dávce mladého koně může být relativně nízký obsah vitamínu kvůli omezenému příjmu krmiva a kapacitě mikrobiální fermentace (Siciliano et al., 2000).

Porucha srážení krve je typickým příznakem nedostatku. Studie ukázala, že suplementace menadionem účinně zvýšila plazmatickou koncentraci menadionu-4 u koní. V této studii byl také stanoven účinek několika homologů vitamínu K na koncentraci vitamínu K v plazmě, aby se vyhodnotil jejich potenciál jako doplněk vitamínu K pro dospělé koně. Je dost pravděpodobné, že menadion je účinně absorbován u koní. Je považován za užitečný doplněk vitamínu K pro zdraví kostí u koní, aniž by měl toxicitu. Absorbovaný menadion je postupně přeměňován na menachion-4 v tkáních a produkovaný menachion-4 je vylučován do oběhu, což vede ke stabilní zvýšené plazmatické koncentraci menachionu-4 ve skupině menadionu. S ohledem na vyšší koncentraci menachionu-4 doplněním metabolického prekurzoru, menadionu, tyto výsledky naznačují, že menachion-4 je u koní špatně absorbován. Suplementace fylochoninu neovlivnila plazmatickou koncentraci menachionu u koní. Výsledky ukázaly, že přeměna fylochinonu na menadion je u koní malá (Terachi et al., 2011).

3.4.2 Vitamíny rozpustné ve vodě

Tato skupina zahrnuje vitamín B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B9, B12 a vitamín C. Vysoké dávky vitamínu B nezpůsobuje koním žádné zdravotní riziko. Kyselina listová a kyselina pteroylglutamová jsou synonyma pro ve vodě rozpustný vitamín B, který slouží jako dárce uhlíku v DNA, RNA a syntéze proteinu.

3.4.2.1 Vitamín B1

Vitamín B1 (thiamin, aneurin) plní svoji funkci v látkové výměně sacharidů. Meziprodukty jako je kyselina pyrohroznová a alfa-ketoglutarová nemohou být dále přeměňovány, pokud je nedostatek vitamínu a dochází tím ke zvyšování hladiny v krvi. Pokud je zpozorován snížený příjem krmiva, malátnost, nekoordinované pohyby a zvýšená podrážděnost, hovoříme o klinických případech. K dilataci srdečních komor a zpomalením tepové frekvence dochází při poškození srdečního svalstva. Množství, které je pro koně potřebné se udává v rozmezí 3 – 5 mg/kg sušiny krmiva. Pro velmi výkonné koně se doporučují dávky v rozmezí 4 – 5 mg/kg sušiny krmiva (Meyer et Coenen, 2003).

3.4.2.2 Vitamín B2

Vitamín B2 (riboflavin, ovoflavin) se podílí u hříbat na metabolismu tuků a bílkovin (Zeman et al., 1997). Při jeho nedostatku se objevuje světloplachost, poškození čočky, zvýšené slzení a katarální zánět spojivek. Přísun vitamínu B2 je při běžném krmení dostatečný, ale potřeba je odhadována na 2 mg/kg sušiny krmiva (Meyer et Coenen, 2003). Riboflavin působí jako fotosenzibilizátor (Gallhoefer et al., 2016).

3.4.2.3 Vitamín B3

Vitamín B3 (niacin, kyselina nikotinová) je derivátem pyridinu. Součástí koenzymu NAD (nikotinamidadeninukleotid) je biologicky aktivní amid této kyseliny (niacinamid). Součástí velké řady enzymů, které zasahují do oxidoredukčních pochodů jednotlivých metabolických procesů, jsou tyto strukturální látky. Metabolismus nukleových kyselin ovlivňuje syntéza purinů a pyrimidinů, na které se podílí tyto látky. Organismus je schopen

syntetizovat vitamín B3 z tryptofanu. K hypovitaminóze dochází při podání krmiv, které mají malý obsah tryptofanu (Sláma et al., 2015).

3.4.2.4 Vitamín B4

Vitamín B4 (cholin) je součástí všech živočišných a rostlinných buněk jako složka fosfolipidu lecitinu. Slouží jako prekurzor pro tvorbu mediátoru přenosu nervového vzruchu parasympatické inervace (acetylcholin). Zpomalení růstu a steatózu (tuková infiltrace) jater způsobuje jeho nedostatek. Mezi další příznaky patří slabost, dýchací potíže a narušení motorických funkcí (Sláma et al., 2015).

3.4.2.5 Vitamín B5

Vitamín B5 (kyselina pantotenová) se vyskytuje v rostlinných pletivech a ve všech živočišných tkáních. Je nepostradatelný pro všechny monogastry. Podílí se na metabolismu tuků, sacharidů a bílkovin. Je součástí koenzymu A (CoA). Nedostatek vitamínu postihuje kožní deriváty a kůži (Sláma et al., 2015).

3.4.2.6 Vitamín B6

Vitamín B6 (pyridoxin) se vyskytuje v rostlinách a v živočišném organismu se z něho utvářejí jeho deriváty (pyridoxal, pyridoxamin). Aktivní enzym pyridoxalfosfát, který je součástí řady enzymů, má velký význam pro organismus zvířat. Mezi jeho funkce patří tvorba hormonů dřeně nadledvin (ketacholaminů), procesy tvorby a odbourávání glykogenu, procesy spojené s erytropoézou a biomechanismus svalové kontrakce. Při jeho nedostatku dochází k poruchám metabolických procesů, narušení endokrinní činnosti hypofýzy a nadledvin. Mezi obecné příznaky patří dermatitidy, vypadávání srsti a erytema (zarudnutí kůže) a poruchy vidění (Sláma et al., 2015).

3.4.2.7 Vitamín B7

Vitamín B7 (biotin, vitamín H, koenzym R) se vyskytuje téměř ve všech živočišných a rostlinných buňkách. Písmeno H bylo odvozeno z německého slova haut (kůže). Podílí se na tvorbě mastných kyselin, bílkovin, nukleových kyselin aj. Nedostatek vitamínu v živočišném organismu způsobuje poruchy kožní tkáně, vypadávání srsti, záněty kůže a ústní sliznice (Sláma et al., 2015).

3.4.2.8 Vitamín B9

Vitamín B9 (kyselina listová) byl poprvé izolován z listů a od toho byl odvozen jeho název. Je produkován mikroorganismy střeva a syntéza probíhá v buňkách zelených rostlin. Příčinnou nedostatku vitamínu může být jeho absence v krmné dávce, poruchy trávicího traktu, narušení procesů vstřebávání, anemie, celková slabost a zpomalení růstu (Sláma et al., 2015).

3.4.2.9 Vitamín B12

Vitamín B12 (kobalamin, antianemický faktor) je absorbován a syntetizován ve střevě koní ve značném množství. Běžné krmení zahrnuje dostatečný příjem (Meyer et Coenen, 2003). Kobalt je nezbytný prvek pro syntézu vitamínu B12. Syntetická forma vitamínu B12 je vhodná pouze tehdy, jestliže se projeví deficit prokazující se jako slabost a megaloblastická anémie. Takové doplňky jsou v současné době povolené při výcviku koně. Množství kobaltu je třeba u dostihových koní regulovat (Hillyer et al., 2018). Mezi jeho nejvýznamnější funkce patří podíl na tvorbě červených a bílých krvinek (dělení a zrání) v kostní dřeni (Sláma et al., 2015).

3.4.2.10 Vitamín C

Vitamín C (kyselina L-askorbová) patří k důležitým vitamínům rozpustným ve vodě. V běžném krmení se vyskytuje ve velkém množství a příznaky jeho nedostatku jsou vzácné (Meyer et Coenen, 2003). Bohatě je obsažen v čerstvém ovoci a zelenině. Většina zvířat je schopna jeho syntézy v ledvinách a játrech (Sláma et al., 2015). Doporučuje se doplňování vitamínu C, aby se snížil oxidační stres u koní.

Vitamín se podílí na mnoha buněčných reakcích, jako je syntéza kolagenu, imunitní funkce a vychytávání volných radikálů. U koní může mít dlouhodobý stres za následek nízké koncentrace vitamínu v plazmě a následné snížení imunitní funkce. Trénink je spojen s jevy oxidačního stresu a u dostihových koní se oxidační stres zvyšuje s rozsahem tréninku (Dedar et al., 2014).

3.5 Lipidy

Lipidy obsahují mnoho řad látek tukového charakteru a tuků. Triacylglyceroly (neutrální tuky) jsou estery, které jsou tvořené třemi molekulami mastných kyselin a jednou molekulou glycerolu. Vznikají esterifikací mastné kyseliny s alkoholem. Důležitou strukturou jsou fosfolipidy (složené lipidy), které jsou součástí buněčných membrán a obsahují fosfát, glycerol, dusíkatou bázi a mastné kyseliny. Od triacylglycerolů je odvozena lipidová látka cholesterol, který také tvoří důležitou stavební látku buněčných stěn (Reece, 2010).

V počátečním úseku tenkého střeva probíhá rozklad tuků. Po emulgaci žlučovou kyselinou jsou tuky štěpeny na mastné kyseliny a monoglyceridy za pomoci lipázy a jsou posléze vstřebávány. Tuk s nižší rozpustností (oleje) se vstřebávají až z 80 % a těžší tuky (loje) v menší míře. Větší podíl tuků v krmivu a poté v trávicím traktu může zpomalit vyprázdnění žaludku a také tlumit aktivitu mikroorganismů v žaludku a tenkém střevě. Z tuků, které jsou obsaženy v krmivech, se vstřebávají mastné kyseliny v tlustém střevě. Velké množství tuků v trávenině negativně ovlivňuje žádoucí aktivitu místních mikroorganismů (Meyer et Coenen, 2003).

3.6 Sacharidy

Sacharidy rozdělujeme na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy. Rozdělení je závislé na počtu uhlíků v molekule. Do monosacharidů patří glukóza, ribóza, galaktóza a fruktóza. Disacharidy jsou tvořeny ze dvou molekul monosacharidů a zahrnují sacharózu,

laktózu a maltózu. Polysacharidy mají více než dvě molekuly jednoduchých cukrů. Patří do nich celulóza, škrob, glykogen. Tyto polysacharidy jsou pro zvířata důležité.

Celulóza je strukturální jednotkou u rostlin a je stravitelná především díky mikrobiálním celulólytickým enzymům. U koní se vyskytují v tračnicku a slepém střevě. Hydrolyzuje se na těkavé mastné kyseliny. Škrob slouží jako zdroj energie a je degradován na maltózu za pomoci hydrolýzy. Glykogen se vyskytuje v játrech a svalech. U zvířat tvoří sacharidovou rezervu. Podle potřeby dochází k degradaci na glukózu a vzniká pohotovému energetický zdroj (Reece, 2010). Jednoduché sacharidy jako jsou glukóza a fruktóza jsou obsaženy v krmivu a vstřebávají se stěnou tenkého střeva do vrátnicového krevního oběhu. Organismus dospělého koně je schopen štěpit z disacharidů pomocí sacharázy třtinový cukr (glukóza + fruktóza) do 5 g/kg živé hmotnosti denně. Mléčný cukr (laktóza) mohou využívat dospělí koně do 1 g/kg živé hmotnosti denně.

Velké množství sacharidů má za následek příliš intenzivní fermentaci v tlustém střevě. To může vést k vodnatým výkalům, nebo také k schvácení kopyt. Hlavní složka obilných koncentrovaných krmiv je škrob. Ten je tráven pomocí enzymu amylázy v tenkém střevě, nebo v tlustém střevě za pomoci mikroorganismů. Tepelnou úpravou, nebo mačkáním škrobu lze zvýšit jeho stravitelnost. Části sacharidů a škrobů, které se nestrávily v tenkém střevě (laktóza), přejdou do slepého střeva, kde je rozloží mikrobiální enzymy.

Polysacharidy (celulóza, hemicelulóza, pektiny) jsou téměř nezměněny při průchodu tenkým střevem. Ve zvýšené míře pokračuje mikrobiální rozklad v tlustém střevě. Vznikají těkavé mastné kyseliny (kyselina octová, propionová, máselná). Procházejí do krve přes stěnu tlustého střeva a zásobují organismus energií. Pouze kyselina propionová se může metabolizovat na glukózu. Podle druhu krmiva a doby, která uplynula od jeho příjmu, se mění koncentrace mastných kyselin ve slepém střevě.

U těkavých mastných kyselin ve slepém střevě je poměr ovlivněn poměrem koncentrovaných a objemných krmiv. Podíl kyseliny octové se výrazně zvýší, pokud do slepého střeva přijde větší množství snadno zkvasitelných sacharidů. Oproti tomu podíl kyseliny propionové přibývá. K přemnožení střevní mikroflóry a zvýšení tvorby kyselin (kyselina mléčná) a plynů (tympanie) způsobuje větší příjem snadno zkvasitelných látek (bílkoviny, škroby, sacharidy). K oslabení střevní mikroflóry dochází nízkým příjmem dusíku v obtížně rozložitelných krmivech vedoucí k nízké fermentaci a v extrémních případech se mohou podílet i na ucpaní střev nestráveným krmivem (Meyer et Coenen, 2003).

3.7 Stravitelnost krmiv

Každá součást krmné dávky, která není vyloučena výkaly, se považuje za strávenou. Podíl krmiva, který pronikne do organismu střevní stěnou, odpovídá přibližně tomuto množství. Stravitelnost krmiva lze vypočítat podle jednoduchého vzorce na základě znalosti množství přijatého krmiva a vyloučených výkalů (přijaté krmivo – vyloučené výkaly / přijatá krmivo x 100). U konkrétního zvířete je poměrně obtížné zjišťování potřebných údajů. Markery se používají k usnadnění výpočtu stravitelnosti. Markery, které se v trávicím ústrojí nijak nemění a nejsou vstřebávány (Meyer et Coenen, 2003). Markery dělíme na externí a interní (Bachmann et al., 2019).

3.7.1 Zdánlivá stravitelnost

Znalost zdánlivé stravitelnosti je užitečná při hodnocení nutričních hodnot krmiv nebo celé krmné dávky a identifikaci možných rizik pro poruchy trávení u koní. Obecný předpoklad je, že sacharidy buněčné stěny jsou zpočátku fermentovány v tlustém střevě. Nedávné studie o fermentačních produktech střevních mikrobů a stravitelnosti *in vitro* naznačují, že kromě jednoduchých sacharidů a škrobu jsou fruktanty jako další složky ve vodě rozpustných sacharidů (WSC – vodě rozpustné sacharidy) do značné míry degradovány časem, než se dostanou na konec tenkého střeva (Bachmann et al., 2019).

Během evoluce si koně vyvinuli účinný trávicí systém, který přeměňuje strukturní sacharidy rostlin na energii za pomoci těkavých mastných kyselin, což vede k fermentaci, která je využívána v metabolických procesech. Energetické potřeby koní, které jsou důležité při výkonu, se obvykle dodávají v krmné dávce přidáním obilovin bohatých na škrob. Variace ve složení krmné dávky, nutriční kvalitě krmiva a poměru neutrálního detergentu (NDF) / škrob byly spojeny se změnami v gastrointestinálním traktu koní. Je známo, že změny v krmné dávce s vysokým obsahem škrobu mají vliv na zvýšení amylolytických bakterií (*Streptococci*, *Lactobacilli*), koncentraci laktátu, snižují pH a celulytickou aktivitu způsobující gastrointestinální poruchy (kolika a laminitida). Proto bylo přidávání živých kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae*) používáno v krmivech pro koně ke zlepšení stravitelnosti živin, rozvoji mikrobiální fibroboické populace a k omezení rozsahu nežádoucích změn ve střevním ekosystému.

V krmivu s vysokým obsahem škrobu bylo prokázáno, že přidáním *Saccharomyces cerevisiae* se snižuje koncentrace kyseliny mléčné a amoniaku, zvyšuje se pH a molární procento acetátu a butyátu. Také zvyšuje hlavní enzymy (polysacharidáza, glykosid hydroláza) podílející se na trávení rostlinných buněčných stěn. Některé studie však uvádějí, že zahrnutí živých kvasinek do krmení nemá žádné výhody (Taran et al., 2016).

3.7.2 Hodnocení stravitelnosti živin

Vzhledem k vysokému podílu strukturních sacharidů, které se nacházejí v krmivech nejčastěji používaných ve výživě koní, je hodnota stravitelnosti vlákniny velmi důležitá, protože má významný dopad na energetické zásoby koní. Pokud jde o jednotlivé strukturální frakce sacharidů, lze říci, že hemicelulózy se vyznačují vyššími koeficienty stravitelnosti než celulózy, zatímco lignin prochází gastrointestinálním traktem téměř nestrávený. Také je třeba zdůraznit, že polské normy (1997) pro krmení koní obsahují pouze informace o požadavcích těchto zvířat na surovou vlákninu, aniž by se rozdělily na jednotlivé frakce. Oproti tomu americké normy NRC (1989) neposkytují žádná doporučení týkající se hladiny vlákniny požadované ve výživě koní. Místo toho naznačují, že kůň denně spotřebuje vysoce kvalitní krmiva v množství odpovídajícím alespoň 1 % jeho tělesné hmotnosti (Cichorska et al., 2014). Coenen doporučuje 20 g příjmu krmiva na kg živé hmotnosti za den (Meyer et Coenen, 2003).

Koncentráty obsahují velké množství snadno dostupných struktur sacharidů, které jsou zdrojem rychle dostupné energie. V případě aplikace nejoblíbenějšího krmného složení v krmivech pro koně (seno, obilná zrna), nezůstává výběr obilovin neutrální, pokud jde o stravitelnost sušiny v celé krmné dávce. Při porovnávání stravitelnosti sušiny v krmné dávce založené na lučních senech doplněných ovesnými, kukuřičnými nebo ječmennými zrny,

nejvyšší koeficienty byly získány použitím lisovaných kukuřičných zrn následovaných vločkovým ovsem. Nejnižší koeficient stravitelnosti byl zjištěn u krmných dávek obsahujících vločkovou kukuřici. Střední hodnoty byly stanoveny, když byla krmná dávka doplněna vločkovým ječmenem. Předpokládá se, že vysoké koncentrace ligninu v krmivech snižují stravitelnost hemicelulózy a celulózy v důsledku vytváření fyzické bariéry pro fibrolytické enzymy mikrobiologického původu (Cichorska at al., 2014).

Koně v přírodě tráví hodně času pasením trávy. Domestikace a ustájení koní ve stájích posunulo krmení koní z nepřetržité pastvy na několik denních dávek, které se skládají s nízkoenergetického sena doplněného o vysoce energetický koncentrát bohatý na škrob. Seno je hlavním zdrojem vlákniny a v důsledku toho nejběžnějším typem krmiva pro koně. Vlákna je nejdůležitější složkou v každé krmné dávce pro koně a zahrnuje více než 50 % krmiva. Vlákna poskytuje veškerou energii, kterou koně potřebují pro každodenní udržovací metabolismus, správnou funkci trávicího systému, schopnost účinně přesouvat částice krmiva střevem a schopnost šetřit vodu a elektrolyty. Krmná dávka s vysokým obsahem škrobu má určité nedostatky. Způsobuje změnu gastrointestinální motility a velké posuny tekutin, má vliv na pH střev a mikroflóru a může potlačovat fermentaci vlákniny.

Vlákna je fermentována ve slepém a tlustém střevě. Škrob je v optimálním množství tráven v tenkém střevě. Pokud jsou koně krmeni vyšším množstvím škrobu, může část škrobu uniknout trávení v tenkém střevě a je fermentován v tlustém střevě, čímž se snižuje jeho energetická hodnota a snižuje pH lumenálního obsahu a může se snižovat stravitelnost vlákniny. Množství škrobu, které lze tolerovat se liší podle jeho zpracování (Duvnjak et al., 2018). Škrob získaný z obilných zrn je velmi důležitý zdroj energie především ve výživě sportovních koní. Nadbytek škrobu přispívá k poruchám fungování gastrointestinálního traktu. Hodnota koeficientu stravitelnosti škrobu je vysoká a překračuje 90 %. Studie zjistily, že škrob získaný z ovesných a čirokových zrn je pro koně nejnadhěji stravitelný, zatímco škrob z kukuřice a ječmene není tak lehce stráven. Kromě velikosti se předpokládá, že další faktory ovlivňující úroveň stravitelnosti zahrnují také technologický proces aplikovaného krmiva (peletování, vaření, pražení), asociace s prvky rostlinné buněčné stěny a průchod střevem (Cichorska at al., 2014).

3.8 Netradiční krmiva ve výživě dostihových koní

Koně mohou přijímat velké množství píce, aby splnili své nutriční požadavky. Pro maximální produktivitu se však používají krmné dávky s vysokým podílem zrn. V současné době vědci hledají alternativní přísady, které mohou nahradit tradiční přísady, jako je kukuřice, pšeničné otruby, sójová moučka, aby mohli používat alternativní přísady nebo snadno zkvasitelná vlákna jako je citrusová dřevina, která se jeví jako velmi slibná. Bylo publikováno málo studií týkajících se používání citrusové vlákniny v krmivu pro koně.

Studie zkoumaly přijatelnost a stravitelnost krmiva se zvyšující se hladinou citrusové dužiny (0,15 – 30 %) a zjistily, že krmivo s 30 % citrusové dužiny bylo koňmi odmítnuto. Nicméně nebyl pozorován žádný rozdíl ve stravitelnosti živin. Další studie pozorovaly zvýšení stravitelnosti sušiny a surového proteinu s přidávkou citrusové dužiny. Nepoužívalo se více jak 15 % citrusové dužiny, aby se zabránilo snížení chuti. Dalším důležitým faktorem pro stanovení stravitelnosti krmiva pro koně je fyzikálně – chemická charakteristika výkalů, jako jsou

parametry výkalů, barva, konzistence, pH a pufrovací kapacita. Tato charakteristika je důležitá pro hodnocení zdravého gastrointestinálního traktu.

Cílem této studie bylo zhodnotit účinek zvyšujících se hladin citrusové drti v koncentraci na chutnost a zdánlivou stravitelnost krmiva pro koně, jakož i na fyzikálně – chemické vlastnosti výkalů. Dle výsledků nemělo přidání citrusové dužiny žádný účinek na koeficienty stravitelnosti (sušina, surový protein, hrubá energie, etherový extrakt, celulóza, hemicelulóza, neutrální detergentní vláknina, kyselá detergentní vláknina). První akcí prováděnou koňmi po počáteční expozici koncentrátů bylo čichání (66,91 %), což ukazuje, že koně si mohou vybrat preferovaný koncentrát pomocí vůně. Nižší hladiny citrusové dužiny 0,7 – 14 % byly více preferovány. Koncentráty obsahující 21 – 28 % citrusové dužiny byly vybírány méně často. Přidáním až 28 % citrusové vlákniny do krmné dávky koní nemá nepříznivý vliv na stravitelnost živin a fyzikálně – chemické vlastnosti výkalů. Jedná se tedy o alternativní energetickou složku ve formulaci koňské krmné dávky (Moreira et al., 2015).

3.9 Metody stravitelnosti zjišťování živin

3.9.1 Metoda in vivo

Stanovení chemického složení a stravitelnosti živin u krmiv používaných ve stravě pro koně umožňuje charakterizovat kvalitu krmiva. Platí, že čím vyšší je fyzická aktivita koně, tím vyšší je jeho požadavek na energii. Tato skutečnost naznačuje důležitost kvality vlákniny díky větší dostupnosti energie, protože část energie z krmiva absorbované koňmi pochází z energie těkavých mastných kyselin produkovaných střevní fermentací. Existuje také nesporný význam pícnin pro normální fungování trávicího traktu a prevence poruch chování vyplývajících ze snížené hladiny vlákniny. Znalost stravitelnosti živin je nezbytná pro odhad nutriční hodnoty krmiva.

Metoda spočívá v přímém měření spotřeby a fekální exkrece v určitém časovém období. Celkový sběr výkalů je nejpřesnější metodologie, má však svá omezení (počet zvířat, náklady na klece, čas na přizpůsobení stravy, velký objem výkalů). Nylonové vaky mají výhodu spočívající v umožnění vyhodnocení několika krmiv současně. Tato technika je metodou in vivo, která spočívá v použití malého množství krmiva v sáčcích, které jsou vloženy do zažívacího traktu. Kanylou nebo přímo do žaludku přes nasogastrickou trubici, což umožňuje vakům projít celým trávicím traktem a poté je znovu získat ve výkalech. Tato technika byla původně používána u prasat, pak u přežvýkavců a poté upravena pro koně. Technika nylonového vaku uspokojujivě odhadla koeficienty stravitelnosti sušiny a představovala experimentální výhody, protože několik krmiv bylo vyhodnoceno v jedné studii, což zkrátilo experimentální čas (Silva et al., 2009).

V jiné studii byly použity nylonové vaky k měření vymizení škrobu a proteinů v celkovém střevním traktu. Experimentální zrna byla oves, ječmen a kukuřice. Zrna byla použita ve čtyřech různých formách zahrnující formu rozemletou, peletizovanou, extrudovanou a mikronizovanou. Koně měli 16 – 20 nylonových vaků obsahující jednu z experimentálních obilovin intubovaných nasogastrickou trubicí spolu s ranním krmivem. Vaky byly analyzovány a zachyceny z výkalů. Byla podrobena stejná analýza, aby mohla být vypočtena stravitelnost v gastrointestinálním traktu. Výsledky ukázaly, že krmné technologické zpracování obilovin

může mít vliv na stravování bílkovin v prevenci kompartmentů gastrointestinálního traktu, které zvyšují jejich nutriční hodnotu a minimalizuje riziko koliky a laminitidy. Obiloviny ošetřené při vysokých koncentracích (extrudované, mikronizované) mají nejvyšší skóre stravování škrobu a bílkovin (Rosenfeld et Austbø, 2009).

3.9.2 Metoda in vitro

Krmiva pro koně byla hodnocena pomocí hodnot stravitelnosti měřených in vivo, in vitro, nebo odvozených z chemické analýzy. Ačkoli jsou standardy in vivo a metody interních markerů nejpřesnější a nejspolehlivější, jsou časově náročné. Proto byly vyvinuty laboratorní alternativní techniky. Jednalo se o techniky založené na enzymech pro predikci stravitelnosti škrobu, technika produkce plynu, přičemž se používají výkaly jako inokulum. Ukázalo se, že rutinní stanovení stravitelnosti krmiv in vitro (dvoustupňová technika) by mohlo být provedeno ve dvou fázích: fáze před trávením s pepsinem (≥ 2 h) a α -amylázou (≥ 4 h) a fáze fermentace s použitím výkalů koní jako zdroj inokula.

Experimenty se zaměřily na potřebnou dobu pro předběžné štěpení krmiv pepsin – amylázou a jeho následný účinek pro produkci plynu a stravitelnost organických látek (Abdouli et Ben attia, 2007). Produkce plynu in vitro (GP) se používá k posouzení fermentace krmiv. Systém GP byl původně navržen pro použití s bachorovou tekutinou a matematické modely obvykle používané pro modelování dat GP byly navrženy s ohledem na fermentor s předstihem. Výkaly koní jako zdroj inokula se začínají v literatuře častěji vyskytovat. Cíle této studie byly vyhodnoceny pomocí výkalů běžně používaných pro analýzu údajů GP. Čerstvé výkaly byly použity k vytvoření 30% fekálního inokula pomocí Moldova pufru. Fekální inokulum bylo anaerobně inkubováno se substráty ve vodní lázni při 39 °C po dobu 48 hodin v lahvích vybavených tlakovými senzory. Inokulum výkalů inkubované s různými krmivy vedlo k výsledkům v souladu s literaturou přežvýkavců a dále podporuje použití systému produkce GP in vitro u koní (Fowler et Brümmer-holder, 2019).

3.10 Požadavky na energii u dostihových koní

Pro správné a smysluplné krmení koní je důležitá znalost potřeby energie a živin. Organismus pracuje za pomoci stálého přísunu energie, kterou potřebuje na udržení tělesné teploty, pohybu, tvorbu nových tkání a pro funkci orgánů. Z krmiva získává organismus potřebnou energii. Energetické složky jako jsou mastné kyseliny, sacharidy a aminokyseliny pronikají po strávení krevním oběhem do tkání a střevní stěnou. Při zvýšené potřebě energie organismus využívá energetických rezerv (glykogen obsažený ve svalech a játrech). Energii můžeme rozdělit na stravitelnou a metabolizovanou (Meyer et Coenen, 2003).

3.10.1 Stravitelná energie

Stravitelná energie krmiva je celková energie, která je obsažená v krmivu zmenšená o hodnotu energie obsažené ve výkalech (Meyer et Coenen, 2003). Jedná se o odhad obsahu energie pro koně, který se počítá pomocí koeficientu stravitelnosti v regresních rovnicích, který je vyjádřený v procentech. K výpočtu musíme znát obsah stravitelných organických živin krmiva (BNLV, NL, vláknina, tuk) (Zeman, 2006). Krmiva rozkládající se v tlustém střevě

mikrobiální činností, mají menší energetickou hodnotu než krmiva, která jsou trávena v tenkém střevě.

Při všech procesech, kdy dojde k přeměně energie, odchází různě velká část v podobě tepelné energie (tepla), které organismus nevyužije. Stravitelná energie se proto používá jako ukazatel množství využitelné energie krmiva (Meyer et Coenen, 2003). Stravitelná energie a stravitelná bílkovina byly základem faktorového přístupu pro odhad energetické a proteinové potřeby koní za několik podmínek (Coenen et al., 2011).

3.10.2 Metabolizovatelná energie

Pokud odečteme od celkové energie, kterou organismus dostává krmivem ztrátu energie, která odchází v podobě výkalů, střevních plynů a moči, dostaneme metabolizovatelnou energii. Tu má organismus k dispozici pro látkovou výměnu a životně důležité funkce. Ani metabolizovatelná energie není beze zbytku organismem využita na syntézu tuků, bílkovin a dalších dějů, protože při procesech přeměny energie odchází různě velká část v podobě tepelné energie, kterou organismus není schopen využít (Meyer et Coenen, 2003). V současné době je metabolizovatelná energie (ME) jednomyslně integrována do standardů krmení pro většinu druhů. Standardy výživy, které se u koní vyvíjejí v současné době, zahrnují jak ME, tak stravitelné proteiny.

ME uznává export energie prostřednictvím plyných produktů fermentace a moči. Transformace ME na různé produkty je spojena s tepelnými ztrátami, které jsou příznivé pro produkt, ale nesouvisejí s krmivem (Coenen et al., 2011). Vrací se prediktivní rovnice pro hrubou a stravitelnou energii (DE). Byl analyzován vztah mezi obsahem krmného proteinu, ztrátami energie močí, vztah mezi obsahem krmiva a ztrátami energie metanu za účelem vývoje predikčních rovnic pro ME. Kienzle a Zeyer vyvinuli nový ME – systém pro koně vycházející z existujících dat nebo predikčních rovnic pro stravitelnou energii předpovídáním energetických ztrát metanu regresní analýzou živin (Kienzle et Zeyner, 2010).

Autoři prokázali, že ztráty energie močí úzce korelovaly s příjmem surového proteinu (CP). Předpokládaný důvod je, že u býložravých druhů je mnoho aromatické sloučeniny, zejména fenolové kyseliny pícninových buněčných stěn. Ty mohou přispívat k vyšším energetickým ztrátám močí. Tyto fenolové kyseliny jsou ve střevě metabolizovány na fenyl propanovou kyselinu a hepatocyty jsou transformovány na kyselinu benzoovou. Benzoát je konjugován se sacharidy a vylučován močí jako hippurát. Z 1 g vyloučeného dusíku jako kyseliny hippurové se ztratí 303,8 kJ, zatímco z 1 g vyloučeného dusíku jako močovina se ztratí pouze 22,9 kJ. Zdánlivá stravitelnost proteinu je u sena nižší, než u většiny koncentrátů. Čistým výsledkem je poměrně konstantní ztráta energie močí 8 kJ na gram CP v krmivu. Ztráty metanu jsou u koní relativně nízké, pravděpodobně proto, že fermentace v zadní části střeva závisí více na redukční acidogenezi než na produkci metanu.

V souhrnu lze vypočítat ME z hodnot DE odečtením 8 kJ/g CP a 2 kJ/g surového oleje. To lze provést pomocí experimentálních údajů o DE, z tabulek a dat získaných prediktivními rovnicemi. Výsledky popisují potřeby ME a zdůrazňují výhody plynoucí z používání ME u koní, jako u ostatních druhů (Coenen et al., 2011).

3.10.3 Požadavky na protein

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky. V těle se ukládají do zásob v malém množství. Aminokyseliny se využívají k syntéze glykogenu, nebo oxidují. Oxidací se uvolňuje 17,2 kJ tepla (Zeman et al., 1997).

U koní je běžné krmit bílkovinami nad rámec požadavků. Úspěšné využití a vylučování dusíku je primárně založeno na znalostech trávicích procesů a kvality krmných bílkovin. Koním je podávána široká škála pícnin, obilných zrn a olejnatých semen, která se liší v kvalitě (Trottier et al., 2016).

Poskytnutí optimálního složení živin v krmné dávce je základní a zásadní součástí správného krmení. Mezi tyto součásti patří také vyhodnocení požadavků na živiny. Zejména pro aminokyseliny, které nejen optimalizují produktivitu, ale také minimalizují nepříznivé účinky nadměrného příjmu dusíku. Bez přesných požadavků na každou nezbytnou aminokyselinu, mohou být zdroje bílkovin nadměrné a tím převyšovat požadavky, což může způsobit nepříznivé výsledky. Vyhodnocení požadavků jednotlivých aminokyselin je zárukou pro vytvoření efektivní a vyvážené krmné dávky. Kontrola růstu a udržení bílkovin je pro dostihové koně zásadní, protože jsou bráni jako atleti s vysokým procentem tělesné hmotnosti (BW) v podobě svalů (Urschel et Mok, 2020).

Rozdíly, které existují v absorpci bílkovin z tenkého střeva, hrají hlavní roli ve splnění požadavků na aminokyseliny (Gibbs et Potter, 2002). Zdravý, normálně krmený kůň využije z aminokyselin jen část pro průběžnou regeneraci bílkovinných tkání na substituci nevyhnutelných ztrát odcházejících ledvinami, kůží a výkaly. Aminokyseliny, které nebyly využity na tvorbu nových bílkovin nebo na regeneraci bílkovinných tkání jsou částečně rozloženy (odštěpení aminoskupiny). Zbývající kyseliny jsou využívány jako zdroj energie. Bílkoviny, které jsou přeměněny na energii, mají vlastní energetickou hodnotu kolem 18 kJ/g.

Potřeba bílkovin pro záchovu je dána minimálním množstvím dusíku v krmivu nezbytným pro život střevní mikroflóry a nevyhnutelnými ztrátami dusíku kůží, močí, výkaly. Ve vztahu energetické hodnoty krmiva a množství bílkovin platí: koně potřebují pro záchovu přibližně 5 g stravitelné hrubé bílkoviny na 1 MJ stravitelné energie (tolerance až 10 : 1). Vyváženost obsahu bílkovin a energie v krmivu a krmné dávce lze snadno vypočítat podle tohoto vztahu. Přbytek bílkovin se u zdravých koní toleruje až do hodnoty trojnásobku zachované dávky (do 2 g stravitelné hrubé bílkoviny nebo do 3 g hrubé bílkoviny na kg živé hmotnosti denně). Při výpočtu potřeby bílkovin u pracujících koní se vychází z poměru z poměru stravitelné hrubé bílkoviny ke stravitelné energii 5 : 1.

Spolehlivým kritériem u pracujících koní pro správné dodávání energie je sledování výživného stavu a kontrola hmotnosti (Meyer et Coenen, 2003).

3.11 Sestavení krmné dávky pro dostihové koně

Výživa je důležitým aspektem všech druhů. U koní může nutriční nerovnováha přispívat k různým chorobným stavům, jako jsou žaludeční vředy, kolika, musculoskeletální problémy a obezita (Kaya-karasu et al., 2018).

V celkovém procesu trávení hraje významnou roli vláknina, která je důležitá pro správnou motoriku střev. V krmné dávce by měla být píce základ. Ta je dále obohacena o jadrná

krmiva a minerální doplňky (Zeman et al., 1997). Běžné způsoby krmení sahají od krmení tradičních domácích cereálních směsí po různé formy vyráběných krmiv. Mezi běžné přídavky patří různé druhy rostlinných olejů, jedna nebo více minerálních a vitamínových směsí, bylinné směsi, doplňky kloubů a určitá ergogenní činidla s požadavky na zvýšení výkonu. Na trhu je k dispozici mnoho koňských produktů s příslibem od úpravy chování až po zvýšení atletického výkonu. Informace o doplňování stravy jsou také k dispozici z několika studií a celkově se zdá, že více než 60 % koní dostává krmný doplněk ve formě komerčních vitamínů, nebo minerálních směsí (Kaya-karasu et al., 2018).

Aby dostihoví koně mohli pracovat optimálně, potřebují kvalitní energii odpovídající jejich zátěži. Škrob je dobrým zdrojem energie a je často využíván, aby pomohl splnit vysoké nároky na energii u plnokrevníků. Je však důležité si uvědomit, že tenké střevo koní má omezenou schopnost trávit škrob. Doporučuje se nepřekračovat 2 – 4 g škrobu / kg tělesné hmotnosti na jedno nakrmení za předpokladu krmení 2 – 3x denně.

Obilná zrna jsou tradičně a stále považována za dobrý zdroj energie (oves, ječmen, kukuřice, komerční premix). Zdálo by se logické myslet si, že krmení kteréhokoliv z těchto zrn by uspokojilo energetické požadavky, ale skutečná stravitelnost škrobu je poměrně nízká. Moderní komerční premixy se ukázaly jako solidní zdroj stravitelného škrobu. Obilná zrna mají v koňské stravě své místo, ale měla by tvořit jen malý prvek režimu krmení.

Aby se udržel zdravý gastrointestinální trakt a zdravý kůň, měla by krmná dávka být malá a pravidelná. U dostihových koní by měla být snaha dosáhnout rovnováhy, aby se snížila část obilných zrn a využívalo se více vysoce kvalitních krmiv, jako je sušená vojtěška a buničina z cukrové řepy. To by zlepšilo celkovou výživnou kvalitu krmné dávky. Také doplnění tuku (lněný olej) zvýší příjem energie závodního plnokrevníka. Chceme-li dosáhnout nejvyšší úrovně výkonu s minimem zažívacích poruch, je důležité dobře sestavit krmnou dávku a vyvážit přiděl živin (Gillick, 2010).

3.12 Příčiny dietetických poruch

3.12.1 Žaludeční ulcerace

Syndrom koňských žaludečních ulcerací (EGUS) je u běžných plemen koní velmi rozšířený. Jako příčina žaludeční ulcerace u koní bylo potvrzeno zvýšení agresivních faktorů včetně obsahu kyseliny, sníženého pH a snížení ochranných mukózních faktorů. Ačkoli přesná etiologie není jasná, jsou diskutovány faktory včetně stresu, krmení, podávání nesteroidních léků a mikrobiální infekce.

Cílem studie bylo zjistit souvislost mezi obecnou chutí k jídlu, krmením a žaludeční ulcerací u plemen koní v České republice. Bylo prokázáno významné spojení mezi intenzitou tréninku a výskytem žaludečních vředů. Rovněž byla prokázána pozitivní korelace mezi intenzitou tréninku a závažností žaludečních vředů. Obecná chuť k jídlu byla dobrá u koní beze změn během sezóny. Špatná obecná chuť k jídlu byla prokázána u koní s epizodami částečné anorexie v závislosti na vnějších faktorech (závodění, rychlá práce, doprava).

Částečná anorexie je jedním z nespecifických klinických příznaků, které provázejí syndrom žaludeční ulcerace. Jiné nespecifické klinické příznaky EGUS nebyly studovány. Výsledky ukazují, že ztráta chuti k jídlu se jeví jako dobrý indikátor žaludečních vředů u koní.

Dobrá chuť k jídlu však není zárukou zdravé žaludeční sliznice. Krmná směs je také důležitým faktorem ovlivňujícím přítomnost a závažnost žaludečních ulcerací. Koně, kteří jsou krmeni koncentrovanou stravou (s nízkým obsahem vlákniny) mají vyšší prevalenci a vyšší závažnost EGUS ve srovnání s koňmi na pastvinách. Dostihoví koně jsou obvykle krmeni krmnou dávkou o vysoké koncentraci, která je spojena s ulcerací. Dostihoví koně v České republice jsou obvykle krmeni senem a krmivem s vysokým obsahem energie (Bezdekova et al., 2008).

3.13 Technika krmení dostihových koní

Dostihy jsou zkoušky výkonnosti a testem kvality každého dostihového koně. Koně jsou obecně povinni závodit při maximální rychlosti po dobu jedné až tří minut a vytrvalostní koně závodit při pomalých rychlostech po mnoho kilometrů. Většina plnokrevníků závodí na oválných tratích, přičemž běží rychlostí 50 – 60 km za hodinu. Konkurence při těchto rychlostech vede k vysokým rychlostem metabolismu a velkým nárazovým silám na končetiny. Blaho koní při tréninku na dostih může být ohroženo chybami řízení mnoha procesů. Hlavní problém, kterému čelí trenéři dostihových koní je kulhání způsobené laminitidou. Další důležitou hrozbou je selhání vhodné přípravy koně na dostih, což má za následek dřívější únavu během závodu (Phillips et al., 2002).

Délka závodní kariéry je spojena s výkonem v prvním roce závodění, pohlaví a věku při prvním startu. Se zvyšujícím věkem je intenzita tréninku vyšší (Cogger et al., 2008). Pro dostihové koně se krmná dávka sestavuje z normy pro dokončení a zachování růstu a podle pracovního zatížení koní. Při středně rychlém cvalu spotřebuje kůň až osmkrát více energie než při pohybu rychlým krokem a při středně těžkém klusu je spotřeba energie zhruba čtyřikrát větší. Součástí tréninkového plánu je samozřejmě technika krmení dostihových koní (Zeman, 2006). Výživu dostihových koní můžeme rozdělit na tři období. Jedná se o období přípravy na dostihovou sezónu, období dostihové sezóny a období odpočinku po dostihové sezóně (Kolářová et Čermák, 1997).

3.13.1 Příprava na dostihovou sezónu

Angličtí plnokrevníci nastupují do tréninků v prvním roce života (15 – 20 měsíců) jako roční většinou na podzim. Testování výkonu u koní lze použít k posouzení toho, jak jednotlivci reaguje na trénink v průběhu celé sezóny, nebo k vyhodnocení, zda tréninkové režimy adekvátně připravují koně na závody (Williams et al., 2019). Koně běžně soutěží v různých vzdálenostech po celý život (600 – 4000 m), přičemž většina závodů (90 %) se vyskytuje od 1000 do 1600 m (Silveira da Mota, 2006). Mezi špičkové umění patří výživa dostihových koní. Správná technika krmení znamená rozdíl mezi utvářením šampiona, nebo průměrným koněm.

Při středně těžké práci tvoří základ krmné dávky 4 – 6 kg sena a 4 – 6 kg jadrných krmiv. Jako dietetický doplněk krmné dávky lze použít i malé množství šťavnatého krmiva (Zeman, 2006). NRC doporučuje 137 MJ využitelné energie pro koně v intenzivním dostihovém tréninku na den. Jiné studie uvádějí, že je kůň schopen přijmout až 200 MJ využitelné energie. Žaludek musí být maximálně vyprázdněn před namáhavým tréninkem, protože intenzivní pohyb nezatěžuje nejen trávicí trakt, ale také mění distribuci krve v těle. Koně musejí být krmeni v intervalech minimálně 3 – 4 hodiny před tréninkem a minimálně 2 hodiny po větší tělesné zátěži.

Kůň je vynikajícím sportovcem ve srovnání s jinými druhy díky svému kardiovaskulárnímu systému a zvýšené maximální kapacitě plic (Williams et al., 2019). Výkonnost jednotlivých tkání a orgánů se musí zesílit, nebo udržovat pravidelným tréninkem (rychlá tvorba a odbourávání zásob glykogenu ve svalech a játrech, stavba nové svalové hmoty, prokrvení a enzymová aktivita). Nutné předpoklady k těmto procesům tvoří krmení (Meyer et Coenen, 2003). Koně nastupují do prvního dostihu ve dvou letech a vrcholem testace u plnokrevníků je dostih pro tříleté koně.

Trénink koně na opakovanou zátěž je proces přizpůsobování se organismu. V podstatě je to proces, který vytváří morfologické, funkční adaptace systémů, tkání a orgánů. Při adaptaci dochází ke zlepšení funkční činnosti. Orgány a systémy se stávají schopné pracovat ve větším objemu, větší intenzitě a tím dosahují i většího výkonu (větší funkční kapacita). Podle druhu konaného zatěžování se jednotlivé systémy a orgány přizpůsobují zátěži specificky. Základem specializovaného tréninku je tedy specifická reakce a adaptace. V tréninku najdeme působení adaptačních podnětů. Mezi takové podněty patří faktory, které jsou: frekvence, objem, intenzita. Mění se proporce mezi objemem, frekvencí a intenzitou vedou k žádoucímu efektu tréninku. Obecně platný zákon v tréninku je, že intenzita zátěže, která je nižší než 30 % maximálních možností organismu nevede k adaptaci, 50 % intenzity zátěže vede k udržení tělesné zdatnosti a optimální intenzita pro vznik adaptace k síle či rychlosti musí přesahovat 2/3 stávajících maximálních možností organismu, což je 70 % maximálního úsilí. Při rozvoji adaptace organismu pro rychlost, sílu, obratnost a vytrvalost je intenzita zátěže rozdílná. Pro rychlost koně vzniká optimální adaptace při použití intenzity adaptačních tréninkových podnětů o velikosti 90 – 100 % maximální rychlosti, kterou je kůň schopen vyvinout. 70 – 90 % je při menší maximální rychlosti. Adaptace pro rychlost přetrvává po určitou dobu, při používání podnětů mezi 50 – 70 % maxima, ale nevzniká. Jsou-li podněty nižší než 50 % maxima, dochází k desadaptaci k rychlosti. Při silovém tréninku, kdy je kritériem například výška skoku platí totéž. Intenzita podnětů ve výši 30 – 50 % maxima je dostatečným podnětem pro rozvoj obecné vytrvalosti při vytrvalostním tréninku. Pro rozvoj speciální vytrvalosti je intenzita zátěže 50 – 70 % maxima, ovšem za předpokladu dostatečně velkého objemu zátěže.

Pro dostihového koně je z hlediska praxe optimálním adaptačním podnětem, když po celou dobu zátěže na vzdálenost plánovaného dostihu (objem) udržuje rychlost (intenzita) odpovídající rychlosti téhož dostihu. U mílařských a letounských dostihů je to 90 – 100 % maxima a 70 – 90 % maxima u překážkových a vytrvalostních dostihů. V příslušné intenzitě a objemu zátěže by měly adaptační podněty stačit 2 – 4 týdně. Z předchozí tréninkové zátěže musejí být podněty takové, aby došlo k úplnému odstranění tréninkové únavy. Aktivní odpočinek se musí střídát se dny specifického tréninku. Přípravu na dostih (zaměřovací trénink) je vhodnější provádět na kvalitním travnatém povrchu a dostihové dráze. Jde o zkušenost koně se skutečným dostihovým prostředím a o vypracování dynamického pohybového stereotypu ve cvalu o maximální rychlosti. Je důležité simulovat situace, se kterými se kůň setkává v dostihu (těsný kontakt mezi koňmi, zrychlení v cílové rovině, cval do zatáčky, startovní boxy) (Hanák et Olehla, 2010).

3.13.2 Dostihová sezóna

Při přípravě na dostihy a jiné energeticky náročné práce se zvyšuje denní krmná dávka jádra na 9 – 10 kg i více. Seno se začíná omezovat na 3 – 5 kg. Krmení se podává čtyřikrát denně (Meyer et Coenen, 2003). Koně jsou ráno krmeni po ranním tréninku, protože práce s koňmi začíná brzy ráno. Ranní dávka je podávána v 7 hodin, odpolední ve 12, večerní v 18 a ve 21 hodin. V 7 hodin kůň dostane 1,5 kg sena a 2,5 kg ovsa. Odpoledne je dávka stejná jako při ranním krmení. V 18 hodin dostávají 2 kg sena a 3 kg ovsa. Ve 21 hodin zbytek denní dávky ovsa 1 – 4 kg (Zeman et al., 1997). K ovsu přidáváme i sacharidová krmiva jako jsou melasa, krmný cukr, sušená cukrovka a obilné šroty. Dále můžeme podávat lněné semínko, pšeničné otruby a menší množství bílkovinných krmiv (luštěninový šrot a sójový extrahovaný šrot). Důležité je nezapomínat na doplňování ostatních minerálních látek a soli. V doplňku biofaktorů se přidávají aminokyseliny, mikroelementy, vitamíny, antioxidanty a jiná aditiva.

Při zbývajících dvou dnech před dostihem se snižuje krmná dávka sena a dávka jádra se mírně zvyšuje. Večer před dostihem se podává pouze malé množství krmiva. V den dostihu je ranní krmení stejné, ale musí být 6 hodin před dostihem. Kůň je napojen naposledy tři hodiny před startem dostihu. Aby se zabránilo užírání slámy, která slouží k podestýlání, nasazuje se koni košík nebo se kůň vyvazuje. Někdy je koním podávána hrst jádra, glukózy nebo cukr 3 – 4 hodiny před dostihem. Coenen uvádí, že podávání cukru před dostihem působí spíše škodlivě. Uvádí, že spuštěná inzulinová reakce během závodu brzdí nutnou mobilizaci glykogenu a dochází tak k dočasnému nastavení subnormální hodnoty krevního cukru (Meyer et Coenen, 2003). Těsně před dostihem je koním umožněn hlt vody (Zeman, 2006). Během dostihu, jehož vzdálenost je více než 1500 – 2000 m není problém uhradit spotřebovanou stravitelnou energii ve výši 30 – 40 MJ glykogenem nebo glukózou u dobře trénovaných koní. Příčinou špatných výkonů nedostatečného zásobení energií tudíž bývá zřídka (Meyer et Coenen, 2003).

Po skončení závodu je koním umožněno jednoho až dvou hltů během provádění, které trvá zhruba dvě hodiny. Tři hodiny po dostihu dostává teplý mash a trochu sena. Mash je speciální směs, která se skládá nejčastěji z pšeničných otrub, krmné soli, lněného semínka, mačkaného nebo šrotovaného ovsa a horké vody. Někdy je mash připravován uvařením směsi z ovsa, kukuřice, ječmene, lněného semínka. Následně se osolí a smíchá se s otrubami před krmením (Zeman, 2006).

3.13.3 Období odpočinku po dostihové sezóně

Únava je přirozeným důsledkem jakékoli činnosti (Hanák et Olehla, 2010). Po dostizích dochází ke snížení krevních hladin glukózy, které by mohly způsobit přechodný energetický deficit. Rozhodující pro výkon je, že enzymy potřebné pro přeměnu energie ve svalech se výživou a tréninkem zase stabilizují (Meyer et Coenen, 2003).

Pro relaxaci v období klidu jsou vhodné pastevní či pískové výběhy. Vhodnou pomůckou je i otevřená jízdárna, lonžovací kruhy a v případě nadstandartního vybavení bazén a krytá jezdecká hala. V podmínkách, které jsou k dispozici u nás, je možné využívat rybníky a řeky. Na intenzitě únavy a jejím trvání závisí její velikost.

Únava předchází zotavení, kdy dochází k původnímu stavu a návratu funkcí. Obojí je stálou součástí tréninku a takzvaného tréninkového prvku. K obnovení klidové spotřeby kyslíku a k likvidaci kyslíkového dluhu dochází většinou do 30 minut po skončení zátěže. Kyselina

mléčná může být zvýšená až do 60 minut po zátěži, protože pomalu difunduje ze svalů do krve. Vhodnější je aktivní odpočinek, než odpočinek pasivní pro zdárný průběh zotavovacích procesů.

Při pohybech aktivního odpočinku, jsou pomalá červená vlákna ve svalech schopna obdobně jako srdeční sval, využívat jako zdroj energie i kyselinu mléčnou vyprodukovanou v předchozí činnosti. Tím dokážou zbavit organismus kyseliny přímo ve svalech. V průběhu 60 minut dochází k dosažení klidových hodnot po zátěži. Po těžké zátěži, kde dochází k velkému nahromadění laktátu, by měl proběhnout takovýto způsob zotavení. Odstraňování únavy se dá také urychlit vedle aktivního odpočinku řadou fyzikálních prostředků, působících na organismus celkově (masáže, plavení) nebo lokálně na pohybový aparát (vodoléčba, magnetoterapie, ultrasonoterapie, zábaly) (Hanák et Olehla, 2010).

V období odpočinku po náročné dostihové sezóně dochází k postupnému zvyšování objemných krmiv. Den po dostihu se začíná kůň krmít normálně. Denní dávky sena se zvyšují na 7 – 10 kg a zároveň dochází ke snížení jadrných krmiv na 4 kg. Je možné podávat mrkev, která má dietetické účinky. Mrkev se podává večer v dávkách od 1 do 7 kg. Krmení je rozděleno na tři dávky. Večer je podána polovina denní dávky a zbytek je rozdělen mezi ranní a odpolední krmení. Je dobré 2x v týdnu podávat teplý mash, který pomáhá koním v rekonvalescenci a prospívá tělesné kondici těžce pracujících koní. Mash podáváme jiný den, než krmnou mrkev. V boxu je nutností mít vždy čerstvou vodu stájové teploty v případě potřeby koně se napít. V boxu nesmí chybět ani solný liz a dostatek podestlané slámy, kterou si kůň může podle libosti brát (Zeman et al., 1997).

4 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala tématem výživa a krmení dostihových koní v období dostihové sezóny. Informace obsažené v bakalářské práci jsem čerpala na základě tuzemské a cizojazyčné odborné literatury se zaměřením na toto téma a témata podobná.

Cílem bylo důkladně prostudovat vybranou literaturu za účelem vytvoření literární rešerše, zejména kapitoly týkající se výživy a krmení koní v dostihové sezóně.

Ve své práci jsem dospěla k těmto výsledkům. Krmná dávka dostihových koní se výrazně liší od krmných dávek nepracujících koní. Dostihoví koně jsou sportovci, kteří podávají velké výkony, a proto potřebují zvýšený příjem živin a dostatek kvalitní energie. Krmná dávka je podávána v několika intervalech v průběhu celého dne. Liší se podle období a intenzity tréninku převážně zvyšováním a snižováním objemných a koncentrovaných krmiv. Je nutné podávat čerstvá a zdravotně nezávadná krmiva, abychom předešli zdravotním komplikacím, které mohou negativně ovlivnit výkonnost koně (prašnost, plísň). Živiny podávané v krmné dávce by měly být ve správném poměru spolu s důležitými vitamíny, aby zajišťovaly správný chod organismu koně. Důležité je také nezapomínat na stálý přístup k čerstvé vodě.

Podle mého názoru byly cíle práce splněny. Výživa dostihových koní je důležitý a rozsáhlý obor, který s sebou nese stále nové poznatky. V budoucnosti by se bakalářská práce mohla rozšířit o nové poznatky výživy a krmení v jiných zemích.

5 Seznam literatury

- Abdouli, H., Ben attia, S. 2007. Evaluation of a two-stage in vitro technique for estimating digestibility of equine feeds using horse faeces as the source of microbial inoculum. *Animal feed science and technology* [online]. 132. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.03.005. ISSN: 03778401.
- Bachmann, M., Glatter, M., Bochnia, M., Greef, Jm., Breves, G., Zeyner, A. 2019. Estimating compartmental and total tract apparent digestibility in horses using internal and external markers. *Livestock Science* [online]. 223. 16-23. DOI: 10.1016/j.livsci.2019.02.015. ISSN: 18711413.
- Bezdekova, B., Jahn, P., Vyskocil, M. 2008. Gastric ulceration, appetite and feeding practices in standardbred racehorses in the Czech Republic. *Acta Veterinaria (Czech Republic)* [online]. 77 (4). 603-607. ISSN: 00017213.
- Brandi, R. A., Furtado, C. E. 2009. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos Nutritional and metabolic importance of fiber in the horse diet. *Revista Brasileira de Zootecnia* [online]. 38 (spe). 246-258. DOI: 10.1590/S1516-35982009001300025. ISSN: 15163598.
- Cehak, A., Wilkens, M. r., Guschlbauer, M., Mrochen, N., Schröder, B., Feige, K., Breves, G. 2012. In vitro studies on intestinal calcium and phosphate transport in horses. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* [online]. 161 (2). 259-264. DOI: 10.1016/j.cbpa.2011.11.005. ISSN: 10956433.
- Cichorska, B., Komosa, M., Nogowski, L., Maćkowiak, P., Józefia, D. 2014. Significance of Nutrient Digestibility in Horse Nutrition - A Review. *Annals of Animal Science* [online]. 14 (4). 779-797. DOI: 10.2478/aoas-2014-0059. ISSN: 16423402.
- Cogger, N., Perkins, N., Hodgson, D. R., Reid, S. W., Evans, D. L. 2008. Profiling training preparation in young Australian Thoroughbred racehorses. *Australian veterinary journal* [online]. 86 (11). 419-424. ISSN: 00050423.
- Dedar, R. K., Legha, R. A., Bala, P. A., Ravi, S. K., Pal, Y., Gupta, A. K. 2014. Effect of oral supplementation of vitamin C and exercise on plasma vitamin C status in Marwari horses. *Journal of Veterinary Science and Technology* [online]. 5 (2). DOI: 10.4172/2157-7579.1000169. ISSN: 21577579.
- Denotta, S. A. L., Divers, T. J. 2019. Clinical Pathology in the Adult Sick Horse: The Gastrointestinal System and Liver. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* [online]. DOI: 10.1016/j.cveq.2019.11.004. ISSN: 07490739.
- Duvnjak, M., Bošnjak, A., Zadavec, M., Pintar, J., Grbeša, D., Kiš, G. 2018. Starch in horse diet improves feces microbiota, in vitro digestibility of fiber and dry matter. *Journal of Central European Agriculture* [online]. 19 (4). 918-930. DOI: 10.5513/JCEA01/19.4.2114. ISSN: 13329049.
- Ericsson, A. c., Johnson, P. j., Lopes, M. a., Perry, S. c., Lanter, H. r. 2016. A Microbiological Map of the Healthy Equine Gastrointestinal Tract. *PLoS ONE* [online]. 11 (11). 1-17. DOI: 10.1371/journal.pone.0166523. ISSN: 19326203.

- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). 2013. Scientific opinion on the safety and efficacy of iron compounds (E1) as feed additives for all species: iron chelate of amino acids, hydrate, based on a dossier submitted by Zinpro Animal Nutrition Inc. *EFSA Journal* [online]. 11 (7). DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3287. ISSN: 18314732.
- Finno, Cj., Valberg, Sj. 2012. A Comparative Review of Vitamin E and Associated Equine Disorders. *Journal of Veterinary Internal Medicine* [online]. 26 (6). 1251-1266. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2012.00994.x. ISSN: 08916640.
- Fiorellino, N. m., Lamprecht, E. d., Williams, C. a. 2009. Absorption of Different Oral Formulations of Natural Vitamin E in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 29 (2). 100-104. DOI: 10.1016/j.jevs.2008.12.007. ISSN: 07370806.
- Fowler, Al., Brümmer-holder, M. 2019. In vitro gas and volatile fatty acid production from 4 substrates incubated with equine fecal inoculum. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 76. 71-71. DOI: 10.1016/j.jevs.2019.03.082. ISSN: 07370806.
- Gallhoefer, N. S., Spiess, B. M., Guscetti, F., Hilbe, M., Hartnack, S., Hafezi, F., Pot, S. A. 2016. Penetration depth of corneal cross-linking with riboflavin and UV-A (CXL) in horses and rabbits. *Veterinary Ophthalmology* [online]. 19 (4). 275-284. DOI: 10.1111/vop.12301. ISSN: 14635216.
- Galik, B., Biro, D., Halo, M., Juracek, M., Simko, M., Massanyi, P., Rolinec, M. 2012. The effect of different macromineral intakes on mineral metabolism of sport horses. *Acta Veterinaria (Czech Republic)* [online]. 81 (2). 113-117. ISSN: 00017213.
- Gibbs, P. G., Potter, G. D. 2002. Concepts in Protein Digestion and Amino Acid Requirements of Young Horses. *The Professional Animal Scientist* [online]. 18 (4). 295-301. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31537-0. ISSN: 10807446.
- Gillick, P. 2010. Nutritional considerations of the Thoroughbred racehorse. *Irish Veterinary Journal* [online]. 63 (11). 680-682. ISSN: 03680762.
- Hanák, J., Olehla, Č. 2010. *Klinická fyziologie koní a jejich trénink: od fyziologie k medicíně. Veterinární a farmaceutická univerzita. Brno.* ISBN: 978-80-7305-131-0
- Henry, M., Nielsen, Bd., Robison, C., Pritchard, A., Stuart, R. 2019. Impact of Northern Hemisphere daylight hours on unsupplemented vitamin D and E concentrations in horses on pasture in Michigan. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 76. 123-123. DOI: 10.1016/j.jevs.2019.03.195. ISSN: 07370806.
- Hillyer, L. L., Ridd, Z., Fenwick, S., Hincks, P., Paine, S. W. 2018. Pharmacokinetics of inorganic cobalt and a vitamin B12 supplement in the Thoroughbred horse: Differentiating cobalt abuse from supplementation. *Equine Veterinary Journal* [online]. 50 (3). 343 - 349. DOI: 10.1111/evj.12774. ISSN: 20423306.
- Hymøller, L., Jensen, S. krogh. 2015. We Know Next to Nothing About Vitamin D in Horses!. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 35 (10). 785-792. DOI: 10.1016/j.jevs.2015.06.010. ISSN: 07370806.
- Kaya-karasu, G., Huntington, P., Iben, C., Murray, J. -anne. 2018. Feeding and Management Practices for Racehorses in Turkey. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 61. 108-113. DOI: 10.1016/j.jevs.2017.04.009. ISSN: 07370806.

- Kolářová, S., Čermák, B. 1997. Zásady krmení koní. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. Živočišná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN: 80-710-5147-0.
- Kienzle, E., Zeyner, A. 2010. Development of a metabolizable energy system for horses. *Journal of animal physiology and animal nutrition* [online]. 94 (6). e231. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2010.01015x. ISSN: 09312439.
- Meyer, H., Coenen, M. 2003. Krmení koní: Současné trendy ve výživě. Ikar. Praha. ISBN: 80-249-0264-8.
- Michalak, I., Godlewska, K., Marycz, K. 2019. Biomass Enriched with Minerals via Biosorption Process as a Potential Ingredient of Horse Feed. *Waste and Biomass Valorization* [online]. 10 (11). 3403-3418. DOI: 10.1007/s12649-018-0351-5. ISSN: 18772641.
- Moreira, C. g., Bueno, I. c. s., Menezes, M. l., Mota, T. p., Souza, A. d., Tavares, A. f., Augusto, L. s., Brandi, R. a. 2015. Palatability and digestibility of horse diets containing increasing levels of citrus pulp. *Revista MVZ Córdoba* [online]. 20 (2). 4544-4555. DOI: 10.21897/rmvz.57. ISSN: 01220268.
- Nielsen, B. D. 2013. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. 261-271. DOI: 10.1016/B978-0-7020-3422-0.00013-4. ISBN: 9780702034220.
- Oliveira, C. a. a., Azevedo, J. f., Martins, J. a., Barreto, M. p., Silva, V. p., Jullian, V., Almeida, F. q. 2015. The impact of dietary protein levels on nutrient digestibility and water and nitrogen balances in eventing horses. *Journal of Animal Science* [online]. 93 (1). 229-237. DOI: 10.2527/jas.2014-6971. ISSN: 00218812.
- Pedrozo, R., Gamarra, A., Mochet, L., Romero, I., Gamarra, T. 2015. VARIACIONES FISIOLÓGICAS EN LAS CONCENTRACIONES SÉRICAS DE SODIO, POTASIO Y CLORO EN CABALLOS MESTIZOS DE CARRERA ANTES Y DESPUÉS DEL EJERCICIO / PHYSIOLOGICAL VARIATIONS IN SERUM CONCENTRATIONS OF SODIUM, POTASSIUM AND CHLORINE INHALF BREED RACE HORSES BEFORE AND AFTER EXERCISE. *Compendio de Ciencias Veterinarias* [online]. 5 (2). 07-11. DOI: 10.18004/compend.cienc.vet.2015.05.02.7-11. ISSN: 22261761.
- Phillips, C., Waran, N. K., Evans, D. L. 2002. *Welfare of Horses* (9781402061424). 181-201. DOI: 10.1007/978-0-306-48215-1_8. ISBN: 9781402061424.
- Reece, W. O. 2010. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2., rozšířené vydání*. Grada Publishing. Praha. ISBN: 978-80-247-3282-4.
- Rosenfeld, I., Austbø, D. 2009. Digestion of cereals in the equine gastrointestinal tract measured by the mobile bag technique on caecally cannulated horses. *Animal feed science and technology* [online]. 150 (3-4). DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2008.09.002. ISSN: 03778401.
- Siciliano, Pd., Warren, Lk., Lawrence, Lm. 2000. Changes in vitamin K status of growing horses. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 20 (11). 726-729. DOI: 10.1016/S0737-0806(00)80184-7. ISSN: 07370806.
- Silva, V. pimentel, Almeida, F. queiroz de, Morgado, E. da silva, França, A. biazon, Ventura, H. torres, Rodrigues, L. maria. 2009. Digestibilidade dos nutrientes de alimentos volumosos determinada pela técnica dos sacos móveis em eqüinos / Nutrient digestibility of forage feed determined using mobile bag technique in horses. *Revista*

- Brasileira de Zootecnia [online]. 38 (1). 82-89. DOI: 10.1590/S1516-35982009000100011. ISSN: 18069290.
- Silveira da Mota, M. D. 2006. Genetic correlations between performance at different racing distances in Thoroughbreds. *LIVESTOCK SCIENCE* [online]. 104 (3). 227-232. DOI: 10.1016/j.livsci.2006.04.005. ISSN: 18711413.
- Skinner, Je., Cawdell-smith, Aj., Biffen, Jr., Talbot, Am., Regtop, Hl., Bryden, Wl. 2015. 11 Intestinal absorption of different vitamin K compounds in the horse. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 35 (5). 387-387. DOI: 10.1016/j.jevs.2015.03.018. ISSN: 07370806.
- Sláma, P., Pavlík, A., Tančín, V. 2015. *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova univerzita v Brně. Brno. ISBN: 978-80-7509-337-0.*
- Stöckle, S. D., Müller, E., Winter, J. C., Sponder, G., Aschenbach, J. R., Pieper, L., Gehlen, H. 2019. Dose-dependent effects of magnesium supplementation on serum and intracellular magnesium concentrations in healthy horses. *Pferdeheilkunde* [online]. 35 (6). 529-534. DOI: 10.21836/PEM20190605. ISSN: 01777726.
- Taran, Fm.p., Gobesso, Aa.o., Gonzaga, Iv.f. Françoso, R., Centini, Tn., Moreira, Cg., Silva, Lf.p. 2016. Effects of different amounts of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on apparent digestibility and faecal parameters in horses fed high-roughage and high-concentrate diets. *Livestock Science* [online]. 186. 29-33. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.11.023. ISSN: 18711413.
- Terachi, T., Inoue, Y., Ashihara, N., Kobayashi, M., Ando, K., Matsui, T. 2011. Plasma vitamin K concentration in horses supplemented with several vitamin K homologs. *Journal of Animal Science* [online]. 89 (4). 1056-1061. DOI: 10.2527/jas.2009-2759. ISSN: 00218812.
- Trottier, N. L., Bott, R. C., Woodward, A., Greene, E. A., Williams, C. A., Westendorf, M. L., Swinker, A. M., Mastellar, S. L., Martinson, K. 2016. Gastrointestinal Nitrogen Metabolism of Equids and Impact on Protein Requirement. *Journal of Equine Veterinary Science* [online]. 45. 78-86. DOI: 10.1016/j.jevs.2016.06.002. ISSN: 07370806.
- Urschel, K. L., Mok, C. H. 2020. Amino acid requirements in horses. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* [online]. 33 (5). 679-695. DOI: 10.5713/ajas.20.0050. ISSN: 10112367.
- Zeman, L., Hodboď, P., Mendlík, J. 1997. *Výživa a technika krmení koní. 2. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. ISBN: 80-86153-26-6.*
- Zeman, L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press, s. r. o., Praha. ISBN: 80-86726-17-7.*
- Williams, J., Kenworthy, K., Jones, T., Marlin, D., Tabor, G. 2019. The role of heart rate monitoring to assess workload during maintenance interval training in National Hunt racehorses. *Journal of Veterinary Behavior* [online]. 30. 54-60. DOI: 10.1016/j.jveb.2018.12.003. ISSN: 15587878.

