

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Hodnocení nutriční hodnoty lučního sena a jeho alternativ
ve výživě sportovních koní**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Adriana Dunovská

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: Ing. Martina Janošíková

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení nutriční hodnoty lučního sena a jeho alternativ ve výživě sportovních koní" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Martině Janošíkové za trpělivé a odborné vedení a cenné rady. Děkuji také majitelům v práci uvedených koní a všem respondentům dotazníku.

Hodnocení nutriční hodnoty lučního sena a jeho alternativ ve výživě sportovních koní

Souhrn

Objemové krmivo je základem krmné dávky koní. Tradiční konzervovaná píce – luční seno – se však v několika posledních letech stává nedostatkovým zbožím. Předmětem práce tak bylo prozkoumat možnosti využití komerčně dostupných alternativ lučního sena ve výživě sportovních koní.

Teoretická část práce se zabývala shrnutím poznatků o anatomii a fyziologii trávicí soustavy koně. Dále byly uvedeny informace o jednotlivých živinách obsažených v krmivech a jejich potřebném množství v krmné dávce sportovních koní. Poslední část literární rešerše byla věnována vybraným objemným krmivům používaným ve výživě koní.

Praktická část práce se věnovala laboratorní analýze vzorků lučního sena, granulovaného sena, vojtěškotravní směsi, senáže a směsi krmné slámy a cukrovarských řízků a porovnání zjištěných hodnot s tabulkovými hodnotami. Dále bylo vybráno 5 aktivně sportujících parkurových či drezurních koní. Měřením byla stanovena hmotnost a BCS jednotlivých koní. Konzultací s majiteli byla zjištěna zátěž koně a reálná krmná dávka. Ta se u všech koní skládala z lučního sena a ovsa. Následně byly vytvořeny teoretické krmné dávky, ve kterých bylo luční seno nahrazeno některou z alternativ v poměru udávaném výrobcem, množství ovsa zůstávalo stejné. Bylo vypočítáno množství stravitelné energie obsažené v krmných dávkách a potřeba stravitelné energie jednotlivých koní. Pomocí programu Statistica došlo ke statistickému posouzení energie krmných dávek s potřebou koní.

Všechny krmné dávky splňovaly energetickou potřebu sportovních koní. Všechny alternativy navíc poskytovaly více stravitelné energie, než luční seno. Nejvíce energie vykazovala krmná dávka s obsahem senáže, při jejímž zkrmování by mohlo dojít ke snížení dávky koncentrovaného krmiva o 0,5 kg u 4 z 5 koní, při zachování pokrytí potřeb.

Výsledky dotazníku ukazují průměrně dobrou znalost alternativ lučního sena u českých majitelů koní. 70 % majitelů se již s pojmem alternativa/náhrada lučního sena již někdy setkala, 52 % dokázalo vyjmenovat alespoň jeden konkrétní příklad. 20 % majitelů koní nahrazovalo část nebo celou dávku lučního sena v krmné dávce svých koní některou z alternativ. Majitelé sportovních koní zkrmuující alternativy tvořili pouze 3,5 % z celkového počtu 196 respondentů.

Klíčová slova: luční seno, kvalita, kůň, výživa, alternativa sena

Evaluation of the nutritional value of meadow hay and its alternatives in the nutrition of performance horses

Summary

Forage is the main part of every horse's diet. Traditional conserved forage – meadow hay - has been in short supply for the past few years. The purpose of this thesis was to explore the possibilities of feeding commercially available hay alternatives instead of meadow hay to performance horses.

The theoretical part of the thesis gathered information about anatomy and physiology of horse's digestive tract, nutrients in feeds and the requirements of performance horses. The last part of the review was devoted to forages commonly fed to horses.

The practical part analyzed the samples of meadow hay, granulated hay, lucerne-grass mixture, haylage and straw and beet pulp mixture and compared the results to chart values. 5 showjumping and dressage horses were chosen. The body weights of the horses were calculated and BCSs measured. Workloads and real feed rations were established after consulting the owners. Real feed rations were composed of meadow hay and oats. Theoretical feed rations were created by substituting meadow hay with one of the hay alternatives using ratios suggested by the feed producers. The amount of oats remained unchanged. Digestible energy of the rations was calculated as well as energy requirements of the horses. The conformity of energy values of the feed rations with requirements of the horses was determined using Statistica.

All feed rations met the horses' requirements. Every alternative provided more digestible energy than meadow hay. The feed ration with haylage contained the greatest amount of digestible energy. While feeding this ration the amount of oats could be reduced by 0.5 kg in 4 horses' rations.

The results of the questionnaire showed mediocre knowledge of hay substitutes in horse owners of Czech Republic. 70 % of respondents had heard the term 'hay alternative' before and 52 % were able to name at least one substitute. 20 % of horse owners replaced some or all of meadow hay in their horse's diet with an alternative. Owners of performance horses feeding hay substitutes took up only 3.5 % of all respondents.

Keywords: meadow hay, quality, horse, nutrition, hay substitute

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod | 1 |
| 2 Vědecká hypotéza a cíle práce | 2 |
| 3 Literární rešerše | 3 |
| 3.1 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy koně | 3 |
| 3.1.1 Dutina ústní..... | 3 |
| 3.1.2 Jícen | 4 |
| 3.1.3 Žaludek | 4 |
| 3.1.4 Tenké střevo..... | 5 |
| 3.1.5 Tlusté střevo..... | 6 |
| 3.2 Živiny | 7 |
| 3.2.1 Voda..... | 7 |
| 3.2.2 Dusíkaté látky | 8 |
| 3.2.3 Sacharidy | 9 |
| 3.2.4 Lipidy..... | 10 |
| 3.2.5 Minerální látky..... | 11 |
| 3.2.6 Vitamíny | 12 |
| 3.3 Energie | 12 |
| 3.3.1 Záchovná potřeba energie..... | 13 |
| 3.3.2 Potřeba energie pro práci | 14 |
| 3.4 Objemná krmiva | 15 |
| 3.4.1 Seno | 16 |
| 3.4.1.1 Luční seno..... | 18 |
| 3.4.1.2 Vojtěškové seno..... | 18 |
| 3.4.2 Siláž a senáž..... | 18 |
| 3.4.3 Sláma | 19 |
| 3.4.1 Cukrovarské řízky..... | 19 |
| 4 Materiál a metody | 20 |
| 4.1 Odběr vzorků krmiva | 20 |
| 4.2 Laboratorní analýza | 21 |
| 4.2.1 Stanovení sušiny a popelovin | 21 |
| 4.2.2 Stanovení dusíkatých látek (NL) | 21 |
| 4.2.3 Stanovení tuku | 21 |
| 4.2.4 Stanovení vlákniny | 22 |
| 4.2.5 Stanovení BNLV | 22 |
| 4.2.6 Stanovení SE _k | 22 |
| 4.3 Vybraný vzorek koní | 22 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5 | Výsledky | 25 |
| 5.1 | Výsledky rozboru krmiv | 25 |
| 5.2 | Hodnocení krmných dávek | 29 |
| 5.2.1 | Hodnocení reálné krmné dávky (KD_r)..... | 29 |
| 5.2.2 | Hodnocení krmné dávky s obsahem granulovaného sena (KD_{t1})..... | 30 |
| 5.2.3 | Hodnocení krmné dávky s obsahem vojtěškotravní směsi (KD_{t2})..... | 31 |
| 5.2.4 | Hodnocení krmné dávky s obsahem travní senáže (KD_{t3})..... | 33 |
| 5.2.5 | Hodnocení krmné dávky s obsahem směsi krmné slámy a cukrovarských řízků (KD_{t4}) | 34 |
| 5.3 | Výsledky dotazníku | 36 |
| 6 | Diskuze | 40 |
| 7 | Závěr | 44 |
| 8 | Literatura | 45 |

1 Úvod

Historie koně sahá do doby přibližně před 60 miliony lety. Prapředek koně, *Hyracotherium (Eohippus)*, byl živočich velikosti lišky žijící v pralesích Evropy a Severní Ameriky. Jeho chrup tvořily malé zuby uzpůsobené ke žvýkání šťavnatých listů, výhonků a jiné měkké potravy. Evoluce koně byla podmíněna změnou klimatu v průběhu třetihor. Pralesy začaly ustupovat sušším lesům a stepím porostlých nízkými keři a travinami. Z původně výhradního okusovače se stal spásač. Změnu potravy provázal vývoj celého gastrointestinálního traktu do podoby, jakou známe dnes. Chrup se zvětšil, zpevnil a získal složitější strukturu, aby lépe odolával opotřebování při spásání tužší potravy. Trávicí trakt se rozšířil a přizpůsobil se zpracování hůře stravitelné potravy. Úlohu předžaludků přežvýkavců u koně plní tlusté střevo. To je určené k fermentaci, trávení a vstřebání rostlinných složek nestravitelných v tenkém střevě.

Během domestikace koně člověkem došlo k opětovné úpravě potravy. Kvůli větším pracovním nárokům začala být zkrmována koncentrovaná krmiva s vyšším obsahem energie, například pšenice, ječmen, vikev, hrách aj. Postupně se nejvíce prosadil oves. Přesto zůstala píce hlavní složkou krmných dávek a nadměrné zkrmování koncentrovaných krmiv může vést ke zdravotním komplikacím.

Nejpřirozenější objemové krmivo pro koně je zelená píce. Z důvodu střídání ročních období je však v mnoha oblastech po určitou část roku nedostupná. Proto se vyvinuly způsoby její konzervace. Nejběžnějším způsobem uchování píce pro koně je její sušení na seno. To složením odpovídá porostu, ze kterého bylo sklizeno a může být například travní, leguminózní nebo obilné. Většinou je sušeno na slunci a lisováno do kulatých či hranatých balíků. Moderní postupy zpracování pak nabízejí umělé sušení píce studeným či horkým vzduchem a následnou úpravu do kostek nebo pelet.

Dalším způsobem konzervace je zpracování částečně zavadlé píce a výroba senáže. Ta je stále populárnější v západní a severní Evropě z důvodu menší prašnosti a vyšší nutriční hodnoty. Dříve skladovaná v jámách či velkých vacích byla senáž špatně dostupná pro drobné chovatele, ovšem díky technologickému rozvoji se rozšířila její výroba ve formě menších balíků.

Na trhu se dále objevují různé objemové směsi, které kombinují krmnou slámu s cukrovarskými řízky, sójovými boby, vojtěškou aj. a které jsou výrobci označovány za plnohodnotnou náhradu lučního sena pro koně.

Tato diplomová práce se zaměřuje na nutriční hodnotu lučního sena a jeho alternativ a jejich použití v krmných dávkách sportovních koní.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíl práce:

Cílem diplomové práce je vyhodnocení nutričních hodnot lučního sena zkrmovaného sportovním koním. Dále vyhodnocení nutričních hodnot vybraných alternativ sena nabízených krmivářskými firmami z České republiky i zahraničí a jejich porovnání s hodnotami lučního sena. Práce je doplněna o dotazník zjišťující rozsah znalostí chovatelů koní týkajících se dostupných alternativ lučního sena.

Hypotéza:

Luční seno v krmné dávce sportovních koní lze plně nahradit jeho alternativami.

3 Literární rešerše

3.1 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy koně

Koně se řadí mezi nepřežvýkavé býložravce (Frape 2010). Ve volné přírodě jsou adaptováni na spásání píce s poměrně vysokým obsahem vody a strukturních sacharidů, ale malým množstvím škrobu a cukrů. Příjem potravy u nich probíhá ve dne i v noci. U domestikovaných koní člověk omezil dobu, po kterou mohou žrát a do krmných dávek zahrnul pro koně do té doby neznámé komponenty, zvláště obiloviny s vysokým obsahem škrobu, bílkovinné koncentráty, suchá objemná krmiva i siláží konzervovanou píci (Frape 2010, Martin-Rosset & Martin 2015).

Tyto komponenty je v krmné dávce nutné optimálně vyvážit, aby naplnily různorodé nutriční potřeby koní a nezpůsobovaly trávicí a metabolické potíže. K tomu je důležitá podrobná znalost anatomie a fyziologie trávicího traktu koní (Frape 2010).

3.1.1 Dutina ústní

Vstup do ústní dutiny tvoří velmi pohyblivé a citlivé pysky (Budras et al. 2012). Horní pysk slouží během pastvy k umístění píce mezi zuby. Jazyk pak posunuje přijatou potravu k lícním zubům, kde dochází k rozmělnění. Koně mají horní i spodní řezáky, což jim umožňuje spásat i velice krátkou pastvu (Davidson & Harris 2002; Frape 2010, Budras et al. 2012).

Koně mají dvě sady zubů. Mléčné zuby jsou během růstu nahrazeny trvalým chrupem, který se skládá z 36 - 40 zubů. Trvalé zuby se nepřetržitě vysouvají ven z dásně, čímž kompenzují své postupné opotřebování. Zdravý chrup je zásadní pro dobrý fyzický stav koní. Netypické nebo zkažené zuby neumožňující dostatečné mechanické zpracování potravy mohou přispět k rozvoji zažívacích poruch a kolik. Rovněž snižují schopnost koně přijímat píci, může tedy dojít ke zhoršování kondice (Frape 2010, Budras et al. 2012). Důležitá je pravidelná dentální korekce chrupu. Ralston et al. (2001) zjistili, že u koní po dentální korekci došlo ke zvýšení zdánlivé stravitelnosti hrubého proteinu a vlákniny krmiva.

Během žvýkání sena udělá kůň za minutu asi 73 - 92 žvýkacích pohybů. Laterální a ventrální pohyby koňské čelisti, společně s bohatou produkcí slin, umožňují lícním zubům rozmělnit stonky sena a trávy na části kratší než 1,6 mm. Ty jsou pak, řádně prosliněny, vhodné ke spolknutí. Množství žvýkacích pohybů potřebných k rozmělnění píce je značně vyšší, než množství nutné k rozžvýkání koncentrovaných krmiv. Na 1 kg koncentrovaných krmiv udělá kůň 800 - 1200 žvýkacích pohybů, zatímco na 1 kg sena je jich 3000 - 3500 (Frape 2010; Martin-Rosset & Martin 2015).

Přítomnost potravy v dutině ústní stimuluje produkci slin (Frape 2010). Koně mají tři hlavní slinné žlázy: příušní, podčelistní a podjazykovou. Dospělý kůň může vyprodukovat 35 - 40 litrů slin denně, z nichž většina je vyloučena příušní slinnou žlázou a jejichž pH se pohybuje v rozmezí 8,6 - 9,1 (Merritt & Julliand 2013). Množství vyprodukovaných slin závisí na obsahu sušiny v přijímaném krmivu a na čase potřebném pro jeho dostatečné rozžvýkání (Davidson & Harris 2002). Na 1 kg sena se vyloučí přibližně 5,8 l slin, na 1 kg koncentrovaného krmiva 1,7 l slin (Merritt & Julliand 2013).

Koňské sliny tvoří z více než 99 % voda. Neobsahují téměř žádné trávicí enzymy, průměrná koncentrace amylázy je 0,44 U/ml (průměrná koncentrace amylázy ve slinách člověka je 77 U/ml). Hlavní funkce slin je tedy zvlhčení krmiva. Díky obsahu bikarbonátu (přibližně 50 mEq/l) slouží také jako pufr žaludečních šťáv (Merritt & Julliand 2013).

Po rozžvýkání pokračuje sousto přes hltan do jícnu (Merritt & Julliand 2013).

3.1.2 Jícen

Jícen je svalnatá trubice dlouhá přibližně 1,2 – 1,5 m, anatomicky rozdělena na krční, hrudní a břišní část. Svalovina jícnu je v prvních dvou třetinách příčně pruhovaná, v poslední třetině hladká (Merritt & Julliand 2013; Krunkosky et al. 2017).

Spojení jícnu a žaludku je tvořeno svalnatým svěračem. Přítomnost svěrače v kombinaci s ostrým úhlem, v jakém jícen do žaludku vstupuje, znemožňuje koni zvracet (Frape 2010; Krunkosky et al. 2017).

3.1.3 Žaludek

Koňský žaludek je jednodukomorový, poměrně malý orgán o objemu 5 – 15 litrů (Budras et al. 2012), což tvoří 8 – 10 % celkového objemu trávicího traktu koně (Frape 2010; Merritt & Julliand 2013). Žaludek má čtyři anatomické části: cardii (česlo), fundus (slepý vak), corpus (tělo) a pylorus (vrátník) (Krunkosky et al. 2017).

Sliznice žaludku se dělí na proximální bezžláznatou (skvamózní) část, vystýlající fundus a tělo žaludku blízko malé křivky (přibližně 40 % sliznice žaludku), a část žláznatou (glandulární) ve zbytku corpu a pyloru. Ostrý přechod mezi bezžláznatou a žláznatou sliznicí tvoří *margo plicatus* (MacAllister et al. 1997; Budras et al. 2012; Krunkosky et al. 2017).

Sliznice bezžláznaté části žaludku se podobá sliznici jícnu (Murray 2017). Žláznatá část se dále dělí na oblasti s kardiálními, fundálními a pylorickými žlázami (Krunkosky et al. 2017).

Kardiální oblast tvoří úzký pruh podél *margo plicatus* (Merritt & Julliand 2013). Žlázy jsou jednoduché stočené tubulózní a jejich hlavní funkcí je produkce hlenu (Krunkosky et al. 2017).

Fundální oblast zabírá přibližně dvě třetiny těla žaludku. Žlázy jsou jednoduché tubulózní (Krunkosky et al. 2017). Tvoří je hlenové buňky produkující hlen, krycí (parietální) buňky secernující kyselinu chlorovodíkovou (HCL), hlavní buňky, které produkují pepsinogen a žaludeční lipázu a enteroendokrinní buňky vylučující histamin (Merritt & Julliand 2013; Krunkosky et al. 2017, Murray 2017).

Pylorická oblast zabírá zbytek žláznaté části žaludku. Žlázy v této oblasti jsou jednoduché stočené tubulózní a tvoří je buňky produkující hlen, G-buňky secernující gastrin a D-buňky produkující somatostatin (Merritt & Julliand 2013).

Potrava zůstává v žaludku po dobu 2 – 6 hodin. Během konzumace potravy putuje část přítomné tráveniny do dvanáctníku a v žaludku je nahrazena potravou právě přijatou. Žaludek koně je zřídka úplně prázdný, neboť posunování tráveniny do dvanáctníku skončí, jakmile kůň přestane žrát (Frape 2010; Van Weyenberg et al. 2006).

Trávicí systém koně je uzpůsoben ke konstantnímu příjmu potravy. V žaludku proto dochází k neustálé sekreci žaludeční šťávy a to i při nepřítomnosti krmiva. Za hodinu se vyprodukuje přibližně 1,5 l žaludeční šťávy (Campbell-Thompson & Merritt 1990). Kyselost tráveniny se v různých částech žaludku liší. Větší částice a částice s nižší hustotou nacházející se v proximální části žaludku jsou minimálně vystaveny HCl produkované ve žláznaté části žaludku, ale jsou dobře promíchány s velkým množstvím spolknutých slin a pH v této části se tak pohybuje v rozmezí 5 - 7. Naopak hustá tekutější trávenina v distální části žaludku je kyselá s pH 2 – 3 (Husted et al. 2008; Merritt & Julliand 2013). Sliznice glandulární části je proti negativnímu vlivu kyselého prostředí chráněna vrstvou secernovaného hleny a bikarbonátu (Flemström & Isenberg 2001).

V žaludku dochází k chemickému trávení přijaté potravy. Ve slepém vaku probíhá fermentace tráveniny působením přítomných mikroorganismů. Pepsinogen se v kyselém prostředí distální části žaludku mění na pepsin a zahajuje hydrolýzu proteinů a žaludeční lipáza se podílí na částečném natrávení triacylglycerolů. Vzhledem k malému obsahu žaludku a rychlosti průchodu tráveniny zde však nedochází k tak důkladnému trávení potravy jako v následujících částech gastrointestinálního traktu (Varloud et al. 2007; Frape 2010; Merritt & Julliand 2013).

Po průchodu žaludkem pokračuje trávenina do tenkého střeva. Přejod mezi žaludkem a dvanáctníkem je tvořen pylorickým svěračem (Merritt & Julliand 2013).

3.1.4 Tenké střevo

Tenké střevo má tři části: dvanáctník (duodenum), lačník (jejunum) a kyčelník (ileum). U průměrného 500 kg koně je dlouhé přibližně 25 metrů a tvoří zhruba 27 % trávicího traktu koně. Většinu délky tvoří jejunum. Duodenum je dlouhé zhruba 1 m a ileum 0,5 - 0,7 m (Frape 2010; Budras et al. 2012; Merritt & Julliand 2013; Krunkosky et al. 2017).

Povrchová vrstva sliznice tenkého střeva je tvořena převážně cylindrickými buňkami – enterocyty – s absorpční a sekreční funkcí. Mezi nimi jsou rozmístěny pohárkové buňky secernující hlen, který chrání stěnu střeva. Sliznice je pokryta klky a mikroklyky, které zvětšují její povrch a zlepšují tak vstřebávání živin (Merritt & Julliand 2013; Blikslager 2017; Krunkosky et al. 2017).

Trávenina postupuje tenkým střevem poměrně rychle (rychlostí až 30 cm/min) a část krmiva se může objevit ve slepém střevě již 45 minut po požití (Frape 2010).

Do tenkého střeva je secernováno značné množství tekutin a látek, především z jater a pankreatu, které napomáhají trávení potravy. Žlučovod a velký vývod pankreatu ústí do dvanáctníku ~15 cm aborálně od pylorického svěrače (Merritt & Julliand 2013). Sekrece žluči probíhá průběžně (5 l/den), neboť koně nemají žlučník. Pankreatické šťávy se za den kontinuálně vyloučí přibližně 7 litrů a střevní šťávy 5 – 7 l (Martin-Rosset & Martin 2015).

Pankreatická šťáva má poměrně nízkou koncentraci trávicích enzymů, ale obsahuje velké množství sodíku, draslíku, chloru a hydrogenuhličitanových iontů. Díky tomu je zásaditá (pH ~8) a slouží jako důležitý pufr žaludeční kyseliny vstupující s tráveninou do dvanáctníku. Z enzymů pankreatu jsou nejdůležitější α -amyláza štěpící škrob, trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidáza a elastáza trávicí bílkoviny a lipáza a kolipáza, které tráví tuky. Trypsin a chymotrypsin se vylučují ve formě prekurzorů, trypsinogenu

a chymotrypsinogenu, a k jejich aktivaci dochází v lumenu střeva (Kitchen et al. 2000; Lorenzo-Figueras et al. 2007; Frape 2010; Merritt & Julliand 2013; Blikslager 2017).

Střevní šťáva je produkována žlázami ve sliznici střeva, tzv. Lieberkühnovými kryptami. Součástí střevní šťávy jsou trávicí enzymy, hydrogenuhličitanové ionty a hlen (Frape 2010; Merritt & Julliand 2013).

Enzymy pankreatické a střevní šťávy se společně s působením žlučových solí, které emulgují tuky a ty jsou pak přístupnější trávicím enzymům, podílejí na hydrolýze sacharidů, proteinů i tuků (Merritt & Julliand 2013). V tenkém střevě dochází k natrávení a vstřebání 70 – 95 % sacharidů pocházejících z cukrů a škrobu. Dále je zde stráveno přibližně 80 % tuků a olejů. Množství stráveného proteinu se pohybuje kolem 30 % u objemného krmiva a 60 – 90 % u jaderných krmiv. S výjimkou fosforu, který se vstřebává hlavně v tlustém střevě, zde dochází k absorpci většiny minerálů a převážné části nebiřkovinného dusíku získaného především z močoviny (Dyer et al. 2002; Martin-Rosset & Martin 2015; Blikslager 2017).

3.1.5 Tlusté střevo

Žádný z domestikovaných savců nedokáže produkovat enzymy schopné natrávit složité molekuly celulózy, hemicelulózy, pektinu, frukto- a galaktooligosacharidů a ligninu na částice vhodné k absorpci v trávicím traktu. Potřebují proto pomoc mikroorganismů, které, s výjimkou trávení ligninu, tuto schopnost mají (Frape 2010).

Koňovití se řadí do skupiny tzv. „hindgut fermenters“. Jejich tlusté střevo je určeno k fermentaci, trávení a vstřebání rostlinných komponentů nestravitelných v tenkém střevě (Merritt & Julliand 2013). Peristaltika tlustého střeva je poměrně pomalá, poskytující dostatek času k fermentaci a absorpci. Trávenina zde zůstává v průměru 24 hodin (Martin-Rosset & Martin 2015; Lopes & Johnson 2017).

Tlusté střevo tvoří přibližně 65 % celého trávicího traktu koně, je dlouhé 7,5 – 8 m a pojme až 180 l tráveniny. Dělí se na tři části: slepé střevo (cecum), tračník (colon) a konečník (rectum) (Budras et al. 2012; Krunkosky et al. 2017).

Slepé střevo je přibližně 1 m dlouhé s obsahem až 30 – 35 litrů (Frape 2010; Budras et al. 2012; Krunkosky et al. 2017). Tračník je rozdělen na vzestupný (velký) tračník, příčný tračník a sestupný (malý) tračník (Merritt & Julliand 2013).

Vzestupný tračník je dlouhý asi 4 metry a má kapacitu 80 litrů. Stáčí se do tvaru podkovy a tvoří na sobě ležící slohy. Anatomicky ho můžeme rozdělit na levý a pravý ventrální a levý a pravý dorzální tračník (Budras et al. 2012; Krunkosky et al. 2017). Příčný tračník je krátká část spojující vzestupný a sestupný tračník. Sestupný tračník měří 3 – 4 metry. Jeho hlavní funkcí je vstřebávání tekutin z tráveniny a tvorba pevných výkalů. Ty pak putují 30 cm dlouhým konečníkem, kde se v rozšířené části hromadí a následně jsou vyloučeny z těla (Clegg et al. 2001; Krunkosky et al. 2017).

Trávení ve slepém střevě a vzestupném tračníku téměř úplně spoléhá na aktivitu přítomných bakterií a nálevníků. Na rozdíl od tenkého střeva sliznice tlustého střeva nesečernuje trávicí enzymy, ale pouze hlen a hydrogenuhličitanové ionty (Frape 2010; Merritt & Julliand 2013). Koncentrace bakterií v tlustém střevě se pohybuje mezi 5 – 7×10⁹/g tráveniny a koncentrace nálevníků 10² – 10³/g tráveniny. Nejčastěji identifikované druhy bakterií jsou *Streptococcus*, *Bacteroides* a *Lactobacillus*.

Výsledkem degradace celulózy a buněčných stěn rostlin je vznik těkavých mastných kyselin, především kyseliny octové (70 – 75 %), kyseliny propionové (18 – 23 %) a kyseliny máselné (5 – 7 %). Ty jsou schopny pokrýt 30 – 70 % energetické potřeby koně (Martin-Rosset & Martin 2015; Lopes & Johnson 2017). Další činností mikroorganismů je syntéza aminokyselin, amoniaku a produkce vitaminů skupiny B a vitamínu K₂ (Frape 2010; Lopes & Johnson 2017).

3.2 Živiny

Živiny, biologicky významné chemicky definované sloučeniny, tvoří základ výživy zvířat. Jsou to látky pro organismus nezbytné, neboť slouží k zajištění všech životních procesů (trávení, pohyb, termoregulace, rozmnožování, tvorba tělesné hmoty, produkce, výkon atd.) (Zeman 2006; Dušek et al. 2011).

3.2.1 Voda

Voda je univerzální rozpouštědlo a účastní se přímo či nepřímo všech fyziologických procesů potřebných k životu. Je nutná ke všem biochemickým reakcím organismu a k termoregulaci. Zásoby vody jsou proměnlivější než zásoby energie (tělesný tuk), proto koně dokážou snášet hladovění delší dobu než nedostatek vody. Ztráta více než 15 % tělesné vody (přibližně 96 litrů pro 500 kg koně) může být smrtelná. To by v závislosti na podmínkách prostředí a tělesné aktivitě mohlo trvat méně než 7 dní. V porovnání s tím smrt vyhladověním nastává u >50% ztráty tělesné hmotnosti a u průměrného koně by nastala za více než 90 dní (Cymbaluk 2013).

Voda tvoří 61 – 72 % tělesné hmotnosti dospělého koně (Fielding et al. 2008). Celková tělesná voda se dělí na intracelulární (uvnitř buněk) a extracelulární (mimobuněčnou) tekutinu. Intracelulární tekutina představuje 38 – 53 % tělesné hmotnosti. Extracelulární tekutina zahrnuje kapalnou složku krve, tkáňového moku, kostí, pojivových tkání a transcelulárních tekutin a tvoří přibližně 22 – 26 % tělesné hmotnosti (Forro et al. 2000; Nyman et al. 2002; Cymbaluk 2013).

Koně získávají vodu z exogenních (napájení, voda obsažená v krmivu) a endogenních (metabolické procesy v organismu) zdrojů. Voda přijatá pitím pokryje asi 80 % denní potřeby koně. Její množství závisí na tělesné hmotnosti, věku koně, složení krmné dávky, aktivitě, teplotě a vlhkosti prostředí, březosti či laktaci. Obecně se množství vypité vody pohybuje kolem 25 – 50 l denně. Metabolická voda se tvoří během štěpení bílkovin, tuků a sacharidů a tvoří 11 – 13 % denního příjmu (3,4 – 6,5 l/den u 500 koně) (Stricker & Sved 2000; Nyman et al. 2002; Cymbaluk 2013).

Ke ztrátám vody dochází skrz dýchání, výkaly, moč a pot, případně sekrecí mléka. Denní výdej vody výkaly je průměrně 31 ml/kg tělesné váhy koně, tedy u koně vážícího 500 kg přibližně 15,5 l denně. Ztráty močí se pohybují mezi 4 a 18 ml/kg tělesné váhy (2 – 9 l/den u 500 kg koně). Ztráty dýcháním a pocením závisí na okolní teplotě, vlhkosti a aktivitě, jakou kůň vykonává. Laktací mohou klisny ztratit až 20 l vody za den, zvyšují proto příjem tekutin o 30 – 60 % (Zeyner et al. 2004; Wilson 2007; Santos & Silvestre 2008; Cymbaluk 2013).

3.2.2 Dusíkaté látky

Dušek et al. (2011) rozděluje dusíkaté látky na látky bílkovinné a nebílkovinné povahy.

Mezi nebílkovinné dusíkaté sloučeniny můžeme zařadit volné aminokyseliny, amidy, aminy, alkaloidy, peptidy, dusíkaté glykosidy, amoniak, amonné soli, močovinu, dusičnany aj. Tyto látky jsou zdrojem 15 – 20 % dusíku obsaženého v zelené píce a jejich množství se dále zvyšuje v senech a silážích (Martin-Rosset & Martin 2015).

Látky bílkovinné povahy (proteiny) jsou hned po vodě nejdůležitější součástí všech tkání v koňském těle. Tvoří složky krve, svalů, orgánů, enzymů a hormonů (Pagan 2001). Mají strukturální funkci (aktin a myosin ve svalových vláknech, kolagen, keratin), transportují živiny v krvi (hemoglobin, albumin) a skrz buněčné stěny, regulují metabolické funkce (enzymy, hormony), jsou součástí imunitního systému (imunoglobuliny) a pomáhají udržovat homeostázu organismu (Urschel & Lawrence 2013). V případě potřeby mohou plnit také funkci energetickou (Dušek et al. 2011). Představují proto kritickou součást krmných dávek pro koně (Pagan 2001).

Bílkoviny jsou tvořeny řetězcem aminokyselin spojených peptidovými vazbami. Během trávení jsou tyto vazby rozrušeny a dochází ke vstřebání jednotlivých aminokyselin a jejich následnému využití v metabolismu a při proteosyntéze (NRC 2007; Urschel & Lawrence 2013).

Součástí savčích proteinů je celkem 21 aminokyselin. Ty můžeme rozdělit na esenciální a neesenciální v závislosti na tom, zda si je zvíře dokáže v dostatečném množství samo vytvořit (neesenciální), nebo je musí přijímat potravou (esenciální) (Urschel & Lawrence 2013). Dle NRC (2007) jsou pro koně esenciální aminokyseliny arginin, histidin, leucin, isoleucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin. Všechny aminokyseliny potřebné k tvorbě bílkovin musí být přítomné v dostatečném množství. Pokud je některé nedostatek, nazýváme ji limitující, neboť limituje proces proteosyntézy. Za první limitující aminokyselinu u koní považujeme lysin, za druhou threonin (Staniar et al. 2001; Graham-Thiers & Kronfeld 2005). Správná krmná dávka by měla poskytovat vhodné množství bílkovin, které tělu poskytnou dostatek aminokyselin k tvorbě tkání, enzymů a hormonů (NRC 2007).

Objemová krmiva mohou být skvělým zdrojem proteinů a aminokyselin, ovšem obsah bílkovin je mezi různými druhy velice proměnlivý. Bobovité využívané ve výživě koní (vojtěška, jetel aj.) mohou obsahovat více než 14 % hrubého proteinu v sušině. Travniny obsahují obecně nižší množství hrubého proteinu než bobovité rostliny (Hoskin & Gee 2004; Urschel & Lawrence 2013). Záleží také na stáří rostliny v době sklizně. Nejvíce proteinu rostliny obsahují ve vegetativní fázi růstu (González et al. 2001). Za zdroj velmi kvalitních bílkovin se považuje např. sójová moučka, která může obsahovat 44 – 48 % hrubého proteinu (Baker & Stein 2009).

Stravitelnost dusíkatých látek se uvádí jako celková nebo precekální, v závislosti na tom, v jaké části trávicího traktu se měří množství nestráveného dusíku. Celková stravitelnost měří množství dusíku ve výkalech a udává množství dusíku absorbovaného během průchodu tráveniny gastrointestinálním traktem. Neudává však, v jaké části GIT a v jaké formě je dusík vstřebáván. Precekální stravitelnost měří množství nestráveného

dusíku v kyčelníku tenkého střeva. Vzhledem k tomu, že většina aminokyselin se vstřebává před kyčelníkem, je využití precekální stravitelnosti vhodnější při vyjadřování stravitelnosti bílkovin (Urschel & Lawrence 2013). Dále můžeme stravitelnost dělit na skutečnou a zdánlivou, přičemž skutečná stravitelnost při měření počítá s endogenními ztrátami organismu (Martin-Rosset & Martin 2015).

Stravitelnost proteinu závisí na zdroji bílkovin a složení krmné dávky. Zdánlivá precekální stravitelnost bílkovin se pohybuje mezi 15 – 30 % u objemových krmiv a 50 – 80 % u koncentrovaných krmiv. Skutečná precekální stravitelnost je vyšší: 40 – 60 % pro objemová krmiva a 60 – 90 % pro krmiva koncentrovaná (Martin-Rosset & Martin 2015).

3.2.3 Sacharidy

Sacharidy jsou důležitou součástí krmných dávek koní, neboť tvoří přibližně 75 % rostlinné biomasy a fungují jako hlavní zdroj energie pro koně. (Pagan 1998a; NRC 2007).

Podle jejich funkce v rostlině je dělíme na nestrukturní sacharidy (NSC – non-structural carbohydrates), které slouží jako zásobní jednotky (cukry, škrob, fruktany) a strukturní sacharidy, které tvoří buněčné stěny (celulóza, hemicelulóza, pektin) (Pagan 1998a).

Z pohledu fyziologie koňského trávení je můžeme rozdělit na dvě skupiny. Do první patří sacharidy, které jsou přítomny v krmivu ve formě jednoduchých cukrů, případně jsou na jednoduché cukry hydrolyzovány trávicími enzymy tenkého střeva. Do druhé pak řadíme sacharidy odolné vůči působení trávicích enzymů a jsou tudíž fermentované bakteriemi tlustého střeva na těkavé mastné kyseliny (Pagan 1998a; Hoffman 2013).

Z chemického hlediska se dělí podle stupně polymerizace na mono-, di-, oligo- a polysacharidy (NRC 2007).

Mezi nutričně důležité monosacharidy (tzv. jednoduché cukry) řadíme glukózu, fruktózu, galaktózu, manózu, arabinózu a xylózu. V rostlinách se volně vyskytují v nízkých koncentracích, avšak tvoří základní stavební jednotku oligosacharidů a polysacharidů (NRC 2007, Hoffman 2013). Glukóza má výživě koní rozhodující význam. Jedná o koncový produkt metabolismu mnoha složitějších sacharidů, slouží k tvorbě krevní glukózy, glykogenu, mastných kyselin a triacylglycerolů i jako přímý zdroj energie (Pagan 1998a; Zeman 2006).

Mezi významné disacharidy patří laktóza důležitá ve výživě hříbat, maltóza, která se tvoří v gastrointestinálním traktu během štěpení škrobu enzymem α -amylázou a sacharóza běžně se vyskytující ve zralém ovoci a pastvě (Pagan 1998a; Hoffman 2013).

Některé oligosacharidy také hrají roli ve výživě koní, např. rafinóza (melasa), stachyóza (sójová moučka), verbaskóza (bobovité rostliny) a fruktooligosacharidy. Koně neprodukují enzym α -galaktosidázu, k trávení oligosacharidů tedy dochází pomocí mikroorganismů tlustého střeva (NRC 2007; Hoffman 2013).

Fruktooligosacharidy (FOS) jsou jedním z druhů fruktanů - oligomerů a polymerů fruktózy. Fruktany tvoří jedna molekula sacharózy napojena na různý počet jednotek fruktofuranosy (< 10 = oligomer; > 10 = polymer). Dva nejčastěji se vyskytující fruktany ve výživě koní jsou inuliny a levany. Třetím typem jsou graminany obsažené v pšeničné a ječné slámě. Všechny fruktany jsou odolné proti hydrolýze enzymy tenkého střeva, jsou tedy

fermentovány v tlustém střevě (Ritsema & Smeekens 2003; Hoffman 2013; Matros et al. 2019). Vysoký obsah fruktanů ve zkrmované píci je spojován s rozvojem schvácení kopyt koní. Během fermentace pomocí bakterií střevní mikroflóry dochází k produkci organických kyselin, zejména kyseliny mléčné, což může vést ke střevní acidóze a rozvoji přidružených metabolických poruch (Van Eps & Pollitt 2006; Ince et al. 2013).

Polysacharidy jsou nejběžnějšími a nejsložitějšími sacharidy v koňských krmivech. Řadíme mezi ně škrob, celulózu, hemicelulózu a pektin (Hoffman 2013).

Škrob je polysacharid obsahující jednotky glukózy spojené glykosidickými vazbami. Skládá se ze dvou různých polysacharidů, amylozy a amylopektinu. Je produkován všemi rostlinami, ale u obilnin, teplomilných trav a bobovitých plní roli hlavního zásobního sacharidu. Je tráven enzymy tenkého střeva, nicméně v případě jeho nadbytku se dostane do tlustého střeva, kde je rychle fermentován. Rezistentní škrob je škrob, který je z důvodu své chemické nebo fyzické struktury odolný proti působení trávicích enzymů (Cuddeford 2001; Hoffman et al. 2009).

Pektin je strukturní polysacharid nacházející se v primárních stěnách a středních lamelách rostlinných buněk. K jeho fermentaci dochází v tlustém střevě koně a společně s rostlinnými gumami a slizy jej řadíme mezi rozpustnou vlákninu (Hoffman 2013).

Hemicelulóza a celulóza jsou skupiny polysacharidů přítomné v buněčných stěnách rostlin. Řadíme je mezi nerozpustnou vlákninu a k jejich trávení dochází pomocí bakterií tlustého střeva koně (Hoffman 2013).

V základním rozboru krmiva provedeném podle Wendenské metody dělíme sacharidy na BNLV (bezdušičkaté látky výtažkové) a hrubou vlákninu. Mezi BNLV řadíme cukry, škrob a organický zbytek. Vlákninu tvoří celulóza, hemicelulóza a lignin (Zeman 2006).

Stravitelnost závisí na druhu sacharidů a formě krmiva. Stravitelnost škrobu v tenkém střevě může dosahovat až 95 %, přičemž se zlepšuje technologickými úpravami zrna (mačkání, napařování, extruze atd.). Stravitelnost vlákniny je ovlivněna zastoupením jejích jednotlivých frakcí, přičemž čím větší je obsah ligninu, tím se snižuje její stravitelnost (NRC 2007).

3.2.4 Lipidy

Lipidy jsou skupina různorodých chemických sloučenin, jejichž charakteristickou vlastností je hydrofóbnost – nejsou rozpustné ve vodě. Mezi lipidy řadíme tuky, oleje, mastné kyseliny, vosky, lipoproteiny a další látky jako cholesterol, steroly aj. Lipidy zastupují v organismu koní různé funkce, slouží jako vydatný zdroj energie, tvoří složku buněčných membrán (fosfolipidová dvojvrstva), jsou nositelé vitaminů rozpustných v tucích a dalších prospěšných látek, poskytují esenciální mastné kyseliny (linolová a α -linolenová) a mechanicky a teplotně chrání vnitřní orgány (Dunnett 2005; Zeman 2006; NRC 2007).

Nejdůležitějšími lipidy ve výživě koní jsou tuky a oleje (Dunnett 2005). Tuky přirozeně se vyskytující v píci a obilovinách existují jako směsi jednoduchých (di- a triacylglyceroly, neesterifikované mastné kyseliny, vosky a steroly) a složených lipidů (glykolipidy a fosfolipidy). Na druhou stranu tuky přidané do krmné dávky se skládají převážně z triacylglycerolů. Ty tvoří jedna molekula glycerolu esterifikovaná třemi molekulami mastných kyselin. (Zhou et al. 1999; Warren & Vineyard 2013).

Mastné kyseliny se liší délkou řetězce a množstvím dvojných vazeb. Mastné kyseliny s krátkým řetězcem jsou produkovány v trávicím traktu během procesu mikrobiální fermentace a jejich řetězec se skládá z 2 – 5 uhlíků. Mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem obsahují 6 – 10 uhlíků a mastné kyseliny s dlouhým řetězcem jsou tvořeny 16 – 20 uhlíky. Nasycené mastné kyseliny (SAFA) nemají v řetězci ani jednu dvojnou vazbu, mononenasyčené (MUFA) mají jednu dvojnou vazbu a polynenasycené (PUFA) obsahují dvě a více dvojných vazeb (Dunnett 2005; NRC 2007; Warren & Vineyard 2013).

Tuky s vysokým obsahem nasycených mastných kyselin mají vyšší bod tání a při pokojové teplotě mají pevné skupenství. Často se jedná o živočišné tuky, např. sádlo nebo lůj. Tuky bohaté na nenasycené mastné kyseliny jsou při pokojové teplotě tekuté a nazýváme je oleje (většina rostlinných tuků s výjimkou např. kokosového nebo palmového oleje) (NRC 2007; Warren & Vineyard 2013).

Trávení tuků začíná již v dutině ústní. Pomocí žvýkání dochází k mechanickému rozrušení částic, čímž se zvětšuje plocha pro působení trávicích enzymů a žlučových solí. Chemické trávení začíná v žaludku pomocí žaludeční lipázy a dále pokračuje v tenkém střevě, kde se trávenina smíchá s pankreatickou šťávou a žlučí. Žlučové soli emulgují tuky na drobné tukové kapénky a ty jsou pak tráveny pankreatickou lipázou. Produkty hydrolýzy (mastné kyseliny, monoacylglyceroly, cholesterol atd.) se společně se žlučovými solemi hromadí do micel, které lipidy dopraví ke kartáčovému lemu tenkého střeva. Zde dochází k uvolnění a vstřebání mastných kyselin a monoacylglycerolů do enterocytů, kde se následně syntetizují nové triacylglyceroly. Dále se lipidy v organismu koně transportují jako součást lipoproteinů (chylomikra) (Mansbach & Gorelick 2007; Warren & Vineyard 2013).

Stravitelnost tuků závisí především na množství a typu lipidů. Přirozeně se vyskytující tuky mají zdánlivou stravitelnost v píci 5 – 57 %, v obilovinách 55 – 76 % (Sturgeon et al. 2000). Zdánlivá stravitelnost přidaných tuků a olejů se pohybuje mezi 88 – 96 % (Kronfeld 2004).

Do krmných dávek koní se tuky a oleje přidávají nejčastěji z důvodu zvýšení energetické hodnoty. Rostlinné tuky se používají častěji než tuky živočišné, částečně z důvodu větší chutnosti. Ve studii provedenéu Holland et al. (1998) vyšel jako nejchutnější kukuřičný olej. Dále se běžně používá např. sójový, řepkový, lněný, slunečnicový, světlicový, kokosový a arašídový olej a další vedlejší produkty s poměrně vysokým obsahem tuku (lecitin, rýžové otruby, pšeničné klíčky, kopra (rozemleté jádro kokosového ořechu) aj.) (Dunnett 2005; NRC 2007).

3.2.5 Minerální látky

Ačkoliv tvoří pouze malou část krmných dávek, minerály hrají velice důležitou roli ve výživě koní. Účastní se řady tělesných funkcí, např. udržení acidobazické rovnováhy a osmotického tlaku, tvorbě tkání, slouží jako kofaktory enzymů a podílejí se na přenosu energie. Některé minerály jsou nedílnou součástí vitamínů, hormonů, enzymů a aminokyselin (Zeman 2006; NRC 2007).

Minerály můžeme rozdělit na makroelementy a mikroelementy (stopové prvky). Makroelementy jsou potřebné ve větším množství a jejich koncentrace se měří v procentech nebo g/kg. Do skupiny makroelementů řadíme vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), sodík

(Na), draslík (K), chlór (Cl) a síru (S). Koncentrace mikroelementů se uvádí v mg/kg nebo v ppm (parts per million). Mezi mikroelementy patří měď (Cu), zinek (Zn), železo (Fe), mangan (Mn), selen (Se), jód (J), kobalt (Co) a chrom (Cr) (Coenen 2013).

Nedostatečný příjem minerálů se projevuje viditelnými klinickými příznaky. Odpověď organismu na deficit minerálních látek může být akutní nebo chronická. Akutně se projevuje například nedostatek vápníku (hypokalcémie). Pokud se zvířeti minerály nedostávají delší dobu, dochází k rozvoji chronických poruch (např. růstové poruchy). Zároveň koním škodí i nadměrné množství minerálů v krmné dávce. Běžně dochází k předávkování, především stopovými prvky, z důvodu špatně zvolených minerálních doplňků, nebo jejich nesprávného dávkování. To má pak negativní efekt na zdraví a výkon zvířat, v akutních případech mohou působit toxicky (Zeman 2006; NRC 2007; Toribio 2011; Coenen 2013).

Minerální látky se musí podávat nejen ve vhodném množství, ale také v požadovaném poměru, neboť příjem jednoho minerálu může mít vliv na absorpci, metabolismus a exkreci jiného (NRC 2007; Dušek et al. 2011).

3.2.6 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny obsažené v krmné dávce v nepatrném množství. Jsou potřebné k udržení normálních životních funkcí a jejich nedostatek může vést k rozvoji tělesných i duševních poruch a onemocnění (McDowell 2000). Naopak při nadměrném podávání mohou, podobně jako minerální látky, působit toxicky (Zeyner & Harris 2013).

Vitamíny dělíme podle rozpustnosti na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitamíny rozpustné ve vodě (C a vitamíny skupiny B) (NRC 2007). Obecně se tvrdí, že zvířata nedokážou vitamíny sama syntetizovat v dostatečném množství a musí být proto přijímány krmivem (Zeyner & Harris 2013). Pravdivost tohoto tvrzení ovšem závisí na konkrétním živočišném druhu i jednotlivých vitamínech. Většina savců, včetně koní, dokáže v játrech syntetizovat vitamín C. Vitamín D₃ se vytváří v kůži během expozice slunečnímu záření a některé mikroorganismy tlustého střeva dokážou syntetizovat vitamíny skupiny B (Martin-Rosset & Martin 2015).

Obsah vitamínů se v krmení během skladování postupně snižuje (Zeyner & Harris 2013). Dušek et al. (2011) proto doporučují do krmné dávky, především sportovních koní, přidávat vitaminový přípravek, který pokryje zvýšenou potřebu při intenzivní práci. Zeyner & Harris (2013) v takovém případě varují před možným předávkováním a toxicitou. Ve studii prováděné v dostihových stájích bylo zjištěno, že často docházelo k předávkování vitamínem A a D (až šestinásobek potřeby) (Meyer et al. 1991). Doplňky je proto třeba zkrmovat s rozmyslem a znát nejen minimální požadavky, ale také hodnoty, které již působí toxicky (Zeyner & Harris 2013).

3.3 Energie

Energetickou hodnotu krmiva můžeme popsat jako schopnost krmiva uhradit požadavky zvířete na energii (Pagan 1998b). Ve výživě koní se používají 4 hlavních zdroje energie: 1. hydrolyzovatelné sacharidy (např. škrob), 2. celulóza, hemicelulóza, pektiny atd. (neškrobové polysacharidy, tedy vláknina), 3. tuky a 4. bílkoviny (Harris 2001).

Velká část hydrolyzovatelných sacharidů je v tenkém střevě degradována na glukózu a vstřebána do krve. Krevní glukóza může být následně využita přímo k tvorbě adenosin trifosfátu (ATP), nebo se ukládá ve formě svalového a jaterního glykogenu či tělesného tuku. Na druhou stranu trávení vlákniny trvá déle, neboť musí být fermentována mikrobiální populací tlustého střeva za produkce těkavých mastných kyselin (TMK). Většina TMK je následně absorbována přes stěnu střeva a transportována krevním řečištěm do jater. Teprve potom mohou být TMK přeměněny na glukózu (a dále glykogen) nebo uloženy ve formě tělesného tuku. Z tohoto důvodu poskytují krmiva obsahující vysoce stravitelné sacharidy rychleji dostupnou energii, než krmiva bohatá na vlákninu (Pagan 1998b; Harris 2001; NRC 2007, Frape 2010).

Lipidy krmiva jsou v tenkém střevě tráveny na mastné kyseliny, které slouží jako přímý zdroj energie nebo se ukládají jako tělesný tuk. Lipidy obsahují přibližně 2,25 krát více brutto energie než sacharidy, tvoří ale podstatně menší část krmné dávky. Harris (2001) nedoporučuje, aby množství tuku v krmné dávce překročilo 10%. Bílkoviny jsou neefektivní zdroje energie a k přeměně aminokyselin na ATP, glukózu nebo tělesný tuk dochází pouze při nadměrném zkrmování proteinu (Pagan 1998b).

Hodnocení obsahu energie v krmivech pro koně je nejčastěji vyjádřeno pomocí stravitelné energie (SE_k) a uvádí se v kaloriích nebo joulech (NRC 2007). Zeman (2006) definuje stravitelnou energii jako brutto energii krmiva (množství tepla uvolněného dokonalým spálením vzorku) zmenšenou o celkový obsah energie ve výkalech.

Přibližné množství stravitelné energie v krmivu můžeme určit pomocí predikční rovnice podle Meyer & Coenen (2003):

$$SE_k \text{ (MJ/kg krmiva)} = (NL \times 0,0231) + (T \times 0,0364) + (VI \times 0,00316) + (BNLV \times 0,0129)$$

3.3.1 Záchovná potřeba energie

Základní potřeba energie všech koní je potřeba na záchovu. Jedná o množství energie nutné k uhrazení potřeb koně, který již neroste, není březí, neprodukuje mléko a nepracuje. Při pokrytí záchovné potřeby nedochází k přibývání ani ubývání tělesné hmotnosti zvířete (NRC 2007; Martin-Rosset & Martin 2015).

K výpočtu záchovné energetické potřeby koně lze využít několik rovnic uvedených v tabulce č. 1, za předpokladu že známe tělesnou hmotnost koně (BW).

Tabulka č. 1: Rovnice výpočtu záchovné energetické potřeby koně.

| Autor | Rovnice | Hmotnost |
|--------------------------------|---|-------------|
| Zeman (2006) | $ZP \text{ SE (MJ/den)} = BW^{0,75} \times (0,552 + 0,0002 \times BW)$ | |
| Pagan & Hintz (1986), upraveno | $ZP \text{ SE (Mcal/den)} = 1,4 + (0,03 \times BW)$ | BW ≤ 600 kg |
| NRC (2007) | $ZP \text{ SE (Mcal/den)} = 1,82 + (0,0383 \times BW) - (0,000015 \times BW^2)$ | BW ≥ 600 kg |

Výsledek rovnic dle NRC (2007) je v Mcal. Pro převedení do MJ se výsledná hodnota vynásobí koeficientem 4,184.

3.3.2 Potřeba energie pro práci

Hlavní produkcí sportovního koně je jeho výkon, tedy práce. Ta se liší podle zaměření koně, ale vždy se jedná o přeměnu chemické energie na energii mechanickou. Základem svalové práce je svalová kontrakce, pro kterou se energie čerpá z adenosintrifosfátu (ATP) uloženého ve svalech. Zásoby ATP se však rychle vyčerpají a proto musí být resyntetizován. Jako zdroj energie k resyntéze ATP pak slouží zásobní látky ve tkáních (glykogen a triacylglyceroly ve svalech, jaterní glykogen, tělesný tuk). Z jaké zásobní formy a v jakém množství se energie uvolní, závisí na typu svalových vláken vykonávajících práci, rychlosti a délce trvání práce, věku koně, jeho fyzické kondici aj. (Duren 1998; Pagan 1998b; Frappe 2010; Ellis 2013).

K resyntéze ATP se využívají dvě reakce: 1. oxidativní fosforylace, během níž se štěpí sacharidy, tuky a proteiny za přítomnosti kyslíku (jedná se tedy o aerobní reakci) a 2. anaerobní glykolýza, kdy se bez přítomnosti kyslíku štěpí glukóza za vzniku kyseliny mléčné. Anaerobní reakce je využita u krátké a intenzivní práce (např. během dostihu), jedná se o nejrychlejší způsob resyntézy ATP, avšak kvůli akumulaci kyseliny mléčné dochází k rychlé únavě svalů. K aerobní reakci dochází během pomalejší práce, kdy je do tkání dopravováno dostatečné množství kyslíku (např. vytrvalostní jízdy). Jedná se o pomalejší, ale efektivnější způsob získávání ATP, kdy z jedné molekuly glukózy vznikne přibližně 38 molekul ATP (anaerobní reakce produkuje pouze 2 molekuly ATP z molekuly glukózy) (Duren 1998; Pagan 1998b; Meyer & Coenen 2003; Ellis 2013).

Množství stravitelné energie potřebné pro práci můžeme, podobně jako potřebu zachovné energie, vypočítat několika způsoby.

NRC (2007) rozděluje zátěž koně na lehkou, střední, těžkou a velmi těžkou podle průměrné tepové frekvence během zátěže, jak je uvedeno v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Rozdělení zátěže koně dle NRC (2007)

| Kategorie | Průměrná tepová frekvence | Popis |
|-------------|---------------------------|--|
| Lehká | 80 tepů/min | 1 - 3 hodiny týdně; 40% krok, 50% klus, 10% cval |
| Střední | 90 tepů/min | 3 - 5 hodin týdně; 30% krok, 55% klus, 10% cval, 5% nízké skoky |
| Těžká | 110 tepů/min | 4 - 5 hodin týdně; 20% krok, 50% klus, 15% cval, 15% rychlý cval, skoky |
| Velmi těžká | 110 - 150 tepů/min | Různé; od 1 hodiny týdně rychlé práce po 6 - 12 hodin týdně pomalé práce |

Po zařazení koně do kategorie podle zátěže se potřeba stravitelné energie pro práci dopočítá pomocí rovnic v tabulce č. 3:

Tabulka č. 3: Rovnice výpočtu potřeby stravitelné energie pro práci (NRC 2007)

| Zátěž | Rovnice |
|-------------|--|
| Lehká | $SE \text{ (Mcal/d)} = (0,0333 \times BW) \times 1,20$ |
| Střední | $SE \text{ (Mcal/d)} = (0,0333 \times BW) \times 1,40$ |
| Těžká | $SE \text{ (Mcal/d)} = (0,0333 \times BW) \times 1,60$ |
| Velmi těžká | $SE \text{ (Mcal/d)} = (0,0363 \times BW) \times 1,9$ |

Meyer & Coenen (2003) potřebu stravitelné energie na práci počítají dle individuálního zhodnocení každodenní zátěže koně (tabulka č. 4).

Tabulka č. 4: Potřeba stravitelné energie na práci koní dle Meyer & Coenen (2003)

| Druh pohybu | typ práce | Rychlost km/h | MJ SE/100 kg na km | MJ SE/100 kg ž. hm. za hod. |
|-------------|-----------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| Krok | pomalý | 3 | 0,15 | 0,7 |
| | rychlý | 5 | 0,17 | 1 |
| Klus | pomalý | 12 | 0,3 | 2,7 |
| | střední | 15 | 0,27 | 4 |
| | rychlý | 17 | 0,32 | 5,7 |
| Cval | střední | 21 | 0,39 | 8,1 |
| | rychlý | 30 | 0,55 | |

3.4 Objemná krmiva

Koně jsou pasoucí se býložravci – tzv. spásáči. Běžně tráví 16 hodin denně pohybem a spásáním vegetace. K tomu je přizpůsoben i jejich trávicí systém, z něhož dvě třetiny jsou uzpůsobeny k trávení vlákniny (Witherow 2019). V rámci zachování normální funkce trávicího traktu koní je důležité zahrnout dostatečné množství píce – hlavního zdroje vlákniny – do denní krmné dávky (NRC 2007).

Strava s nízkým obsahem vlákniny a vysokým obsahem škrobů představuje pro trávicí trakt výzvu, která je zvláště sportovním koním až příliš dobře známá (Witherow 2019). Majitelé koní nahrazují píci v krmné dávce koncentrovanými krmivy za účelem pokrýt energetickou potřebu pro výkon (Hoffman 2013). Řada studií však dokazuje, že u sportovních koní s KD stávající pouze z píce, poskytující dostatečné množství energie a proteinu (siláž nebo senáž, v případě potřeby doplněné o vojteškové pelety), nedošlo ke zhoršení sportovních výkonů (Jansson & Lindberg 2008; Connysson et al. 2010; Essén-Gustavsson et al. 2010; Jansson & Lindberg 2012; Ringmark et al. 2012; Ringmark et al. 2017).

Zkrmování krmiv s vysokým obsahem škrobu může ovlivnit složení mikrobiální populace tlustého střeva - zvyšuje se produkce organických kyselin a klesá pH prostředí, čímž se snižuje koncentrace celulolytických bakterií, naopak stoupá koncentrace anaerobních bakterií, bakterií mléčného kvašení, laktobacilů a streptokoků ve slepém střevě a velkém tračníku (Pagan 1998a; Medina et al. 2002). Těla uhynulých bakterií uvolňují endotoxiny, které se následně přes stěnu střeva vstřebávají a mohou způsobovat řadu metabolických poruch, především laminitidu, průjmy či koliku. Střevní acidóza zvyšuje riziko vzniku střevních vředů (Hudson et al. 2001; Pellegrini 2005; Geor & Harris 2007). Další autoři spojují nadměrné zkrmování koncentrovaných krmiv s rozvojem vývojových ortopedických onemocnění (Kronfeld et al. 1990), rezistence na inzulin (Treiber et al. 2005) či polysacharidové myopatie (Ribeiro et al. 2004).

Nedostatečné množství, či dlouhé prodlevy mezi jednotlivými dávkami objemného krmiva způsobují snížení žaludečního pH, čímž se zvyšuje riziko vzniku žaludečních vředů. Zkrmování píce se na ochraně žaludeční sliznice podílí dvěma způsoby. Během žvýkání objemných krmiv se vylučuje větší množství slin, které díky obsahu bikarbonátu působí jako přirozený pufr žaludečních šťáv. Rozžvýkaná píce navíc tvoří tzv. matraci, která slouží jako fyzická bariéra chránící žaludeční stěnu (Murray & Schusser 1993; Buchanan & Andrews 2003; Witherow 2019). Žaludečními vředy trpí 50 – 90 % sportovních koní, přičemž se snižuje jejich výkonnost a celkový zdravotní stav. Prevence je přitom velice jednoduchá, prevalence onemocnění se snižuje se zvyšujícím se množstvím objemného krmiva v KD (Lapinskas et al. 2017).

Bonin et al. (2007) navíc zjistili, že u koní krmených KD s vysokým podílem koncentrovaných krmiv dochází k menšímu opotřebování zubů, proto tito koně potřebují častější stomatologickou péči. U koní s nedostatkem píce v KD byl dále pozorován zvýšený rozvoj stereotypního chování, např. klkání, tkalcování, okusování atd. Dochází také ke zvýšenému požírání podestýlky, zejména pokud kůň stojí na slámě (Cooper & McGreevy 2002; Wickens & Heleski 2010).

Podle Witherow (2019) by množství objemného krmiva v krmné dávce nemělo být nižší než 1 kg na 100 kg BW (1 % BW), přičemž celková hmotnost suchého krmiva v KD (více než 90 % sušiny) by měla odpovídat 1,5 – 2,5 % tělesné hmotnosti koně (Pagan 1998c).

3.4.1 Seno

Seno je po zelené píci nejpřirozenějším objemným krmivem pro koně. Jedná se o posečenou zelenou píci sušenou buďto přirozeně sluncem nebo uměle pomocí studeného či horkého vzduchu. V našich podmínkách dochází během roku k 1 – 3 sečím, přičemž k první seči by mělo docházet v období metání u lučního porostu a ve fázi butonizace u vojtěšky (Meyer & Coenen 2003; Dušek et al. 2011; Martin-Rosset et al. 2015).

Přirozené sušení sena může probíhat na zemi nebo na sušácích. Sušení na sušácích je sice náročnější na práci, snižují se ovšem ztráty manipulací a vyplavováním. Během sušení na zemi dochází k 30 – 40% ztrátám, při špatném počasí až 50 – 60%. Zejména u vojtěšky je odrol lístků manipulací zásadní, neboť lístky obsahují výrazně větší množství dostupných živin oproti stonkům. Přirozené sušení trvá 2 – 3 dny při příznivém počasí, při nepříznivých podmínkách často až 1 – 2 týdny. Každý další den, kdy je píce zanechána na pokose, se

působením slunce, rosy, příp. deště a dalších vlivů snižuje kvalita sena (Parker et al. 1992; Meyer & Coenen 2003; Zeman 2006).

Umělé sušení horkým či studeným vzduchem produkuje výživnější seno, než přirozené sušení. Sušení probíhá rychleji, posečená píce není vystavena nepříznivým venkovním podmínkám, dochází k nižším ztrátám sušením a manipulací a snižuje se prašnost a zaplísňenost (Meyer & Coenen 2003; Frappe 2010). Zeman (2006) uvádí ztráty 15 – 20 %. Nevýhodou umělého sušení je nízký obsah vitamínu D, oproti senu sušeném přirozeným způsobem (Frappe 2010).

Obsah sušiny po vysušení by měl být vyšší než 85 %. Pokud se uskladní seno s vyšší vlhkostí, dochází k mikrobiální aktivitě a zahřívání. Tato tzv. potíci fáze trvá přibližně 6 – 8 týdnů, dokud nedojde k poklesu vlhkosti pod 15 %. Během tohoto období je seno nevhodné zkrmovat. Zejména u sena lisovaného ve velkých balících je proces dosušování ztížen. Vlhkost uvnitř balíku může způsobovat vznik ložisek plísní, dochází také k množení bakterií a roztočů. Mikrobiální fermentace a samozahřívání snižuje kvalitu sena a jeho nutriční hodnotu. Takové seno má hnědou barvu a tabákové aroma. Žluté seno bez zápachu značí seno staré nebo sklizené za nevhodných podmínek. Kvalitní seno by mělo být zelené s typickou sennou aromatickou vůní, prosté plísní, prachu a cizích předmětů (kameny, hlína, větve, atd.) (Gray 2002; Mills & Clarke 2002; Meyer & Coenen 2003; Zeman 2006; Frappe 2010; Dušek et al. 2011; Martin-Rosset et al. 2015).

Kvalita a nutriční hodnota sena může být velice proměnlivá a je závislá na mnoha faktorech. Jedním z nich je botanické složení porostu a jeho stáří v období sklizně. Pozdě sklizené seno má vysoký podíl stonků vůči lístkům a obsahuje více ligninu, je tedy pro koně hůře stravitelné. Dalšími faktory jsou způsob sklizně, sušení a skladování. Špatná manipulace způsobuje vysoké ztráty odrolem. Neadekvátní uskladnění pak může způsobovat zaplísňenost a vysokou prašnost sena. Ta má vliv nejen na výživnou hodnotu sena, ale také na celkový zdravotní stav koní, kterým je zkrmováno. Koně krmení nekvalitním senem mohou s každým nádechem přijmout až 12 milionů prachových částic, které mohou přispívat ke vzniku dušnosti (rekurentní obstrukce dýchacích cest – RAO). Ta vede ke zhoršené výkonnosti a celkově snížené kvalitě života koně (Blackman & Moore-Colyer 1998; Davidson & Harris 2002; Meyer & Coenen 2003; Moore-Colyer 2011; Couetil et al. 2016). Prašnost sena lze ovlivnit máčením či napařováním. Blackman & Moore-Colyer (1998) zjistili, že máčení 2,5 kg sena po dobu 30 minut snížilo množství prachových částic o 88 %. Současně došlo k poklesu obsahu fosforu, draslíku, hořčíku, sodíku a mědi. Pokud máčení překročilo 30 minut, snížil se také obsah vodorozpustných sacharidů a dusíku. Vhodnější metodou úpravy sena se proto zdá být napařování, které mělo stejný efekt na snížení množství prachových částic, ale nedocházelo ke ztrátám živin.

Seno můžeme skladovat volně ložené nebo lisované ve formě balíků, pelet či kostek. Nevýhodou volného a balíkového sena je obtížnější manipulace a ztrátovost během zkrmování. Navíc u sena lisovaného ve velkých balících je nemožné odhadnout, jak kvalitní bude uvnitř. Pelety nebo kostky na druhou stranu nabízejí jednoduchost manipulace a odměřování KD, jednodušší skladování, menší ztrátovost a stálejší obsah nutričních látek. Seno v těchto formách je také méně prašné, je tedy vhodné i pro koně trpící dýchacími obtížemi. Zatímco pelety se tvoří z rozdrčeného sena, do kostek se lisuje seno nařezané na části dlouhé 4 – 5 cm. Více tak uspokojují potřebu koně žvýkat. Před zkrmováním je

vhodné zejména pelety namočit, při podávání v suchém stavu existuje riziko udušení. Pelety a kostky je vhodné zkrmovat po malých částech několikrát denně (Meyer & Coenen 2003; Thomas 2004; Novak et al. 2008; Frappe 2010). Frappe (2010) doporučuje především k peletám přidávat 0,25 – 0,5 kg/100 BW volného sena nebo mít koně ustájeného na kvalitní slámě, aby nedocházelo k rozvoji zlovyků spojených s nudou a neuspokojenou potřebou žvýkání.

3.4.1.1 Luční seno

Luční seno se sklízí z trvalých travních porostů obsahujících široké spektrum trav, bylin a dalších rostlin. Je jemnější a obsahuje více lístků než seno seté, které se skládá převážně z 1 – 2 druhů trav, a někdy je tedy nazýváno „měkké“ seno. Kvalitní luční seno by mělo poskytovat 8 – 11 MJ/kg SE a 8 – 12 % proteinu v sušině. Obsah minerálních látek a vitamínů nepřímo úměrně klesá s délkou skladování sena (Brown et al. 2003; Aspinall 2011; Hinchcliff et al. 2013). Dle Duška et al. (2011) by měl obsah minerálních látek tvořit 4,9 – 9,8 % sušiny, převažuje draslík, vápník a fosfor. Dále obsahuje vitamíny skupiny B a vitamíny E a D. Vzhledem k velkému množství rostlinných druhů je potřeba dát pozor na přítomnost pro koně toxických rostlin.

3.4.1.2 Vojtěškové seno

Vojtěškové seno poskytuje větší množství energie, bílkovin a minerálů (zejména vápníku) a také je chutnější, než seno luční. Nejvyšší vojtěškové seno je to s velkým množstvím lístků. Ty mohou obsahovat až třikrát více proteinu, než se nachází ve stoncích (Gray 2002). Obecně je obsah hrubého proteinu (CP) u vojtěškového sena 14 – 20 %. Nadbytek CP v krmné dávce sice způsobuje nadměrné močení, avšak není příčinou poškození ledvin, jak se řada majitelů koní obává (Siciliano 2002). Vysoký obsah vápníku může pomáhat udržovat vyšší pH v žaludku koně a působit tak proti vzniku žaludečních vředů (Frappe 2010; Stowers et al. 2013). Problémový se může zdát poměr vápníku vůči fosforu, který je u vojtěškového sena poměrně vysoký. I takové seno je však možné bezpečně zkrmovat, pokud kůň dostává dostatek fosforu z jiných zdrojů (Gray 2002).

3.4.2 Siláž a senáž

Ačkoliv je obecně nepoužívanějším objemným krmivem v KD koní stále seno nebo zelená píce, v některých zemích (např. Finsko, Švédsko, Brazílie, Velká Británie, Švýcarsko nebo Norsko) bylo seno částečně nebo úplně nahrazeno silážovanou pící. Nejpravděpodobnějším důvodem pro tuto změnu je vysoká náročnost produkce a skladování sena (Müller 2018). Během správné výroby silážovaných krmiv dochází k menším ztrátám, píce si zachovává větší množství živin a stálejší kvalitu (Schroender 2013). Konzervovaná objemná krmiva ze zavadlé píce jsou před senem často upřednostňována i z důvodu sníženého výskytu prachu, plísní a spor (Wilkinson 2018). Proto je zkrmování siláží a senáží vhodné i pro dušné koně (Müller 2018). K rozšíření zkrmování silážované píce koním přispěl i technologický rozvoj její produkce. Skladování siláží a senáží ve formě menších balíků umožnilo jejich používání i na farmách a ve stájích s poměrně nízkou spotřebou, kde jinak zkrmování z jam nebo velkých vaků nebylo možné (Wilkinson & Rinne 2018).

Silážovanou píci rozdělujeme na základě obsahu sušiny: siláže z čerstvé hmoty (vlhkost >70 %), siláže z částečně zavadlé hmoty (vlhkost 60 – 70 %) a siláže (senáže) ze zavadlé píce (vlhkost 40 – 60 %) (Schroeder 2013). U koní se nejčastěji používá travní nebo jetelotravní senáž, které mohou nahradit celou dávku sena v KD koní (Frape 2010). Senáž obsahuje více energie a proteinu, ale méně cukrů, je tedy vhodná i pro koně náchylné k laminitidě (Davies 2013). V KD, kde senáž tvoří velkou část, je vhodné doplňovat vitamíny D a E, kterých je v senáži nedostatek (Frape 2010).

Senáž musí být správně vyrobena, uskladněna a dostatečně rychle zkrmena, jinak představuje zdravotní riziko ve formě bakterií (*Listeria*, *Clostridium botulinum*) či mykotoxinů. Závažné případy otravy mohou skončit i úhynem zvířete. Během seče je doporučeno sekat ve výšce 10 cm, snižuje se tak riziko kontaminace zeminou, která je hlavním zdrojem bakterií. Důležité je rychlé zavadnutí na obsah sušiny 45 – 55 % a zabalení píce co nejdříve po posečení. S delším časem zavadání rostou populace nechtěných plísní a kvasinek. Balíky by měly být obaleny minimálně 6 vrstvami fólie, z důvodu rizika poškození během převozu a naskladňování. Kyslík, který by se poškozeným obalem mohl dostat dovnitř, umožňuje množení škodlivých mikroorganismů (Meyer & Coenen 2003; Davies 2013; Müller 2018; Silva et al. 2019).

3.4.3 Sláma

Sláma se označuje jako balastní krmivo, má nízký obsah energie, bílkovin, minerálních látek a vitamínů, zato vysoký obsah vlákniny (35 – 40 %). Vyznačuje se také nízkou stravitelností. Pro koně je nejvhodnější sláma pšeničná, ovesná nebo ječná a používá se především jako podestýlka, k zabavení koní v boxovém ustájení, regulaci příjmu krmiva a vyvolání pocitu nasycení a k udržení fyziologických podmínek v tlustém střevě. Nasekaná sláma (3 – 5 cm) - řezanka - se může přidávat k jadernému krmivu, kdy zpomaluje příjem krmiva, podporuje žvýkání a produkci slin (Meyer & Coenen 2003; Frape 2010; Dušek et al. 2011).

3.4.1 Cukrovarské řízky

Cukrovarské řízky jsou odpadním produktem cukrovarnického průmyslu. Jedná se o sušené, namleté a často peletované zbytky bulvy řepy cukrovky po extrakci cukru. Cukrovarské řízky poskytují vysoce stravitelnou vlákninu (převážně pektiny) a malé množství cukru. Mají podobnou energetickou hodnotu jako oves, avšak trávení probíhá převážně v tlustém střevě, jako u objemných krmiv. Před zkrmováním je důležité je namočit ve vodě, neboť díky vysokému obsahu pektinu silně bobtnají. Při zkrmování v suchém stavu navíc existuje riziko ucpání jícnu či ruptura žaludku. Cukrovarské řízky mohou tvořit až 50 % krmné dávky, obecně je však doporučováno zkrmovat nejvíce 6g/kg BW v suchém stavu (3 kg pro 500 kg koně) (Meyer & Coenen 2003; Novak et al. 2008; Frape 2010; MacLeod 2018).

4 Materiál a metody

Zhodnocení nutričních hodnot lučního sena a jeho vybraných alternativ probíhalo s využitím krmných dávek pěti sportovních koní ustájených v SJ Čakovičky na Praze-východ. Jedná se o stáj s parkurovým a drezurním zaměřením. Koně jsou zde ustájeni v boxech podestlaných pilinami, mají neomezený přístup k vodě a minerálnímu lizu a krmeni jsou dvakrát denně lučním senem a koncentrovaným krmivem. Od 10. do 15. hodiny jsou každý den pouštěni do výběhu s chudou pastvou.

Data byla sebrána v srpnu a září roku 2019, v závěru letní závodní sezóny, které se všichni měření koně aktivně zúčastnili. Koně byli změřeni, bylo stanoveno body condition score (BCS) a vypočítána jejich přibližná hmotnost a záchovná potřeba stravitelné energie (SE_z). Po konzultaci s majiteli byla určena míra pracovní zátěže jednotlivých koní a jejich potřeba stravitelné energie na práci (SE_p). Součet potřeby stravitelné energie na záchovu a práci vytvořil celkovou potřebu stravitelné energie koně (SE_{z+p}).

Reálné krmné dávky (KD_r) všech koní se skládaly z lučního sena a ovsa. Obě komodity pocházely z vlastní produkce stáje. Vzorky těchto krmiv byly sebrány a následně analyzovány v laboratoři ČZU. Byly určeny nutriční vlastnosti obou krmiv a dopočítána výživová hodnota reálných krmných dávek. Následně došlo ke statistickému srovnání nutriční hodnoty KD_r s potřebami vybraných pěti koní.

Alternativy lučního sena byly rozděleny do čtyř skupin: granulované seno, směs vojtěškového a travního sena, travní senáž a směs krmné slámy a cukrovarských řízků. Do každé skupiny bylo vybráno 5 krmiv od různých výrobců z České republiky a zahraničí, pokud možno dostupných v ČR. Vzorky tvořila komerční krmiva propagována jako kompletní náhrada lučního sena v krmné dávce koní. Nutriční analýza vzorků byla získána e-mailovou korespondencí s výrobcem a jednalo se o nejaktuálnější možná data. Došlo k dopočtu výživových hodnot alternativ sena, jejich porovnání s nutričními hodnotami lučního sena, vytvoření teoretických krmných dávek (KD_t) – luční seno z KD_r bylo nahrazeno alternativami – a ke statistickému srovnání nutričních hodnot KD_t s potřebami vybraných pěti koní.

Práce byla doplněna o dotazník vytvořený na serveru Survio.com a sdílený prostřednictvím sociálních sítí mezi majitele koní v České republice. Jeho účelem bylo zjistit povědomí chovatelů o alternativách lučního sena pro koně.

Ke statistickému zpracování dat byly použity programy Statistica a Microsoft Excel.

4.1 Odběr vzorků krmiva

Vzorky sena byly odebrány z celkem 5 velkých kulatých balíků. Z každého balíku bylo seno odebráno na několika místech a výsledný vzorek pro každý balík vznikl smícháním jednotlivých odběrů. Pro oves byl získán jeden vzorek z kontejneru určeného k jeho skladování.

Vzorky krmiva byly uloženy do čistých uzavíratelných nádob a přepraveny k analýze.

4.2 Laboratorní analýza

Vzorky byly nejprve pomocí mlýnku rozemlety na co nejjemnější částice. Následně se u nich stanovoval obsah sušiny, popelovin, dusíkatých látek, tuku a hrubé vlákniny. Obsah BNLV a SE_k byl dopočítán pomocí získaných hodnot.

4.2.1 Stanovení sušiny a popelovin

Sušina byla stanovena navážením 5 g vzorku do spalovacího kelímku a sušením v sušárně při teplotě 103 °C po dobu přibližně 5 hodin. Po dosušení se vzorek nechal vychladnout v exsikátoru a následně byl zvážen. Procentuální množství sušiny bylo zjištěno porovnáním hmotnosti vzorku před a po sušení dle vzorce:

$$\text{Sušina (\%)} = \frac{\text{hmotnost navážky po vysušení}}{\text{hmotnost navážky před vysušením}} \times 100$$

Pro stanovení obsahu popela bylo 5 gramů vzorku spáleno v muflové peci za teploty 550 °C. Následně byl vzorek vložen do exsikátoru a po vychladnutí zvážen. Procentuální množství popelovin bylo zjištěno podle vzorce:

$$\text{Popeloviny (\%)} = \frac{\text{hmotnost navážky po spálení}}{\text{hmotnost navážky před spálením}} \times 100$$

4.2.2 Stanovení dusíkatých látek (NL)

Dusíkaté látky se stanovují vynásobením obsahu dusíku v krmivu koeficientem 6,25. Množství obsaženého dusíku bylo zjištěno metodou pomocí Kjeldahla.

Do připravené skleněné tuby bylo naváženo 0,5 g vzorku, ke kterému se přidal katalyzátor a 12 ml kyseliny sírové. Po promíchání byla tuba vložena do mineralizačního zařízení, ve kterém se vzorek zahříval, a došlo k jeho mineralizaci. Po vychladnutí byl vzorek vložen do přístroje Kjeltec 2400 od firmy FOSS, ve kterém proběhla destilace a titrace a následné stanovení množství dusíku.

4.2.3 Stanovení tuku

Obsah tuku byl stanoven pomocí přístroje SER 148/6.

Za použití extrakčního činidla – diethyletheru – byl z 5 g naváženého materiálu vyextrahován tuk do extrakční baňky. Vzorek byl následně vložen do sušárny a sušen při teplotě 105 °C. Po vysušení se nechal zchladnout v exsikátoru. Množství tuku bylo zjištěno porovnáním hmotnosti vyextrahovaného tuku s hmotností původní navážky podle vzorce:

$$\text{Tuk (\%)} = \frac{\text{hmotnost vyextrahovaného tuku}}{\text{hmotnost navážky vzorku}} \times 100$$

4.2.4 Stanovení vlákniny

Stanovení hrubé vlákniny probíhalo pomocí metody Henneberga a Stohmanna za použití přístroje ANKOM^{200/220} Fiber Analyzer.

Navážený vzorek byl 30 minut vařen v roztoku kyseliny sírové a následně promýván horkou vodou. Poté se 30 minut vařil v roztoku hydroxidu draselného a opět byl promýván horkou vodou. Po vyjmutí vzorku z přístroje byl nejprve promyt acetonem a dále sušen v sušárně. Vysušený vzorek byl zvážen a byla stanovena hmotnost nerozpuštěného zbytku krmiva. Nakonec byl vzorek vložen do muflové pece, spálen při teplotě 550 °C a po vychladnutí došlo k jeho zvážení.

Množství hrubé vlákniny v krmivu bylo zjištěno porovnáním hmotnosti vzorku před a po spálení dle vzorce:

$$\text{Vláknina (\%)} = \frac{\text{hmotnost nerozpuštěného zbytku}}{\text{hmotnost popela}} \times 100$$

4.2.5 Stanovení BNLV

Obsah BNLV byl stanoven odečtem obsahu vlhkosti, dusíkatých látek, tuku, vlákniny a popelovin z 1 kg krmiva.

$$\text{BNLV (g/kg)} = 1000 - \text{vlhkost} - \text{NL} - \text{tuk} - \text{vláknina} - \text{popeloviny}$$

4.2.6 Stanovení SE_k

Obsah SE_k v krmivu byl stanoven pomocí predikční rovnice podle Meyer & Coenen (2003):

$$\text{SE}_k \text{ (MJ/kg)} = (\text{NL} \times 0,0231) + (\text{T} \times 0,0364) + (\text{Vl} \times 0,00316) + (\text{BNLV} \times 0,0129)$$

4.3 Vybraný vzorek koní

Do diplomové práce bylo vybráno 5 koní se zaměřením na parkur nebo drezuru. Bližší informace o jednotlivých koních, jejich reálných krmných dávkách (KD_r) a nutričních potřebách jsou uvedeny v tabulkách 6, 7 a 8.

Tělesná hmotnost koní (BW) byla vypočítána z naměřených hodnot. U každého koně byl změřen obvod hrudi a délka těla. Měření probíhalo na rovném a tvrdém povrchu a kůň byl postaven tak, aby se jeho končetiny při pohledu z boku kryly. Obvod hrudi byl měřen páskovou mírou hned za kohoutkem. Délka těla se měřila od ramenního kloubu k zadnímu výčnělku sedacího hrbolu pomocí hůlkové míry. Hmotnost byla dopočítána dosazením hodnot do vzorce:

$$\text{BW (kg)} = \frac{\text{obvod hrudi}^2 \times \text{délka těla}}{11877,4}$$

Body Condition Score (BCS) bylo určeno vizuálním posouzením a palpací hodnocených oblastí: hřeben krku, kohoutek, oblast za ramenem, hrudní koš, bederní páteř a kořen ocasu. Popis stupnice tělesné kondice je uveden v tabulce č. 5. Ideální BCS je pak mezi stupni 4 až 6 (Henneke et al. 1983).

Tabulka č. 5.: Body Condition Score (Henneke et al. 1983)

| BCS | Popis |
|-----------------------------|---|
| 1. Podvýživa | Extrémně vyhublý. Výrazně vystupující obratlové výběžky, žebra, kořen ocasu, kost pánevní a sedací. Snadno patrné kosti kohoutku, ramen a krku. Nelze nahmatat žádný podkožní tuk. |
| 2. Výrazná vyhublost | Vyhublý kůň. Obratlové výběžky pokryty malou vrstvou tuku. Vystupující obratlové výběžky, žebra, kořen ocasu, pánev a kost sedací. Znatelné struktury krku, kohoutku a ramen. |
| 3. Vyhublost | Tuk do poloviny obratlových výběžků, příčné výběžky nelze nahmatat. Mírná vrstva tuku na žebrech. Žebra a trnové obratlové výběžky snadno patrné. Kořen ocasu vystouplý, pánev zakulacená. Výrazný kohoutek a ramena. |
| 4. Lehká kondice | Lehce vystouplá páteř. Mírný obrys žeber. Tuk citelný kolem kořene ocasu. Nevystupující pánevní kosti. Struktury kohoutku, ramen a krku nejsou výrazně znatelné. |
| 5. Střední kondice | Rovná oblast beder. Žebra nelze vidět, ale lze je snadno nahmatat. Tuk u kořene ocasu pružný, kohoutek zaoblený, ramena a krk splývají s tělem. |
| 6. Mírná nadváha | Zaoblená bedra. Tuk na žebrech pružný, na kořeni ocasu měkký. Ukládání tuku podél kohoutku, za rameny a na hřebeni krku. |
| 7. Nadváha | Bedra kulatá, mírně štěpená. Žebra hmatatelná, výrazné množství tuku. Tuk u kořene ocasu měkký. Tuk uložený v oblasti kohoutku, ramen a hřebene krku. |
| 8. Obezita | Štěpená zád'. Těžko hmatatelná žebra. Velmi měkký tuk kolem kořene ocasu. Oblast kohoutku a ramen obalena tukem. Výrazný hřeben krku. Ukládání tuku na vnitřní straně stehen. |
| 9. Extrémní obezita | Výrazně štěpená zád'. Tukové polštáře v oblasti žeber, kořene ocasu kohoutku, ramen a krku. Vnitřní stehna se třou o sebe. Slabina vyplněna tukem. |

Potřeba stravitelné energie na záchovu (SE_z) byla vypočítána podle Zemana (2006), zařazení do kategorie zátěže a následné dopočítání potřeby energie na práci (SE_{z+p}) podle NRC (2007) s využitím tabulek č. 1, 2 a 3 uvedených v kapitolách 3.3.1 a 3.3.2 literární rešerše.

Množství krmiva v KD_r bylo zjištěno v době krmení ráno a večer. Oves byl dávkován v odměrkách, hmotnost jedné odměrky ovsa byla zjištěna pomocí digitální váhy. Množství sena, běžně dávkovaného „od oka“, bylo měřeno s využitím sítě na seno a závěsné váhy po dobu tří po sobě jdoucích dní. Výsledná hodnota byla zprůměrována a zaokrouhlena.

Tabulka č. 6: Vybraný vzorek koní

| | Rok narození | Plemeno | Výkonnost¹ | Hmotnost (kg) | BSC |
|-----------------|---------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|------------|
| Montek | 2013 | Český teplokrevník | P - S* (125cm) | 608 | 4 |
| Vabantos | 2002 | Holandský teplokrevník | D - S | 566 | 5 |
| Šípek | 2007 | Český teplokrevník | P - ST** (140 cm) | 635 | 6 |
| Colato | 2010 | Český teplokrevník | P - ZL (110), D - Z | 561 | 5 |
| Arakain | 2010 | Český teplokrevník | P - L** (120cm) | 661 | 5 |

1: P = parkur, D = drezura

Tabulka č. 7: Potřeba stravitelné energie vybraného vzorku koní

| | Míra zátěže | SEz (MJ) | SEz+p (MJ) |
|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| Montek | těžká | 82,476 | 135,538 |
| Vabantos | střední | 77,191 | 110,403 |
| Šípek | těžká | 85,891 | 141,556 |
| Colato | střední | 76,563 | 109,428 |
| Arakain | těžká | 89,194 | 147,352 |

Tabulka č. 8: Reálné krmné dávky (KD_r) vybraného vzorku koní

| | Luční seno (kg/den) | Oves (kg/den) |
|-----------------|----------------------------|----------------------|
| Montek | 9 | 4 |
| Vabantos | 8 | 3 |
| Šípek | 9 | 5 |
| Colato | 8 | 3 |
| Arakain | 10 | 4,5 |

5 Výsledky

5.1 Výsledky rozboru krmiv

Vzorky lučního sena byly sebrány z 5 různých kulatých balíků vyrobených v České republice. Granulované seno pocházelo od výrobců z Německa (2), USA (2) a České republiky (1), z toho 3 byly dostupné v ČR. Vzorky vojtěškotravní směsi pocházeli od výrobců z USA (4) a Spojeného království (1), 3 byly vyráběny ve formě řezanky, 2 ve formě pelet. V ČR nebylo dostupné ani jedno z krmiv. Senáže byly vyráběny ve Spojeném království (3), Francii (1) a Irsku (1), 3 byly dostupné v ČR. Vzorky směsi slámy a cukrovarských řízků pocházeli ze Spojeného království (4) a USA (1), 2 ve formě řezanky a 3 ve formě pelet. 1 byl dostupný v ČR.

Byl vypočítán aritmetický průměr, výběrová směrodatná odchylka a rozdíl průměrných hodnot od lučního sena u sušiny (tabulka č. 9), stravitelné energie (tabulka č. 10), dusíkatých látek (tabulka č. 11), hrubé vlákniny (tabulka č. 12), tuku (tabulka č. 13), BNLV (tabulka č. 14) a popela (tabulka č. 15) jednotlivých vzorků. V tabulce č. 16 jsou uvedeny hodnoty rozboru vzorku ovsa.

Tabulka č. 8: Obsah sušiny

| | V 1 kg krmiva (g) | Rozdíl od sena (g) |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Luční seno | 917,13 ± 12,74 | --- |
| Granulované seno | 919,8 ± 11,78 | + 2,67 |
| Vojtěškotravní směs | 903,6 ± 9,94 | - 13,53 |
| Travní senáž | 638 ± 21,68 | - 279,13 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 897 ± 12,04 | - 20,13 |

Hodnoty sušiny vzorků lučního sena se pohybovaly mezi 908,62 g/kg a 934,73 g/kg původní hmoty krmiva. Průměrná sušina vzorků lučního sena byla vyšší, než hodnoty v tabulkách od Zeman (2006) (860 g) i Vyskočil et al. (2008) (854 g). Nejblíže hodnotám lučního sena bylo seno granulované (905 až 931 g/kg). Sušina u směsi slámy a cukrovarských řízků se pohybovala mezi 880 až 910 g/kg a u vojtěškotravní směsi mezi 890 až 916 g/kg. Sušina travní senáže se pohybovala mezi 610 až 660 g/kg a průměrná hodnota mírně překročila horní hranici rozmezí udávaného Schroeder (2013) (400 – 600 g). Všechny hodnoty suchých objemných krmiv jsou vyšší, než doporučená minimální sušina dle Zeman (2006) (81 – 83 %) i Meyer & Coenen (2003) (85%). Z důvodu různého obsahu sušiny mezi pozorovanými druhy krmiva i mezi hodnotami uváděnými v krmivářských tabulkách, byly k dalšímu srovnávání používány hodnoty ve 100% sušině.

Tabulka č. 10: Obsah stravitelné energie

| | V 1 kg krmiva (MJ) | V 1 kg sušiny (MJ) | Rozdíl od sena (MJ/kg sušiny) |
|---|-------------------------------|-------------------------------|--|
| Luční seno | 9,05 ± 0,65 | 9,86 ± 0,62 | --- |
| Granulované seno | 9,12 ± 0,34 | 9,92 ± 0,29 | + 0,06 |
| Vojtěškotravní směs | 9,67 ± 0,58 | 10,70 ± 0,63 | + 0,84 |
| Travní senáž | 6,79 ± 0,22 | 10,66 ± 0,14 | + 0,8 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 9,13 ± 0,51 | 10,18 ± 0,52 | + 0,32 |

Hodnoty stravitelné energie vzorků lučního sena v 100% sušině se pohybovaly mezi 9,12 MJ/kg a 10,74 MJ/kg. Průměrná hodnota byla mírně vyšší, než hodnota v tabulkách od Zeman (2006) (9,14 MJ/kg). Nejblíže průměrné hodnotě lučního sena bylo opět seno granulované (9,55 MJ – 10,20 MJ). Hodnoty travní senáže se pohybovaly mezi 10,12 MJ a 10,57 MJ, u vojtěškotravní směsi v rozmezí 9,97 MJ – 10,83 MJ a směsi slámy a cukrovarských řízků mezi 9,35 MJ a 10,76 MJ.

Tabulka č. 11: Obsah dusíkatých látek

| | V 1 kg krmiva (g) | V 1 kg sušiny (g) | Rozdíl od sena (g/kg sušiny) |
|---|------------------------------|------------------------------|---|
| Luční seno | 68,05 ± 17,02 | 74,23 ± 18,68 | --- |
| Granulované seno | 88,6 ± 5,73 | 96,30 ± 5,68 | + 22,07 |
| Vojtěškotravní směs | 130,6 ± 19,54 | 144,49 ± 21,11 | + 70,26 |
| Travní senáž | 115 ± 6,12 | 180,29 ± 8,55 | + 106,06 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 91,4 ± 16,88 | 101,95 ± 19,27 | + 27,72 |

Obsah dusíkatých látek u vzorků lučního sena se pohyboval mezi 51,96 g/kg a 96,96 g/kg. Průměrná hodnota byla nižší než hodnoty v tabulkách dle Zeman (2006) (101,3 g/kg) a Vyskočil et al. (2008) (117,9 g/kg). Mezi vzorky z jednotlivých balíků byla poměrně velká variabilita (25,17 %). Hodnoty granulovaného sena se pohybovaly mezi 88,40 g/kg – 101,84 g/kg. Obsah NL ve směsi slámy a cukrovarských řízků byl mezi 80,90 g/kg – 125 g/kg. Nejvyšší hodnoty hrubého proteinu vykazovala travní senáž (169,23 g/kg – 189,39 g/kg).

Tabulka č. 12: Obsah hrubé vlákniny

| | V 1 kg krmiva (g) | V 1 kg sušiny (g) | Rozdíl od sena (g/kg sušiny) |
|---|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Luční seno | 329,39 ± 35,84 | 359,30 ± 40,30 | --- |
| Granulované seno | 305,2 ± 17,24 | 331,89 ± 19,95 | - 27,41 |
| Vojtěškotravní směs | 294 ± 26,08 | 325,45 ± 29,91 | - 33,85 |
| Travní senáž | 236 ± 13,14 | 369,83 ± 14,42 | + 10,53 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 290 ± 39,37 | 323,33 ± 43,95 | - 35,97 |

Vzorky lučního sena obsahovaly 307,62 g/kg – 404,76 g/kg hrubé vlákniny. Průměrná hodnota byla mírně vyšší, než tabulkové hodnoty dle Meyer & Coenen (2003) (312,79 g/kg) a Vyskočil et al. (2008) (318,8 g/kg). Hodnoty granulovaného sena se pohybovaly mezi 307,2 g/kg – 359,7 g/kg. U vojtěškotravní směsi byla hrubá vláknina mezi 277,16 g/kg a 359,55 g/kg. Nejméně hrubé vlákniny obsahovala směs slámy a cukrovarských řízků (280,9 g/kg – 388,9 g/kg). Nejvíce hrubé vlákniny průměrně obsahovala travní senáž (353,85 g/kg – 384,62 g/kg).

Tabulka č. 13: Obsah tuku

| | V 1 kg krmiva (g) | V 1 kg sušiny (g) | Rozdíl od sena (g/kg sušiny) |
|---|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Luční seno | 17,06 ± 4,20 | 18,59 ± 4,51 | --- |
| Granulované seno | 20,6 ± 4,56 | 22,41 ± 5,02 | + 3,82 |
| Vojtěškotravní směs | 33,8 ± 16,68 | 37,48 ± 18,64 | + 18,89 |
| Travní senáž | 15,6 ± 1,81 | 24,53 ± 3,49 | + 5,94 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 26 ± 8,22 | 28,97 ± 9,047 | + 10,38 |

Obsah tuku u vzorků lučního sena se pohyboval mezi 12,24 g/kg a 23,98 g/kg. Průměrná hodnota byla v rozmezí mezi tabulkovými hodnotami dle Meyer & Coenen (2003) (23,25 g/kg) a Vyskočil et al. (2008) (16 g/kg). Průměrná hodnota granulovaného sena (rozmezí 17,19 g/kg – 27,96 g/kg) byla nejbližší Meyer & Coenen (2003). Obsah tuku u travní senáže byl mezi 19,70 g/kg a 29,03 g/kg. Vojtěškotravní směs (19,78 g/kg – 66,52 g/kg) a směs cukrovarských řízků se slámou (16,67 g/kg – 38,46 g/kg) vykazovaly nejvyšší průměrné hodnoty.

Tabulka č. 14: Obsah BNLV

| | V 1 kg krmiva (g) | V 1 kg sušiny (g) | Rozdíl od sena (g/kg sušiny) |
|---|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Luční seno | 450,77 ± 61,80 | 491,13 ± 63,73 | --- |
| Granulované seno | 415,6 ± 32,06 | 451,71 ± 31,95 | - 39,42 |
| Vojtěškotravní směs | 348,4 ± 28,72 | 385,44 ± 29,58 | - 105,69 |
| Travní senáž | 203,8 ± 17,92 | 319,25 ± 22,95 | - 171,88 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 399,6 ± 49,88 | 445,34 ± 53,98 | - 45,79 |

Vzorky lučního sena obsahovaly 406,61 g/kg – 548,09 g/kg BNLV s průměrnou hodnotou mírně vyšší, než udávají tabulky dle Vyskočil et al. (2008) (463,3 g/kg). Nejlépe tabulkovým hodnotám odpovídala průměrná hodnota granulovaného sena (rozmezí 414,95 g/kg – 501,61 g/kg). Hodnoty vojtěškotravní směsi se pohybovaly mezi 355,56 g/kg a 419,78 g/kg. BNLV ve směsi slámy a cukrovarských řízků bylo v rozmezí od 383,33 g/kg do 503,37 g/kg. Travní senáž měla nejnižší obsah BNLV 296,72 g/kg – 350,77 g/kg.

Tabulka č. 15: Obsah popelovin

| | V 1 kg krmiva (g) | V 1 kg sušiny (g) | Rozdíl od sena (g/kg sušiny) |
|---|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Luční seno | 51,86 ± 21,36 | 56,75 ± 24,15 | --- |
| Granulované seno | 89,8 ± 8,075 | 97,68 ± 9,32 | + 40,93 |
| Vojtěškotravní směs | 96,8 ± 6,98 | 107,14 ± 7,87 | + 50,39 |
| Travní senáž | 67,6 ± 6,69 | 106,09 ± 11,36 | + 49,34 |
| Směs slámy a cukrovarských řízků | 90 ± 9,35 | 100,40 ± 11,08 | + 43,65 |

Hodnoty popela lučního sena se pohybovaly mezi 39 g/kg a 98,24 g/kg a průměrná hodnota byla nižší, než udávají tabulky dle Vyskočil et al. (2008) (84 g/kg). Mezi vzorky lučního sena byla poměrně vysoká variabilita 42,5 %. Ostatní zkoumané skupiny měli vyšší průměrné množství popelovin.

Tabulka č. 16: Hodnoty ovsa v 1 kg krmiva

| | Sušina (g) | SE (MJ) | NL (g) | CF (g) | Tuk (g) | BNLV (g) | Popel (g) |
|-------------|---------------|---------|--------|--------|---------|-------------|-----------|
| Oves | 888,9 | 12,08 | 121,1 | 118,2 | 41,1 | 574,3 | 34,2 |

Obsah živin uveden v 1 kg původní hmoty.

Hodnoty ovsa přibližně odpovídaly tabulkovým hodnotám. Vyskočil et al. (2008) uvádí obsah sušiny na 880 g/kg, dusíkatých látek 113,4 g/kg, vlákniny 111,5 g/kg, tuku 46,2 g/kg, BNLV 576,5 g/kg a popela 32,6 g/kg. Stravitelná energie byla mírně vyšší, než udává Zeman (2006) (11,41 MJ/kg).

5.2 Hodnocení krmných dávek

Hypotéza práce tvrdí, že luční seno v krmné dávce sportovních koní lze zcela nahradit jeho alternativami. Pokud tedy luční seno v KD nahradíme alternativami v poměru udávaném výrobcí, bude KD i nadále splňovat nutriční potřeby sportovních koní.

Tabulky č. 17, 19, 21, 23 a 25 udávají energetické potřeby koní a obsah stravitelné energie v jednotlivých krmných dávkách. Statistické hodnocení bylo provedeno pomocí párových t-testů na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výstupy z programu Statistica jsou zobrazeny v tabulkách č. 18, 20, 22, 24 a 26 a na obrázcích 1, 2, 3, 4 a 5.

5.2.1 Hodnocení reálné krmné dávky (KD_r)

Tabulka č. 17 ukazuje, že kromě koně Šípka jsou hodnoty stravitelné energie obsažené v reálné krmné dávce koní mírně nižší, než je spočtená energetická potřeba, průměrně o 2,1 %. Největší rozdíl lze vidět u koně Montek.

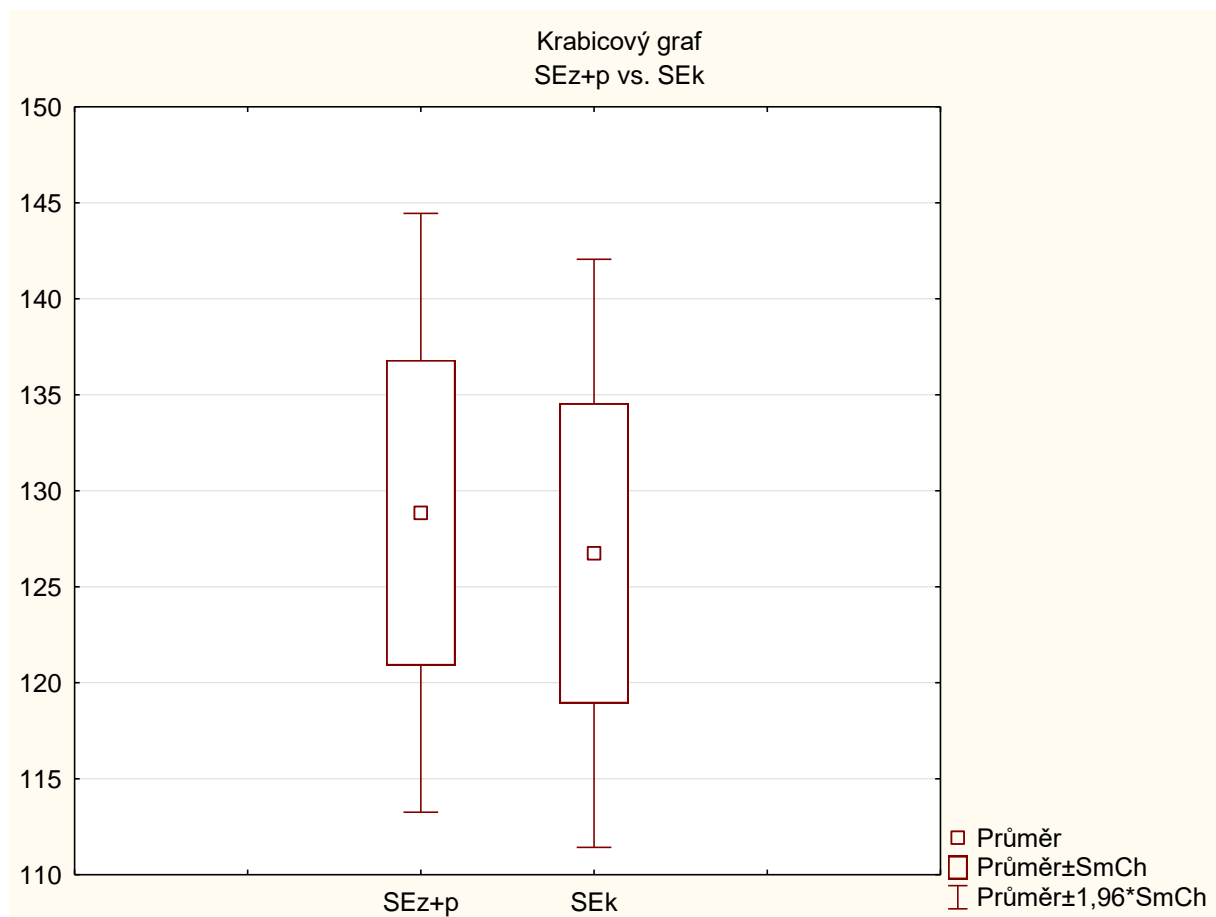
Ze statistického testování v tabulce č. 18 můžeme zjistit, že hodnota p je vyšší, než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$). Mezi hodnotami SE_{z+p} a SE_k tedy neexistuje statisticky významný rozdíl a nelze zamítnout nulovou hypotézu. Na obrázku č. 1 lze vidět, že se hodnoty z velké části překrývají, je tedy možné předpokládat, že krmná dávka složená z ovsu a lučního sena poskytuje zkoumaným koním dostatečné množství stravitelné energie pro záchovu i výkon.

Tabulka č. 17: Potřeba SE_{z+p} koní a SE_k krmiva v KD_r

| | SE_{z+p} (MJ) | SE_k (MJ) | Rozdíl ($SE_k - SE_{z+p}$) (MJ) |
|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------|
| Montek | 135,538 | 129,76 | - 5,778 |
| Vabantos | 110,403 | 108,63 | - 1,773 |
| Šípek | 141,556 | 141,84 | + 0,284 |
| Colato | 109,428 | 108,63 | - 0,798 |
| Arakain | 147,352 | 144,85 | - 2,502 |

Tabulka č. 18: Vyhodnocení SE_{z+p} a SE_k KD_r párovým t-testem pro závislé vzorky

| Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$ | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------|---|--------|--------------------|-------|----|------|--------------------------|--------------------------|
| | Průměr | Sm.odch. | N | Rozdíl | Sm.odch. (rozdílu) | t | sv | p | Int. spolehl. (-95,000%) | Int. spolehl. (+95,000%) |
| SE_{z+p} (MJ) | 128,855 | 17,790 | | | | | | | | |
| SE_k (MJ) | 126,742 | 17,472 | 5 | 2,113 | 2,301 | 2,054 | 4 | 0,11 | -0,743 | 4,970 |



Obr. č. 1: Krabicový graf SE_{z+p} a SE_k KD_r

5.2.2 Hodnocení krmné dávky s obsahem granulovaného sena (KD_{tl})

V KD_{tl} byly hodnoty lučního sena nahrazeny hodnotami sena granulovaného v poměru 1:1. Množství ovsu se nezměnilo.

Hodnoty SE_k jsou nižší než hodnoty SE_{z+p}, s výjimkou koně Šípka. Rozdíl tvoří průměrně 1,5 % (tabulka 19). Srovnáním s tabulkou č. 17 lze zjistit, že KD s granulovaným senem poskytuje více stravitelné energie než KD se senem lučním.

Vyhodnocením statistického testování (tabulka č. 20, obrázek č. 2) nelze zamítnout nulovou hypotézu, mezi hodnotami neexistuje statisticky významný rozdíl. Krmná dávka z granulovaného sena a ovsu je optimální k pokrytí energetické potřeby zkoumaných koní.

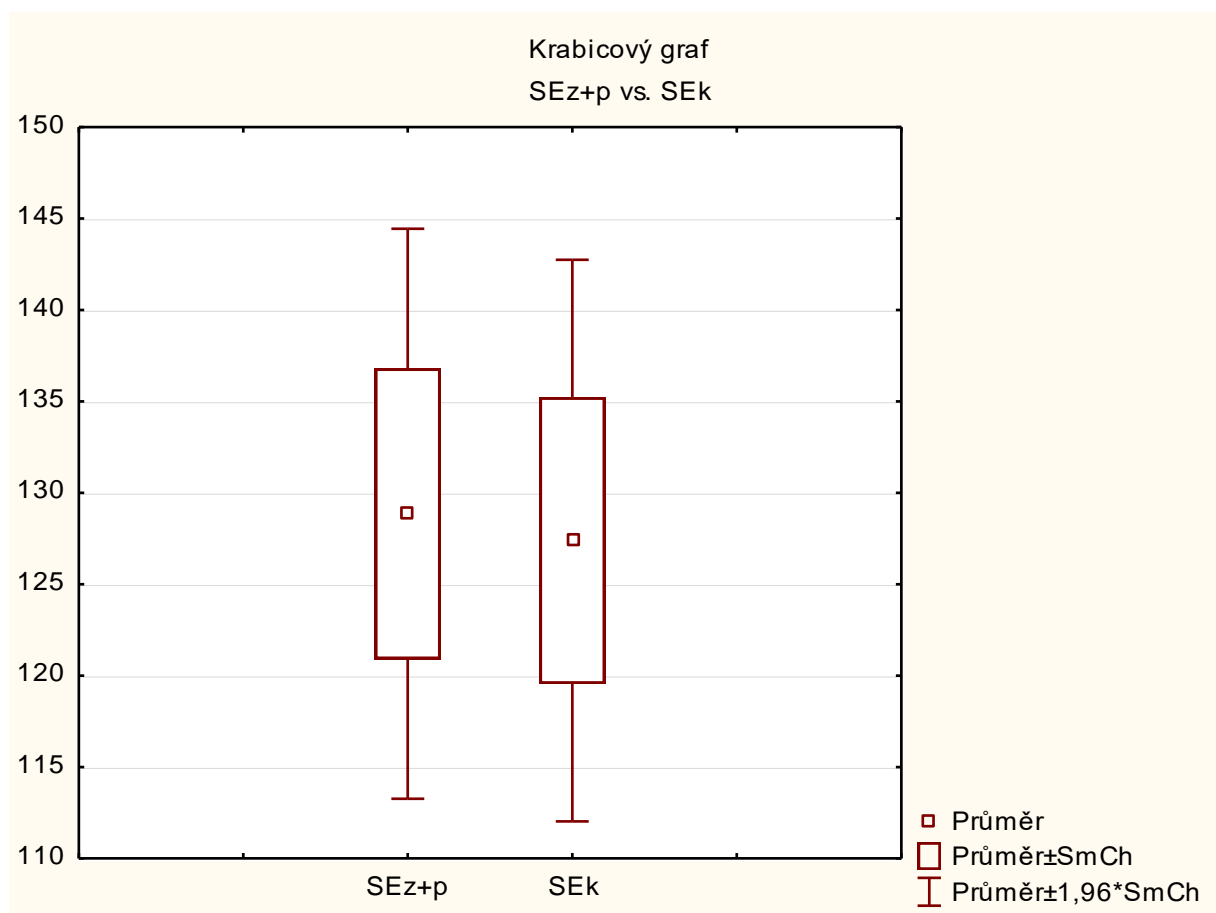
Tabulka č. 19: Potřeba SE_{z+p} koní a SE_k krmiva v KD_{tl}

| | SE _{z+p} (MJ) | SE _k (MJ) | Rozdíl (SE _k - SE _{z+p}) (MJ) |
|----------|------------------------|----------------------|--|
| Montek | 135,538 | 130,42 | - 5,118 |
| Vabantos | 110,403 | 109,22 | - 1,183 |
| Šípek | 141,556 | 142,5 | + 0,944 |
| Colato | 109,428 | 109,22 | - 0,208 |
| Arakain | 147,352 | 145,58 | - 1,772 |

Tabulka č. 20: Vyhodnocení SE_{z+p} a SE_k KD_{t1} párovým t-testem pro závislé vzorky

Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$

| | Průměr | Sm.odch. | N | Rozdíl | Sm.odch. (rozdílu) | t | sv | p | Int. spolehl. (-95,000%) | Int. spolehl. (+95,000%) |
|-----------------|---------|----------|---|--------|--------------------|-------|----|-------|--------------------------|--------------------------|
| SE_{z+p} (MJ) | 128,855 | 17,790 | | | | | | | | |
| SE_k (MJ) | 127,388 | 17,526 | 5 | 1,467 | 2,286 | 1,435 | 4 | 0,225 | -1,371 | 4,306 |



Obr. č. 2: Krabicový graf SE_{z+p} a SE_k KD_{t1}

5.2.3 Hodnocení krmné dávky s obsahem vojtěškotravní směsi (KD_{t2})

V KD_{t2} byly hodnoty lučního sena nahrazeny hodnotami vojtěškotravní směsi v poměru 1:1. Množství ovsu se nezměnilo.

Tabulka č. 21 ukazuje rozdíly mezi SE_{z+p} a SE_k u zkoumaných koní. Hodnoty SE_k jsou vyšší než SE_{z+p} u všech koní, kromě Monteka. Srovnáním s tabulkami č. 17 a 19 lze zjistit, že KD s vojtěškotravní směsí poskytovala více stravitelné energie než KD s lučním i granulovaným senem.

Z tabulky č. 22 a obrázku č. 3 lze vyčíst, že hodnota p je nižší, než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), zamítám tedy nulovou hypotézu. Mezi hodnotami existuje statisticky významný rozdíl, stravitelná energie obsažená v krmivu nejen že splňuje potřebu SE_{z+p} koní, zároveň ji převyšuje, průměrně o 3,3 %.

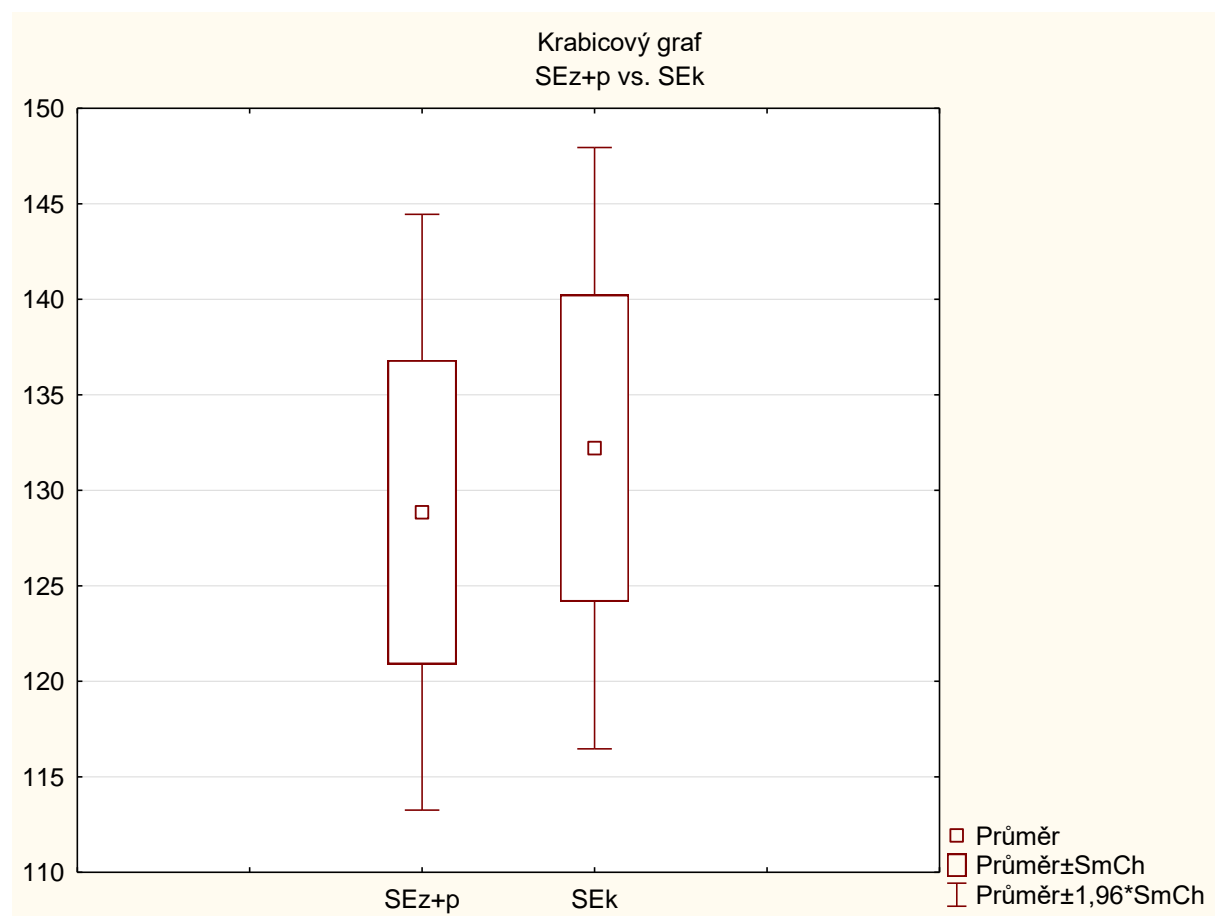
Tabulka č. 21: Potřeba SE_{z+p} koní a SE_k krmiva v KD_{t2}

| | SE_{z+p} (MJ) | SE_k (MJ) | Rozdíl ($SE_k - SE_{z+p}$) (MJ) |
|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------|
| Montek | 135,538 | 135,35 | - 0,188 |
| Vabantos | 110,403 | 113,6 | + 3,197 |
| Šípek | 141,556 | 147,43 | + 5,874 |
| Colato | 109,428 | 113,6 | + 4,172 |
| Arakain | 147,352 | 151,06 | + 3,708 |

Tabulka č. 22: Vyhodnocení SE_{z+p} a SE_k KD_{t2} párovým t-testem pro závislé vzorky

Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$

| | Průměr | Sm.odch. | N | Rozdíl | Sm.odch. (rozdílu) | t | sv | p | Int. spolehl. (-95,000%) | Int. spolehl. (+95,000%) |
|-----------------|---------|----------|---|--------|--------------------|-------|----|-------|--------------------------|--------------------------|
| SE_{z+p} (MJ) | 128,855 | 17,790 | | | | | | | | |
| SE_k (MJ) | 132,208 | 17,955 | 5 | -3,353 | 2,220 | -3,37 | 4 | 0,028 | -6,109 | -0,596 |



Obr. č. 3: Krabicový graf SE_{z+p} a SE_k KD_{t2}

5.2.4 Hodnocení krmné dávky s obsahem travní senáže (KD_{t3})

V KD_{t3} byly hodnoty lučního sena nahrazeny hodnotami travní senáže v poměru 1:1,5, z důvodu nižšího obsahu sušiny v 1 kg senáže. Množství ovsu se nezměnilo.

Hodnoty SE_k jsou vyšší než SE_{z+p} u všech zkoumaných koní (tabulka č. 23). Porovnáním s tabulkami č. 17, 19 a 21 poskytuje KD s travní senáží více stravitelné energie než KD s lučním senem, granulovaným senem i vojtěškotravní směsí.

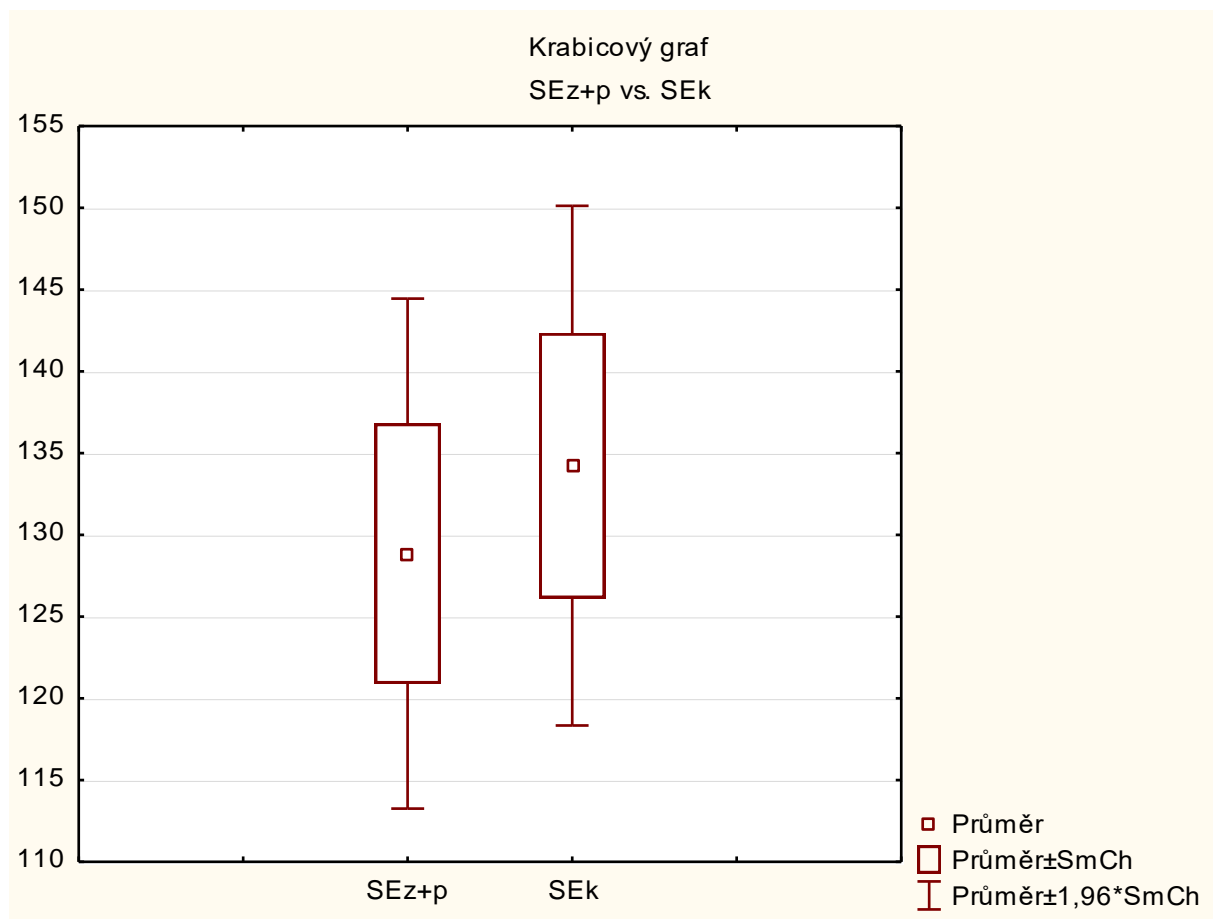
Tabulka č. 24 a obrázek č. 4 ukazují statisticky významný rozdíl mezi hodnotami SE_{z+p} a SE_k. Hodnota p je menší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), zamítám tedy nulovou hypotézu. Krmná dávka obsahuje větší množství stravitelné energie, než je potřeba koní na záchovu a výkon a to průměrně o 5,4 %.

Tabulka č. 23: Potřeba SE_{z+p} koní a SE_k krmiva v KD_{t3}

| | SE _{z+p} (MJ) | SE _k (MJ) | Rozdíl (SE _k - SE _{z+p}) (MJ) |
|----------|------------------------|----------------------|--|
| Montek | 135,538 | 137,42 | + 1,882 |
| Vabantos | 110,403 | 115,44 | + 5,037 |
| Šípek | 141,556 | 149,5 | + 7,944 |
| Colato | 109,428 | 115,44 | + 6,012 |
| Arakain | 147,352 | 153,36 | + 6,008 |

Tabulka č. 24: Vyhodnocení SE_{z+p} a SE_k KD_{t3} párovým t-testem pro závislé vzorky

| Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$ | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------|---|--------|--------------------|-------|----|-------|--------------------------|--------------------------|
| | Průměr | Sm.odch. | N | Rozdíl | Sm.odch. (rozdílu) | t | sv | p | Int. spolehl. (-95,000%) | Int. spolehl. (+95,000%) |
| SE _{z+p} (MJ) | 128,855 | 17,790 | | | | | | | | |
| SE _k (MJ) | 134,232 | 18,134 | 5 | -5,377 | 2,220 | -5,41 | 4 | 0,006 | -8,134 | -2,620 |



Obr. č. 4: Krabicový graf SE_{z+p} a SE_k KD_{t3}

5.2.5 Hodnocení krmné dávky s obsahem směsi krmné slámy a cukrovarských řízků (KD_{t4})

V KD_{t4} byly hodnoty lučního sena nahrazeny hodnotami směsi krmné slámy a cukrovarských řízků v poměru 1:1. Množství ovsa se nezměnilo.

Hodnoty SE_k jsou nižší než hodnoty SE_{z+p}, s výjimkou koně Šípka. Rozdíl tvoří průměrně 1,4 % (tabulka č. 25). Srovnáním s tabulkami 17, 19, 21 a 23 poskytuje KD se směsí slámy a cukrovarských řízků více stravitelné energie než KD s lučním a granulovaným senem a méně stravitelné energie než KD s travní senáží a vojtěškotravní směsí.

Tabulka č. 26 a obrázek č. 5 nevykazují statistický rozdíl mezi hodnotami SE_{z+p} s SE_k. Hodnota p je vyšší, než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), nulovou hypotézu tedy nelze zamítnout. KD s obsahem směsi krmné slámy a cukrovarských řízků pokrývá energetické potřeby zkoumaného vzorku koní.

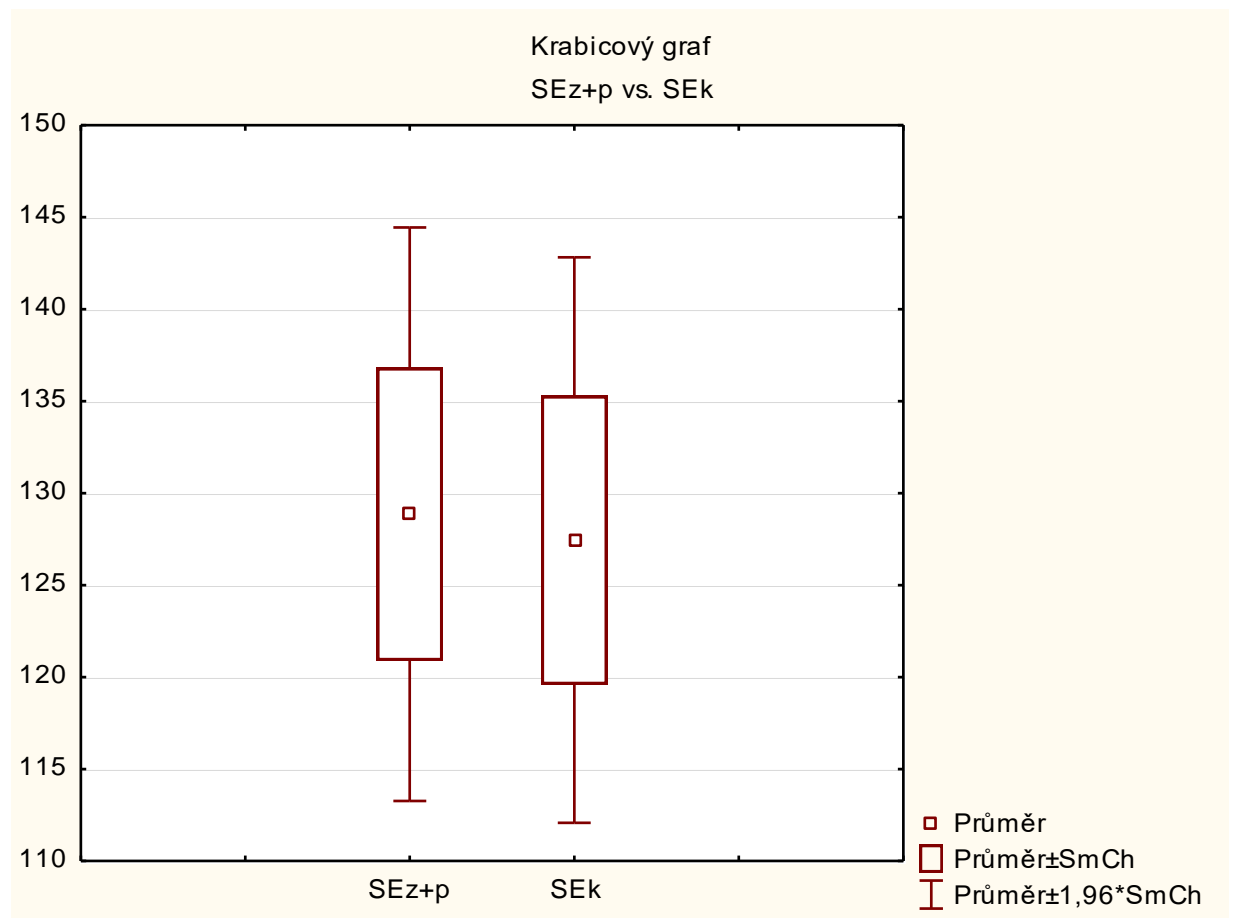
Tabulka č. 25: Potřeba SE_{z+p} koní a SE_k krmiva v KD_{t4}

| | SE_{z+p} (MJ) | SE_k (MJ) | Rozdíl ($SE_k - SE_{z+p}$) (MJ) |
|----------|-----------------|-------------|-----------------------------------|
| Montek | 135,538 | 130,49 | - 5,048 |
| Vabantos | 110,403 | 109,27 | - 1,133 |
| Šípek | 141,556 | 142,56 | + 1,004 |
| Colato | 109,428 | 109,27 | - 0,158 |
| Arakain | 147,352 | 145,65 | - 1,702 |

Tabulka č. 26: Vyhodnocení SE_{z+p} a SE_k KD_{t4} párovým t-testem pro závislé vzorky

Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$

| | Průměr | Sm.odch. | N | Rozdíl | Sm.odch. (rozdíl) | t | sv | p | Int. spolehl. (-95,000%) | Int. spolehl. (+95,000%) |
|-----------------|---------|----------|---|--------|-------------------|-------|----|-------|--------------------------|--------------------------|
| SE_{z+p} (MJ) | 128,855 | 17,790 | | | | | | | | |
| SE_k (MJ) | 127,448 | 17,534 | 5 | 1,407 | 2,280 | 1,380 | 4 | 0,240 | -1,423 | 4,238 |

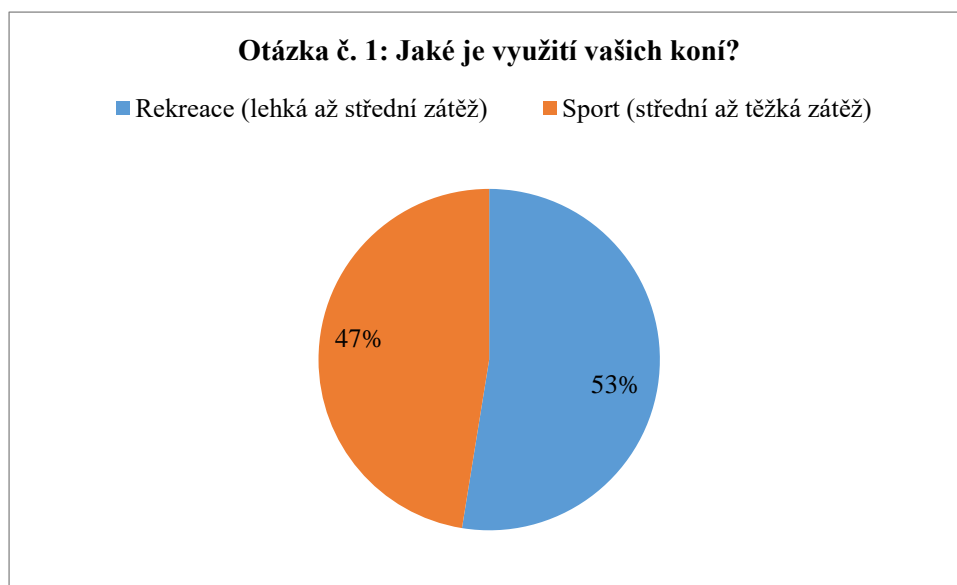


Obr. č. 5: Krabicový graf SE_{z+p} a SE_k KD_{t4}

5.3 Výsledky dotazníku

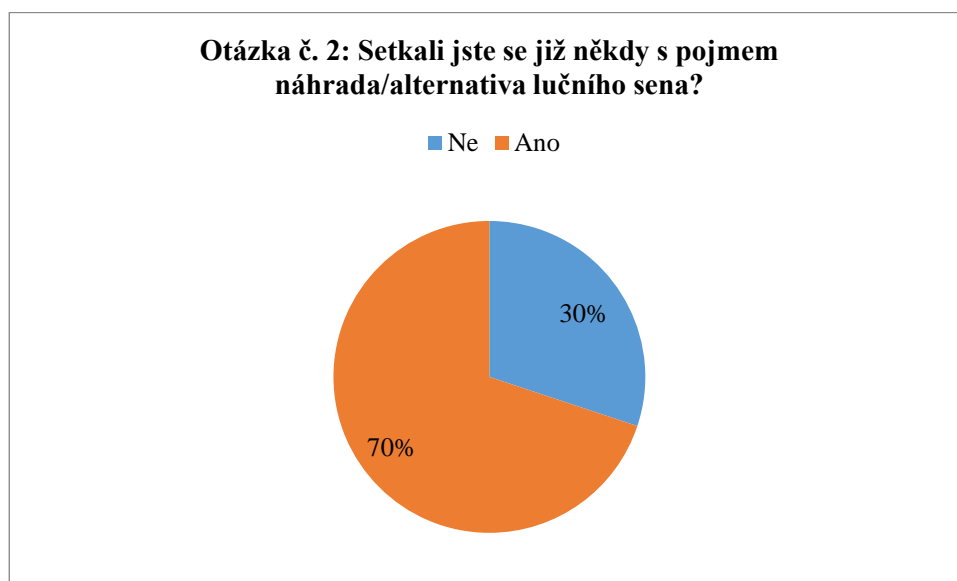
Dotazník se skládal z 5 otázek. Celkem se dotazníku zúčastnilo 196 majitelů koní z České republiky.

První otázka zjišťovala využití koní. 103 majitelů vlastnilo rekreační koně v lehké až střední zátěži, 93 respondentů vlastnilo koně sportovní ve střední až těžké zátěži. Procentuální zastoupení odpovědí lze vidět na koláčovém grafu v obrázku č. 6.



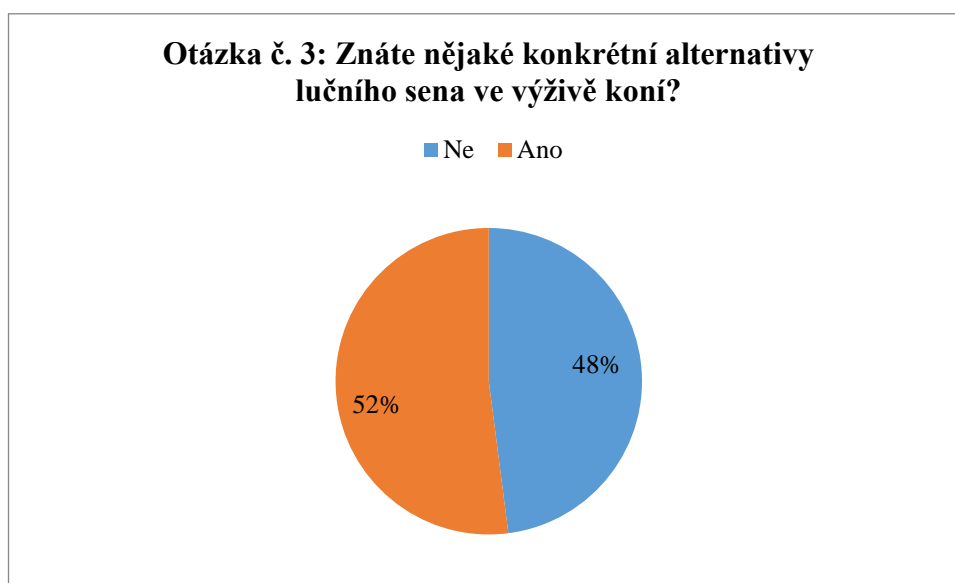
Obrázek č. 6. Odpovědi na otázku č. 1

Otázka č. 2 (obrázek č. 7) byla uzavřená s možnostmi ano a ne. 59 majitelů koní odpovědělo záporně a 137 kladně.

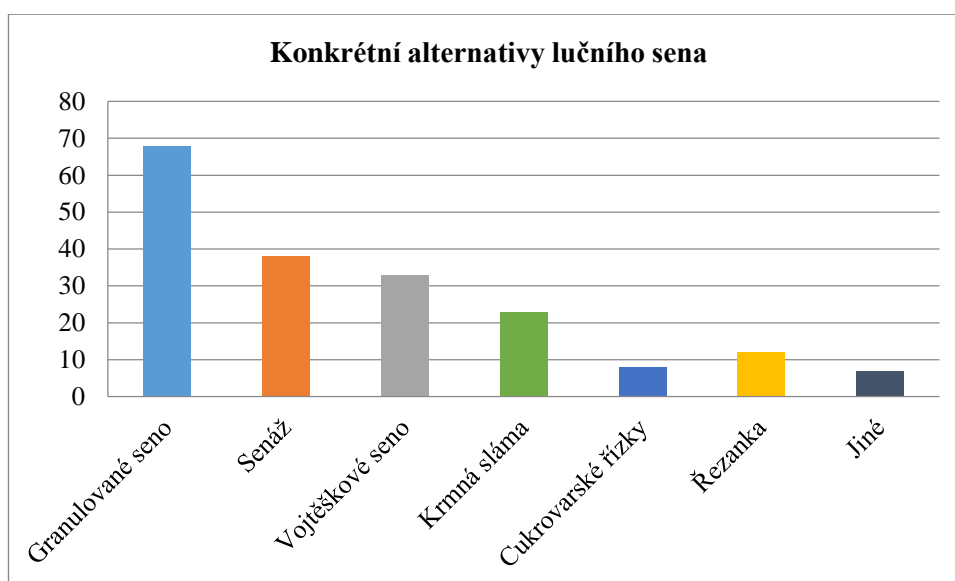


Obrázek č. 7. Odpovědi na otázku č. 2

Otázka č. 3 se dotazovala na znalost konkrétních alternativ lučního sena ve výživě koní. Obrázek č. 8 zobrazuje procenta respondentů, kteří odpověděli Ne/Nevím (94) a respondentů uvádějících konkrétní příklady alternativ (102). Uvedené příklady jsou pak zobrazeny na obrázku č. 9. Nejvíce odpovědí uvádělo granulované seno (68), dále senáž (38) a vojtěškové seno (33). Krmná sláma se objevila v 23 odpovědích, řezanka ve 12 a cukrovarské řízky v 8. Kategorie jiné (7) obsahovala alternativy, které byly uvedeny pouze jednou, jednalo se například o sójové boby, mashe, ovesné seno aj. Protože se jednalo o otevřenou otázku, respondenti měli možnost v odpovědi uvést více než jednu náhradu lučního sena. Nejvíce respondentů (53) napsalo jednu alternativu, 24 účastníků průzkumu uvedlo dvě alternativy, 16 tři, 6 čtyři, 2 pět a 1 respondent uvedl 6 alternativ.

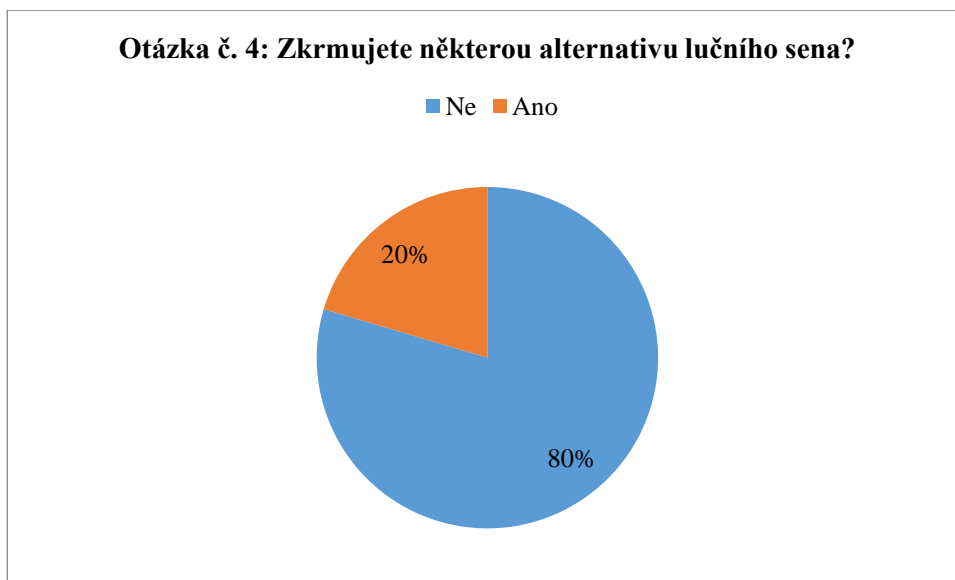


Obrázek č. 8: Odpovědi na otázku č. 3

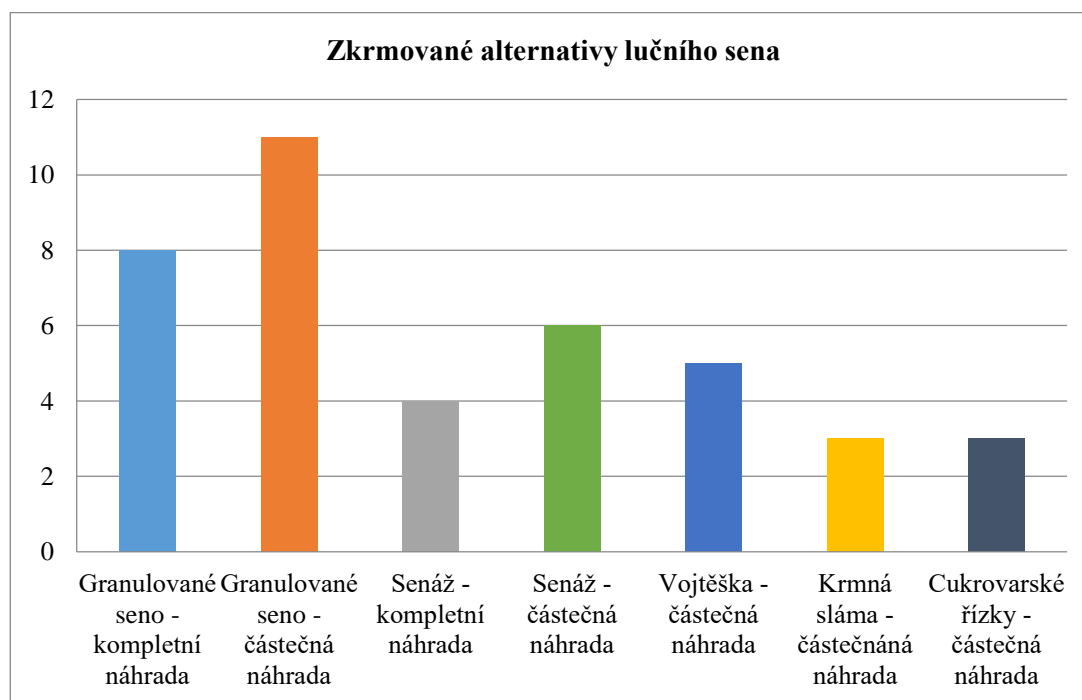


Obrázek č. 9: Odpovědi na otázku č. 3

Otázka č. 4 zjišťovala, jestli a jaké alternativy sena respondenti svým koním zkrmují. 156 respondentů alternativami nekrmilo, 40 ano (obrázek č. 10). Z toho jich nejvíce zkrmovalo granulované seno, 11 jako částečnou náhradu KD sena a 8 jako úplnou náhradu. Dále byla zkrmována senáž, vojtěškové seno, krmná sláma a cukrovarské řízky (Obrázek č. 11).

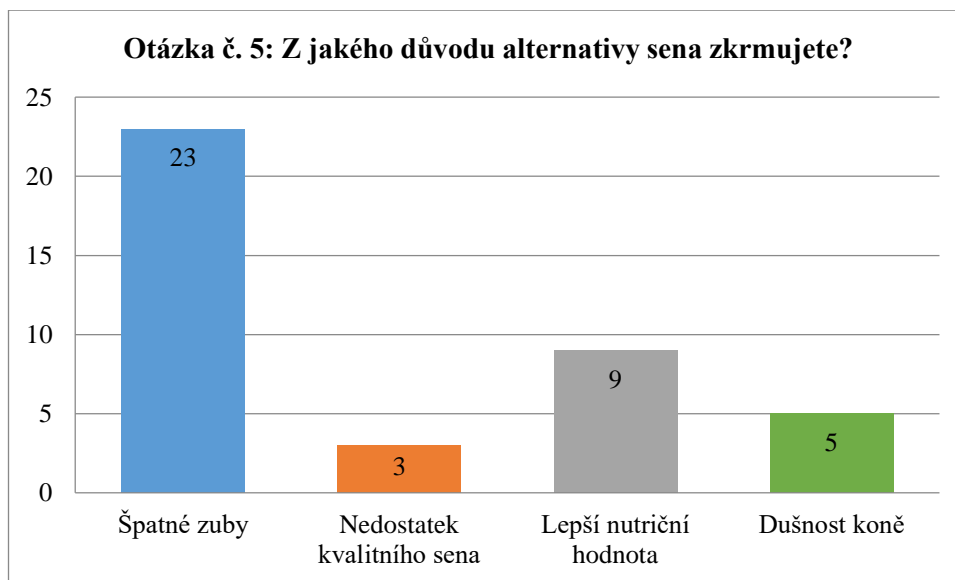


Obrázek č. 10: Odpovědi na otázku číslo 4



Obrázek č. 11: Odpovědi na otázku č. 4

Otázka č. 5 byla určena respondentům, kteří uvedli, že zkrmují alternativy sena a zjišťovala, z jakého důvodu (obrázek č. 12). Nejčastějším důvodem byl špatný chrup koní (23), jednalo se tedy především o koňské seniory. Ze 40 respondentů zkrmujících náhrady sena pouze 7 vlastnilo sportovní koně; z nich 6 alternativy zkrmovalo z důvodu lepší nutriční hodnoty, 1 kvůli alergii koně na prach.



Obrázek č. 12: Odpovědi na otázku č. 5

6 Diskuze

Do praktické části práce byli vybráni koně v aktivní sportovní zátěži, kteří měli stejné podmínky a management ustájení a jejich krmná dávka se skládala ze stejných komponentů - lučního sena a ovsu. Množství zkrmovaného lučního sena se odvíjelo především od tělesné stavby, kondice a věku koní a bylo každý den rozděleno do ranní (7:00) a večerní (16:00) dávky, kdy večerní dávka byla větší. Luční seno bylo dávkováno zaměstnanci stáje bez přesného vážení, malé odchylky mezi každodenní KD tak byly možné. Oves byl podáván dvakrát denně, taktéž rozdělen na ranní (8:00) a večerní (18:00) dávku a jeho množství určoval majitel koně podle zátěže zvířete. Koně byli denně na přibližně 5 hodin vyváděni do výběhu s chudou pastvou. Tento management ustájení odpovídá doporučením Meyer & Coenen (2003). Nejlepší je pro koně plynulý příjem malého množství potravy, neboť nárazový příjem vysokého množství krmiva, zejména koncentrovaného, může způsobovat poruchy GIT. Prodlevy mezi kmením by pak měly být maximálně 10 - 14 hodin a pro správnou normalizaci žaludeční a střevní mikroflóry je lepší nejdříve podávat objemové a následně koncentrované krmivo. U vybraných koní je pořadí při podávání krmiva správné, chudá pastva pak poskytuje sice zanedbatelné množství živin, představuje však přísun materiálu do trávicího traktu a pomáhá uspokojit fyziologickou potřebu koně žvýkat. Vyšší příděl objemného krmiva ve večerní dávce pak pomáhá překlenout interval do ranního krmení. Koně Montek, Vabantos a Colato dostávají do 4 kg ovsu, krmení ve dvou denních dávkách je pro ně dostačující. Šípek a Arakain dostávají 5 kg a 4,5 kg ovsu denně a bylo by pro ně lepší je rozdělit do 3 denních dávek.

Nutriční analýzou vzorků lučního sena byla u průměrných hodnot zjištěna vyšší sušina, stravitelná energie, hrubá vláknina a BNLV a nižší obsah dusíkatých látek a popelovin, než udávají krmivářské tabulky (Meyer & Coenen 2003; Zeman 2006; Vyskočil et al. 2008). Průměrný obsah tuku byl pak v rozmezí mezi tabulkovými hodnotami dle Meyer & Coenen (2003) a Vyskočil et al. (2008). Mezi vzorky sena byla poměrně vysoká variabilita u obsahu popelovin (42,55 %), dusíkatých látek (25,17 %), tuku (24,26 %), BNLV (12,98 %) hrubé vlákniny (11,22 %) a stravitelné energie (6,29 %). Obsah živin závisí na složení a stáří lučního porostu, pořadí a době sklizně, manipulaci během a po sklizni, způsobu a délce skladování aj. (Frape 2010). I balíky od jednoho zemědělce, které pocházely z jednoho sklizňového období, se mohou značně lišit v nutriční hodnotě poskytované koním. Pravidelná laboratorní analýza vzorků je tak důležitá pro kontrolu kvality sena. Základem je samozřejmě znalost informací o sklizni, stáří sena a technice skladování. Sensorické posouzení zkrmovaného materiálu pak může provést každý majitel. Seno by mělo mít žlutou nebo zelenou barvu a příjemně vonět. Musí být prosté plísní, prachu, cizích předmětů a pro koně škodlivých rostlin (Dušek et al. 2011; Martin-Rosset et al. 2015).

Množství krmiva v reálných krmných dávkách vybraných koní se pohybovalo mezi 1,94 – 2,20 % tělesné hmotnosti koní a odpovídalo tak doporučeným hodnotám od Pagan (1998c) (1,5 – 2,5 % BW) i Meyer & Coenen (2003) (1,3 – 2,2 % BW). Statistické zhodnocení průměrných hodnot reálné krmné dávky a energetické potřeby koní ukázalo, že KD_r poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Tomu odpovídalo i zjištěné BCS, které se u všech koní pohybovalo v ideálních hodnotách 4 až 6 (Henneke et al. 1983). Přesto by mohlo dojít k úpravě KD u koně Montek, u něhož byl rozdíl mezi energií

KD a potřebou -5,778 MJ na den a jehož BSC bylo na úrovni 4. Pokud by docházelo ke snížení tělesné hmotnosti či navýšení zátěže, navrhuji zvýšení množství objemného krmiva v KD.

Z 5 druhů granulovaného sena byly v České republice dostupné 3 výrobky. Jeden produkovala česká firma, dva byly dováženy z Německa. Produkty z USA neměly v ČR distributora. 3 z produktů byly dodávány ve formě kostek, 2 ve formě pelet. Meyer & Coenen (2003) doporučuje zkrmovat kostky, raději než pelety. Zatímco do pelet se materiál drtí, do kostek se řeže na délku 4 – 5 cm. Delší částice pak podporují koně k důkladnějšímu a delšímu žvýkání. Frape (2010) udává nižší výskyt stereotypního chování, jako je okusování dřeva a klkání, u koní, kteří byli krmeni sennými kostkami, oproti těm, kteří seno dostávali ve formě pelet. Dále doporučuje mít koně takto krměného ustájeného na kvalitní slámě a denní dávku granulovaného sena rozdělovat na větší množství malých porcí v průběhu dne. Všichni výrobci doporučovali před podáváním krmivo zalít vodou a nechat granule rozpadnout. Současně by měli mít koně neustálý přístup k pitné vodě. Tyto instrukce se shodují s doporučením od Novak et al. (2008). Namočením se snižuje riziko vzniku obstrukce jícnu a dušení.

Nutriční analýzou byla u průměrných hodnot zjištěna vyšší sušina, stravitelná energie, dusíkaté látky a popeloviny a nižší obsah hrubé vlákniny a BNLV, než u hodnot lučního sena. Nejvýraznější rozdíl lze sponzorovat u dusíkatých látek (25,9 %) a popelovin (53 %).

Podle doporučení výrobců bylo v teoretické krmné dávce luční seno nahrazeno v poměru 1:1. Statistické zhodnocení průměrných hodnot teoretické krmné dávky a energetické potřeby koní ukázalo, že KD_{11} poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Zároveň poskytovala více stravitelné energie, než KD se senem lučním. Největší rozdíl mezi energií krmiva a potřebou byl opět u koně Montek (-5,118 MJ), proto by platilo stejné doporučení jako v případě zkrmování KD s lučním senem: v případě snižující se tělesné hmotnosti či navýšení zátěže zvýšit množství objemného krmiva v KD.

Z 5 vojtěškotravních produktů inzerovaných jako kompletní náhrada sena pro koně nebyl v ČR dostupný žádný výrobek. 4 druhy pocházely z USA, kde se vojtěška pěstuje po celém území a tvoří tam 55 % celkové produkce sena. Zkrmování vojtěšky a vojtěškotravních směsí koním je ve Spojených státech amerických běžná praxe a to včetně sportovních koní (Thomas 2019). Pátý produkt byl vyráběn ve Spojeném království. 3 byly ve formě řezanky, 2 ve formě pelet. Z hlediska uspokojení potřeby žvýkání je lepší zkrmovat řezanku, pelety jsou vhodné zejména pro koně staré, kteří mají již špatný chrup a obtížně rozmělnují krmivo. Špatně rozžvýkané krmivo pak zvyšuje riziko vzniku obstrukce jícnu a obstipačních kolik (Frape 2010).

Nutriční analýzou byla u průměrných hodnot zjištěna nižší sušina, hrubá vláknina a BNLV a vyšší obsah stravitelné energie, dusíkatých látek, tuku a popelovin, než u hodnot lučního sena. Významné byly rozdíly především u tuku (67,4 %), BNLV (24,1 %) a dusíkatých látek (64,2 %). Množství dusíkatých látek bylo zvýšeno obsahem vojtěšky v krmivu. Ta má podle tabulek od Vyskočil et al. (2008) hodnotu bílkovin 181 g/kg sušiny krmiva. Na druhou stranu, s tabulkovou hodnotou 354,9 g/kg sušiny (Vyskočil et al. 2008), vojtěška snižuje obsah BNLV ve směsi. Vojtěškotravní směsi jsou vhodné objemové krmivo i pro koně citlivé na obsah jednoduchých cukrů (např. koně obézní, trpící metabolickým syndromem či inzulinovou rezistencí). Vojtěška v krmivu snižuje obsah jednoduchých cukrů,

na které je travní seno bohaté, a trávy naopak vyrovnávají vysoký obsah proteinu ve vajtěšce. Vyšší obsah tuku byl způsoben přidanými rostlinnými oleji u dvou ze vzorků, což také zapříčinilo větší variabilitu mezi jednotlivými vzorky vajtěškotravní směsi (49,73%).

Podle doporučení výrobců bylo v teoretické krmné dávce luční seno nahrazeno v poměru 1:1. Statistické zhodnocení průměrných hodnot teoretické krmné dávky a energetické potřeby koní ukázalo, že KD_{12} poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Zároveň poskytovala více stravitelné energie, než KD se senem lučním i granulovaným. Průměrně potřebu koní převyšovala o 3,3 %. Největší rozdíl mezi energií krmiva a potřebou byl u koně Šípek (+5,874 MJ). Jeho hodnota BCS je na horní hranici ideálu (6), při nadbytečném přísunu energie by mohlo dojít k rozvoji nadváhy až obezity. V případě zkrmování vajtěškotravní směsi by tak bylo možné snížit denní dávku ovsa v jeho KD, přibližně o 0,5 kg. Nižší množství koncentrovaného krmiva v KD by mohlo mít pozitivní vliv na udržení dobrého zdravotního stavu koně. Řada studií spojuje vysoké dávky koncentrovaných krmiv s rozvojem metabolických poruch či onemocnění trávicího traktu (Hudson et al. 2001; Pellegrini 2005; Geor & Harris 2007).

Z 5 druhů senáže byly 3 vyráběny ve Spojeném království, 1 v Irsku a 1 ve Francii, což naznačuje popularitu tohoto typu krmiva v západní Evropě. Do České republiky byly dováženy 3 produkty.

Nutriční analýzou byla u průměrných hodnot zjištěna nižší sušina a BNLV a vyšší obsah stravitelné energie, dusíkatých látek, hrubé vlákniny, tuku a popelovin, než u hodnot lučního sena. Významné byly rozdíly především u sušiny (35,9 %), BNLV (42,4 %) a dusíkatých látek (83,3 %). Při výrobě senáže se píce zavádí na 45 – 55 % sušiny zabalí do neprodyšného materiálu a nechá se fermentovat. Při dodržení správného procesu výroby je tak zachována vyšší vlhkost píce a větší množství živin (Schroeder 2013). Během fermentace dochází bakteriemi mléčného kvašení k přeměně rostlinných sacharidů na kyselinu mléčnou. Výsledkem je právě pokles BNLV, díky čemuž je senáž vhodnou pící i pro koně náchylné na obsah jednoduchých cukrů v krmivu (Davies 2013). Kvalitní a správně skladovaná senáž má díky nižší sušině snížený výskyt prachových částic, plísní a spor a je tak vhodná i pro koně s dýchacími problémy (Wilkinson 2018). Senáž navíc koním více chutná a upřednostňují ji před senem (Müller 2005).

Podle doporučení výrobců bylo v teoretické krmné dávce luční seno nahrazeno v poměru 1:1,5, z důvodu nižší sušiny senáže. Statistické zhodnocení průměrných hodnot teoretické krmné dávky a energetické potřeby koní ukázalo, že KD_{13} poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Zároveň poskytovala více stravitelné energie, než krmné dávky s lučním a granulovaným senem a vajtěškotravní směsí. Průměrně potřebu koní převyšovala o 5,4 %. Významné rozdíly se objevovaly u koně Vabantos (+5,037 MJ), Šípek (+7,944 MJ), Colato (+6,012 MJ) a Arakain (+6,008 MJ). U těchto koní by při zkrmování KD se senáží mohlo dojít ke snížení denní dávky koncentrovaného krmiva přibližně o 0,5 kg.

Z 5 druhů směsi krmné slámy a cukrovarských řízků byly 4 vyráběny ve Spojeném království a jeden v USA. 3 byly ve formě pelet, 2 ve formě řezanky. Do České republiky byl dovážen jeden produkt.

Nutriční analýzou byla u průměrných hodnot zjištěna nižší sušina, hrubá vláknina a BNLV a vyšší obsah stravitelné energie, dusíkatých látek, tuku a popelovin, než u hodnot

lučního sena. Množství hrubé vlákniny ve směsích bylo poměrně nízké, navzdory jejímu vysokému obsahu v krmné slámě (443 g/kg sušiny) (Meyer & Coenen 2003). Cukrovarské řízky mají totiž obsah hrubé vlákniny výrazně nižší (200,8 g/kg sušiny) (Vyskočil et al. 2008), je však pro koně velmi dobře stravitelná, neboť je z velké části tvořena pektiny (MacLeod 2018). Vyšší obsah tuku byl způsoben přidáním rostlinných olejů u dvou ze vzorků, což také zapříčinilo větší variabilitu mezi jednotlivými vzorky (31,2 %).

Podle doporučení výrobců bylo v teoretické krmné dávce luční seno nahrazeno v poměru 1:1. Statistické zhodnocení průměrných hodnot teoretické krmné dávky a energetické potřeby koní ukázalo, že KD_{14} poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Zároveň poskytovala více stravitelné energie, než krmné dávky s lučním a granulovaným senem, ale méně energie než KD s vojtěškotravní směsí a senáží. Největší rozdíl mezi energií krmiva a potřebou byl opět u koně Montek (-5,048 MJ), proto by platilo stejné doporučení jako v případě zkrmování KD s lučním a granulovaným senem: v případě snižující se tělesné hmotnosti či navýšení zátěže zvýšit množství objemného krmiva v KD.

Velkou výhodou zkrmování komerčně prodávaných alternativ lučního sena je pravidelná kontrola kvality, zahrnující nejen nutriční analýzu, ale také laboratorní testování pro obsah nežádoucích a pro koně škodlivých látek. Je tak zajištěna vyrovnaná kvalita krmiva po dobu celého roku. Při dodržení výrobcem udávaných doporučení o skladování a zkrmování si především granulovaná krmiva udrží stálou nutriční hodnotu a nižší prašnost. Luční seno ve velkých balících je naopak náročnější na skladování, manipulaci a zkrmování. Ve špatných podmínkách dochází k poškození materiálu a ztrátám živin a mezi jednotlivými balíky mohou existovat velké rozdíly v kvalitě.

Na druhou stranu vychází zkrmování komerčních krmiv výrazně nákladněji. Český statistický úřad (2019) uvádí průměrnou jednotkovou cenu lučního sena 1. jakosti 2512 Kč/t, což je přibližně 2,5 Kč/kg. Komerční alternativy prodávané v České republice vychází podle informací distributorů průměrně: granulované seno – 18,1 Kč/kg, senáž – 20,24 Kč/kg, směs krmné slámy a cukrovarských řízků – 19,4 Kč/kg. Vybrané druhy vojtěškotravní směsi nemají v České republice distributora.

Při zkrmování jakéhokoliv objemného a koncentrovaného krmiva je důležité dbát na množství a vzájemný poměr jednotlivých minerálů a obsah vitamínů, případně je do krmné dávky doplnit vitamino-minerálním premixem (Dušek et al. 2011). V takovém případě se hodí rozbory výrobců komerčních krmiv, které obvykle obsah základních vitamínů a minerálů uvádějí.

Z výsledků dotazníku vyplývá, že majitelé koní v České republice jsou průměrně dobře seznámeni s možnými alternativami lučního sena. Ačkoliv 70 % majitelů se již s pojmem alternativa/náhrada lučního sena již někdy setkala, jenom 52 % dokázalo vyjmenovat alespoň jeden konkrétní příklad. Nejznámější alternativou bylo granulované seno, dále senáž a vojtěškové seno. Pouze 20 % majitelů některou z alternativ svým koním zkrmovalo, z toho většina jako částečnou náhradu lučního sena v KD. Majitelé sportovních koní zkrmuující některou z alternativ tvořili 3,5 % z celkového počtu 196 respondentů.

7 Závěr

Cílem práce bylo potvrdit hypotézu, zda je luční seno v krmné dávce sportovních koní možno nahradit jeho alternativami.

KD_r dávka s obsahem lučního sena statisticky splňovala potřeby vybraných koní. U koně Montek, jehož BCS mělo hodnotu 4 a rozdíl potřeby a energie v krmné dávce činil -5,778 MJ, by mohlo dojít ke zvýšení krmné dávky, nejlépe objemového krmiva.

KD_{t1} obsahující granulované seno statisticky splňovala potřeby vybraných koní s výraznějším rozdílem opět u koně Montek (-5,118 MJ). Pro něj by při zkrmování této krmné dávky platilo stejné doporučení jako u reálné krmné dávky.

KD_{t2} s obsahem vojtěškotravní směsi poskytovala vybraným koním dostatečné množství stravitelné energie. Potřebu převyšovala průměrně o 3,3 %. U koně Šípek, jehož BCS bylo na úrovni 6 a rozdíl mezi potřebou a energií KD_{t2} činil +5,874 MJ by navíc mohlo dojít ke snížení denní dávky ovsa o 0,5 kg.

KD_{t3} se senáží dodávala dostatečné, dokonce nadměrné, množství stravitelné energie všem koním. Rozdíl mezi průměrnou potřebou a energií krmiva tvořil 5,4 %. Významné rozdíly se objevovaly u koně Vabantos (+5,037 MJ), Šípek (+7,944 MJ), Colato (+6,012 MJ) a Arakain (+6,008 MJ). U těchto koní by při zkrmování KD se senáží mohlo dojít ke snížení denní dávky ovsa přibližně o 0,5 kg.

KD_{t4} s obsahem krmné slámy a cukrovarek řízků průměrně poskytovala optimální množství stravitelné energie. Ke zvýšení množství objemového krmiva by mohlo dojít u koně Montek, u nějž rozdíl potřeby a energie krmiva činil -5,048 MJ.

Po statistickém srovnání energetické potřeby vybraných pěti koní s obsahem energie v krmných dávkách je možné hypotézu přijmout u všech alternativ lučního sena. Všechny teoretické krmné dávky navíc poskytovaly větší množství stravitelné energie, než reálná krmná dávka. Nejvíce energie bylo obsaženo v KD_{t3}.

Z energetického hlediska je tak možné luční seno v krmné dávce nahradit vybranými alternativami. Při formování krmné dávky je však třeba dbát i obsahu dalších živin, například stravitelných bílkovin a konkrétních aminokyselin, vitamínů a minerálních látek v krmivech. Tyto faktory nebyly v práci zkoumány a mohou tak být předmětem pro další výzkum.

Výsledky dotazníku ukazují, že 70 % z celkem 196 respondentů se již setkalo s pojmem alternativa lučního sena. 20 % respondentů některou alternativou krmilo, většinou se však jednalo o majitele starých koní. Pouze 7 majitelů (3,5 %) zkrmuje některou z alternativ vlastního sportovní koně. Ti jako důvod uváděli lepší nutriční hodnotu alternativ v porovnání s lučním senem, což se shoduje s výsledky praktické části této práce. Bylo by proto vhodné rozšířit povědomí majitelů sportovních koní o možných výhodách zkrmování alternativ lučního sena. Tomu nabídka domácího trhu v této oblasti příliš nepomáhá. Ačkoliv byla do této práce přednostně vybírána komerční krmiva v České republice vyráběná, případně distribuovaná, českého výrobce měl pouze jeden vzorek granulovaného sena a celkem bylo v ČR dostupných pouze 35 % produktů.

Všechny druhy objemového krmiva mají své klady a zápory a je na majiteli koně, pro které se rozhodne. Důležité je podávat krmiva kvalitní a nezkažená, v dostatečném, ale ne nadměrném množství. Vždy je potřeba se řídit individuálními potřebami koně.

8 Literatura

Aspinall V. 2011. *The Complete Textbook of Veterinary Nursing*. Butterworth-Heinemann, Oxford.

Baker KM, Stein HH. Amino acids digestibility and concentration of digestible and metabolizable energy in soybean meal produced from conventional, high-protein, or low-oligosaccharide varieties of soybeans and fed to growing pigs. *Journal of Animal Science* **87**:2282-2290.

Blackman M, Moore-Colyer MJS. 1998. Hay for horses: the effect of three different wetting treatments on dust and nutrient content. *Animal Science* **66**:745-750.

Blikslager AT. 2017. Small intestinal function. Pages 27-40 in Blikslager AT, White NA, Moore JN, Mair TS, editors. *The Equine Acute Abdomen, Third Edition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Bonin SJ, Clayton HM, Lanovaz JL, Johnson T. 2007. Comparison of mandibular motion in horses chewing hay and pellets. *Equine Veterinary Journal* **39**:258-262.

Brown JH, Pilliner S, Davies Z. 2003. *Horse and Stable Management*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Budras KD, Sack WO, Röck S, Horowitz A, Berg R. 2012. *Anatomy of the Horse, Sixth Edition*. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover.

Buchanan BR, Andrews FM. 2003. Treatment and prevention of equine gastric ulcer syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **19**:575-597.

Campbell-Thompson ML, Merritt AM. 1990. Basal and pentagastrin-stimulated gastric secretion in young horses. *American Journal of Physiology* **259**:1259-1266.

Clegg PD, Blake CL, Conwell RC, Hainisch E, Newton SA, Post EM, Senior MJ, Taylor SL, Wise AJ. 2001. Anatomy and physiology. Pages 25-73 in Coumbe KM, editor. *The Equine Veterinary Nursing Manual*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Coenen M. 2013. Macro and trace elements in equine nutrition. Pages 190-228 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.

Connysson M, Essén-Gustavsson B, Lindberg JE, Jansson A. 2010. Effects of feed deprivation on Standardbred horses fed a forage only diet and 50:50 forage-oats diet. *Equine Veterinary Journal* **42**:335-340.

Cooper J, McGreevy P. 2002. Stereotypic behaviour in the stabled horse: causes, effects and prevention without compromising the horse welfare. Pages 99-124 in Waran N, editor. *The Welfare of Horses*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Couëtil LL, Cardwell JM, Gerber V, Lavoie JP, Léguillette R, Richard EA. 2016. Inflammatory airway disease of horses – revised consensus statement. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **30**:503-515.

Cuddeford D. 2001. Starch digestion in the horse. Pages 95-103 in Pagan JD, Geor RJ, editors. *Advances in Equine Nutrition II*. Nottingham University Press, Loughborough.

Cymbaluk NF. 2013. Water. Pages 80-95 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.

Český statistický úřad. 2019. Průměrné jednotkové ceny zemědělských výrobků. Český statistický úřad. Available from <https://www.czso.cz/> (accessed April 2020).

Davidson N, Harris P. 2002. Nutrition and welfare. Pages 45-76 in Waran N, editor. *The Welfare of Horses*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Davies D. 2013. Haylage and horses – what are the rules? *Equine Health* **2013**:14-17.

Dunnett CE. 2005. Dietary lipid form and function. Pages 37-54 in Pagan JD, editor. *Advances in Equine Nutrition III*. Nottingham University Press, Loughborough.

Duren S. 1998. Feeding the endurance horse. Pages 351-364 in Pagan JD, editor. *Advances in Equine Nutrition I*. Nottingham University Press, Loughborough.

Dušek J, Misař D, Müller Z, Navrátil J, Rajman J, Tluchoř V, Žlumov P. 2011. *Chov koní*. Brázda, Praha.

Dyer J, Fernandez-Castaño Merediz E, Salmon KSH, Proudman CJ, Edwards GB, Shirazi-Beechey SP. 2002. Molecular characterisation of carbohydrate digestion and absorption in equine small intestine. *Equine Veterinary Journal* **34**:349-358.

Ellis AD. 2013. Energy systems and requirements. Pages 96-112 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.

Essén-Gunstavsson B, Connysson M, Jansson A. 2010. Effects of crude protein intake from forage-only diets on muscle amino acids and glycogen levels in horses in training. *Equine Veterinary Journal* **42**:341-346.

Fielding CL, Magdesian KG, Carlson GP, Rhodes DM, Ruby RE. 2008. Application of the sodium dilution principle to calculate extracellular fluid volume changes in horses during dehydration and rehydration. *American Journal of Veterinary Research* **69**:1506-1511.

Flemström G, Isenberg JI. 2001. Gastroduodenal mucosal alkaline secretion and mucosal protection. *News in Physiological Science* **16**:23-28.

Forro M, Cieslar S, Ecker GL, Walzak A, Hahn J, Lindinger MI. 2000. Total body water and ECFV measured using bioelectrical impedance analysis and indicator dilution in horses. *Journal of Applied Physiology* **89**:663-671.

Frape D. 2010. *Equine Nutrition and Feeding, Fourth Edition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Geor RJ, Harris PA. 2007. How to minimize gastrointestinal disease associated with carbohydrate nutrition in horses. Pages 178-185 in Green EM, editor. Proceedings of the 53rd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners. American Association of Equine Practitioners, Lexington.

González J, Faría-Mármol J, Rodríguez CA, Alvir MR. 2001. Effects of stage of harvest on the protein value of fresh lucerne for ruminants. *Reproduction Nutrition Development* **41**:381-392.

Graham-Thiers PM, Kronfeld DS. 2005. Amino acids supplementation improves muscle mass in aged and young horses. *Journal of Animal Science* **83**:2783-2788.

Gray AM. 2002. Environmental factors and cultural practices influence hay quality and marketing. Pages 17-28 in Brummer JE, Pearson CH, editors. Proceedings of the Intermountain Forage Symposium. Colorado State University, Colorado.

Harris PA. 2001. Comparison of the digestible energy (DE) and net energy (NE) systems for the horse. Pages 199-216 in Pagan JD, Geor RJ, editors. *Advances in Equine Nutrition II*. Nottingham University Press, Loughborough.

Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. 1983. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal* **15**:371-372.

Hinchcliff KW, Kaneps A, Geor R. 2013. *Equine Sports Medicine and Surgery*. Saunders, Philadelphia.

Hoffman RM, Haffner JC, Crawford CA, Eiler H, Fecteau KA. 2009. Nonstructural carbohydrate and glycemic response of feeds: how low is “low” starch? *Journal of Equine Veterinary Science* **29**:379-380.

Holland JL, Kronfeld DS, Rich GA, Kline KA, Fontenot JP, Meacham TN, Harris PA. 1998. Acceptance of fat and lecithin containing diets by horses. *Applied Animal Behaviour Science* **56**:91-96.

Hoskin SO, Gee EK. 2004. Feeding value of pastures for horses. *New Zealand Veterinary Journal* **52**:332-341.

Hudson JM, Cohen ND, Gibbs PG, Thompson JA. 2001. Feeding practices associated with colic in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **219**:1419-1425.

Husted L, Sanchez LC, Olsen SN, Baptiste KE, Merritt AM. 2008. Effect of paddock vs. stall housing on 24 hour gastric pH within the proximal and ventral equine stomach. *Equine Veterinary Journal* **40**:337-341.

Ince JC, Longland AC, Moore-Colyer MJS, Harris PA. 2013. In vitro degradation of grass fructan by equid gastrointestinal digesta. *Grass and Forage Science* **69**:514-523.

Jansson A, Lindberg JE. 2012. A forage-only diet alters the metabolic response of horses in training. *Animal* **6**:1939-1946.

Jansson A, Lindberg JE. 2008. Effects of forage-only diet on body weight and response to interval training on track. Page 41 in Saastamoinen MT, editor. Nutrition of the exercising horse, 4th European Workshop on Equine Nutrition. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen.

Kitchen DL, Burrow JA, Heartless CS, Merritt AM. 2000. Effect of pyloric blockade and infusion of histamine or pentagastrin on gastric secretion in horses. *American Journal of Veterinary Research* **61**:1133-1139.

Kronfeld DS, Holland JL, Rich GA, Meacham TN, Fontenot JP, Sklan DJ, Harris PA. 2004. Fat digestibility in *Equus caballus* follows increasing first-order kinetics. *Journal of Animal Science* **82**:1773-1780.

Kronfeld DS, Meacham TN, Donoghue S. 1990. Dietary aspects of developmental orthopedic disease in young horses. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **6**:451-465.

Krunkosky TM, Jarrett CL, Moore JN. 2017. Gross and microscopic anatomy of the equine gastrointestinal tract. Pages 1-18 in Blikslager AT, White NA, Moore JN, Mair TS, editors. *The Equine Acute Abdomen, Third Edition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Lapinskas SL, Ochonski P, Staniar WB. 2017. Evaluation of the effect of dietary particle size on gastric ulceration. *Journal of Equine Veterinary Science* **52**:79-80.

Lopes MAF, Johnson PJ. 2017. Large intestine function. Pages 41-54 in Blikslager AT, White NA, Moore JN, Mair TS, editors. *The Equine Acute Abdomen, Third Edition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Lorenzo-Figueras M, Morisset SM, Morisset J, Lainé J, Merritt AM. 2007. Digestive enzyme concentrations and activities in healthy pancreatic tissue of horses. *American Journal of Veterinary Research* **68**:1070-1072.

MacAllister CG, Andrews FM, Deegan E, Ruoff W, Olovson SG. 1997. A scoring system for gastric ulcers in horse. *Equine Veterinary Journal* **29**:430-433.

MacLeod C. 2018. Benefits of beet. *Equine Health* **2018**:12-13.

Mansbach CM, Gorlick F. 2007. Development and physiological regulation of intestinal lipid absorption. II. Dietary lipid absorption, complex lipid synthesis, and the intracellular packaging and secretion of chylomicrons. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology* **293**:645-650.

Martin-Rosset W, Martin L. 2015. Nutritional principles for horses. Pages 23-96 in Martin-Rosset W, editor. *Equine Nutrition: INRA Nutrient Requirements, Recommended Allowances and Feed Tables*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Martin-Rosset W, Trillaud-Geyl C, Bonnaire Y. 2015. Feeds, additives and contaminants. Pages 315-346 in Martin-Rosset W, editor. *Equine Nutrition: INRA Nutrient Requirements, Recommended Allowances and Feed Tables*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Matros A, Peukert M, Lahnstein J, Seiffert U, Burton R. 2019. Determination of fructans in plants: current analytical means for extraction, detection, and quantification. *Annual Plant Reviews* **2**:1-39.

McDowell LR. 2000. *Vitamins in Animal and Human Nutrition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

Medina B, Girard ID, Jacotot E, Julliand V. 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of Animal Science* **80**:2600-2609.

Merritt AM, Julliand V. 2013. Gastrointestinal physiology. Pages 3-32 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.

Meyer H, Coenen M. 2003. *Krmení koní: současné trendy ve výživě*. Ikar, Praha.

Meyer H, Kienzle E, Zmija G. 1991. Fütterungspraxis in Trainingsställen von Gallop- und Trabrennpferden. *Pferdeheilkunde* **7**:365-370.

Mills DS, Clarke A. 2002. Housing, management and welfare. Pages 77 – 97 in Waran N, editor. *The Welfare of Horses*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Moore-Colyer M. 2011. Healthy hay for horses. *Equine Health* **2011**:12.

Müller CE. 2005. Forage preferences of horses. Page 188 in Park RS, Mayne CS, Keady TWJ, editors. *Silage Production and Utilisation*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Müller CE. 2018. Silage and haylage for horses. *Grass and Forage Science* **73**:815-827.

Müller CE. 2018. Silage and haylage for horses. *Grass and Forage Science* **73**:815-827.

Murray MJ, Schusser GF. 1993. Measurement of 24-h gastric pH using an indwelling pH electrode in horses unfed, fed and treated with ranitidine. *Equine Veterinary Journal* **25**:417-421.

Murray MJ. 2017. Gastric secretory function. Pages 24-26 in Blikslager AT, White NA, Moore JN, Mair TS, editors. *The Equine Acute Abdomen, Third Edition*. Wiley-Blackwell, Hoboken.

National Research Council. 2007. *Nutrients Requirements of Horses: Sixth Revised Edition*. The National Academies Press, Washington, DC.

Novak S, Shoveller AK, Warren LK. 2008. *Nutrition and Feeding Management for Horse Owners*. Alberta Agriculture and Rural Development, Edmonton.

Nyman S, Jansson A, Lindholm A, Dahlborn K. 2002. Water intake and fluid shifts in horses: effects of hydration status during two exercise tests. *Equine Veterinary Journal* **34**:133-142.

- Pagan JD, Hintz HF. 1986. Equine energetics. I. Relationship between body weight and energy requirements in horses. *Journal of Animal Science* **63**:815-821.
- Pagan JD. 1998a. Carbohydrates in horse nutrition. Pages 29-42 in Pagan JD, editor. *Advances in Equine Nutrition I*. Nottingham University Press, Loughborough.
- Pagan JD. 1998b. Energy and the performance horse. Pages 141-148 in Pagan JD, editor. *Advances in Equine Nutrition I*. Nottingham University Press, Loughborough.
- Pagan JD. 1998c. Forages for horses: more than just filler. Pages 13-28 in Pagan JD, editor. *Advances in Equine Nutrition I*. Nottingham University Press, Loughborough.
- Pagan JD. 2001. Protein requirements and digestibility: a review. Pages 43-50 in Pagan JD, Geor RJ, editors. *Advances in Equine Nutrition II*. Nottingham University Press, Loughborough.
- Parker BF, White GM, Lindley MR, Gates RS, Collins M, Lowry S, Bridges TC. 1992. Forced-air drying of baled alfalfa hay. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* **35**:607-615.
- Pellegrini FL. 2005. Results of a large-scale necroscopic study of equine colonic ulcers. *Journal of Equine Veterinary Science* **25**:113-117.
- Ralston SL, Foster DL, Divers T, Hintz HF. 2001. Effect of dental correction on feed digestibility in horses. *Equine Veterinary Journal* **33**:390-393.
- Ribeiro WP, Valberg SJ, Pagan JD, Gustavsson BE. 2004. The effect of varying dietary starch and fat content on serum creatine kinase activity and substrate availability in equine polysaccharide storage myopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **18**:887-894.
- Ringmark S, Roepstorff L, Essén-Gustavsson B, Revold T, Lindholm A, Hedenström U, Rundgren M, Ögren G, Jansson A. 2013. Growth, training response and health in Standardbred yearlings fed a forage diet. *Animal* **7**:746-753.
- Ringmark S, Roepstorff L, Hedenström U, Lindholm A, Jansson A. 2017. Reduced training distance and a forage-only diet did not limit race participation in young Standardbred horses. *Comparative Exercise Physiology* **13**:265-272.
- Ritsema T, Smeekens S. 2003. Fructans: beneficial for plants and humans. *Current Opinion in Plant Biology* **6**:223-230.
- Santos AS, Silvestre AM. 2008. A study of Lusitano mare lactation curve with Wood's model. *Journal of Dairy Science* **91**:760-766.
- Schroeder JW. 2013. Haylage and Other Fermented Forages. NDSU Extension Service, Fargo.
- Siciliano PD. 2002. Selecting forages for use in feeding horses. Pages 117-122 in Brummer JE, Pearson CH, editors. *Proceedings of the Intermountain Forage Symposium*. Colorado State University, Colorado.

- Silva AL, Santos BRC, Perazzo AF, Cesar Neto JM, Santos FNS, Pereira DM, Santos EM. 2019. Haylage: A forage conservation alternative. *Nucleus Animalium* **11**:37-44.
- Staniar WB, Kronfeld DS, Wilson JA, Lawrence LA, Cooper WL, Harris P. 2001. Growth of Thoroughbreds fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine. *Journal of Animal Science* **79**:2143-2151.
- Stowers NL, Waldron LA, Pryor ID, Hill SR, O'Brien J. 2013. The influence of two lucerne-based forage feeds, FiberProtect and FiberEdge on Equine Gastric Ulcer Syndrome in horses. *Journal of Applied Animal Nutrition* **2**:1-6.
- Stricker EM, Sved AF. 2000. Thirst. *Nutrition* **16**:821-826.
- Sturgeon LS, Baker LA, Pipkin JL, Haliburton JC, Chirase NK. 2000. The digestibility and mineral availability of Matua, Bermuda grass, and alfalfa hay in mature horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **20**:45-48.
- Thomas HS. 2004. *Care and Management of Horses*. Blood-Horse Publications, Lexington.
- Thomas HS. 2019. All About Feeding Horses Alfalfa. The Horse Media Group LLC. Available from <https://thehorse.com/> (accessed April 2020).
- Toribio RE. 2011. Disorders of calcium and phosphate metabolism in horses. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice* **27**:129-147.
- Treiber KH, Boston RC, Kronfeld DS, Staniar WB, Harris PA. 2005. Insulin resistance and compensation in Thoroughbred weanlings adapted to high-glycemic meals. *Journal of Animal Science* **83**:2357-2364.
- Urschel KL, Lawrence LM. 2013. Amino acids and protein. Pages 113-135 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.
- Van Eps AW, Pollitt CC. 2006. Equine laminitis induces with oligofructose. *Equine Veterinary Journal* **38**:203-208.
- Van Weyenberg S, Sales J, Janssens GPJ. 2006. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. *Livestock Science* **99**:3-12.
- Varloud M, Fonty G, Roussel A, Guyonvarch A, Julliand V. 2007. Postprandial kinetics of some biotic and abiotic characteristics of the gastric ecosystem of horses fed a pelleted concentrate meal. *Journal of Animal Science* **85**:2508-2516.
- Vyskočil I, Zeman L, Kratochvílová P, Večeřek M, Vašátková A. 2008. *Kapesní katalog krmiv*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno.
- Warren LK, Vineyard KR. Fat and fatty acids. Pages 136-155 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.
- Wickens CL, Heleski CR. 2010. Crib-biting behavior in horses: a review. *Applied Animal Behaviour Science* **128**:1-9.

Wilkinson JM, Rinne M. 2018. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. *Grass and Forage Science* **73**:40-52.

Wilson ME. 2007. Examination of the urinary tract in the horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **23**:563-575.

Witherow B. 2019. Nutritional considerations in the performance horse. *Equine Health* **2019**:7-10.

Zeman L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha.

Zeyner A, Geissler C, Dittrich A. 2004. Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammoni, buffering capacity) of horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **88**:7-19.

Zeyner A, Harris PA. 2013. Vitamins. Pages 168-189 in Geor EJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, Welfare and Performance*. Saunders, Philadelphia.

Zhou M, Robards K, Glennie-Holmes M, Helliwell S. 1999. Oat Lipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **76**:159-169.