

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Analýza krmných dávek chladnokrevných koní

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Alžběta Matušková

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: doc. Ing. Boris Hučko, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Analýza krmných dávek chladnokrevných 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. dubna 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Borisi Hučkovi, CSc. za trpělivé a odborné vedení při zpracovávání práce. Veliké poděkování patří i Ing. Jiřímu Jehličkovi, Zemskému hřebčinci Tlumačov, Ing. Haně Štěrbové, PhD. a Zemskému hřebčinci Písek za možnost provedení pokusu a poskytnutí dat.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Monice Mechové za pomoc s hodnocením krmných dávek a Mgr. Mileně Hajíčkové za podporu a pomoc při dokončování práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině za nekonečnou trpělivost, kterou mi poskytli během zpracovávání práce.

Analýza krmných dávek chladnokrevných koní

Souhrn

Chov chladnokrevných plemen v České republice je z velké části závislý na práci státních hřebčinců. Zemský hřebčinec Písek a Zemský hřebčinec Tlumačov vlastní velkou část plemenných hřebců a zajišťují výběr nových plemenů. Hřebčince poskytují odchov, výcvik a zkoušky výkonnosti pro koně z vlastních, ale i soukromých chovů.

Práce se zabývá kvalitou výživy mladých koní ve státních chovech.

Literární část práce popisuje nejdříve anatomii a fyziologii trávicího traktu koní. Dále se zabývá popisem základních živin (energie, bílkoviny, sacharidy, tuky, voda, minerální látky a vitaminy), včetně doporučených množství pro koně a zdravotních účinků nadbytku či nedostatku látek.

Praktická část této práce zkoumá efektivitu krmení ve státních hřebčincích u dvouletých chladnokrevných hřebců v základním výcviku, na jehož konci podstupují základní zkoušky výkonnosti (ZZV).

Skupina hřebců ze Zemského hřebčince Písek čítala 9 hřebců tří plemen (Českomoravský belgický kůň, Slezský norik, Norik) a krmná dávka byla složena z ovsa, sena a siláže o vyšší sušině.

Skupina hřebců ze Zemského hřebčince Tlumačov byla tvořena 7 hřebci dvou plemen (Českomoravský belgický kůň, Slezský norik) a krmná dávka byla složena z ovsa, sena a doplňkové krmné směsi.

Byly ověřovány následující hypotézy:

1. Výživa v Zemském hřebčinci Písek pokrývá potřeby živin vybrané skupiny koní.
2. Výživa v Zemském hřebčinci Tlumačov pokrývá potřeby živin vybraných skupin koní.
3. Výživa v Zemském hřebčinci Tlumačov je na lepší úrovni.

Ani jedna krmná dávka nespĺňovala denní potřeby těchto koní ve všech třech sledovaných ukazatelích zároveň - $114,65 \text{ MJ SE}_k$ a 420 g SNL_k denně. Ve skupině v Písku nebyl dostatek stravitelné energie, v Tlumačově krmná dávka pokrývala potřebu stravitelné energie a u obou skupin se vyskytoval nadbytek stravitelných dusíkatých látek: KD z Písku obsahuje $92,08 \text{ MJ}$ stravitelné energie a $577,79 \text{ g}$ stravitelných dusíkatých látek (955 g hrubého

proteinu). Krmná dávka z Tlumačova obsahuje 119,47 MJ stravitelné energie a 767,04 g stravitelných dusíkatých látek (1221,63 g hrubého proteinu).

Z daných surovin každého hřebčince lze sestavit odpovídající krmnou dávku.

Vliv krmné dávky na růstové parametry koní nebyl statisticky významný, pravděpodobně z důvodu malého počtu koní ve skupinách.

Hypotéza 1 nebyla potvrzena.

Hypotéza 2 nebyla potvrzena.

Hypotéza 3 byla potvrzena.

Klíčová slova: krmná dávka, hřebčinec, chladnokrevný kůň, hřebeček, Českomoravský belgický kůň, Slezský norik, Norik, tažný kůň

Analysis of feed rations of cold-blooded horses

Summary

Breeding of Cold-blooded horses in Czech Republic depends on the work of stud farms ran and owned by state. Zemsky hřebcinec Pisek and Zemsky hřebcinec Tlumacov own big part of sires and arrange breeding, training and performance tests for horses of their own, but also for horses of private owners or breeders.

The diploma thesis is focused on the quality of young horses' feed rations in state studs.

The literary part of this thesis describes anatomy and physiology of horse's digestive system. Then follows description of basic nutrients (energy, protein, carbohydrates, fats, water, minerals, vitamins), including recommended volume for horses and health issues caused by excess or deficiency of these substances.

The research part of the thesis explores feeding efficiency for two-year-old stallions in basic training, at two state stud farms. Stallions go through performance tests in the end of the training period.

Group of stallions from ZH Pisek totaled 9 stallions of three breeds (Czech-Moravian Belgian, Silesian Noriker, Noriker) and feed rations was composed from oats, hay and haylage.

Group from ZH Tlumacov totaled 7 stallions of two breeds (Czech-Moravian Belgian, Silesian Noriker) and their feed rations were made from oats, hay and additive feed mix.

Three hypotheses were chosen for verification:

1. Nutrition plan in ZH Pisek is fulfilling nutrition needs of selected groups of horses.
2. Nutrition plan in ZH Tlumacov is fulfilling nutrition needs of selected groups of horses.
3. Nutrition in ZH Tlumacov is of higher quality than nutrition in ZH Pisek.

Neither of the two feed rations was covering the needs of all three observed nutrients - 114,65 MJ DE/day and 420 g DP/day. In group from Pisek was missing digestible energy (DE), Tlumacov group had the need of DE covered almost perfectly, and both groups had overload of digestible protein (DP) in the rations. Ration in Pisek contained 92,08 MJ DE and 577,79 g DP (955 g CP). Ration in Tlumacov contained 119,47 MJ DE a 767,04 g DP (1221,63 g CP). That confirms Hypothesis

It is possible to compose appropriate feed rations for these horses from feed stuffs available at both stud farms.

Hypotheses 1 and 2 were disproved. Hypothesis 3 was confirmed, nutrition in Tlumacov is indeed better, even though it's not covering all of the horses' needs.

Keywords: feed rations, stud farm, cold-blooded horse, stallion, Czech-Moravian Belgian, Silesian Noriker, Noriker, draught horse

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecké hypotézy a cíl práce	4
3 Literární rešerše.....	5
3.1 Trávicí soustava koně.....	5
3.2 Živiny	7
3.2.1 Energie	7
3.2.2 Voda.....	9
3.2.3 Bílkoviny	11
3.2.4 Sacharidy	13
3.2.5 Tuky	15
3.2.6 Vitaminy	17
3.2.7 Minerální látky.....	26
4 Materiály a metody.....	37
4.1 Zemský hřebčinec Písek.....	38
4.1.1 Sledovaná skupina chladnokrevných hřebců.....	38
4.1.2 Analýza krmné dávky	44
4.2 Zemský hřebčinec Tlumačov.....	45
4.2.1 Sledovaná skupina chladnokrevných hřebců.....	45
4.2.2 Analýza krmné dávky	49
5 Výsledky.....	50
5.1 Potřeba stravitelné energie	51
5.2 Potřeba hrubého proteinu a stravitelných dusíkatých látek.....	51
5.3 Srovnání krmných dávek.....	52
5.4 Vyhodnocení hypotéz	55

6	Diskuze	56
7	Závěr	61
8	Citovaná literatura	63

1 Úvod

Chov koní má mezi tradicemi, jimiž se může Česká republika pyšnit, čestné místo. Tato tradice přežila mnoho prezidentů, režimů, ba i panovníků.

Třicetiletá válka zastavila rozvoj chovu koní a pozdější feudální poměry nápravě nepomohly, spíše naopak. Selský chov upadal kvůli potažní a přípřežní povinnosti vlastníků koní. Tyto okolnosti způsobily, že poddaní se chovu vyhýbali a k robotním povinnostem používali volské potahy. Povinnost dát koně k dispozici feudálům pro jejich rozmary (štvanice apod.) bez nároku na náhradu při případné ztrátě tuto nechut' a nezájem akorát prohlubovala (Misař 2011).

V roce 1662 komentuje situaci Jan Vilém ze Stubenberka ve svém latinském spisu následovně: „V Čechách chovali se výborně koně, ale od 40. let byla země dějištěm krvavých válek, je strašně zpustošená, a proto i chov koní je ve velkém úpadku.“, tato situace zůstala aktuální až do první poloviny 18. století (Misař 2011).

Rakouský šlechtic Hochberg ve své knize „Georgica Curiosa“ z roku 1716 popisuje chov koní v Čechách v 18. století takto: „Koně v Čechách jsou sice velcí, mají však nectnost, že nepodrží dosti dlouho zrak, což působí pastviny, na nichž se pasou a které jsou příliš tučné. Také je velmi na závadu, že dostávají mláto, od něhož jsou tuční a vodnatí, takže jsou spíše vhodní pro tah než pro jezdce. Moudrý obchodník s koňmi se jich proto bude varovati.“ Naopak situace na Moravě byla stejným znalcem hodnocena lépe: „Moravské koně nejsou tak rousnaté jako české, nemají tak vodnatých stehů a jest u nich menší nebezpečí oslepnutí. Moravani mají tu výhodu, že sousedí s Uhrami, odkud možno prováděti ne špatná mísení koní se svými vlastními koňmi ke své výhodě.“ Z tohoto komentáře vyplývá, že v Čechách se chovali mohutnější tahouni a na Moravě převládali ušlechtilejší a harmoničtí koně, pravděpodobně orientálního původu (Misař 2011).

Za účelem zamezení úpadku chovu a zajištění dostatku výkonných jezdeckých koní vydal roku 1763 císař Karel IV. první nařízení, které ukládalo šlechtě povinnost pečovat o rozvoj chovu. Přístup šlechty k tomuto nařízení později inspiroval císařovnu Marii Terezii k vydání císařského patentu. Patent byl vydán 13. srpna 1763 a tvořil pevnější a administrativně kontrolovatelnou základnu pro chov koní (Misař 2011).

Bohužel kvalita plemeníků nebyla patentem císařovny zajištěna. Šlechta se vydržování plemeníků pro použití v selském chovu bránila, proto v roce 1780 císař Josef II. Nařídil, aby plemenné hřebce od šlechty a majitelů panství převzala vojenská správa, která měla na starost řízení plemenitby a chovu koní. Krátce na to dal císař zřídit korunní (císařské) hřebčiny.

V Čechách byly v roce 1782 čtyři stanice císařských hřebců v Brandýse nad Labem, Chlumci nad Cidlinou, Pardubicích a Poděbradech. České hřebčinecké a remontní stanoviště bylo nejdříve v roce 1789 umístěno v Brandýse, později bylo přestěhováno do Pardubic, Nymburka a konečně v roce 1874 do Prahy.

Armáda preferovala plemeníky, kteří zaručili doplňování stavů potřebných pro jednotlivé vojenské útvary. Proto během 19. století ve hřebčincích převažovali plemenci odchovaní rakousko-uherskými hřebčínami. Mezníkem ve vývoji plemenitby byl tzv. dualismus (1867), jehož důsledkem bylo přerušení přílivu plemeníků z hřebčínů Mezöhegyes a Kisbér do hřebčinců v Čechách a na Moravě. Hřebčiny Radovec a později Piber nebyly schopny pokrýt potřeby českého a moravského chovu nejen počtem, ale hlavně kvalitou plemeníků. Správa hřebčinců tedy nedostatek hřebců řešila importem teplokrevných plemeníků z Francie, Německa a Velké Británie. Zájem rolnického chovu chovat výkonné tahouny nakonec vyústil růstem zastoupení chladnokrevných plemeníků. Až do roku 1880 byl počet chladnokrevných plemeníků stabilizován a převládali noričtí hřebci. V letech 1880–1890 byli importováni první plemenci z Belgie, nejdříve ušlechtilejší ardenští, později mohutnější vlámské a valonské koně. Jejich výkonnost v tahu a klidný temperament odpovídaly požadavkům rolníků, což bylo příčinou dynamického růstu jejich počtů. Ještě v letech 1895-1900 bylo v českých hřebčincích pouze 12,6 % chladnokrevných plemeníků a po roce 1900 se jejich počet rovnal počtu teplokrevných hřebců. Příčinou byl nižší požadavek jezdeckých koní, protože osobní dálkovou dopravu nahradilo vybudování železniční sítě a zároveň narůstala potřeba intenzivnější kultivace půdy a požadavky průmyslových podniků přepravovat materiál na kratší vzdálenosti. Zástupci českých rolníků dosáhli argumentací významné změny stavu – v roce 1905 stálo v českých hřebčincích 31,4 % a v roce 1910 již 46,7 % chladnokrevných plemeníků. Od tohoto roku už nebyli importováni belgičtí plemenci rozlišování na ardenské, valonské a vlámské, ale byli označováni jako belgičtí (Misař 2011).

S příchodem 20. století se už v českém chovu aktivně uplatňují hřebčince sledované v této práci. První zmínky o hřebčinci v Písku jsou z roku 1822, ale novodobá historie hřebčince se datuje od roku 1902 (Zemský hřebčinec Písek 2018). Hřebčinec Tlumačov byl založen v roce 1925 (Černocký & Procházka 2012; Zemský hřebčinec Tlumačov 2018).

Hlavní funkcí státních hřebčinců nyní je chov a výcvik současných, ale i budoucích plemeníků, proto současně s genetickou základnou a výcvikovým plánem, by i výživa měla být na vysoké úrovni. Ale v době, kdy je sportovní svět téměř výhradně ovládán teplokrevnými koňmi, je výživa chladnokrevných koní obecně, zvláště pak potenciálních plemeníků, velmi často opomíjena.

V České republice lze nejčastěji nalézt koně plemene Českomoravský belgický kůň, poté Slezského norika a Norika, ale každé z plemen je zastoupeno velmi nízkým počtem koní.

V ČR bylo k 1. dubnu 2018 registrováno 35 181 koní, z toho 2 402 hřebců a 17 338 klisen (Stará 2019). Počty chladnokrevných koní jsou obecně velmi nízké a stále klesají, Svaz chovatelů chladnokrevných koní uvádí počet plemenných koní kolem 2 000 a předpovídá, že trend bude nadále klesající (Olbertová 2019).

Chov, základní výcvik a následné zkoušky výkonnosti probíhají v České republice ve dvou státních podnicích. V Zemském hřebčinci v Písku, který je zasazen do nížin jižních Čech a v Zemském hřebčinci v Tlumačově, který se nachází na východě Moravy, ve Zlínském kraji.

Část hříbat chladnokrevníků v zemských hřebčincích pochází z chovů soukromých chovatelů. Tito koně jsou později vykoupeni, či umístěni majitelem do státních hřebčinců k základnímu výcviku a/nebo zkouškám výkonnosti. Na základě výkonnostních zkoušek mohou být výjimeční jedinci zařazeni mezi plemeníky daného plemene (případně i dalších). Populace chladnokrevných koní jsou menší oproti teplokrevným, tzn. každý plemeník má výraznější roli v těchto menších chovech.

Výkonnost koně je převážně dána vrozenými vlastnostmi, ale výživa, jako životně důležitý dodavatel energie, potřebných látek, minerálů a vitamínů, má zásadní vliv. Proto by každý potenciální plemeník měl mít vybalancovanou krmnou dávku. S ohledem na skutečnost, že o zařazení do plemenitby se uchází většinou dvouletí hřebci, měla by být zvažována nejen zátěž, ale i ještě neukončený růst těchto koní.

V současnosti většina soukromých chovatelů využívá doplňkové krmné směsi k výživě svých koní, a tak se často vyskytuje názor, že krmení pouze ovsem a senem (popř. travní siláží o vyšší sušině) je zastaralé. Ve státních chovech je tato tradice stále praktikována.

2 Vědecké hypotézy a cíl práce

Cílem této práce je analýza krmných dávek a zhodnocení efektivity výživy dvouletých chladnokrevných hřebců pomocí energetické hodnoty a obsahu dusíkatých látek. Výsledky analýz budou porovnány s energetickou potřebou koní, bude zjišťován vztah mezi krmnými dávkami a růstem jednotlivých hřebců. Na závěr budou výsledky hřebčinců porovnány mezi sebou za účelem zjištění, který podnik má efektivnější výživu a krmení mladých koní.

V práci budou statisticky ověřeny následující hypotézy:

Hypotézy:

1. Výživa v ZH Písek pokrývá potřeby živin vybrané skupiny koní.
2. Výživa v ZH Tlumačov pokrývá potřeby živin vybraných skupin koní.
3. Výživa v ZH Tlumačov je na lepší úrovni.

3 Literární rešerše

3.1 Trávicí soustava koně

Začátek trávicí soustavy tvoří nejvíce kraniálně uložena dutina ústní, kudy je přijímána potrava a začíná zde mechanické zpracování potravy a promíchání se slinami, což usnadňuje spolknutí následného sousta. Na mechanickém zpracování se významně podílí jazyk a zuby. Jícnem je potrava a voda přesouvána peristaltickými vlnami do žaludku. Tyto skutečnosti shodně uvádí Dušek (2011) i Higgins & Martin (2012).

Žaludek u koní je složitý jednodukomorový orgán fazolovitého tvaru, podobný písmenu „C“ (Dyce et al. 2010). V žaludku koně se vyskytují dva typy sliznice-žláznatá a bezžláznatá, kdy žláznatá sliznice produkuje žaludeční šťávy neustále, bez ohledu na přítomnost potravy (Dušek 2011). Jak bylo popsáno výše, v žaludku probíhá převážně enzymatické trávení a jen malá část živin je trávena mikrobiálně. Kvůli tomuto faktu jsou menší ztráty energie a aminokyselin ve spojitosti s mikroorganismy (Higgins & Martin 2012).

Žaludeční šťáva má zásadité až neutrální pH, tzn. že obsah kyseliny chlorovodíkové je nízký (0,14 %). Díky vyššímu pH jsou v horní části žaludku vhodné podmínky pro existenci a činnost sacharolytických mikroorganismů. Ve fundu žaludku je trávena největší část bílkovin, protože v této oblasti žaludeční žlázy produkují pepsinogen a kyselinu chlorovodíkovou (Dušek 2011). Obsah žaludku je průběžně vyprazdňován v krátkých intervalech (už po 6-12 minutách), proto jsou koně schopni přijmout větší množství potravy, než je objem žaludku (Zeman 2006; Dyce et al. 2010).

Tenké střevo je zhruba 20 m dlouhé a je složeno ze tří částí – dvanáctníku (duodenum), lačnicku (jejunum) a kyčelníku (ileum) (Meyer & Coenen 2003). Do tenkého střeva ústí vývody jater a pankreatu, jejichž produkované šťávy společně se střevní šťávou zajišťují chemické trávení a využití všech živin, které se nachází v tenkém střevě (Meyer & Coenen 2003; Dušek 2011).

Po tenkém střevě následuje střevo tlusté. Tlusté střevo má poměrně veliký objem, pojme až 90 l tekutiny. Tlusté střevo je rozděleno na slepé střevo, velký a malý tračník a konečník. V tlustém střevě sídlí miliardy prvoků a bakterií produkujících enzymy, které se podílí na fermentaci vlákniny. Protože si koně nedokáží vytvořit potřebné enzymy, jsou mikroorganismy v tlustém střevě pro koně naprosto nezbytné (Pagan 2014).

Trávením celulózy a dalších sacharidů vznikají těkavé mastné kyseliny (kyselina octová, propionová a máselná), které se v tlustém střevě také vstřebávají (Zeman 2006; Dušek

2011). Zeman (2006) dále udává potřebu vlákniny pro koně 13–22 % na 1kg sušiny. Dále uvádí, že v tlustém střevě probíhá především trávení vlákniny pomocí bakterií, což má pro koně zásadní význam. Bakterie dále tráví i zbytky bílkovin. Mikrobiální bílkoviny koně využijí zhruba na 39 %. Velký význam představuje i syntéza vitaminů skupiny B a vitaminu K (viz. vitaminy).

3.2 Živiny

3.2.1 Energie

Energie není živinou, ale je využita jako pohon tělních procesů, udržení tělesné teploty, opravu a tvorbu nových tkání, správnou funkci tělních orgánů či pohyb. Z tohoto důvodu je energie jednou z nejdůležitějších veličin, která ale technicky živina není. Je získávána z těkavých mastných kyselin, štěpením škrobů a dalších derivátů v tlustém střevě. Konkrétně rozpadem vazeb v těchto sloučeninách je energie uvolňována. Takto může organismus například využít energii i z jinak nevyužitého proteinu. Potřeba a obsah energie v krmivu je vyjadřován ve formě stravitelné energie pro koně (SE_k) obvykle v jednotkách megajoule (MJ). Podobně jako u hrubého proteinu to je množství energie v krmivu, které prošlo stěnou trávicího traktu do těla koně (Zeman 2006; Dušek 2011; Hiney 2017).

Paganem (1998) je uváděná tato rovnice pro výpočet stravitelné energie pro koně:

$$SE \text{ (kcal/kg sušiny)} = 2,118 + 12,18 (\% \text{ hrubý protein}) - 9,37 (\% \text{ ADF}) - 3,83 (\% \text{ hemicelulózy}) + 47,18 (\% \text{ tuku}) + 20,35 (\% \text{ nestrukturních sacharidů}) - 26,3 (\% \text{ popela})$$

$$R^2 = 0,88$$

$$1 \text{ kcal} = 0.0041868 \text{ MJ}$$

ADF – acidodetergentní vláknina

NDF – neutrodetergentní vláknina

CP – hrubý protein

hemicelulóza = ADF – NDF

nestrukturní sacharidy = 100 - % NDF - % tuku - % popela - % CP

Zeman (2006) používá pro výpočet stravitelné energie pro koně následující rovnice:

$$SE_k = 0,0230 \text{ SNL}_k + 0,0381 \text{ Stravitelný tuk} + 0,0172 \text{ Stravitelná vláknina} + 0,0172 \text{ Stravitelné BNLV}$$

SNL_k – stravitelné dusíkaté látky pro koně

BNLV – bezdusíkaté látky výtažkové

Záchovná potřeba energie

Zeman (2006) definuje energii pro záchovu jako energii vynakládanou na udržení zvířete v energetické rovnováze, která zahrnuje energii potřebnou pro bazální metabolismus, energii pro udržení tělesné teploty, hmotnosti.

NRC (2007) uvádí nejjednodušší způsob výpočtu záchovné potřeby energie:

$$ZPE \text{ (MJ/den)} = 0,649 H^{0,75}$$

(Zeman 2006) doporučuje k výpočtu následující rovnici, individualizovanou pro různé hmotnosti v dospělosti:

$$\text{ZPE (MJ/den)} = H^{0,75} (0,552 + 0,0002 \times H)$$

Anebo nabízí zjednodušenou verzi:

$$\text{ZPE (MJ/den)} = 0,626 \text{ MJ } H^{0,75}$$

ZPE – záchovná potřeba energie

SE – stravitelná energie

H – hmotnost koně

$H^{0,75}$ - metabolická velikost těla

Energie pro zátěž

Denní energetická potřeba koně pracujícího či aktivního ve sportu se dá rozdělit na dvě části. První část tvoří energie potřebná k záchově, druhou částí je energie nad záchovnou potřebou nutná k práci.

Míra zátěže je jedním z hlavních faktorů ovlivňující tuto část navíc k potřebě záchovné. NRC (2007) popisuje čtyři míry zátěže: lehkou, střední, těžkou a velmi těžkou.

Výpočet hodnot stravitelné energie (SE_k) pro jednotlivé míry zátěže podle NRC (2007) jsou následující:

Lehká práce:

$$SE_k \text{ (Mcal/den)} = (0,0333 \times H) \times 1,2$$

Střední práce:

$$SE_k \text{ (Mcal/den)} = (0,0333 \times H) \times 1,4$$

Težká práce:

$$SE_k \text{ (Mcal/den)} = (0,0333 \times H) \times 1,6$$

Velmi těžká práce:

$$SE_k \text{ (Mcal/den)} = (0,0333 \times H) \times 1,9$$

H – živá hmotnost

$$\text{Mcal} = 4,184 \text{ MJ}$$

Zeman (2006) uvádí také čtyři typy práce, ale jako nejlehčí uvádí pracovní klid, dále lehkou, středně těžkou a těžkou práci. Za těžkou práci je podle něj považována aktivita, při které se kůň výrazně unaví (např. celodenní práce v lese v obtížném terénu). Středně těžká by neměla trvat déle než osm hodin včetně občasných přestávek a koně tento výkon mírně unaví (kultivační práce). Lehkou práci kůň zvládá bez větší námahy, často méně než osm hodin denně (rozvoz krmiv apod.). Dále autor upřesňuje, že pokud je kůň použit jen v lehkém tahu po

krátkou dobu, tak nebývá potřeba živin větší než při pracovním klidu. S rychlejším tempem práce nároky na koně znatelně stoupají. Upozorňuje, že při sestavování krmných dávek vždy přihlížíme k výživnému stavu zvířat a na období těžších prací krmíme koně vydatnějším krmivem dostatečnou dobu předem.

Zeman (2006) uvádí zvýšenou potřebu energie k práci v procentech energie záchovné, tzn. při lehké práci jsou nároky zvířete na obsah energie vyšší o 5–25 %, při středně těžké práci o 25–50 % a při těžké práci o více než 50 %.

3.2.2 Voda

Voda je nepostradatelnou složkou pro rovnováhu tělních tekutin, funkci a zdraví trávicího traktu. Voda, jako univerzální rozpouštědlo, může doručit zdraví a tělu prospěšné, ale i nevhodné živiny do výživy koní. Voda je koňmi přijímána pitím a žráním vlhkého krmiva, nepřímo také metabolismem sacharidů, proteinů a tuků (NRC 2007).

Celkový obsah vody v těle koně se pohybuje mezi 62 a 68 %, s rostoucím věkem koně se úměrně snižuje (Agabriel et al. 1984). Obsah vody v těle u hříbat ve věku 1, 4 a 8 týdnů postupně klesal z 70,6 % na 69,2 % a 66,2 %, společně s rostoucím obsahem tuku v těle (Doreau et al. 1986). Z důvodu velkého objemu vody v těle hříbat může přerušeni přístupu k vodě daleko rychleji způsobit akutní zdravotní problémy než u dospělých koní.

U koní na pastvě může čerstvá píce přispět výrazným množstvím vody, ale v typickém systému výživy, složeném ze sena a obilovin, krmivo dodává velmi málo vody. Tato suchá krmiva mohou obsahovat 10-15 % vlhkosti, takže v typické krmné dávce tato krmiva poskytnou pouze 1-2 l tekutin denně (Freeman et al. 1999).

Ačkoliv příjem krmiva ovlivňuje příjem vody, tak i naopak příjem vody ovlivňuje příjem krmiva. Graduální omezení vody snížilo míru aktivit spojených s příjmem krmiva o 4–29 % (Haupt et al. 2000). Po 72 hodinách úplného zamezení přístupu k vodě koně pokračovali v příjmu koncentrovaných krmiv ve zhruba stejné míře, ale příjem sena se snížil o 45 % (Sneddon et al. 1993).

Potřeba vody na záchovu pro koně krmené suchým krmivem dosahovala hodnoty kolem 5 l/100 kg ž. hm., dobrovolný příjem nepracujícími koňmi (při krmení vojtěškovým senem ad libitně) dosahoval 5,1-5,6 l/100 kg ž. hm. (Tasker 1967; Groenendyk et al. 1988). Stejně rozpětí hodnot bylo potvrzeno pro koně ustájené a krmené trávou (Sneddon et al. 1993)

Voda často není považována za živinu a koně jsou schopni tolerovat nedostatek vody po dlouhé časové intervaly, obzvlášť při nedostatku krmiva (Tasker 1967). Nicméně úplný nedostatek vody se může daleko rychleji stát fatálním oproti nedostatku krmiva. Z těchto důvodů je nutné při hodnocení zdraví a výživy jedince či skupiny zvážit také přístup a vlastnosti pitné vody (NRC 2007). Potřeba vody se mění podle vylučování, takže koně ustájení v teplém podnebí nebo koně v zátěži či laktaci potřebují více vody než neprodukční koně nebo koně nečinní (Dušek 2011). Ztráty vody močí tvoří zhruba 0,5 l/100 kg ž. hm. (Tasker 1967).

Zvýšenou teplotou se spustí ochlazování evaporací, tzn. ztráty probíhají pasivně kůží (difúzí) a plícemi. Pocení je aktivní proces vyvolaný zvýšenou teplotou těla. Kutánní (kožní) ztráty vody byly zvýšeny v případě, že teplota okolí překonala 20 °C (Morgan et al. 1997). U koní, při dlouhotrvající námaze o nízké intenzitě, 23 % teplotních ztrát evaporací probíhá dýchacím ústrojím, zatímco 70 % nebo více tvoří ztráty pocením (Kingston et al. 1997). Ztráty vody pasivní evaporací u neaktivních koní v termoneutrálním prostředí (5-20 °C) tvoří 6 l/den či méně. Celkové ztráty vody kožní cestou koní pracujících či v tréninku závisí na trvání a intenzitě, klimatických podmínkách a aklimatizaci koně na svoje podnebí. Mezi 20. a 30. minutou práce se rapidně zvýšilo pocení a na této úrovni se ustálilo (Kingston et al. 1997). Ztráty vody pocením při práci mohou tvořit 70-92 % celkových ztrát evaporací (Hodgson et al. 1993; Kingston et al. 1997).

Námaha výrazně ovlivňuje vylučování – u koní s maximální zátěží se vylučování rapidně snížilo (Schott et al. 1995), zatímco u koní v zátěži menší se zvýšilo (Hinchcliff et al. 1990). Ztráty vody probíhají čtyřmi cestami – fekální, močovou, respiratorní a kožní cestou. Ovlivnit potřeby vody ale mohou i externí faktory, např. chladné/horké teploty (NRC 2007).

Hlavním rezervoárem vody pro koně je gastrointestinální trakt, zároveň největší ztráty vody jsou v podobě výkalů. Denní fekální ztráty vody se u neaktivních dospělých koní, krmených vojtěškovým senem, pohybovaly mezi 3 a 3,8 l/100 kg ž. hm. (Tasker, 1967; Freeman et al., 1999). Koně krmení vysoce stravitelným krmivem založeným na obilovinách měli obecně sušší výkaly (66 % vlhkosti) než koně krmení senem (72-85 % vlhkosti) (Cymbaluk, 1990; Zeyner et al., 2004). Vlhké výkaly (72-85 % vlhkosti) se běžně vyskytují u koní krmených výhradně píceňinami a ztráty vody u koní krmených senem tvoří 55-63 % jejich denního příjmu vody (Freeman et al., 1999; Warren et al., 1999).

3.2.3 Bílkoviny

Aminokyseliny jsou nutné k udržení a růstu svalů, produkci enzymů a hormonů, a hrají klíčovou roli v mnoha různých tělních procesech. Část proteinů v krmivu je strávena enzymy v tenkém střevě a absorbována v menších částicích obsahujících aminokyseliny. Mimo tuto část jsou proteiny rozkládány mikroby v céku a tlustém střevě až za úroveň aminokyselin nebo opouštějí tělo nestráveny (NRC 2007; Hiney 2017).

Všechny potřebné aminokyseliny ke stavbě bílkoviny musí být přístupny v dostatečném množství ve stejnou dobu. Pokud je jedné méně než potřebné množství, je označena jako limitující aminokyselina, protože omezuje proteosyntézu. Výzvou ve výživě koní je zajištění adekvátního množství bílkovin, který umožní adekvátní koncentraci aminokyselin v krevním oběhu, odkud si tělo může aminokyseliny dodávat při tvorbě tkání, enzymů a hormonů, ale i opravě tkání (NRC 2007; Dušek 2011).

Existuje několik zdrojů bílkovin, které se ve výživě koní používají. Jedny z nejvýraznějších zdrojů jsou mléčná bílkovina, vojtěška a mnoho alternativ výrobků ze sójových bobů, lněného semínka, světlíce a slunečnice. Často se opomínané je množství bílkovin a lysinu v krmné dávce ve formě jaderného krmiva, které u mladých rostoucích koní tvoří 40-50 % z celkového příjmu bílkovin. V jaderném krmivu bývá obsaženo pouze 30 až 40 % požadovaného množství. Proto by měl být doplňkový zdroj bílkovin v krmné dávce koní co nejkvalitnější (Pagan 2009).

Roční koně (11-17 měsíců) také reagovali na doplňování lysinu. Pro zlepšení růstu se osvědčila denní dávka mezi 48-50 g lysinu (154-175 mg lysinu/kg ž. hm. denně) (Ott et al. 1981).

Pokud se jedná o potřeby přímo bílkovin, tak denní potřeba stravitelných bílkovin (SNL – stravitelných dusíkatých látek) je cca 0,6 g na každý kilogram živé hmotnosti koně. Toto množství je určeno k obnově stávajících bílkovin u zdravých dospělých koní (Mareš et al. 2008). Při vyjádření denní potřeby hrubého proteinu udává NRC (2007) minimum 1,08 g/kg ž. hm. a průměrnou dávku 1,26 g/kg ž. hm.

(Hintz et al. 1971) pozorovali čtyřměsíční rostoucí koně a zjistili, že maximální retence dusíku a největší průměrný denní přírůstek nastával při zkrmování 4,25 g hrubého proteinu/kg ž. hm. denně v krmné dávce, kde doplňující byly bílkoviny poskytnuty „blendem mléčných produktů“ (2,77 g stravitelného proteinu/kg ž. hm. denně). Tito mladí koně měli větší průměrný denní přírůstek v porovnání se skupinou, kde bylo zkrmováno šrotované lněné semeno.

Potřeba hrubého proteinu se ale mění i se zátěží. U pracujících koní se pravděpodobně potřeba bílkovin na kilogram zvyšuje kvůli tvorbě nových a opravě stávajících svalů. Této zvýšené potřeby bývá dosaženo zvýšením příjmu sušiny. Je třeba ale vzít v potaz, že se zvýšenou spotřebou tučných krmiv jako zdrojem energie se nemusí nutně zvyšovat i příjem bílkovin (NRC 2007). U koní v zátěži se zvyšuje retence dusíku přímo úměrně se zvyšující se mírou zátěže. Tato zvýšená retence dusíku je patrná i po ukončení pravidelného tréninku v odpočinkové periodě, což značí, že byla potřeba bílkovin navíc k vývoji svalů a opravě tkání (Freeman et al. 1988). Patterson et al. (1985) určili, že dospělí koně ve všech třech stupních zátěže denně vyžadují kolem 410 mg stravitelných bílkovin na kilo živé hmotnosti (260 g hrubého proteinu pro 500 kg koně).

Orton et al. (1985) porovnávali skupiny dvouletých koní krměných nízkými a vysokými dávkami bílkovin, včetně kombinací zátěže s kontrolní skupinou. Pohyb zlepšoval využitelnost bílkovin ve skupině s nízkou dávkou (1,45 g hrubého proteinu/kg ž. hm.). Průměrný denní přírůstek se rovnal skupinám s dvojnásobnou dávkou bílkovin (3 g/kg) se zátěží, i bez ní. Podobný nárůst využitelnosti bílkovin byl také pozorován u devítiměsíčních odstávčat (skupina s dávkou 1,76 g h. proteinu/kg ž. hm. a pohybem dosahovala velmi podobných přírůstků jako skupina s dávkou 3,1 g h. proteinu/ kg ž. hm. s pohybem i bez něj) a u ročků (2 g h. proteinu/kg ž. hm. s pohybem vykazovalo podobné výsledky jako dávka 3,4 g h. proteinu/kg ž. hm. s pohybem i bez).

Tyto studie poskytují důkazy o pozitivním vlivu pohybu na využitelnost a stravitelnost u skupiny s nízkou mírou pohybu. Snížení aktivity sledované u koní ustájených ve stáji, ale i u koní s minimem pohybu může přispívat ke snížení optimální využitelnosti bílkovin.

O účincích nadbytku bílkovin, které by závažně ovlivňovaly zdraví či výkon koně, neexistuje moc důkazů (NRC 2007).

Při nedostatku bílkovin dochází ke snížení růstu u koní, i když mají dostatečné množství energie, ačkoliv energie je normálně prvním limitujícím prvkem pro růst (Stanier et al. 2001).

U dospělých koní s nedostatečným přísunem bílkovin dochází ke snížení hmotnosti, u březích klisen ke ztrátě plodu a u klisen v laktaci ke snížení produkce mléka. U pracujících koní nedostatek bílkovin způsobuje ztrátu svalů, což se děje i u koní bez zátěže (NRC 2007).

NRC (2007) udává výpočet potřeby hrubého proteinu pro záchovu následujícím způsobem:

Minimum: $BW \times 1.08 \text{ g CP/kg BW/d}$

Average: $BW \times 1.26 \text{ g CP/kg BW/d}$

Elevated: $BW \times 1.44 \text{ g CP/kg BW/d}$

Navíc rozeznává čtyři druhy zátěže (lehkou, střední, těžkou, velmi těžkou):

Light exercise: $BW \times 0.089$ g CP/kg BW/d

Moderate exercise: $BW \times 0.177$ g CP/kg BW/d

Heavy exercise: $BW \times 0.266$ g CP/kg BW/d

Very heavy exercise: $BW \times 0.354$ g CP/kg BW/d

3.2.4 Sacharidy

Sacharidy jsou primárním zdrojem energie v koňské výživě. Většina sacharidů pochází z píce, obilovin a jejich vedlejších produktů. Všechny sacharidy obsahují podobné množství hrubé energie, nicméně po strávení poskytují různá množství stravitelné energie, metabolizovatelné energie nebo netto energie (NRC 2007).

Sacharidy, které jsou strávené a absorbované ve formě monosacharidů v tenkém střevě poskytují více energie než sacharidy strávené mikrobiální aktivitou. Sacharidy můžeme dělit na strukturní a nestrukturní sacharidy. Každý typ obsahuje jiné složky, které ovlivňují stravitelnost odlišným způsobem (NRC 2007).

Strukturní sacharidy jsou důležitým zdrojem energie ve výživě koní. Strukturní sacharidy lze nalézt v obalech semen obilovin a ve stoncích rostlin. Koně nesyntetizují enzymy štěpící strukturní sacharidy, tyto sacharidy jsou rozkládány mikrobiální fermentací v zažívacím traktu koně (NRC 2007).

Hemicelulóza a celulóza (vedle pektinu a ligninu) jsou hlavní typy strukturních sacharidů (vlákniny) ve výživě koní. Stravitelnost vlákniny se snižuje se zvyšujícím se množstvím celulózy a některých dalších látek.

Lignin je nestravitelná složka vyskytující se v dřevnatých rostlinách. Lignin není stráven koňskými enzymy ani mikrobi v trávicím traktu. Komplexy s celulórou dále snižují stravitelnost celulózy se zvyšujícím se podílem ligninu. Relativní množství celulózy a ligninu se zvyšuje se stárnutím rostliny, takže starší rostliny nejsou tak dobře stravitelné jako mladší (Hiney, 2017).

Až po mikrobiálním zpracování mohou být vstřebány a využity na energii. Mikrobiální metabolismus vlákniny, produkující těkavé mastné kyseliny (TMK), v céku může pokrýt až 30 % záchovné energetické potřeby koní (Glinsky et al. 1976). Další TMK jsou tvořeny

v tlustém střevě, takže podíl TMK na celkové denní energetické spotřebě musí být významný, obzvláště u koní konzumujících pouze píce. Acetát je hlavní produkovanou TMK, ale produkce propionátu a butyrátu může být také výrazná (Hintz et al. 1971; Moore-Colyer et al. 2000). Acetát, který není využit okamžitě k energii je pravděpodobně použit k tvorbě mastných kyselin s dlouhým řetězcem.

Mastné kyseliny mohou být uloženy nebo, u klisen v laktaci, vyloučeny do mléka. Klisny, které mají v krmných dávkách většinový podíl píce, produkovaly mléko s vyšší koncentrací tuku než klisny, které byly krmeny především jádrem (Doreau et al. 1992). Propionát vzniklý mikrobiální fermentací může být využit v syntéze jaterní glukózy – tento mechanismus je pravděpodobně velmi důležitý pro udržování glukózové homeostázy u koní krmených převážně pícemi (Argenzio & Hintz 1970; Simmons & Ford 1991). Složení krmné dávky, konkrétně sacharidů v ní, může ovlivnit mikrobiální populaci tlustého střeva, ale i změnit podíly produkce jednotlivých TMK. Krmné dávky s vysokým obsahem škrobu snižují koncentraci celulolytických bakterií, ale zvyšují koncentraci všech anaerobních bakterií, bakterií využívající kyselinu mléčnou, laktobacilů a streptokoků v céku (Medina et al. 2002).

V dnes již běžných krmných směsích jsou obiloviny šrotovány, mačkány nebo extrudovány, což obnáší vaření při vysokém – všechny tyto techniky napomáhají štěpení molekul škrobu k usnadnění jeho trávení, ale velké množství mikrobiálního trávení těchto složek velkou rychlostí může vést k nahromadění látek, které ovlivňují běžný stav trávicího traktu a může vést ke kolikám či laminitis (Kienzle et al. 1992; Bird 2004).

Relativní množství strukturních sacharidů se také mění mezi různými typy a částmi rostlin. Rostliny s větším podílem stonků a menším podílem listů bude hůře stravitelná kvůli většímu množství nestravitelné vlákniny. Pasterovité rostliny a seno obecně mají více strukturních sacharidů, než je množství u sklizených obilí. Obilky budou mít větší podíl nestrukturních sacharidů v porovnání s většinou spásaných nebo sklizených píce (Hiney 2017).

Nestrukturní sacharidy se vyskytují ve formě jednoduchých cukrů v krmivu koní nebo jsou štěpeny enzymy produkovanými koňmi. Tato skupina zahrnuje glukózu, fruktózu, laktózu, sacharózu a škrob. Tyto látky se lze nalézt ve velmi malém množství v lučním seně, a naopak ve velkém množství v jaderném krmivu s nízkým obsahem vlákniny (Pagan 2009).

Stravitelnost škrobů v tenkém střevě je ovlivněna typem jaderného krmiva (škrob z ovsa je lépe stravitelný než škrob z kukuřice či ječmene), množstvím jaderného krmiva v krmné dávce (zvyšující se podíl snižuje stravitelnost škrobů před cékem) a také typem úpravy jaderného krmiva (tepelná úprava zvyšuje zmazovatění škrobu, což umožňuje jeho lepší stravitelnost).

U koní a poníků vypuštěných na raný jarní pastevní porost, může způsobit nadměrnou aktivitu z důvodu vysokého obsahu a vstřebávání jednoduchých cukrů (NRC 2007).

3.2.5 Tuky

Tuky a oleje jsou obecně používány ke zvýšení energie v krmné dávce nebo k nahrazení hydrolyzovatelných a rychle fermentovatelných sacharidů ve formě obilovin. Doplnění tuku má ale i jiné výhody, včetně zlepšené energetické využitelnosti (Kronfeld 1996), zlepšení tělesné kondice, snížené vzrušivosti (Holland et al. 1996) a adaptací metabolismu, které zvyšují oxidaci tuků během námahy (Dunnett et al. 2002)

Tuky ve výživě také slouží jako nositelé lipofilních vitamínů a doplňují esenciální mastné kyseliny, linoleovou a α -linolenovou, které nejsou syntetizovány v těle, ale potřeba esenciálních mastných kyselin pro koně nebyla určena. Podobně nebyly ani zaznamenány příznaky nedostatku esenciálních mastných kyselin u koní (NRC 2007). U jiných druhů se jako příznaky deficiencie objevuje suchá srst, šupinatá kůže, ztráta srsti a s dlouhodobějším nedostatkem se vyskytuje exsudativní dermatitida (Connor 2000).

Doporučované minimum pro linoleovou kyselinu je 0,5 % sušiny. Toto minimum je jednoduše splněno doplněním tuků do krmné dávky, protože tyto přidané tuky a oleje jsou bohaté na linoleovou kyselinu (NRC 2007).

Jako zdroje tuků byly zkoušeny jak živočišné, tak rostlinné ruky a oleje, ale použití rostlinných olejů je rozšířenější díky větší chutnosti, kdy nejchutnější se jeví kukuřičný olej (Holland et al. 1998). Je využíváno i několik dalších rostlinných zdrojů, včetně olejů ze semen či ovoce (např. sójový, řepkový, lněný, slunečnicový, kokosový či z podzemnice olejné – arašídů) a koně je upřednostňují právě kvůli chutnosti. Koním byl podáván i rybí olej. Avšak použití těchto jiných zdrojů tuků a olejů může být limitováno cenou a/nebo dostupností (NRC 2007). Při uvádění těchto složek do krmné dávky je nutné poskytnout období (4-14 dnů podle množství) s postupným zvyšováním dávky, náhlé zvýšení obsahu tuků může vést k průjmům (steatorrhea) (Kronfeld et al. 2004).

Mnoho autorů studovalo určení vlivu tuků na výkonnost koně. Existuje hypotéza, že přidáváním tuků by výkonnost měla být zlepšena a bylo předloženo několik teoretických vysvětlení: 1) zlepšený poměr energie a váhy krmiva díky snížení příjmu sušiny a střevního balastu; 2) snížená produkce metabolického tepla asociovaná s kmením a zátěží (Kronfeld 1996) 3) zlepšená vytrvalost jako výsledek ušetření svalového glykogenu (Kronfeld et al.

1998); 4) zlepšené výkony při rychlostních soutěžích díky zvýšenému převodu energie z anaerobní glykolýzy (Oldham et al. 1990; Kronfeld et al. 1998); a 5) zmírnění acidémie při zátěži o vyšší intenzitě (Kronfeld et al. 1998). Ale výsledky studií jsou bohužel nejasné, protože někteří autoři uvádí, že tuky ve výživě zlepšují výkonnost (Oldham et al. 1990; Harking et al. 1992; Eaton et al. 1995) a někteří autoři nezjistili žádnou změnu (Pagan et al. 1987; Essen-Gusstavson et al. 1991; Hyypä et al. 1999).

Holland et al. (1996) se zabývali vlivem přidaných tuků v krmivu na spontánní chování koní (vzdálenost uražená za den, měřená pedometrem) a reaktivitu (reakce na tlak, hlasité zvuky a náhlé vizuální stimuly) u osmi koní. Kontrolní skupina byla krmena senem, kukuřicí, ovsem, řepnou drtí a melasou, zatímco tři testovací krmné dávky obsahovaly navíc 10 % (podle váhy) kukuřičného oleje, kukuřičného oleje se sójovým lecitinem, sójového oleje s lecitinem, s malým snížením dávky sena, jaderného krmiva a melasy. Koně byli krmeni testovacími krmnými dávkami náhodně po dobu čtyř třítydenních period. V porovnání s kontrolní skupinou, spontánní aktivita byla nižší u koní krmených lecitinovo-kukuřičným olejem (4 km/den, oproti kontrole 5 km/den), ale nebyla ovlivněna u skupin s krmnými dávkami s lecitinovo-sójovým olejem. Podobně se nevyskytl konzistentní vliv na reaktivitu, i když lekavá odpověď na otevření deštníku se snížila u všech třech skupin.

U hůře krmitelných koní je běžným postupem přidání tuků do krmiv, ale u méně aktivních nebo lehce krmitelných koní hrozí přibírání na váze. Metabolická využitelnost dodávaného kukuřičného oleje je kolem 85 %, oproti 60 % využitelnosti sena či jaderných krmiv. Je zajímavé, že u Shetlandských pony přidávaný tuk (10 % sušiny sójového oleje) způsoboval intoleranci glukózy. Při zkrmování množství k pokrytí potřeby stravitelné energie (15,5 MJ SE_k/100 kg ž. hm.) byl průměr koncentrací glukózy v plazmě o 40 % vyšší u skupiny s přidávaným tukem oproti kontrolní skupině. Navíc, zkrmování hyperkalorické (18,5 MJ SE_k/100 kg ž. hm.) krmné dávky obohacené o tuky mělo za následek zvýšení koncentrací inzulínu v plazmě po orálním podání glukózy. Z tohoto všeho vyplývá, že u poníků krmených dietou bohatou na tuky (obzvláště pokud příjem překoná potřebu) může se vyskytnout glukózová intolerance a inzulínová rezistence, která je rizikovým faktorem přispívajícím k laminitis u poníků. Z těchto důvodů by se diety obohacené o tuky měly zkrmovat poníkům s určitou obezřetností (Schmidt et al. 2001; NRC 2007).

3.2.6 Vitaminy

Vitaminy jsou organické sloučeniny ve stopovém množství, které regulují mnoho tělesných procesů. Vitaminy se obecně dělí na dvě skupiny – vitaminy rozpustné v tucích a rozpustné ve vodě. Vitaminy rozpustné v tucích jsou absorbovány s tukem, rozpustné ve vodě s vodou. Hlavní vitaminy rozpustné v tucích jsou A, D, E a K. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou vitaminy skupiny B a vitamin C (Hiney 2017).

Vitaminy rozpustné v tucích

Potřeba vitaminů je většinou pokryta přirozeným výskytem v obilovinách a pícech. Zelené pícniny jsou vhodnými zdroji vitaminů A a E. Zatímco potřeba vitaminu A pro koně je pokryta sloučeninami v pícninách, zvyšující se produkce a růst mohou být důvody k doplnění. Potřeby vitaminu A jsou nejvyšší, následovány vitaminy D a E. Za přístupu slunečního záření a pohybu nebude většina koní potřebovat suplementaci vitaminu D, pokud rapidně nerostou nebo nejsou v přípravě pro těžkou práci v mladém věku (Zeman 2006; NRC 2007).

- **Vitamin A (Retinol)**

Vitamin A se vyskytuje u živočichů v játrech, ledvinách, plicích a tukových zásobách (Dušek 2011). Obsah vitaminu A je udáván v IU (International Units) (NRC 2007).

Typickou funkcí vitaminu A je role v nočním vidění (Wald 1968). Další oblastí funkce vitaminu je buněčná diferenciace regulací genové exprese, což má za následek zásadní ovlivnění reprodukce a embryogeneze (Solomons 2001). Dále je vitamin A důležitý pro udržování vlastní a adaptivní imunity (Stephensen 2001). Dušek (2011) doplňuje, že vitamin A se spolupodílí na tvorbě bílkovin v kožních a slizničních epitelech, urychluje růst a pomáhá k dlouhověkosti. Vitamin A se přirozeně nevyskytuje ve většině krmiv využívaných ve výživě koní (tzn. pícniny, jaderná krmiva), ale je odvozen ze sloučenin provitaminu A (rostlinných pigmentů-karotenoidů) (NRC 2007; Dušek 2011).

Při skladbě či hodnocení krmných dávek pro koně musí být brána v úvahu i biologická aktivita různých retinoidů a sloučenin provitaminu A (NRC 2007).

Pastva obsahuje největší koncentraci β -karotenu, zatímco seno z odrostlejších trav má koncentraci nejnižší. Koncentraci β -karotenu může ovlivnit několik faktorů, např. stáří,

podmínky při sklizni a doba uskladnění (Ullrey 1972). Kukuřice obsahuje největší koncentraci β -karotenu ze všech obilnin (cca 6 mg/kg sušiny), ale stále je to méně než koncentrace v pícech (NRC 2007).

Při nedostatku vitamínu A u koní, ale i jiných druhů, je typickým symptomem noční slepota (McDowell 1989). Pro objevení tohoto symptomu je nutný extrémně nízký příjem. Koně jsou poměrně odolní proti deficienci vitamínu A, minimálně za užití běžných klinických symptomů jako indikátorů (NRC 2007). Další symptomy deficiencie zahrnují nechutenství, dýchací potíže, abscesy v podčelistních slinných žlázách a v neposlední řadě poruchy reprodukce (Dušek 2011).

Při předávkování vitamínem A se byly hlášeny následky ve formě vyšší lámavosti kostí, hyperostózy, teratogenity. Toxicita β -karotenu nebyla dosud hlášena (NRC 2007). Dlouhodobé předávkování může k výše zmíněným symptomům vyvolat atrofie kůže a ztrátu srsti (Dušek 2011).

Potřeba vitamínu A u koní různých fyziologických stavů nejsou moc jednoznačné. Doporučená minimální potřeba pro koně je založena na příjmu vitamínu A v množství nezbytně nutném k prevenci noční slepoty. Denní potřeba vitamínu A pro rostoucí koně se pohybuje mezi 40-45 IU/kg ž.hm. (NRC 2007). Donoghue et al. (1981) uvádí, že množství 60-200 IU/kg ž.hm. mělo za výsledek optimalizaci sedmi proměnných zahrnujících např. růst, sérovou biochemii a hematologická kritéria u pony koní ve věku 4-12 měsíců. Dušek (2011) doporučuje denní dávku 9,5-11 UI/kg ž.hm. jako prevenci.

Potřeba vitamínu A specifická pro zátěž nebyla určena, ale předchází vydání práce NRC (2007) zvažují množství potřebné pro zátěž (práci) mezi doporučenou dávkou (30 IU/kg ž.hm.) a dávkou pro klisny březí a v laktaci (60 IU/kg ž.hm.).

- **Vitamin D (Kalciferol)**

Vitamin D má podstatný význam v metabolismu vápníku a fosforu (Dušek 2011; Shader 2017). Kalciferol zajišťuje absorpci vápníku ve střevě a reabsorpci v ledvinách, dále ovlivňuje mobilizaci i ukládání vápníku a fosforu v kostech (NRC 2007). Vitamin D se podílí na buněčném růstu a diferenciaci (Norman & Henry 2012). Nicméně, u koní pravděpodobně vitamin D má menší efekt na udržování homeostázy vápníku a fosforu než u jiných druhů (Hymøller & Jensen 2015).

Jedinci s přístupem na slunce nemívají problém s jeho nedostatkem, protože UV záření potencuje syntézu z ergosterolu a 7-dehydrocholesterolu (McDowell 2000; Dušek 2011; Shader 2017). Do organismu se dostává v aktivní formě nebo formě provitaminu v potravě (Dušek 2011). Vitamin D má dvě formy – ergokalciferol a cholekalciferol. Vitamin lze nalézt jak v rostlinách (ergokalciferol, vitamin D₂), tak v živočišných zdrojích (cholekalciferol, vitamin D₃) (Shader 2017). Nicméně jeho přítomnost v krmivech běžně užívaných ve výživě koní je relativně malá (NRC 2007). Malé množství vitaminu D₂ se vyskytuje v sluncem sušeném seně, konkrétně ve vojtěšce (McDowell 2000). Nejčastěji dodávaná forma vitaminu D je D₃ (NRC 2007).

Křivice (onemocnění charakteristické kostními deformacemi) je typickým symptomem pocházejícího ze snížené koncentrace vápníku a fosforu v matricích chrupavek a kostí (McDowell 2000). Aktuálně nejsou žádná hlášení deficiencie vitaminu D u koní chovaných v běžných podmínkách s vystavením slunečnímu záření (NRC 2007). Koně pravděpodobně získávají vitamin D nejen slunečním zářením, ale i endogenní produkcí (Hymøller & Jensen 2015).

Toxicita vitaminu D je asociována s kalcifikací měkkých tkání (Harrington 1982; Harrington & Page 1983) a smrtí (Hintz et al. 1973). Předpokládaná nejvyšší bezpečná hranice je 44 IU/kg ž.hm. (NRC 2007).

Bylo provedeno jen velmi málo studií ohledně fyziologie vitaminu D u koní, a ještě méně o efektivitě vitaminu z různých zdrojů ve výživě koní. Aktuální a reálná minimální potřeba vitaminu D pro koně nebyla definována a je založena především na poměrně staré literatuře, kterou pro tento účel někteří autoři používají (NRC 2007; Hymøller & Jensen 2015). Metabolická potřeba je pravděpodobně pokryta vystavením slunečnímu záření (NRC 2007).

- **Vitamin E (Tokoferol)**

Vitamin E ovlivňuje proteosyntézu a svalovou činnost, čímž ovlivňuje i výkonnost, dále podporuje plodnost (Dušek 2011). Na rozdíl od ostatních vitaminů, přírodní a syntetické zdroje vitaminu E mají různé struktury. Přírodní formy jsou rychle transportovány a uchovávány ve tkáních přibližně dvakrát déle než syntetický vitamin E (Pagan 2009).

Nejvyšší koncentrace (30-100 IU/kg ž.hm.) vitaminu E obsahuje píce čerstvá, pak píce sklizená mladá. Obilniny mívají koncentrace nižší, mezi 20 a 30 IU/kg ž. hm. Množství přirozeně se vyskytujícího vitaminu E se snižuje s dobou uskladnění, takže příjem vitaminu E

je znatelně variabilní v závislosti na výživě daného koně. Mnoho komerčně vyráběných krmných směsí s touto variabilitou počítá a obsahuje náhradní vitamin E jako kompenzaci potenciálně limitovaných koncentrací v píci a dalších syrových (zelených) krmných surovinách používaných při výrobě krmných směsí pro koně (NRC 2007). Pagan et al. (2005) zjistili, že syntetický zdroj vitaminu E byl méně efektivní ve zvyšování koncentrace α -tokoferolu v plazmě než přirozený zdroj vitaminu E. Vitamin E z přírodního zdroje byl nejúčinnější ve zvyšování koncentrace α -tokoferolu v plazmě při krátkodobém podávání (\pm 14 dní) v porovnání se syntetickým nebo přirozeným vitaminem E (NRC 2007).

Nutriční svalová dystrofie (White muscle disease) je nezánetlivé degenerativní onemocnění postihující kosterní a srdeční svalstvo hříbat od narození do věku 11 měsíců (Lofstedt 1997). I když je deficiencie vitaminu E jednou z příčin svalové dystrofie (Schougaard et al. 1972; Moore & Kohn 1991), aktuálnější studie uvádějí jako primární příčinu deficienci selenu (Lofstedt 1997). K léčbě nutriční svalové dystrofie se aplikuje vitamin E se selenem a je možná úplná rekonvalescence (Katz et al. 2009; Moore & Kohn 1991). Mezi další onemocnění způsobená nedostatkem vitaminu E patří dále degenerativní myeloencefalopatie koní (EDM), porucha motorických neuronů (EMND) (Divers 2005; Tamzali et al. 2005; Husulak et al. 2016; Ayala et al. 2016). Zajímavostí je, že první výskyt EMND v Kanadě byl hlášen až v roce 2016 (Husulak et al. 2016).

Vitamin E zatím neprokázal, že by byl toxický pro koně i v relativně vysokých dávkách, předpokládaná nejvyšší bezpečná koncentrace je 1000 IU/kg ž. hm., i když je tato koncentrace převzata z pozorování u jiných druhů (NRC 2007).

První publikovaná hodnota potřeby vitaminu E pro koně byla 15 IU/kg ž. hm. a byla založena na koncentracích potřebných k zachování stability erytrocytů u hříbat s deficiencí (0,233 IU/kg ž. hm.) (Stowe 1968). Tato dávka byla později navýšena na 50 IU/kg sušiny nebo přibližně 1 IU/kg ž. hm. na základě studie prezentující zlepšenou humorální imunitní funkci u dospělých koní, jimž bylo podávána 1 IU/kg ž. hm. (Baalsrud & Øvernes 1986). Potřeba vitaminu E specificky pro rostoucí koně nebyla určena.

- **Vitamin K (Fylochinon)**

Vitamin K má význam při srážení krve, ale jeho nedostatek se u koní většinou neprojevuje, protože ho tvoří střevní mikroflóra (Dušek 2011). Deficiencie vitaminu K může

nastat při působení jeho antagonistů, např. dikumarolu, a dalších kumarinových derivátů (NRC 2007).

Vitamin K se přirozeně vyskytuje jako fylochinon a menachinon (Ferland 2012). Fylochinon je forma vitamínu K vyskytující se v rostlinách a menachinon je produkován střevními bakteriemi. Menadione (K₃) je syntetická forma vitamínu K používaná jako krmný doplněk (NRC 2007). Největší koncentrace vitamínu K obsahují pícniny (2,73-21,6 mg/kg ž.hm.) (McDowell 1989; Siciliano et al. 2000).

Nadměrná konzumace vitamínu K je vzácná, ale v 70.-80. letech 20. století vznikl odhad, že toxická hranice orálně přijatého vitamínu K je minimálně tisícinásobek fyziologické potřeby organismu (NRC 2007). Nicméně, Rebhun et al. (1984) podávali, intramuskulárně nebo intravenózně, jednu dávku menadionu koním v množství 2,1-8,3 mg/kg ž. hm. Toto dávkování odpovídalo doporučení výrobce, ale způsobilo renální koliky, hematurie a elektrolytové abnormality odpovídající selhání ledvin. Při pitvě byla nalezena ledvinová tubulární nefróza.

Výživová potřeba vitamínu K nebyla pro koně stanovena. Předpokládá se, podíl fylochinonu v pastvě a/nebo seně, spolu s menachinony syntetizovanými střevními bakteriemi pokrývá veškerou potřebu (NRC 2007).

Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitaminy B jsou produkovány ve vhodném množství k uspokojení potřeb koně, ale často je doporučováno doplňovat vitaminy B do krmných dávek koní těžce pracujících. Komerčně připravovaná krmiva většinou obsahují vyšší dávky vitaminů, než je potřeba. Nadměrný příjem v tucích rozpustných vitaminů A a D je nežádoucí, protože tuky a látky v nich rozpustné jsou hůře vylučovány z těla, ale nadměrný příjem vodorozpustných vitaminů nemá tak negativní účinky, protože látky rozpustné ve vodě jsou jednoduše vyloučeny tělem. Je zdůrazňováno zkrmování vitaminových premixů pouze v množství uvedeném na etiketě a započítat přidaná množství do obilných směsí před přidáváním (NRC 2007; Dušek 2011; Hiney 2017).

- **Vitamin B₁ (Thiamin)**

Thiamin je potřebný při metabolismu sacharidů a metabolismu látek pro tvorbu adenosin trifosfátu (ATP) (např. glukóza) (Bettendorf 2012; Laus et al. 2017). Thiamin také

u koní pravděpodobně ovlivňuje svalovou práci a metabolismus laktátu a jeho suplementace za účelem snížení produkce laktátu se zdá být efektivní (Laus et al. 2017).

Thiamin lze získat v relativně vysokých koncentracích z obilnin (kukuřice 3,5 mg/kg sušiny, oves 5,2 mg/kg sušiny, pšenice 5,5 mg/kg sušiny), v jejich vedlejších produktech (pšeničné otruby 8 mg/kg sušiny, rýžové otruby 23mg/kg sušiny) a je znatelně vysoká v pivovarských kvasnicích (95,2 mg/kg sušiny) (McDowell 1989; McDowell 2000).

Typickým příkladem nedostatku vitamínu B₁ je nemoc beriberi (Bettendorf 2012). U koní byly hlášeny příznaky deficiencie jako anorexie, bradykardie, svalová fascikulace (záškuby svalových vláken), ataxie a jiné neurologické poruchy (Laus et al. 2017). U koní krmených typickými krmnými surovinami nebyla deficiencie thiaminu zaznamenána (bez přítomnosti interferujících látek) (NRC 2007).

Toxicita v důsledku nadměrného množství thiaminu nebyla u koní hlášena (NRC 2007). NRC (2007) dále uvádí, že požadavky thiaminu jsou 5 mg/kg sušiny pro pracující koně a 3 mg/kg sušiny pro všechny ostatní kategorie, to vše v dávce, která zvýší míru růstu, zlepší balanc thiaminu a zlepší biochemické prvky reflektující funkci thiaminu u pracujících koní. Zatím nebyly představeny důvody či důkazy změny těchto údajů od publikace.

- **Vitamin B₂ (Riboflavin)**

Riboflavin je prekurzorem koenzymů flavin adenin dinukleotidu (FAD) a flavin mononukleotidu (FMN). Oba tyto koenzymy hrají roli v oxidačně redukčních reakcích při syntéze ATP, metabolismu léčiv, tuků a antioxidačním obranném mechanismu (tzv. glutathion redox cyklus) (McCormick 2012).

Relativně vysoké koncentrace riboflavinu se nacházejí v jetelovinách, např. vojtěšce a jetelu (13-17 mg/kg suš.). Lehce nižší koncentrace obsahuje seno (7-10 mg/kg suš.). Nízké koncentrace se vyskytují v obilovinách (1,4-1,7 mg/kg suš.) (NRC 2007).

Ačkoliv deficiencie riboflavinu u koní nebyla popsána, příznaky u ostatních druhů zahrnují hrubou srst, atrofii epidermis, chlupových folikulů a sebaceózních žláz (mazové žlázy spojené s folikulem produkující maz), dermatitis, vaskularizaci rohovky, fotofobii, a mnoho dalších (NRC 2007; McCormick 2012)

O orálním předávkování riboflavinem existuje jen velmi málo důkazů (NRC 2007).

NRC (2007) uvádí, že požadavky riboflavinu jsou 2,2 mg/kg sušiny na vzduchu sušeného krmiva.

- **Vitamin B₃ (Niacin)**

Niacin je obecně termín pro kyselinu nikotinovou nebo nikotinamid a oba tyto termíny jsou ekvivalentní z hlediska jejich vitaminové aktivity a je nepostradatelný pro koenzymy nikotinamid adenonin dinukleotid (NAD) a nikotinamid adenin dinukleotid fosfát (NADP), které se podílejí na mnoha důležitých biologických oxidačně redukčních reakcích (NRC 2007; Penberthy & Kirkland 2012). Navíc, niacin poskytuje substrát pro tři třídy enzymů podílejících se na zpracování DNA, buněčné diferenciaci a buněčnou mobilizaci vápníku (Penberthy & Kirkland 2012).

Niacin je nejen běžně produktem mikrobiální fermentace ve střevě koně, a navíc se přirozeně vyskytuje v běžných krmivech. Kukuřice a oves obsahují 28 a 16 mg niacinu/kg sušiny, ačkoliv až 90 % může být nedostupných ve vázané formě. I kvůli tomuto faktu navrhl McDowell (1989), že by měl být niacin z krmiv ignorován nebo by mu měla být dána hodnota maximálně jedné třetiny celkového obsahu niacinu. Zhruba 40 % niacinu v olejninách je ve vázané formě.

Vliv nedostatku, stejně jako nadbytku, niacinu u koně nebyl hlášen. Podobně také nebyly určeny požadavky na niacin pro koně (NRC 2007).

- **Vitamin B₇ (Biotin)**

Biotin je nepostradatelný pro buněčnou proliferaci (Zempleni & Mock 2001).

Stejně jako niacin, biotin je produkován střevními mikroby. Informace o obsahu biotinu v jednotlivých krmných surovinách jsou omezeny. Ale informace, které jsou dostupné naznačují relativně vysoké koncentrace ve vojtěšce (0,2 mg/kg sušiny pro seno, 0,49 mg/kg sušiny pro čerstvou píci), průměrné koncentrace v ovsu (0,11-0,39 mg/kg sušiny) a nízké koncentrace v kukuřici (0,06-0,1 mg/kg sušiny) (McDowell 1989; NRC 2007).

Jako nejčastější symptom deficiencie biotinu je uváděna dermatitis u hospodářských zvířat (McDowell 1989). Deficiencie byla odhadována u některých populací koní s chronicky špatnou kvalitou kopyt, jako měkká bílá čára a drobení tkáně, a popraskaná rohovina na hranici nosné stěny kopytní (Josseck et al. 1995; Zenker et al. 1995). Denní zkrmování 20mg biotinu zlepšilo integritu kopytní stěny (makroskopickým posouzením) po dobu minimálně 9 měsíců suplementace, ale nebyl pozorován žádný vliv na rychlost růstu (Josseck et al. 1995).

Toxicita při nadbytku biotinu nebyla popsána (NRC 2007).

Studie určující výživové požadavky biotinu navíc k intestinální syntéze nebyly provedeny. Josseck et al. (1995) zmínili, že existují důkazy o užitečnosti přidávání biotinu ke zlepšení kvality kopytní tkáně u některých populací koní, ale žádné definitivní požadavky biotinu nebyly určeny.

- **Vitamin B₉ (Kyselina listová, folát)**

Kyselina listová je (často spolu s vitaminem B₁₂) vyžadována pro mnoho biosyntetických dějů, např. reakce nutné k syntéze DNA, purinu a methioninu, z čehož vyplývá, že kyselina listová je obzvláště důležitá pro tkáně, kde probíhá ve velké míře buněčný růst (Bailey & Caudill 2012).

Informace o hodnotách koncentrace kyseliny listové v krmivech typických pro koně jsou značně omezené, ale jsou dostupné u vojtěšky (2,5-4,1 mg/kg sušiny) a obilovin (kukuřice 0,3; oves 0,4; ječmen 0,6 mg/kg sušiny) (NRC 2007).

Projevy nedostatku kyseliny listové nebyly u koní zaznamenány, ale u jiných druhů je běžně k nalezení megaloblastická anémie a leukopenie. Navíc bývají postiženy i tkáně s potřebou velké míry buněčného růstu, tzn. vnitřní epitelová vrstva gastrointestinálního traktu, epidermis a kostní dřev (McDowell 1989). Kyselina listová je obecně považována za netoxickou (NRC 2007).

Požadavky folátu u koní nebyly určeny, ale je produkován mikroby gastrointestinálního traktu, proto se předpokládá, že mikrobiální produkce a obsah v běžně používaných krmivech tyto požadavky splňuje (NRC 2007).

Ostatní vitaminy skupiny B

Informace poskytující potřebné hodnoty vitamínu B₅ (kyseliny pantotenové), B₆ (pyridoxinu) a B₁₂ (kobalaminu) ve výživě koní jsou velmi limitované nebo dokonce nedostupné, možná i z důvodu jejich produkce v trávicím traktu koní (NRC 2007).

Kobalamin je komponentem v mnoha enzymatických systémech zahrnující syntézu purinu a pyrimidinu, transfer metylových skupin, syntézu bílkovin, metabolismus sacharidů a tuků. Je nutné podotknout, že kobalamin se nevyskytuje v rostlinách, ale, jak už bylo zmíněno výše, je syntetizován v trávicím traktu koní. Z tohoto důvodu nebyly pozorovány symptomy

deficience, nadbytku a nebyla určena potřebná hladina tohoto vitamínu. Ze jména tohoto vitamínu i vyplývá, že pro jeho syntézu je zapotřebí kobalt (McDowell 2000).

Kyselina pantotenová je zahrnuta v mnoha metabolických dějích obsahující sacharidy, bílkoviny, lipidy, neurotransmitery, steroidní hormony, porfyriny a hemoglobin. Kyselina pantotenová je bohatě distribuována v potravě (McDowell 2000). Nebyly pozorovány klinické projevy nadbytku ani nedostatku tohoto vitamínu, tudíž nebyla určena ani jeho základní požadovaná hodnota (NRC 2007).

Pyridoxin byl poprvé zaznamenán jako faktor pomáhající léčbě dermatitis u potkanů (Stover & Field 2015). Je součástí enzymů mající roli v metabolismu bílkovin, tuků a sacharidů. Stejně, jako vitamin B₅, je vitamin B₆ zastoupen v potravě (McDowell 2000). Ani u tohoto vitamínu nebyly pozorovány projevy nadbytku či nedostatku u koní (NRC 2007).

• **Vitamin C (Kyselina askorbová)**

Vitamin C funguje jako biologický antioxidant v oxidačně redukčním systému a jako kofaktor v syntéze kolagenu, karnitinu a norepinefrinu (Johnston 2012).

Aktivita vitamínu C pochází ze dvou sloučenin, kyseliny L-askorbové a dehydro-L-askorbové, které mají ekvivalentní biologickou aktivitu (McDowell 1989; McDowell 2000; Johnston 2012). Koncentrace vitamínu C v krmivech typických pro výživu koní nejsou dostupné, ale zdá se, že koně mají schopnost syntézy tohoto vitamínu (NRC 2007).

Klasickým projevem nedostatku vitamínu C je snížená imunita, infekce dýchacích cest, při silné hypovitaminóze to pak jsou kurděje, kdy je postihnuta syntéza kolagenu, nastává anémie, zvýšená krvácivost, otoky kloubů apod. Avšak u koní nebyla typická deficience zaznamenána (Shader 2017).

Toxicita a tolerance vitamínu C u mnoha domestikovaných zvířat nebyla zkoumána, ale nadměrný příjem u lidí a laboratorních zvířat způsobil alergické reakce (NRC 2007).

Požadavky na vitamin C nebyly určeny a předpokládá se, že jsou uspokojeny endogenní syntézou, ale několik faktorů, včetně rekurentní problémy dýchacího ústrojí, vysoký věk a vytrvalostní typ zátěže, zvyšovalo sérové koncentrace kyseliny askorbové u koní, což může naznačovat, že zvýšený příjem může nastat při výskytu těchto faktorů (Hargreaves et al. 2002; Marlin et al. 2002).

Je za potřebí dalšího zkoumání k rozhodnutí, zda endogenní syntéza stačí k pokrytí potřeb všech koní (NRC 2007).

3.2.7 Minerální látky

Minerály jsou anorganické sloučeniny, které jsou jen malou částí výživy koní, ale hrají zásadní roli v celkovém zdraví koní.

Mnoho minerálů potřebných v malých množstvích nemá určené úrovně potřeby, protože bezpečným množstvím se nazývá množství, které lze zkrmovat po delší časové období nepoškozuje zdraví a výkonnost zvířat (NRC 2007).

Jiné minerály mohou být toxické ve vysokých dávkách, takže je nutné počítat se všemi přístupnými zdroji minerálů předtím, než je zkrmováno větší množství minerálních doplňků (NRC 2005; Wagner et al. 2005; NRC 2007). Komerčně připravované premixy mohou obsahovat přidané minerály, takže doplňující zdroje nejsou potřeba (Hiney 2017). Je nutné brát v potaz obsah minerálů v krmivech, pokud se ve stáji přidává minerální doplněk do krmné dávky. Užití jednoho zdroje minerálních suplementů místo několika zdrojů je prevencí překrmení. Výjimku tvoří sůl, kde dobrovolný příjem nekoreluje se skutečnou potřebou koní. Svěvolný příjem minerálních doplňků (převážně solných lizů) k pokrytí potřebného množství závisí na poměru minerálních doplňků a na zvyku koně (NRC 2007).

Minerály se dělí na dvě skupiny – makroprvky (koncentrace udávána v g/kg nebo procentech) a mikroprvky (jejich koncentrace v krmivech měřena v mg/kg či ppm).

Makroprvky

- **Vápník**

Většina (99 %) vápníku v těle se nachází v kostech a zubech. Vápní tvoří cca 35 % koňské kosti (El Shorafa et al. 1979).

Vápník hraje důležitou roli v různých tělních funkcích, např. svalové kontrakce, krevní koagulace a regulace enzymů. Stálost množství vápníku v těle je zásadní a kostra může sloužit jako dostupné úložiště tohoto prvku (NRC 2007).

Jako hodnota efektivní absorpce se, pro všechny věkové skupiny koní, uvádí 50 %. Skutečná absorpce může ale dosahovat až 70 % u mladých koní a pravděpodobně s věkem tato schopnost klesá. Během života koně se může absorpce kalcia měnit v závislosti na mnoha faktorech, tudíž je určení konkrétnější míry absorpce složité. Ale mnoho takových studií

zaměřených na rovnováhu minerálů trvá pouze 10 dní a méně a koně jsou schopni měnit míru absorpce při sníženém příjmu vápníku v potravě (De Behr et al. 2003).

Existují případy kalcinózy z důvodu konzumace kalcinogenních rostlin, v podmínkách střední Evropy se takto projevil pouze trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*). Vlivem těchto rostlin může dojít až k hyperkalcémii, ale naštěstí jsou tyto případy vzácné (Mello 2003).

Dalším ohrožením hladiny vápníku může být i nadměrné odbourávání vápníku z kostry za účelem splnění výživové potřeby, což může mít za následek oslabenou kosterní soustavu. Buchholz-Bryant et al. (2001) doporučili denní dávku 0,04 g Ca/kg ž. hm., protože v tomto množství neprobíhá retence vápníku. Je možné, že požadavky jsou nižší u mladších koní, ale není doporučováno snižování dávky pro koně v zátěži. NRC (2007) ještě upřesňuje, že doporučení příjmu 0,06 g/kg ž. hm. pro lehkou zátěž a 0,07 g/kg ž. hm. pro střední zátěž.

• Fosfor

Fosfor je, podobně jako vápník, velikou stavební součástí kostí, kdy tvoří 14-17 % kostry. Vedle této funkce je dále potřebný pro mnoho energetických reakcí spojených s adenosin difosfátem (ADP) a adenosin trifosfátem (ATP), pro syntézu fosfolipidů, nukleových kyselin atd. (El Shorafa et al. 1979)

Skutečná absorpce fosforu je poměrně variabilní a typicky se pohybuje od 30-55 %. Variabilita této hodnoty může být ovlivněna dalšími složkami v krmivu, ale i věkem koně. Vysoké koncentrace vápníku potlačují absorpci fosforu, kterou van Doorn et al. (2004) určili jako 25 % a při zařazení 0,148 g Ca/kg ž. hm. se snížila až na 11 %.

Nevhodné množství fosforu ve výživě způsobuje rachitické změny u rostoucích koní a u dospělých koní změny podobné osteomalacii. Nadměra fosforu snižuje míru absorpce vápníku a vede k chronické deficienci vápníku a druhotného hyperparathyreózy (NSH). Klinicky se NSH projevuje stěhujícím se kulháním a u pokročilých případů až zvětšení obou čelistí (Hintz 1997; Luthersson et al. 2005).

Na základě těchto a podobných případů byla určena maximální tolerovaná koncentrace fosforu je 1 %, při krmení vhodném množství vápníku, což by mělo zajišťovat vhodný poměr Ca:P (NRC 2007).

Vedle adekvátního příjmu vápníku a fosforu individuálně je důležitý právě výše zmiňovaný poměr mezi těmito dvěma prvky. Pokud je příjem vápníku nižší než příjem fosforu (1:1 a méně), může být ovlivněna absorpce vápníku. I když krmná dávka obsahuje správné

množství vápníku, nadměrný příjem fosforu může způsobit abnormality skeletu (Hintz & Schryver 1973; van Doorn et al. 2004). Tento stav není častý, ale Hintz (1997) doporučuje, aby i přesto majitelé byli obeznámeni s možností tohoto problému. Vyšší riziko je u koní krmených velkým množstvím jaderného krmiva (pšeničné otruby, oves). Další riziková skupina jsou koně krmení jádrem bez suplementace vápníku a pícninami poměrně sporými na vápník (Luthersson et al. 2005).

NRC (2007) analýzou několika studií ustanovili doporučené množství fosforu na 8,5 mg/kg ž. hm. a dále uvedli, že absorpce fosforu se pohybuje kolem 25 %.

Nielsen et al. (1998) sledovali vliv zátěže na požadované množství fosforu v kombinaci s vápníkem. Během prvních 4 měsíců tréninku u dvouletých koní plemen Quarter Horse zůstala retence fosforu relativně stabilní i přes proměnlivé koncentrace fosforu v krmivu, což na konci vedlo ke koncentraci 0,24 % celkového krmiva (0,29 % nemělo žádný přidaný efekt). U podobně trénovaných koní uvádí Stephens et al. (2004), že minimální denní příjem by měl být aspoň 66 mg/kg ž. hm.

• Draslík

Draslík se podílí na udržování acidobazické rovnováhy, osmotického tlaku a je kvantitativně nejdůležitější iont hrající roli v neuromuskulární dráždivosti (Kronfeld 2001).

Většina draslíku v těle se nachází ve svalech skeletu (Johnson 1995), zatímco méně než 1,5 % je v extracelulární tekutině (Rose 1990).

Pícniny a semena olejnin obecně obsahují 1-2 % draslíku v sušině, zatímco obilná zrna (kukuřice, oves, pšenice) obsahují 0,3-0,4 % draslíku. Obvykle příjem dusíku značně přesahuje potřebné množství kvůli vysokým koncentracím draslíku ve většině druhů pícniny (Coenen 2005).

Flaminio & Rush (1998) uvádí, že značné množství sodíku, chloru a draslíku může být ztraceno během prodloužené zátěže, za předpokladu, že ztráty tekutin během zátěže dosahují 10-15 l/hod. Z tohoto poznatku vyplývá, že u koní v tréninku, obzvláště u koní aktivních ve vytrvalostních disciplínách, může vzniknout deficienze. Navíc ztráty potom mohou být až dvojnásobné při aktivitě v horkém vlhkém klimatu v porovnání s chladnějším a sušším klimatem, takže příjem draslíku, sodíku a chloru nemusí být dostatečné u tvrdě pracujících koní v teplém a vlhkém podnebí, pokud tyto prvky nejsou podávány dodatečně (Ecke et al. 1998; Schott 1998).

Měření ztráty prvků pocením je náročné, ale s ohledem na fakt, že 90 % hmotnostních změn během zátěže je tvořeno pocením, tak Coenen (2005) analýzou dostupných studií určil, že koňský pot obsahuje 1,4 g K/l, takže doporučené množství draslíku při zátěži může být vyjádřeno jako minimální dávka (0,05 g/kg ž. hm.) s přičtením 2,8 g (1,4 g/0,5 % absorpce) za každý kilogram ztracený během zátěže. Samozřejmě, úbytek váhy může způsobit i defekace a močení, ale oproti ztrátám pocením to je relativně malé množství (Butudom et al. 2002; Coenen 2005).

NRC (2007) uvádí, že ztráty pocením při lehké zátěži jsou 0,25 % ž. hm., při střední 0,5 % ž. hm., při těžké 1 % ž. hm. a při velmi těžké zátěži 2 %. Tyto hodnoty mohou dosahovat vyšších hodnot, než jsou určená 2 %. Velkou roli hraje klima, jak už bylo zmíněno výše, ale koně, kteří se začínali aklimatizovat na dané klima ztráceli 2,4 % ž. hm. (McCutcheon et al. 1999), což potvrzuje váhu klimatických podmínek.

• Chlor

Chlor je obvykle ve výživě doprovázen sodíkem jako chloridový aniont. Chlorid je významný extracelulární aniont zapojený v acidobazické rovnováze a má nezastupitelnou roli v tvorbě kyseliny chlorovodíkové produkované v žaludku a nezbytné k trávení (NRC 2005).

Kuchyňská sůl je tvořena chlorem z 61 % a je často používána k pokrytí potřeby chloru. Koncentrace chloridu v běžných krmivech pro koně se pohybuje od 0,05 % u kukuřice a sójové moučky až po 3 % u melasy (NRC 2007).

Deficience chloridu málokdy nastane bez deficience sodíku, i když je možné, že se objeví při zkrmování hydrogenuhličitanu sodného (Lewis 1995). Deficience chloru jasně korelovala s metabolickou alkalózou, jak bylo pozorováno u koní s omezeným příjmem chloru (Coenen 1988).

Koně jsou tolerantní k vysokým koncentracím soli, pokud mají přístup k čerstvé pitné vodě (NRC 2007).

Reakce koní na nadměrný příjem soli nebyl zaznamenán, ale lze očekávat podobnou odpověď jako u jiných druhů, tzn. postižení centrálního nervového systému. Koncentrace chloru v séru nebo plasmě jsou dobrým vodítkem k rovnováze chloru. Běžné rozmezí hodnot

koncentrace chloru v plasmě byl určen na 94-104 mmol/l pro dospělé koně aktivní ve sportu (Rose 1990).

Zatímco potřeba chloru u koní nebyla jasně stanovena, předpokládá se, že je jeho potřeba pokryta, když chlorid sodný pokrývá potřeby sodíku (NRC 2007).

- **Hořčík**

Hořčík tvoří zhruba 0,05 % těla. Grace et al. (1999) uvádí, že 60 % z celkového hořčíku v těle se nachází ve skeletu a zhruba 30 % lze nalézt ve svalích, kde se podílí na svalových kontrakcích.

Běžně používaná krmiva obsahují 0,1-0,3 % hořčíku s absorpcí 40-60 % (Hintz & Schryver 1972; Hintz & Schryver 1973). Pagan et al. (1998) uvádí, že zdánlivá stravitelnost hořčíku u dospělých koní bez zátěže (35 %) a zatěžovaných koní (28,5 %) se zásadně nemění. Hořčík je vstřebáván v tenkém i tlustém střevě, ačkoliv většinu absorpce zajišťuje tenké střevo.

Deficience se klinicky projevuje nervozitou, svalovými tremory, ataxií až kolapsem a smrtí. Koně s příjmem hořčíku v množství 6 mg/kg ž. hm. vykazovali příznaky hypomagnesémie, avšak příjem 20 mg/kg ž. hm. už splňoval normální koncentraci hořčíku v séru (1,6-2,0 mg/dl) a neprojevil se žádné negativní účinky (NRC 2007). Tetanie u koní při transportu je dalším možným, i když vzácným, výsledkem nedostatku primárně hypokalcémie, ale potenciálně i hypomagnesémie (Merck et al. 2016). Kontrolované studie hodnotící toxické účinky hořčíku u koní nebyly provedeny, ale NRC (2007) uvádí jako maximální tolerovanou koncentraci 0,8 %.

Zdroj hořčíku může být pro koně důležitý, protože v pokusu autorů Hintze & Schryvera (1973) byli poníci krmeni 0,86 % hořčíku po dobu jednoho měsíce nevykazovali žádné příznaky toxicity, ovšem pokud byl podáván ve formě oxidu hořečnatého (MgO).

Je velmi pravděpodobné, že zátěž a fáze tréninku ovlivňuje potřeby hořčíku (Stephens et al. 2004).

- **Síra**

Síra tvoří až 0,15 % váhy těla ve formě sirných aminokyselin, vitaminů skupiny B (Vitamin B1, Vitamin B7), heparinu, insulinu a chondroitin sulfátu. Metionin a cystein, sirné

aminokyseliny, mají nezastupitelnou roli ve strukturních komponentech všech bílkovin a enzymů v těle. Heparin slouží jako antikoagulant, insulin reguluje metabolismus sacharidů a chondroitin sulfát se podílí na zdraví kloubů (NRC 2007).

Koně musí pokrýt potřebu síry z organických forem, tzn. cystein, metionin. I když je 10-15 % celkového obsahu síry v anorganické formě, většina síry v rostlinách je v organické formě v podobě aminokyselin v rostlinných bílkovinách. Část anorganické síry je zabudována do mikrobiálního proteinu ve střevě koně, ale vstřebávání aminokyselin z této části je omezené. Dále jsou anorganické formy síry využity při syntéze sirných sloučenin, tzn. heparin, insulin a chondroitin sulfát. Vysoce kvalitní bílkoviny (sójová moučka) obvykle poskytují aspoň 0,15 % organické síry. Nebyly nalezeny odpovídající studie sledující míru absorpce síry (NRC 2007).

Deficience síry u koní nebyla popsána. Maximální tolerovaná koncentrace síry byla ustanovena na 0,5 % z dat jiných zvířat (NRC 2005).

Potřeba síry u koní nebyla pevně stanovena, ale vysoce kvalitní bílkoviny pravděpodobně pokrývají potřeby síry (Jarrige & Martin-Rosset 1984).

- **Sodík**

Sodík je zásadním prvkem pro normální funkci centrální nervové soustavy, udržování acidobazické rovnováhy a osmotickou regulaci tělních tekutin, generování akčního potenciálu dráždivých tkání a transport mnoha sloučenin přes buněčné membrány, např. glukózy (Johnson 1995).

Koncentrace sodíku v krmivech pro koně je obvykle menší než 0,1 %. Kuchyňská sůl (NaCl) je často přidáván do krmných směsí, v množství odpovídající 0,5-1 %, nebo podávána samostatně, jodizovaná nebo s přidáním jiných prvků (NRC 2007).

Podle dvojice Jansson & Dahlborn (1999) byl příjem čistě ze solných lizů u koní v zátěži rovný nebo menší než minimální doporučená dávka (0-62 mg/kg ž. hm. /den), což naznačuje, že může být vyžadována suplementace v krmivu k pokrytí ztrát pocením.

Chronický úbytek sodíku způsobuje snížené napětí kůže, tendenci koní olizovat předměty typu násady nástrojů kontaminovaných potem, snížený příjem krmiva a vody. Akutní nedostatek sodíku se pak projevuje svalovými kontrakcemi, nekontrolovatelným žvýkáním a nestabilními chody. Se zvyšováním okolních teplot a zátěže zároveň se zvyšuje i koncentrace sodíku v potu a ztráty sodíku mohou vyústit ve velké iontové deficity. Tyto značné nedostatky

mohou vést ke změnám obsahu iontů kosterního svalstva a potenciálně muskulární dysfunkci. S přístupem k čisté vodě je obvykle přebytečný sodík vyloučen močí (McCutcheon & Geor 1998; NRC 2007).

Maximální tolerovaná koncentrace příjmu chloridu sodného je 6 % (NRC 2007).

Optimální koncentrace sodíku ve výživě koní se pohybuje mezi 1,6 a 1,8 g/kg v sušině jako doporučená minimální dávka, pro koně v období růstu a pokročilém stupni březosti, a 3,6 g/kg v sušině pro střední až těžkou zátěž (Jarrige & Martin-Rosset 1984). Butudom et al. (2002) spočítali, že ztráty sodíku dosahují 34,5-46 g při vytrvalostním tréninku.

Z důvodu nedostatku dat o specifických potřebách sodíku a vlivu aktivity, adaptace a prostředí na potřeby zvířat nelze určit přesné doporučení množství (NRC 2007). U koní v zátěži lze získat přesnější hodnoty měřením ztrát hmotnosti během práce. Použitím dat o ztrátě hmotnosti lze odhadnout ztrátu pocením. Pot obsahuje 2,8 g Na/l, proto lze říci, že přidání 3,1 g Na/kg ztráty během práce je rozumné doporučení pro základní hladiny (Coenen 2005).

Mikroprvky

- **Jód**

Většina z jódu v těle se nachází ve štítné žláze (Schryver 1990). Jód je nezbytný pro syntézu tyroxinu (T₄) a trijódtyroninu (T₃), což jsou hormony regulující bazální metabolismus. Ve štítné žláze a periferní tkáni je T₄ přeměňován na T₃. Zvýšení vede buď ve snížení sekrece tyreostimulačního hormonu (TSH) a zvýšení aktivity metabolismu. Obě, jak deficiencie, tak toxicita, mohou vést ke vzniku hypotyreózy. Při nedostatku jódu nejsou produkovány příslušné hormony štítné žlázy. Přebytek jódu může přímo inhibovat syntézu a uvolňování hormonů štítné žlázy. V obou situacích je produkce TSH zvýšená v pokusu o zvýšení redukováných koncentrací hormonů a zmírnění hypotyreózy. Zvýšená produkce TSH může vést ke zvětšení štítné žlázy a vzniká struma, nebo tzv. „vrole“ (NRC 2007).

Selen a jód v krmivu může také ovlivnit metabolismus hormonů štítné žlázy (Hotz et al. 1997; NRC 2007).

Laboratorní analýzy krmiv obvykle neuvádí koncentrace jódu, ale ve většině běžných krmiv se hladina jódu pohybuje od 0 do 2 mg/kg sušiny. Tato hladina je závislá na koncentraci jódu v půdě, ve které byly rostliny pěstovány. Jód se obvykle dodává jodizovanou solí

s obsahem 70 mg I/kg sušiny. Stravitelnost jódu se jeví poměrně vysoká, protože renální exkrece stoupá se zvyšujícím se příjmem jódu, zatímco fekální exkrece zůstává relativně nízká, ale konstantní s pouze drobnými výkyvy, které jsou reakcí na zvýšený příjem jódu (Wehr et al. 2002).

Maximální tolerovatelné koncentrace jódu byly stanoveny na 5 mg/kg příjmu krmiva (NRC 2005), ačkoliv Merck et al. (2016) naznačují, že byly pozorovány klisny s toxicitou při příjmu pouze 40 mg/den. Obecně toxicita nastává při předávkování aditivy nebo při příjmu krmiv bohatých na jód, např. mořské řasy.

Doporučená minimální dávka je 0,007 mg/kg ž. hm., což bere v úvahu endogenní ztráty zmíněné Wehrem et al. (2002), nebo 0,35 mg/kg sušiny (při předpokladu příjmu krmiva odpovídající 2 % ž. hm.). I přes limitovaná data ze studií koní jsou tyto koncentrace používány u všech kategorií, krom pokročilé březosti.

• **Kobalt**

Mikroflóra v koňském céku a kolonu využívá kobalt k syntéze vitamínu B₁₂ (Davies 1971) a je v této formě spojován se železem a mědí v hematopoéze nebo tvorbě krvinek (Ammerman 1970).

Běžná krmiva využívaná ve výživě koní obsahují mezi 0,5 a 0,6 mg Co/kg sušiny. Jodizovaná sůl s kobaltem často obsahuje kolem 100 mg kobaltu/kg sušiny (NRC 2007).

Deficit kobaltu by způsobil deficienci vitamínu B₁₂. Nicméně, nejsou známé žádné případy nedostatku kobaltu a/nebo vitamínu B₁₂ a nebyly ani uměle vyvolány v rámci experimentu (NRC 2007). NRC (2005) uvádí jako maximální tolerovanou koncentraci 25 mg/kg sušiny určenou podle dat jiných druhů a potřeba kobaltu u koní také nebyla studována konkrétně, tudíž ani stanovena.

• **Mangan**

Mangan hraje důležitou roli v metabolismu sacharidů a lipidů a pro syntézu chondroitin sulfátu nezbytného pro tvorbu chrupavek (NRC 2007).

Wagner et al. (2005) uvádí, že pícniny obsahují 40-140 mg Mn/kg sušiny, nejvíce koncentráty (obzvláště kukuřice) obsahují 15-45 mg/kg sušiny. Navíc, absorpce sloučenin

manganu je 13,6 % u oxidu, 8,6 % u sulfátu a 15,5 % u organického chelátu a tyto hodnoty nebyly nijak ovlivněny zdrojem těchto sloučenin. Skutečnou stravitelnost ovlivňovala zátěž, která snižovala stravitelnost z 58 na 40 %, avšak hlášené hodnoty ve výsledcích stravitelností byly velmi variabilní, což znemožnilo přesně určit požadavky.

Nedostatek manganu u jiných druhů způsoboval abnormální vývoj chrupavek kvůli selhání syntézy chondroitin sulfátu, což má často za výsledek kostní malformace. Tyto malformace byly pozorovány u telat, tak bylo navrženo, že deficiencie manganu může být spojena s abnormalitami končetin a vrozenými kontrakturami u novorozených hříbat (NRC 2007). Nicméně, není mnoho přímých důkazů potvrzujících tuto teorii. Mangan je mezi nejméně toxickými stopovými prvky (Suttle 2010) a nejsou známy intoxikace koní (Schryver 1990). Nicméně, vysoké koncentrace manganu v krmné dávce může ovlivňovat absorpci fosforu. NRC (2005) udává jako maximální tolerovatelné množství 400 ppm, na základě dat jiných druhů, podobně byla ustanovena doporučená dávka, 40 mg Mn/kg sušiny.

- **Měď**

Měď je nezbytná pro několik enzymů podílejících se na syntéze a udržování elastické pojivové tkáně, mobilizaci zásob železa a syntéze melaninu (NRC 2007).

Koncentrace mědi v běžně používaných krmivech se pohybuje v rozmezí od cca 1 mg/kg u kukuřice, až po 80 mg/kg v melase z cukrové třtiny. Cymbaluk et al. (1981) navrhli, že efektivita absorpce mědi je nepřímě úměrná koncentraci mědi v krmné dávce. Schryver et al. (1987) udávají schopnost vstřebávání mědi v rozmezí 24-48 %.

Mnoho faktorů může ovlivnit metabolismus mědi. Měď se vzájemně ovlivňuje s mnoha minerály, včetně molybdenu, síry, zinku, selenu, stříbra, železa a olova (Suttle 2010).

S hypokupremií je spojena osteochondróza a osteodysgeneze (Carbery 1978; Bridges et al. 1984).

Koně relativně dobře snáší vysoké koncentrace mědi. Maximální tolerovatelná koncentrace mědi u koní byla stanovena na přibližně 250 mg/kg krmné dávky (NRC 2005), ale existuje možnost, že je hodnota vyšší. Tato schopnost může být ovlivněna jinými výživovými faktory, to jsou například koncentrace zinku nebo železa, stejně jako zdroj mědi (NRC 2007).

I z důvodu nedostatku dat o potřebách mědi u dospělých, pracujících koní, je doporučená dávka 10 mg/kg sušiny. To znamená příjem 0,2 mg/kg ž. hm. (za předpokladu celkového příjmu krmiva o hmotnosti 2 % živé hmotnosti) pro koně v lehké zátěži. Pro koně ve střední zátěži 0,225 mg/kg ž. hm. (předpoklad příjmu 2,25 % ž. hm.) a pro koně ve velké

zátěži 0,25 mg/kg ž. hm. (předpoklad příjmu 2,5 % ž. hm.) (NRC 2005; NRC 2007; Suttle 2010).

- **Selen**

Koncentrace selenu se v krmivech často pohybuje mezi 0,01 a 0,3 mg/kg a je ovlivňována selenem a pH půdy. Alkalické půdy napomáhající rostlinám akumulující selenu. Sušší podmínky podporují kořeny k růstu ve větší hloubce, kde mohou být koncentrace selenu vyšší. Sušší podmínky mohou také podpořit zvířata v konzumaci rostlin, které by jinak byly ignorovány. Akumulující rostliny mohou obsahovat větší zásoby selenu, což při konzumaci může vyústit v otravy (Finley 2005).

Mezi onemocnění spojená s nedostatkem selenu patří např. myopatie, která se může projevovat slabostí, narušeným pohybem, problematickým sáním a polykáním, respirační problémy a narušenou srdeční funkcí (Dill & Rebhun 1985). Toxicitu může také ovlivňovat chemická forma selenu, kdy organické sloučeniny selenu v rostlinách jsou nejtoxičtější (Schryver 1990). Koně se zdají být více náchylní k otravám selenem než skot (Rogers et al. 1990). Akutní otrava selenem se projevuje zřejmou slepotou, bolestí břicha, kolikou, průjmem, zvýšenou srdeční a dechovou frekvencí a může být očekávána i ztráta srsti a změny na kopytech (Fan & Kizer 1990). Chronická toxicita je doprovázena alopecií, obzvláště kolem hřívky a ocasu, dále lze pozorovat i praskání kopyt okolo korunkové části (NRC 2007). Merck et al. (2016) uvádí, že chronicky zvýšený příjem selenu pravděpodobně nahrazuje selen za síru ve tkáních obsahující síru (keratin, potenciálně až oslabená kopyta a srst).

Na základě studií s jinými druhy byla ustanovena maximální tolerovatelná koncentrace selenu u koní na 5mg/kg sušiny (NRC 2005).

Stowe (1968) tvrdí, že potřeba selenu je 0,1 mg/kg krmné dávky.

- **Zinek**

Zinek je v těle součástí více než 100 enzymů, např. karboxypeptidázy, dále se podílí i na regulaci metabolismu nukleových kyselin a bílkovin a pravděpodobně je i indikátorem zánětlivých procesů (Murase et al. 2013). Nejvyšší koncentrace zinku se objevují v oční duhovce a cévnatce, dále ještě v prostatě. Střední koncentrace zinku se nachází v kůži, játrech, kostech a svalech. Nízké koncentrace lze pak najít v krvi, mléku, plicích a mozku (NRC 2007).

Mnohá krmiva obsahují 15-40 mg Zn/kg sušiny. Skutečná stravitelnost zinku je u koní s nízkou nebo žádnou zátěží 25 % a námahou se snižuje až na 14 % (NRC 2007).

Nedostatek zinku může být doprovázen nechutenstvím, snížením rychlosti růstu, parakétozou (obzvláště na distálních částech končetin), alopecií a redukovanou koncentrací zinku ve tkáni i séru. U hříbat může deficiencie podpořit vývojové vady pohybového aparátu (Auer et al. 1988). K prevenci deficiencie zinku je odpovídající dávkou 40 mg Zn/kg v krmivu (NRC 2005).

• **Železo**

Železo je obsaženo v hemoglobinu, myoglobinu, cytochromech a mnoha enzymatických systémech. Železo také hraje zásadní roli v transportu kyslíku a buněčném dýchání (Schryver 1990). Tělo koně vážícího 500 kg obsahuje kolem 33 g železa. Přibližné rozdělení je následující: cca 60 % v hemoglobinu, cca 20 % v myoglobinu, cca 20 % v zásobních a transportních formách a cca 0,2 % tvoří cytochromové a další enzymy (NRC 2007).

Pícniny a vedlejší produkty často obsahují 100-250 mg Fe/kg sušiny. Obiloviny obvykle obsahují méně než 100 mg/kg sušiny, některé mleté koncentráty mohou obsahovat i více než 500-1 400 mg/kg sušiny a doplňky fosforu a vápníku často obsahují 2-3 % železa. Absorpce u nepřežvýkavých býložravců je 15 % nebo méně. Železo je efektivnější vstřebáváno u novorozených zvířat. Využitelnost železa stoupá v krmných dávkách s nedostatečným množstvím železa a snižuje se s vyšším než normálním příjmem kadmia, kobaltu, mědi, manganu a zinku (Schryver 1990; Suttle 2010).

Typickým příznakem nedostatku železa je anémie. U hříbat a koní jakékoliv kategorie není anémie rizikem s přístupem k zemině (NRC 2007).

Z dat jiných druhů byla stanovena maximální tolerovatelná koncentrace železa na 500 mg/kg krmné dávky (NRC 2005). Některá krmiva, obzvláště pícniny jako čirokové seno, obsahují více než tuto koncentraci železa, ale nebyly hlášeny žádné případy předávkování železem při zkrmování těchto surovin (NRC 2007; Suttle 2010).

Denní endogenní ztráty železa ještě nebyly u koní určeny, tak je potřeba železa stanovena na 50 mg/kg sušiny pro rostoucí hříbata nebo březí klisny a klisny v laktaci, a 40 mg/kg sušiny pro dospělé koně. Běžná krmiva by měla pokrýt potřebu železa (NRC 2007).

4 Materiály a metody

Vzorky byly odebrány a analyzovány během listopadu 2017, kdy hřebci (ročník 2015) ukončovali výcvik. V krmivech byly pozorovány obsahy energie a hrubého proteinu, které byly poté porovnávány mezi podniky.

Stanovení obsahu energie proběhlo na laboratorním kalorimetru LAGET MS 10A, který se skládá ze sestavené tlakové nádoby pro spalování, kalorimetrické nádoby, míchadla, teplotního čidla, zapalovacích přívodů a nádoby termostatu. Principem tohoto přístroje je dokonalé spálení vzorku v prostředí stlačeného kyslíku při teplotě 25 °C.

Hodnota spalného tepla se vypočítá z opravného teplotního vzestupu a efektivní tepelné kapacity kalorimetru, se zřetelem na podíly energie při zapálení, spálení zapalovacího prostředku a tepelné účinky z vedlejších reakcí.

Hodnota výhřevnosti analyzovaného vzorku se vypočítává z hodnoty spalného tepla, zmenšené o výparné teplo vody, vzniklé z paliva během hoření.

Stanovení hrubého proteinu bylo provedeno na přístroji Kjeltec 2400. Nejprve byl navážen vzorek krmiva, poté byl umístěn do mineralizační tuby a k němu přidána mineralizační tableta, 10 ml H₂SO₄ a 10 ml H₂O₂ – následovala pěnivá reakce, při které byl aktivní exhaustor. Tuby byly poté vloženy do mineralizačního bloku na 60 min za působení teploty 420°C. Po vychladnutí tuby bylo přidáno potřebné množství destilované vody. Takto připravené vzorky byly pak analyzovány přístrojem Kjeltec 2400. Přístroj na konci analýzy vzorku zobrazil obsah hrubého proteinu.

Přepočet na stravitelnou energii a stravitelné dusíkaté látky pro koně byl proveden spočtením v multimediální cvičebnici Mendelovy univerzity (Dvořáčková et al. 2011), příp. s přihlédnutím na hodnoty uvedené Zemanem (2006) a Vyskočilem et al. (2008).

Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu Statistica 2012 a Microsoft Excel 2016. K podrobnějšímu vyhodnocení byla využita analýza rozptylu (ANOVA) s opakovaným měřením a korelační matice.

4.1 Zemský hřebčinec Písek

Zemský hřebčinec Písek se nachází v okresním městě Písek, v Jihočeském kraji. První zmínka o stanovišti hřebců v Písku je však již z r. 1811, kdy byl hřebčinec ještě umístěn ve „Švantlově dvoře“ ve městě (Zemský hřebčinec Písek 2018).

Novodobější historie chovu koní v Písku začala v roce 1902, kdy byli do současného nově vystavěného hřebčince poprvé umístěni plemenní hřebci. Důvodem jeho založení byla snaha o zvelebení neuspokojivého kvalitativního stavu koňské populace v tehdejších rakouském mocnářství a byla reakcí na nedostatečné naplňování dřívějších dekretů ukládajících šlechtě a stavům péči o koňstvo (Zemský hřebčinec Písek 2018).

V současnosti se Zemský hřebčinec Písek podílí na realizaci šlechtitelských programů jednotlivých uznaných chovatelských sdružení (UCHS) v oblasti Čech prováděním plemenitby, a to jak formou inseminace čerstvým spermatem, tak formou přirozené plemenitby na smluvních připouštěcích stanicích. Významnou součástí šlechtitelského procesu je testování užitkových vlastností zvířat. Nyní záleží na příslušných UCHS jak dokážou zužitkovat získaná data pro genetické analýzy ke šlechtění svých plemen (Zemský hřebčinec Písek 2018).

V teplokrevném chovu neaspíruje ZH Písek na vytváření si jakékoliv hegemonie, hodlá být stabilizačním prvkem a solidní pojistkou na tzv. „hřebčím trhu“.

Jiná je situace u méně lukrativních záležitostí, kterou je chladnokrevná plemenitba, kde společně se Zemským hřebčincem Tlumačov nesou na bedrech rozhodující díl zajištění plemenitby (Zemský hřebčinec Písek 2018; Zemský hřebčinec Tlumačov 2018).

4.1.1 Sledovaná skupina chladnokrevných hřebců

Skupina chladnokrevných hřebců byla sledována v době základního výcviku, po kterém by hřebci měli zvládat běžnou práci v zápřeži a vše s ní související. Na konci výcviku podstupují hřebci základní zkoušky výkonnosti (ZZV).

Základního výcviku v ZH Písek se účastnilo 9 hřebců, z nichž byl 1 hřebec příslušníkem plemene Slezký Norik, 1 hřebec příslušníkem plemene Norik a 7 hřebců patřilo k plemeni Českomoravský belgický kůň.

Všichni hřebci se narodili v datech 27.3. – 16.5.2015 a podstoupili stejný výcvik v období 19.5. – 27.9.2017. Hřebci byli změřeni a zvázeni při zahájení i při ukončení výcviku.

Výžehy, jména, plemenná příslušnost a data narození jsou uvedeny v Tab. 1.

Míry a hmotnost hřebců na začátku výcviku jsou uvedeny v Tab. 2.

Míry a hmotnost na konci základního výcviku jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 1 – Hřebci účastníci se sledování.

Výžeh	Jméno	Plemeno	Narození
61/606	Azim	ČMB	04.05.2015
55/840	Baro	ČMB	14.05.2015
20/953	Bon-Bon	ČMB	26.04.2015
53/725	Bonny	ČMB	03.04.2015
54/59	Bryner	SN	27.03.2015
49/489	Ivan	ČMB	07.05.2015
49/490	Ivoš	ČMB	16.05.2015
20/957	Kuba	ČMB	18.04.2015
13/981	Venouš	N	18.04.2015

ČMB – Českomoravský belgický kůň

N – Norik

SN – Slezský norik

Tab. 2 – Míry a hmotnost hřebců při zahájení základního výcviku.

Jméno	KVH	KVP	OH	Ohol	Hmotnost
Azim	158	167	189	24	550
Baro	158	169	195	24	622
Bon-Bon	160	172	192	23,5	584
Bonny	160	172	197	23	610
Bryner	153	165	191	24	600
Ivan	157	167	188	21,5	514
Ivoš	161	171	194	23	588
Kuba	156	170	194	24	618
Venouš	162	171	200	24,5	602

KVH – Kohoutková výška hůlková (cm)

OH – Obvod hrudi (cm)

KVP – Kohoutková výška pásková (cm)

Ohol – Obvod holeně (cm)

Tab. 3 – Míry a hmotnost při ukončení základního výcviku.

Jméno	KVH	KVP	OH	Ohol	Hmotnost
Azim	162	173	198	24	616
Baro	160	173	205	24	654
Bon-Bon	164	175	202	23,5	626
Bonny	162	175	205	23	648
Bryner	156	167	195	24	652
Ivan	157	168	193	22,5	564
Ivoš	163	173	199	23	614
Kuba	159	172	204	24	686
Venouš	162	173	212	25	666

KVH – Kohoutková výška hůlková (cm)

OH – Obvod hrudi (cm)

KVP – Kohoutková výška pásková (cm)

Ohol – Obvod holeně (cm)

Denní zátěž hřebců v pracovní dny zahrnovala 1-2 hodiny kroku s klusovými pasážemi v zápřeží (zpravidla prázdný valník s kočím, příležitostně přisedícím). Zbytek dne trávili hřebci na úvaze či v boxe. Ve víkendových dnech byli hřebci zapřaháni k výcviku či voděni do výběhu výjimečně.

Velmi zajímavým jevem byly odchylky od plemenného standardu u sledovaných skupin. Plemenný standard těchto tří plemen je velmi podobný. Růstové standardy pro kohoutkovou výšku hůlkovou a obvod holeně určené pro jejich věk jsou naprosto stejné.

V Tab. 4 jsou uvedeny růstové standardy pro kohoutkovou výšku pro každý měsíc věku. Standard kohoutkové výšky hůlkové (KVH) pro koně staré 24 měsíců je 155,7 cm. Ve 28 měsících by pak měli dosáhnout standardu 157,8 cm pro kohoutkovou výšku.

V Tab. 5 jsou uvedeny růstové standardy pro obvod holeně pro každý měsíc věku.

Standard obvodu holeně (Ohol) pro koně staré 24 měsíců je 23,3 cm a koně ve 28 měsících by měli dosahovat 23,6 cm.

Tab. 4 – Růstové standardy pro kohoutkovou výšku hůlkovou (KVH). (Políček 2011; Políček 2019)

Měsíc	-3	-2	-1	S	+1	+2	+3
5	123,3	130,9		136,1	141,4	149,0	
6	125,6	133,0		138,2	143,4	150,0	
7	127,5	134,9		140,0	145,1	152,4	
8	129,3	136,6		141,6	146,6	153,8	
9	130,9	138,1		143,0	148,0	155,1	
10	132,4	139,4		144,3	149,2	156,2	
11	133,7	140,7		145,5	150,3	157,3	
12	135,0	141,8		146,6	151,4	158,2	
13	136,1	142,9		147,6	152,3	159,1	
14	137,2	143,9		148,6	153,2	159,9	
15	138,3	144,9		149,4	154,0	160,6	
16	139,2	145,8		150,3	154,8	161,3	
17	140,1	146,6		151,1	155,6	162,0	
18	141,0	147,4		151,8	156,3	162,6	
19	141,9	148,2		152,5	156,9	163,2	
20	142,7	148,9		153,2	157,6	163,8	
21	143,4	149,6		153,9	158,2	164,4	
22	144,1	150,3		154,5	158,8	164,9	
23	144,9	150,9		155,1	159,3	165,4	
24	145,5	151,5		155,7	159,9	165,9	
25	146,2	152,1		156,2	160,4	166,3	
26	146,8	152,7		156,8	160,9	166,8	
27	147,4	153,3		157,3	161,4	167,2	
28	148,0	153,8		157,8	161,8	167,6	
29	148,6	154,3		158,3	162,3	168,0	
30	149,1	154,8		158,8	162,7	168,4	
31	149,7	155,3		159,2	163,1	168,8	
32	150,2	155,8		159,7	163,6	169,1	
33	150,7	156,3		160,1	164,0	169,5	
34	151,2	156,7		160,5	164,3	169,8	
35	151,7	157,1		160,9	164,7	170,2	

Měsíc – měsíc věku

S – hodnota standardu

Tab. 5 – Růstové standardy pro obvod holeně (Ohol). (Políček 2011; Políček 2019)

Měsíc	-3	-2	-1	S	+1	+2	3
5	16,5	17,9		18,9	19,8	21,2	
6	17,1	18,5		19,4	20,4	21,7	
7	17,6	18,9		19,9	20,8	22,2	
8	18,0	19,3		20,3	21,2	22,5	
9	18,4	19,7		20,6	21,5	22,9	
10	18,7	20,0		20,9	21,8	23,2	
11	19,0	20,3		21,2	22,1	23,4	
12	19,3	20,6		21,5	22,4	23,6	
13	19,5	20,8		21,7	22,6	23,9	
14	19,8	21,0		21,9	22,8	21,4	
15	20,0	21,2		22,1	23,0	24,2	
16	20,2	21,4		22,3	23,1	24,4	
17	20,3	21,6		22,4	23,3	24,5	
18	20,5	21,7		22,6	23,4	24,7	
19	20,7	21,9		22,7	23,6	24,8	
20	20,8	22,0		22,9	23,7	24,9	
21	20,9	22,1		23,0	23,8	25,0	
22	21,1	22,3		23,1	23,9	25,1	
23	21,2	22,4		23,2	24,0	25,2	
24	21,3	22,5		23,3	24,1	25,3	
25	21,4	22,6		23,4	24,2	25,4	
26	21,5	22,7		23,5	24,3	25,5	
27	21,6	22,7		23,5	24,4	25,5	
28	21,7	22,8		23,6	24,4	25,6	
29	21,7	22,9		23,7	24,5	25,6	
30	21,8	23,0		23,8	24,6	25,7	
31	21,9	23,0		23,8	24,6	25,8	
32	22,0	23,1		23,9	24,7	25,8	
33	22,0	23,1		23,9	24,7	25,9	
34	22,1	23,2		24,0	24,8	25,9	
35	22,1	23,3		24,0	24,8	25,9	

Měsíc – měsíc věku

S – hodnota standardu

V Tab. 6 je shrnut přehled kohoutkové výšky hůlkové (KVH) na začátku a konci výcviku i s odchylkami od standardu a rozdílem mezi naměřenými hodnotami. Výkyvy v kohoutkové výšce hůlkové mezi jednotlivými hřebci, ale i změny kohoutkové výšky hůlkové na konci výcviku či jejich odchylky od standardu byly poměrně znatelné

Hřebec, který začal výcvik s kohoutkovou výškou hůlkovou menší než standard, byl v Písku pouze jeden (Bryner; -2,7 cm) a zůstal i na konci výcviku s KVH menší než standard (-1,8 cm).

Dokonce ještě další hřebec, který nastupoval do výcviku (Ivan) s nadstandardní KVH (+1,3 cm), se za dobu pobytu propadl téměř centimetr pod standard (-0,8 cm).

Tab. 6 – KVH a odchylky od standardu, rozdíl v KVH na začátku a konci výcviku, Písek.

Jméno	KVH1	KS1	KVH2	KS2	R
Azim	158,0	2,3	162,0	4,2	4,0
Baro	158,0	2,3	160,0	2,2	2,0
Bon-Bon	160,0	4,3	164,0	6,2	4,0
Bonny	160,0	4,3	162,0	4,2	2,0
Bryner	153,0	-2,7	156,0	-1,8	3,0
Ivan	157,0	1,3	157,0	-0,8	0,0
Ivoš	161,0	5,3	163,0	5,2	2,0
Kuba	156,0	0,3	159,0	1,2	3,0
Venouš	162,0	6,3	162,0	4,2	0,0

KVH1 – Kohoutková výška hůlková na začátku výcviku

KVH2 – Kohoutková výška hůlková na konci výcviku

KS1 – Rozdíl oproti standardu na začátku výcviku (KVH1 – 155,7 cm)

KS2 – Rozdíl oproti standardu na konci výcviku (KVH2 – 157,8 cm)

R – Rozdíl na začátku a na konci výcviku (KVH2 – KVH1)

Stejný jev jako u KVH se u píseckých hřebců projevil i v obvodu holeně. V Tab. 7 je uveden přehled obvodu holeně (Ohol) na začátku a konci výcviku, včetně odchylek od standardu a rozdílu mezi naměřenými hodnotami pro skupinu ze hřebčince v Písku.

Tentokrát výcvik začínali tři hřebci, kteří nedosáhli standardu (Bonny -0,3 cm; Ivoš -0,3cm; Ivan -1,8 cm). Ivoš a Bonny pak propad zdvojnásobili, takže oba končili výcvik -0,6 cm pod standardem, ale Ivan bilanci zlepšil, ač stále pod standardem (-1,1 cm). Navíc se k těmto hřebcům přidal další (Bon-Bon), který z nadstandardní holeně na začátku výcviku (+0,2 cm) byl na konci výcviku pod standardem (-0,1 cm).

Tab. 7 – Ohol a odchylky od standardu, rozdíl v Ohol na začátku a konci výcviku, Písek.

Jméno	Ohol1	OS1	Ohol2	OS2	R
Azim	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Baro	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Bon-Bon	23,5	0,2	23,5	-0,1	0,0
Bonny	23,0	-0,3	23,0	-0,6	0,0
Bryner	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Ivan	21,5	-1,8	22,5	-1,1	-1,0
Ivoš	23,0	-0,3	23,0	-0,6	0,0
Kuba	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Venouš	24,5	1,2	25,0	1,4	-0,5

Ohol1 – Ohol na začátku výcviku

Ohol2 – Ohol na konci výcviku

OS1 – Rozdíl oproti standardu na začátku výcviku (Ohol1 – 23,3 cm)

OS2 – Rozdíl oproti standardu na konci výcviku (Ohol2 – 23,6 cm)

R – Rozdíl na začátku a na konci výcviku (Ohol2 – Ohol1)

4.1.2 Analýza krmné dávky

Krmná dávka byla pro celou skupinu stejná, vždy složena z ovsa, sena a travní siláže o vyšší sušině. Všechna tato krmiva si hřebčinec sám produkuje. Samozřejmě byl 24hodinový přístup k čisté vodě prostřednictvím automatických napáječek a bílý solný liz.

U krmiv byla zjišťována brutto energie v kalorimetru a poté podle údajů Zemana (2006) a Vyskočila et al. (2008) přepočtena na stravitelnou energii pro koně (SE_k), stejně tak byl u krmiv zjišťován obsah hrubého proteinu, který byl poté podle Zemana (2006) a Vyskočila et al. (2008) přepočítán pomocí koeficientů stravitelnosti na stravitelné dusíkaté látky pro koně (SNL_k).

Průměrnou dávku na koně a den tvoří dva kilogramy ovsa, čtyři kilogramy sena a čtyři kilogramy siláže.

V Tab. 8 jsou uvedena množství jednotlivých krmiv v krmné dávce.

Tab. 8 – Obsah živin v krmivech.

Krmivo	kg v KD	SE_k	SNL_k	CP
Siláž	4	7,73	57,49	108,20
Oves	2	14,07	99,79	126,30
Seno	4	8,26	37,07	67,40

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

4.2 Zemský hřebčinec Tlumačov

Z historického hlediska se tlumačovský dvůr připomíná již v roce 1490, ale Zemský hřebčinec Tlumačov byl založen v roce 1925. Organizace v chovu koní za první republiky navázala na organizaci z dob rozpadnuvší se monarchie. Na Moravě a ve Slezsku vydržovala dále tři hřebčince podřízené velitelství hřebčinců v Hodoníně. Pro jižní Moravu to byl hřebčinec v Hodoníně, pro severní oblast hřebčinec v Olomouci Hejčíně a pro Slezskou oblast hřebčinec v Opavě. Již od roku 1921 se vedoucí kruhy na Ministerstvu zemědělství zabývaly myšlenkou zřídit pro Moravu a Slezsko jeden velký státní hřebčinec. Myšlenku centralizace podporovaly také ekonomické důvody a nutnost zjednodušení celé hřebčinecké agendy. Velkou roli při zřizování ústavu také sehrála potřeba vybudování státní hříbárny pro odchov hřebečků zakoupených ze zemského chovu. Pro uskutečnění tohoto plánu byla prohlédnuta celá řada velkostatků a kasáren, ale bez výsledku, neboť tyto objekty neodpovídaly prostorově nebo svou polohou. Nakonec se podařilo získat zbytkový velkostatek v Tlumačově z bývalého majetku hraběnky Marie Baltazziové. Pro kladné rozhodnutí byla směrodatná i výhodná poloha tohoto objektu, takřka ve středu Moravy na živé dvojkolejné dráze. Získaný velkostatek se skládal z pěti dvorů: Tlumačov, Skály, Terezov, Buňov, Otrokovice, s celkovou výměrou 532,56 ha, z toho 43 ha lesa. Nyní má ZH Tlumačov objekty pro chov, odchov a výcvik koní na Buňově a na Skalách (Zemský hřebčinec Tlumačov 2018).

ZH Tlumačov se soustředí zejména na zajištění testace chladnokrevných hřebců. Provádí ranou testaci u plemene ČT v testáční odchovně. Hlavním cílem hřebčince je produkovat plemeníky pro zemský chov. Zajišťuje zejména připouštění klisen inseminací čerstvým spermatem, tak i přirozenou formou (Zemský hřebčinec Tlumačov 2018).

Hřebčinec je členem Evropské asociace hřebčínů a hřebčinců ESSA. Centrální dvůr ZH Tlumačov byl vyhlášen 15. července 2011 „kulturní památkou“ (Zemský hřebčinec Tlumačov 2018).

4.2.1 Sledovaná skupina chladnokrevných hřebců

Skupina chladnokrevných hřebců byla sledována v době základního výcviku, po kterém by hřebci měli zvládat běžnou práci v zápřeží a vše s ní související. Na konci výcviku podstupují hřebci základní zkoušky výkonnosti (ZZV).

Základního výcviku v ZH Tlumačov se účastnilo 7 hřebců, z kterých 3 byli příslušníci plemene Slezský Norik a 4 byli příslušníky plemene Českomoravský belgický kůň.

Všichni hřebci se narodili v rozmezí 10.3. – 15.5.2015 a výcvik podstoupili v období 5.5. - 26.9.2017. Na začátku a konci výcviku byli měřeni a váženi.

Výžehy, jména, plemenná příslušnost a data narození jsou uvedeny v Tab. 9.

Míry a váha hřebců při zahájení výcviku jsou uvedeny v Tab. 10.

Míry a váha hřebců při ukončení výcviku jsou uvedeny v Tab. 11.

Tab. 9 – Hřebci účastníci se základního výcviku.

Výžeh	Jméno	Plemeno	Narození
54/46	Baryn	SN	21.04.2015
52/574	Brus	ČMB	30.03.2015
67/216	Homér	SN	03.05.2015
52/592	Makron	ČMB	15.05.2015
52/575	Morgan	ČMB	10.03.2015
52/593	Parmas	ČMB	05.04.2015
50/685	Uran	SN	06.04.2015

ČMB – Českomoravský belgický kůň

SN – Slezský norik

Tab. 10 – Míry a hmotnost hřebců při zahájení základního výcviku.

Jméno	KVH	KVP	OH	Ohol	Hmotnost
Baryn	161	172	203	24	630
Brus	157	169	197	23	615
Homér	160	172	192	23,5	600
Makron	163	174	203	24	596
Morgan	164	175	205	24,5	672
Parmas	160	171	207	24	612
Uran	159	171	202	24	638

KVH – Kohoutková výška hůlková

OH – Obvod hrudi

KVP – Kohoutková výška pásková

Ohol – Obvod holeně

Tab. 11 – Míry a hmotnost při ukončení základního výcviku.

Jméno	KVH	KVP	OH	Ohol	Hmotnost
Baryn	160	171	203	24	640
Brus	159	170	199	23,5	610
Homér	160	170	200	24	628
Makron	166	177	200	24,5	626
Morgan	165	179	214	25	706
Parmas	162	172	203	24	602
Uran	160	172	200	24	656

KVH – Kohoutková výška hůlková

OH – Obvod hrudi

KVP – Kohoutková výška pásková

Ohol – Obvod holeně

Výcvik sestával denně z 1 - 2hodinové práce páru hřebců v zápřeží v kroku s klusovými pasážemi (zpravidla prázdný valník s kočím, příležitostně přisedícím). Zbytek dne trávili hřebci na úvaze či v boxe. Ve víkendových dnech byli hřebci zapřaháni k výcviku či voděni do výběhu výjimečně.

Jak bylo řečeno výše, plemenný standard těchto tří plemen je velmi podobný. Růstové standardy pro kohoutkovou výšku hůlkovou a obvod holeně určené pro jejich věk jsou naprosto stejné. Standard kohoutkové výšky hůlkové (KVH) pro koně staré 24 měsíců je 155,7 cm. Ve 28 měsících by pak měli dosáhnout standardu 157,8 cm pro kohoutkovou výšku (viz Tab. 4).

I v této skupině bylo tedy srovnání s růstovým standardem zajímavým sledováním – celá skupina hřebců byla v KVH nad standardem (Tab. 12). Někteří jedinci dosahovali až úctyhodných 8 cm nad standard (Morgan +8,3 cm).

Do konce výcviku se žádný z hřebců nedostal pod standard a znovu byla překročena hranice 8 cm (Makron +8,2 cm). Pouze Baryn snížil svou KVH o 1 cm, což může být způsobeno měřením posuzovatele, ale i snížením objemu svalů kolem kohoutku.

Tab. 12 - KVH a odchylky od standardu, rozdíl v KVH na začátku a konci výcviku, Tlumačov.

Jméno	KVH1	KS1	KVH2	KS2	R
Baryn	161,0	5,3	160,0	2,2	-1,0
Brus	157,0	1,3	159,0	1,2	2,0
Homér	160,0	4,3	160,0	2,2	0,0
Makron	163,0	7,3	166,0	8,2	3,0
Morgan	164,0	8,3	165,0	7,2	1,0
Parmas	160,0	4,3	162,0	4,2	2,0
Uran	159,0	3,3	160,0	2,2	1,0

KVH1 – KVH na začátku výcviku

KVH2 – KVH na konci výcviku

KS1 – Rozdíl oproti standardu na začátku výcviku (KVH1 – 155,7 cm)

KS2 – Rozdíl oproti standardu na konci výcviku (KVH2 – 157,8 cm)

R – Rozdíl na začátku a na konci výcviku (KVH2 – KVH1)

Standard obvodu holeně (Ohol, viz. Tab. 5) pro koně staré 24 měsíců je 23,3 cm a koně ve 28 měsících by měli dosahovat 23,6 cm. Výkyvy a změny obvodu holeně (Tab. 13) nebyly tak výrazné jako v druhém hřebčinci. Jako jediný hřebec byl v Tlumačově pod standardem pouze hřebce Brus (-0,3 cm), ale do konce výcviku tuto negativní bilanci snížil (-0,1 cm).

Tab. 13 – Ohol a odchylky od standardu, rozdíl v Ohol na začátku a konci výcviku, Tlumačov.

Jméno	Ohol1	OS1	Ohol2	OS2	R
Baryn	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Brus	23,0	-0,3	23,5	-0,1	0,5
Homér	23,5	0,2	24,0	0,4	0,5
Makron	24,0	0,7	24,5	0,9	0,5
Morgan	24,5	1,2	25,0	1,4	0,5
Parmas	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0
Uran	24,0	0,7	24,0	0,4	0,0

Ohol1 – Ohol na začátku výcviku

Ohol2 – Ohol na konci výcviku

OS1 – Rozdíl oproti standardu na začátku výcviku (Ohol1 – 23,3 cm)

OS2 – Rozdíl oproti standardu na konci výcviku (Ohol2 – 23,6 cm)

R – Rozdíl na začátku a na konci výcviku (Ohol2 – Ohol1)

4.2.2 Analýza krmné dávky

Krmná dávka byla, stejně jako u druhého hřebčince, pro celou skupinu totožná a sestávala z 10 kg sena, 2 kg ovsu a 1,25 kg doplňkové krmné směsi pro hříbata Th hříbata vyrobené společností Troubecká hospodářská a. s. Seno a oves si hřebčinec produkuje vlastní. Samozřejmostí byl 24hodinový přístup k čisté vodě prostřednictvím automatických napáječek a bílý solný liz.

U krmiv se opět věnovala pozornost hlavně energii a proteinu. Na etiketě doplňkové směsi nebyla uvedena energetická hodnota, byl uveden pouze obsah hrubého proteinu. Zástupcem výrobce byla dodána hodnota stravitelné energie a následně i dopočítány stravitelné dusíkaté látky.

Analýzu sena si hřebčinec nechává zpracovat sám pravidelně, analýzu ovsu doplnili až při zpracovávání této práce.

Množství jednotlivých krmiv v krmné dávce a všechny sledované hodnoty jsou uvedeny v Tab. 14.

Tab. 14 – Obsah živin v krmivech.

Krmivo	kg v KD	SE _k	SNL _k	CP
Směs Th	1,25	11,60	122,03	173,46
Oves	2	14,50	101,85	128,90
Seno	10	7,60	41,08	74,70

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

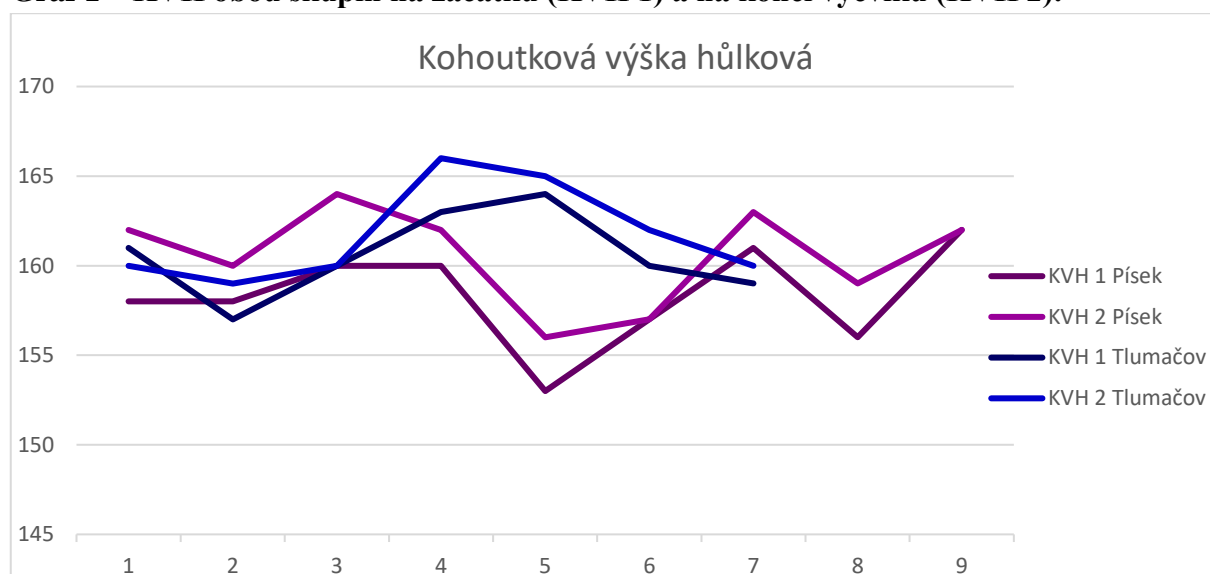
5 Výsledky

V experimentu byla pozornost zaměřena na potřebu stravitelné energie a stravitelných dusíkatých látek, které jsou na prvních přičkách ukazatelů, podle kterých lze zvolit odpovídající krmnou dávku.

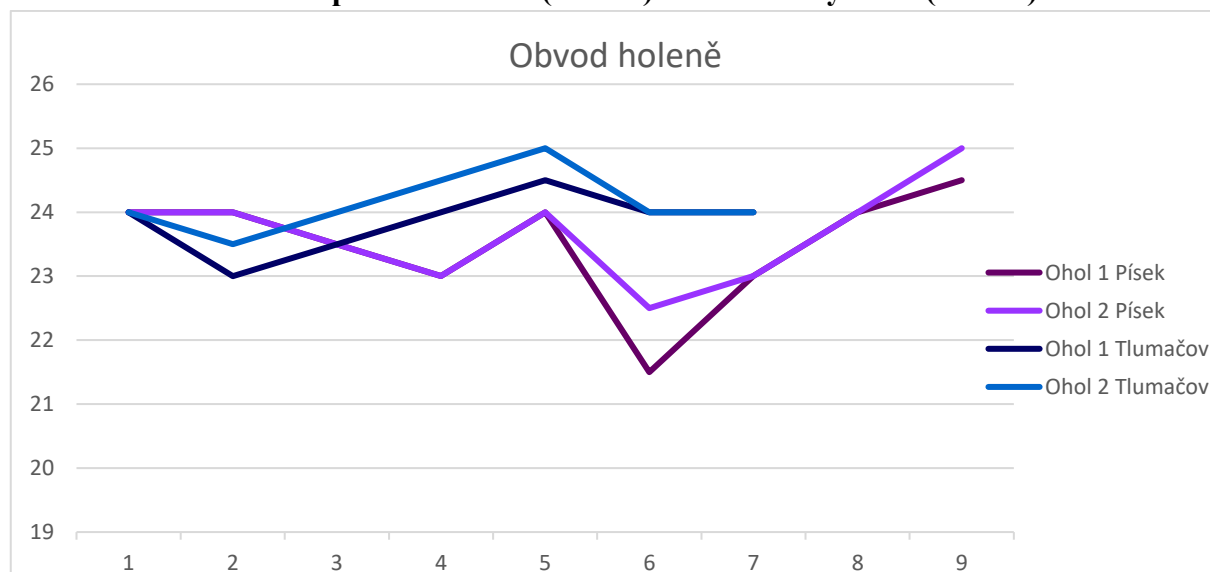
Při výpočtu potřeb živin byla zátěž koní označena jako lehká a předpokládaná živá hmotnost v dospělosti 700 kg.

V grafech 1 a 2 jsou znázorněny KVH a Ohol každé skupiny na začátku a na konci výcviku.

Graf 1 – KVH obou skupin na začátku (KVH 1) a na konci výcviku (KVH 2).



Graf 2 – Ohol obou skupin na začátku (Ohol 1) a na konci výcviku (Ohol 2).



5.1 Potřeba stravitelné energie

Energetická potřeba záchovná i pro zátěž byla určována dle dvou autorů.

Podle Zemana (2006) byla určena stravitelná energie následovně:

Záchovná potřeba

$$ZPE = 700^{0,75} (0,552 + 0,0002 \times 700) = 94,17 \text{ MJ/den}$$

Pro lehkou zátěž doporučuje autor zvýšit energetický příjem o 5–25 %. Vzhledem k věku hřebců a jejich stále probíhajícím růstu bylo zvoleno navýšení energetického příjmu o 20 %.

$$LZE = 94,17359 \times 0,2 = 18,83 \text{ MJ/den}$$

Celková potřeba stravitelné energie tedy podle Zemana (2006) odpovídá **113,01 MJ denně**.

Podle NRC (2007) byla potřeba stravitelné energie vypočítána následovně:

Záchovná potřeba

$$ZPE = 0,649 \times 700^{0,75} = 88,322 \text{ MJ/den}$$

Lehká zátěž

$$LZE = 0,0333 \times 700 \times 1,2 = 27,97 \text{ MJ/den}$$

Celková potřeba stravitelné energie podle (NRC 2007) se tedy rovná **116,294 MJ denně**.

Dále bude ve výpočtech použit průměr těchto dvou doporučení **114,651 MJ/den**.

5.2 Potřeba hrubého proteinu a stravitelných dusíkatých látek

Potřeba hrubého proteinu a stravitelných dusíkatých látek byla určena podle dvou autorů.

NRC (2007) uvádí potřebu hrubého proteinu na záchovu vzorcem:

Záchovná potřeba

$$BW \times 1,26 \text{ g CP/kg BW/d}$$

kde BW: živá hmotnost CP – hrubý protein d – denně

Z výše uvedené rovnice byl určen denní příjem 882 g hrubého proteinu.

Pro práci byla opět zvolena lehká zátěž, kterou NRC (2007) zjišťuje takto:

Lehká zátěž

$BW \times 0.089 \text{ g CP/kg BW/d}$

BW – živá hmotnost CP – hrubý protein

Pro lehkou zátěž byla zjištěna denní potřeba 62,3 g hrubého proteinu nad záchovnou potřebu.

Celkem je tedy pro obě skupiny hřebců denní potřeba hrubého proteinu **944,3 g denně**.

Mareš et al. (2008) uvádí potřebu stravitelných dusíkatých látek jako $SNL_k = 0,6 \text{ g/kg}$, tzn. denní příjem **420 g SNL_k** .

5.3 Srovnání krmných dávek

Písek

Krmná dávka v Zemském hřebčinci Písek obsahuje 92,08 MJ stravitelné energie a 577,79 g stravitelných dusíkatých látek (955,00 g NL). Srovnání s potřebou a rozdíl viz Tab. 15.

Tab. 15 – Obsah živin v krmné dávce, potřeba a rozdíl mezi nimi.

Živiny	KD	P	R
SE _k	92,08	114,65	-22,57
SNL _k	577,79	420,00	157,79
CP	955,00	944,30	10,70

KD – Obsah živin v krmné dávce P – Potřeba

R – Rozdíl (KD-P)

Tlumačov

Krmná dávka v Zemském hřebčinci Tlumačov obsahuje 119,47 MJ stravitelné energie a 767,04 g stravitelných dusíkatých látek (1221,63 g NL). Srovnání s potřebou a rozdíl viz Tab. 16.

Tab. 16 - Obsah živin v krmné dávce, potřeba a rozdíl mezi nimi.

Živiny	KD	P	R
SE _k	119,47	114,65	4,82
SNL _k	767,04	420,00	347,04
CP	1221,63	944,30	277,33

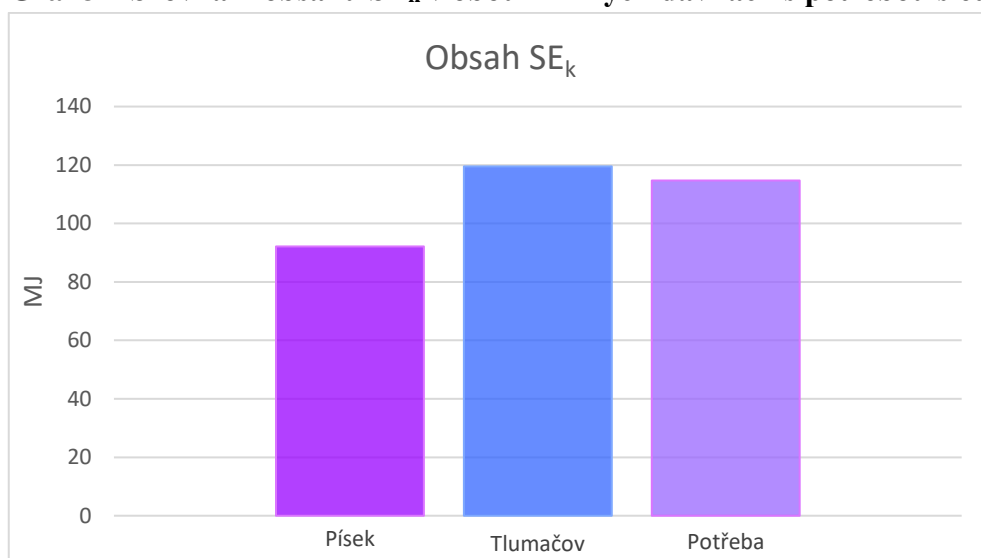
KD – Obsah živin v krmné dávce

P – Potřeba

R – Rozdíl (KD-P)

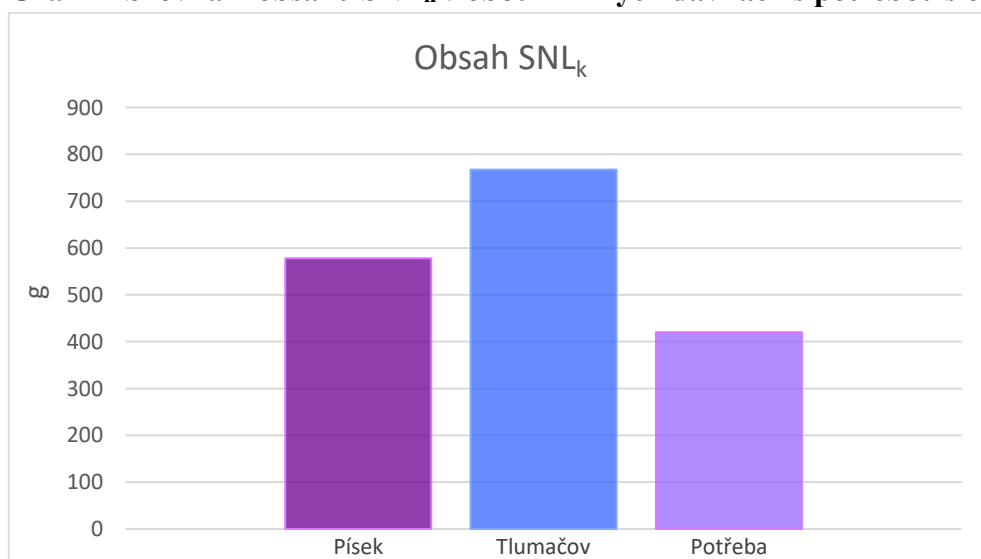
Srovnání obsahu stravitelné energie (SE_k) obou krmných dávek s potřebou stravitelné energie je zobrazeno v Grafu 3.

Graf 3 – Srovnání obsahu SE_k v obou krmných dávkách s potřebou sledovaných skupin.



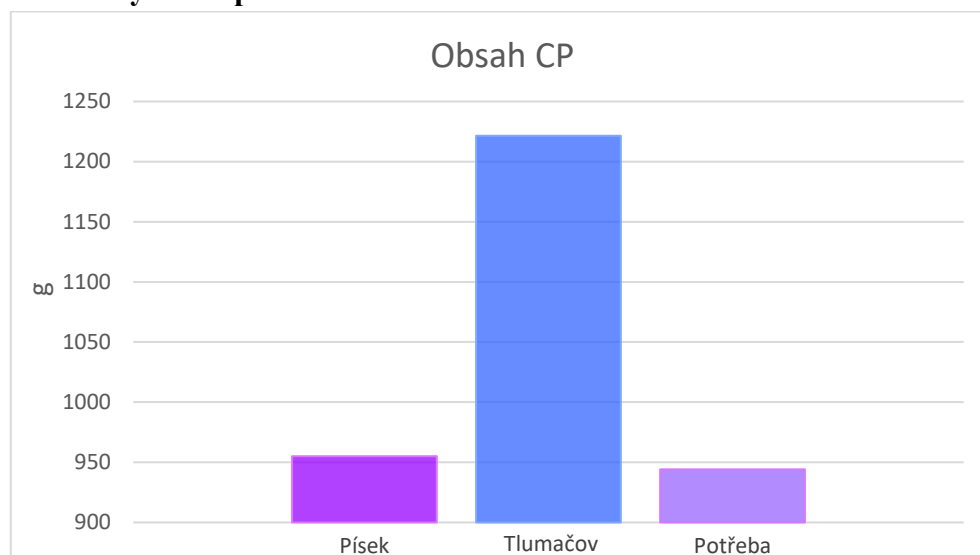
Srovnání obsahu stravitelných dusíkatých látek (SNL_k) krmných dávek obou hřebčinců s potřebou je znázorněno v Grafu 4.

Graf 4 – Srovnání obsahu SNL_k v obou krmných dávkách s potřebou sledovaných skupin.



Srovnání obsahu hrubého proteinu (CP) v krmných dávkách s potřebou hrubého proteinu je znázorněno v Grafu 5.

Graf 5 – Srovnání obsahu hrubého proteinu (CP) v obou krmných dávkách s potřebou sledovaných skupin.



Prostřednictvím analýzy rozptylů (ANOVA s opakovaným měřením) se u žádné z tělesných měř neukázal vliv krmných dávek na jejich změnu jako statisticky významný ($p > 0,05$).

Jako zajímavost se ukázalo, že změny OH a Ohol spolu pozitivně korelují, zatímco změny u ostatních tělesných měř ne. Bohužel standard pro obvod hrudi není pro tuto plemena stanoven, a tak dále nemůže být porovnáván.

5.4 Vyhodnocení hypotéz

Ze zjištění uvedených výše vyplývají závěry hypotéz jednoznačně.

První hypotéza byla zamítnuta, protože krmné dávky nepokrývají všechny potřeby vybrané skupiny hřebců v Písku.

Druhá hypotéza byla zamítnuta ze stejného důvodu – krmné dávky nepokrývají všechny potřeby vybrané skupiny hřebců v Tlumačově.

Třetí hypotéza byla potvrzena. Výživa v Tlumačově je na lepší úrovni. Navzdory faktu, že není optimální.

6 Diskuze

V našem sledování nebyly vlivy krmných dávek na žádnou z tělesných měr statisticky průkazné ($p > 0,05$). Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena malým počtem koní ve skupinách, ale roli mohou hrát i genetické předpoklady daných jedinců či vliv prostředí.

Počet koní ve sledovaných skupinách není tak lehkou řešitelnou záležitostí. Bohužel, velké populace koní, natož velké populace koní stejné kategorie a aspoň podobných plemen, jsou málokdy dostupné i u vícečetných plemen, dá se tedy předpokládat, že u chladnokrevných koní je téměř nemožné najít větší stádo, které by dopomohlo k více vypovídajícím statistickým výsledkům.

Co se týče dat a jejich dostupnosti, velkým přínosem pro získání dat skupiny ze Zemského hřebčince Písek byla komplexnost, organizovanost i dostupnost. Byli jsme schopni nalézt volně dostupná data hřebců od naskladnění do odchovny až po ukončení základního výcviku a zkoušek výkonnosti, ať už na webu či sociálních sítích hřebčince a Svazu chovatelů chladnokrevných koní.

V Zemském hřebčinci Tlumačov, pravděpodobně vlivem organizačních změn, nebyla tato data dostupná a data byla k dispozici pouze v sídle Asociace svazů chovatelů koní v podobě papírových formulářů.

Námi provedený odběr vzorků krmiv nebyl v Písku naprosto žádný problém. Personál nám vyšel vstříc a všichni byli ochotni, v případě potřeby, vypomoci.

V případě Tlumačova, kde si analýzy nechávají zpracovat pravidelně, ochotně zaslali výsledky elektronicky a případné dotazy byly okamžitě zodpovězeny.

Doplňková směs Th hřibata vyráběná firmou Troubecká hospodářská a.s. měla na etiketě uveden pouze obsah hrubého proteinu. Po konzultaci s Ing. Alenou Pechovou, vedoucí výroby krmných směsí, nám dodali hodnotu stravitelné energie, ale stravitelné dusíkaté látky pro koně nebyly k dispozici. Nebyly ani v programu, který firma využívá pro skládání krmných směsí, navzdory tomu, že směsí pro koně vyrábí několik a poskytují analýzy krmiv.

Po domluvě jsme tedy dohledali obsahy stravitelných dusíkatých látek pro koně v jednotlivých surovinách směsi a Ing. Pechová v softwaru firmy následně spočítala obsah stravitelných dusíkatých látek pro koně v jejich krmné směsi.

Nyní k samotnému živinovému složení krmných dávek – v námi sledovaných chovech je vysoký obsah stravitelných dusíkatých látek, dále v Písku je nedostatek stravitelné energie, zatímco v Tlumačově je opravdu lehký nadbytek.

V Písku chybí 20 % z celkové energetické potřeby koní a obsah stravitelných dusíkatých látek je překročen o 38 %. Zajímavé je, že potřeba hrubého proteinu je pokryta téměř přesně, překračuje potřebu pouze o 1 %.

V Tlumačově se naopak vyskytl lehký přebytek stravitelné energie, který činí 4 % z celkové potřeby, dá se tedy říci, že energetická potřeba této skupiny je pokryta. Naopak příjem stravitelných dusíkatých látek překračuje 83 % denní potřeby, hrubý protein je překročen o 29 %.

Nadměrný obsah hrubého proteinu se zdá být v chovech častým úkazem. Honoré & Uhlinger (1994) sledovali živinové složení krmných dávek u chovatelů v Severní Karolíně a v 70 % krmných dávek se vyskytoval vyšší obsah hrubého proteinu a zároveň nedostatek stravitelné energie ve 22 % krmných dávek. Nadbytek energie se vyskytoval ve 44 % případů, což se doplňovalo s poměrně častým problémem obezity u těchto koní. Nadbytek energie je podle Honoré & Uhlingera (1994) častým problémem, který se vyskytuje u mnoha soukromých majitelů. Majitelé se často snaží sestavit krmné dávky svých koní sami s nedostatkem odborných informací. Pouze malá část soukromých majitelů vyhledává radu odborníka (veterináře či výživového poradce), pokud mají dotazy nebo si nejsou něčím jisti.

Poměrně znepokojující v našem sledování bylo kvalitativní složení sena. Tento problém může být způsoben mnoha faktory, od půdních vlastností po skladování, tudíž lze těžko určit příčinu.

V porovnání s hodnotami uvedenými Vyskočilem et al. (2008) dosahuje seno z Písku 57 % a z Tlumačova 63 % hodnoty SE_k pro luční seno.

Z dostupných krmiv by v obou podnicích bylo možné sestavit krmné dávky, které by splňovaly živinové potřeby.

V Písku by vhodná krmná dávka byla tvořena 10 kg sena, 2 kg travní siláže o vyšší sušíně a 1,25 kg ovsa, viz Tab. 17.

Tab. 17 – Složení nové krmné dávky pro Písek.

Krmivo	kg v KD	SE_k	SNL_k	CP
Siláž	2	7,73	57,49	108,20
Oves	1,25	14,07	99,79	126,30
Seno	10	8,26	37,07	67,40

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

Přehled obsahu živin v nové KD je uveden v Tab. 18. Samozřejmě by bylo velmi žádoucí zlepšit kvalitu objemných krmiv, poté by se hodnoty měnily.

Tab. 18 – Srovnání živin v nové krmné dávce s potřebami pro Písek.

Živiny	KD	P	R
SE _k	115,60	114,65	0,95
SNL _k	610,37	420,00	190,37
CP	1048,28	944,30	103,98

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

V Tlumačově by odpovídající krmná dávka složená z dostupných surovin vypadala následovně: 13 kg sena a 1,25 kg ovsa. Je nutné upozornit, že používaná doplňková směs je určena koním do 24 měsíců, vzhledem k tomu, že hřebci na konci výcviku dosáhnou 28. měsíce, tak by bylo vhodné směs úplně vyřadit, jako v návrhu nové krmné dávky, která je tedy složená pouze ze dvou krmiv, viz Tab. 19, nebo vyměnit a zařadit další krmiva, což by otevřelo více možností úpravy receptury.

Tab. 19 – Složení nové krmné dávky pro Tlumačov.

Krmivo	kg v KD	SE_k	SNL_k	CP
Směs Th	0	11,60	122,03	173,46
Oves	1,25	14,50	101,85	128,90
Seno	13	7,60	41,08	74,70

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

Přehled živinového složení nové KD je uveden v Tab. 20.

Tab. 20 – Srovnání živin v nové krmné dávce s potřebami pro Tlumačov.

Živiny	KD	P	R
SE _k	116,88	114,65	2,22
SNL _k	661,36	420,00	241,36
CP	1132,23	944,30	187,93

kg v KD – Množství v krmné dávce

SE_k – Stravitelná energie pro koně (MJ/kg)

CP – Hrubý protein (g/kg)

SNL_k – Stravitelné dusíkaté látky pro koně (g/kg)

U obou skupin je samozřejmostí ad libitní přístup k čisté vodě a bílý solný liz. Bylo by vhodné přidávat vitamino-minerální doplňěk.

Při přidání jiných krmiv do krmných dávek by bylo vhodné zkusit uhradit část energii rostlinnými oleji, které jsou stravitelnější a méně zatěžují organismus než klasická jadrná krmiva. Scott et al. (1989) zkoumali vliv přidání olejů do krmiva u 24 jednoletých koní Quarter Horse, které rozdělili na tři skupiny (kontrolní skupina, 5 % a 10 % přidaného tuku v krmivu). U skupiny s nejvyšším obsahem tuku byl pozorován menší příjem krmiva a lepší stravitelnost energie (65,6 %) i proteinu (75,2 %) než u skupiny s nižším množstvím přidaného tuku (stravitelnost energie 63,6 %, stravitelnost proteinu 66,1 %) či u skupiny kontrolní (stravitelnost energie 61,4 %, stravitelnost proteinu 63,7 %). Skupina s nejvyšším obsahem tuku měla také nejvyšší přírůstky.

Zajímavé je, že i forma úpravy krmiv také může ovlivnit příjem krmiva a růst. Jelikož jsou krmiva v obou hřebčincích zkrmována neupravená, je možné, že úprava by některý z těchto ukazatelů ovlivnila. Např. alespoň namačkání ovsu by určitě stravitelnost krmiva zvýšila.

Andrew et al. (2006) zkrmovali stejnou krmnou dávku dvěma skupinám koní. Dávka HG byla sestavena ze směsi neupraveného jadrného krmiva a senných lisovaných kostek v poměru 1:1 a dávka P obsahovala totožné suroviny, pouze semleté a granulované. Průměrný denní přírůstek byl o 50 % vyšší u skupiny s krmnou dávkou P a byla statisticky průkazná. I množství koňmi nesežraného krmiva (rozdupané seno apod.) se snížilo s krmnou dávkou P o 42 %.

Při našem sledování růstových parametrů koní v obou skupinách jsme došli k názoru, že pokrytá potřeba stravitelné energie u skupiny v Tlumačově by mohla mít vliv na častější nadstandardní míry. Tato domněnka může být potvrzena i výsledky o uchovnění hřebců u obou skupin. V Tlumačově byli dva hřebci ČMB (Morgan, Parmas) uznáni plemeníky, zatímco v Písku byl uznán pouze jeden hřebec plemene Norik (Venouš).

Vzhledem k tomu, že je pozornost chovatelů a majitelů upřena na teplokrevná plemena, jsou chov i výživa chladnokrevníků často opomíjená témata. I proto lze chápat malý počet zdrojů informací a nízkou, téměř nulovou, poptávku z řad chovatelů, majitelů či laické veřejnosti po informacích ohledně chladnokrevníků.

Ale plemenitba teplokrevných koní v České republice není závislá na těchto státních institucích (Zemský hřebčinec Písek 2018), jejich cílem je být stabilizačním prvkem v chovu teplokrevných koní. Naopak, u chladnokrevných plemen je jejich chov většinou závislý na těchto hřebčincích, jelikož nesou rozhodující část zajištění plemenitby těchto plemen (Zemský hřebčinec Písek 2018). Oba hřebčince zajišťují také odchov, ranou testaci, základní výcvik

a zkoušky výkonnosti potenciálních plemeníků, což ještě zvyšuje rozsah působení hřebčinců v chovu těchto plemen.

Nižší pozornost věnovaná výživě těchto mladých, rostoucích a pracujících koní je tedy i odrazem trendů ve společnosti kolem koní. Projevem nepozornosti v těchto detailech je v ZH Tlumačov např. zkrmování nevhodné doplňkové směsí, jelikož směs Th hříbata je určena koním do 24 měsíců, hřebci nastupovali do výcviku ve 24 měsících, ukončovali výcvik ve věku 28 měsíců. V Písku se neprovádí žádná analýza krmiv, což neumožňuje prevenci, ani zjištění nízké kvality objemných krmiv, která bohužel nastala. I tato chyba v kontrole kvality mohla být důvodem, proč byl v Písku uznán pouze jeden norický hřebec ze skupiny jako plemeník, zatímco v Tlumačově, i přes menší počet koní ve skupině, byly uznány jako plemeníci dva hřebci Českomoravského belgického koně.

V obou případech navrhuji posílit řady personálu, což by poskytlo více prostoru i času na odběr a odeslání vzorků krmiv k analýze, případně i průběžnou úpravu krmných dávek s postupujícím růstem, příp. měnící se zátěží. Personální zajištění těchto záležitostí by pak neovlivnilo denní harmonogram, a tedy ani plynulý chod stájí.

7 Závěr

Cílem práce bylo zjistit a porovnat úrovně výživy dvouletých chladnokrevných hřebců ve dvou státních hřebčincích. Sledovanými živinami byla stravitelná energie, hrubý protein a stravitelné dusíkaté látky. Potřeby hřebců byly vypočítány podle Zemana (2006), NRC (2007) a Mareše et al. (2008).

Energetická potřeba hřebců byla splněna v ZH Tlumačov. V Písku krmná dávka zdaleka nepokrývala energetickou potřebu skupiny. V obou hřebčincích je potřeba hrubého proteinu a stravitelných dusíkatých látek výrazně překročena. Což není nutně dáno krmivy použitými v krmných dávkách – v případě názoru, že krmné dávky z ovsa, sena, popř. travní siláže o vyšší sušině, jsou zastaralé. V obou podnicích existuje poměrně jednoduchý postup, jak sestavit vyhovující krmné dávky.

Poměrně překvapující byly samotné výsledky analýzy krmiv. V obou hřebčincích je seno velmi podprůměrné kvality, i když ZH Tlumačov se řídí vlastními analýzami a upravil systém hnojení pro následující vegetační období. Naopak oves odpovídal referenčním hodnotám. Travní siláž o vyšší sušině je také horší kvality, což může být předpokládáno již z kvalitativního složení sena.

Růstové standardy jsou volně dostupné na webu Svazu chovatelů chladnokrevných koní i webu Asociace svazů chovatelů koní, a tak by mohly chovatelům sloužit jako možnost kontroly růstu při chovu plemenných zvířat. Bohužel standardy nejsou aktualizované pravidelně, takže nyní nejsou úplně spolehlivým ukazatelem. Naposledy byly nahrány na web Svazu chovatelů chladnokrevných koní (SCHCHK) v letošním roce, ale na web Asociace svazů chovatelů koní (ASCHK) v roce 2004, dá se tedy předpokládat, že standardy jsou staré 15 let anebo více. Nahrání na web nemusí znamenat, že byly nově stanoveny. Dle mého názoru, může rozdíl minimálně 15 let hrát významnou roli. Pokud by do budoucna aktualizace dat, ze strany Asociace či Svazu chovatelů chladnokrevných koní, byla realizovaná, mohlo by to mít pozitivní vliv na vývoj plemen do budoucna a určitě i chovatelé by měli větší možnost kontroly růstu jejich koní, ať už plemenných, či nikoliv.

Jezdeckému sportu kralují teplokrevná plemena, pravděpodobně i kvůli tomu vzbuzuje výživa chladnokrevných koní velmi nízký zájem. A vzhledem k tomu, že o zařazení do plemenitby se majoritně uchází dvouletí hřebci, je nutné zvážit nejen pracovní zátěž těchto mladých koní, ale zároveň i jejich stále probíhající růst.

Hypotéza 1, ani hypotéza 2 se nepotvrdily. Krmná dávka ani jednoho hřebčince nesplňuje potřeby vybraných živin svých dvouletých chladnokrevných hřebců.

Hypotéza 3 byla potvrzena, v ZH Tlumačov je krmná dávka lepší než v Písku, což jsem předpokládala z toho důvodu, že ZH Tlumačov aspoň provádí analýzy sena, podle kterých mohou dělat opatření ve své rostlinné výrobě. Krmná dávka hřebců z Tlumačova byla energeticky vyvážená, ačkoliv obsah stravitelných dusíkatých látek byl daleko vyšší než potřeba. Nejspíš i kvůli lepší krmné dávce, která pokrývá potřebu stravitelné energie, nakonec byli dva hřebci Českomoravského belgického koně z Tlumačova (Morgan, Parmas) uznáni plemeníky, navzdory menšímu počtu hřebců ve skupině (7 koní). V Písku, kde nebyla pokryta energetická potřeba hřebců a zároveň, stejně jako v Tlumačově, byl vysoký obsah stravitelných dusíkatých látek, byl uznán plemeníkem pouze jeden norický hřebec (Venouš), i když bylo více koní ve skupině (9 koní).

Závěrem bych ráda shrnula a upozornila, že stav výživy v ZH Písek a ZH Tlumačov rozhodně není žádným extrémem, koně jsou v dobrém výživném stavu, celková péče o (nejen) tyto hřebce je vynikající. Ale protože toto jsou jediné zemské hřebčince, představitelé státního chovu, nesou si určitou povinnost (minimálně předpoklad) jít příkladem zbytku „jezdeckého světa“, alespoň v České republice.

8 Citovaná literatura

- Agabriel J, Martin-Rosset W, Robelin J. 1984. Croissance et besoins du poulain. Pages 371-384 in *Le cheval: reproduction, sélection, alimentation, exploitation : exposés présentés au XIIIe Journées du Grenier de Theix, 25-26-27 novembre 1981*, Centre de recherches zootechniques et vétérinaires de Theix. Institut national de la recherche agronomique, Paris.
- Ammerman C. 1970. Recent Developments in Cobalt and Copper in Ruminant Nutrition: A Review. *Journal of Dairy Science* **vol. 53**:1097-1107. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030270863536>.
- Argenzio R, Hintz H. 1970. Glucose tolerance and effect of volatile fatty acid on plasma glucose concentration in ponies. *Journal of Animal Science* **30**:514-519.
- Auer D, NG J, Seawright A. 1988. Assessment of copper and zinc status of farm horses and training thoroughbreds in south-east Queensland. *Australian Veterinary Journal* **vol. 65**:317-320. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1751-0813.1988.tb14514.x>.
- Ayala I, Rodriguez M, Martin T, Aguirre C, Ruiz I, Sarria R, Gil F. 2016. Equine Motor Neuron Disease in a Knabstrupper Horse. *ISRAEL JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE* **71**:47-51.
- Baalsrud K, Øvernes G. 1986. Influence of vitamin E and selenium supplement on antibody production in horses. *Equine Veterinary Journal* **vol. 18**:472-474. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03694.x>.
- Bailey L, Caudill A. 2012. Folate. Pages 321-341 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Bettendorf L. 2012. Thiamin. Pages 261-279 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Bird J. 2004. Chov koní přirozeným způsobem: přirozený způsob chovu koní a péče o jejich zdraví a dobrou výkonnost. Slovart, V Praze.
- Bridges C, Womack J, Harris E, Scrutchfield W. 1984. Considerations of copper metabolism in osteochondrosis of suckling foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **185**:173-178.

- Buchholz-Bryant M, Baker L, Pipkin J, Mansell B, Haliburton J, Bachman R. 2001. The effect of calcium and phosphorus supplementation, inactivity, and subsequent aerobic training on the mineral balance in young, mature, and aged horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 21**:71-77. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080601700962>.
- Butudom P, Schott H, Davis M, Kobe C, Nielsen B, Eberhart S. 2002. Drinking salt water enhances rehydration in horses dehydrated by frusemide administration and endurance exercise. *Equine Veterinary Journal* **vol. 34**:513-518. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05475.x>.
- Carbery J. 1978. Osteodysgenesis in a foal associated with copper deficiency. *New Zealand Veterinary Journal* **vol. 26**:279-279. Available from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00480169.1978.34566>.
- Coenen M. 1988. Results of experimentally-induced equine chloride deficiency. *Zeitschrift für Tierphysiologie Tierernährung und Futtermittelkunde (Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition)* **60**:37-38.
- Coenen M. 2005. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livestock Production Science* **vol. 92**:131-145. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301622604002325>.
- Connor W. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* **vol. 71**:171S-175S. Available from <https://academic.oup.com/ajcn/article/71/1/171S/4729333>.
- Cymbaluk N, Schryver H, Hintz H. 1981. Copper metabolism and requirements in mature ponies. *Journal of Nutrition* **111**:87-95.
- Černocký A, Procházka L. 2012. Zemský hřebčinec Tlumačov: Provincial Stud Farm Tlumačov = Landgestüt Tlumačov, 1.. Dalibor Gregor, Opava.
- Davies M. 1971. The metabolism of B12 in the horse. *British veterinary journal* **127**:34.
- De Behr V, Daron D, Gabriel A, Remy B, Dufrasne I, Serteyn D, Istasse L. 2003. The course of some bone remodelling plasma metabolites in healthy horses and in horses offered a calcium-

- deficient diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **vol. 87**:149-159. Available from <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1439-0396.2003.00428.x>.
- Dill S, Rebhun W. 1985. White muscle disease in foals. *Compendium on continuing education for the practising veterinarian* **7**:627.
- Divers T. 2005. Equine motor neuron disease. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 25**:238. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080605001437>.
- Doreau M, Boulot S, Bauchart D, Barlet J, Martin-Rosset W. 1992. Voluntary intake, milk production and plasma metabolites in nursing mares fed two different diets. *Journal of Nutrition* **122**:992-999.
- Doreau M, Boulot S, Martin-Rosset W, Robelin J, Dubroeuq H, Lefaivre R. 1986. Relationship between nutrient intake, growth and body composition of the nursing foal. *Reproduction Nutrition Développement* **vol. 26**:683-690. Available from <http://www.edpsciences.org/10.1051/rnd:19860422>.
- Dunnett C, Marlin D, Harris R. 2002. Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolic adaptation. *Equine Veterinary Journal* **vol. 34**:75-80. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05395.x>.
- Dušek J. 2011. *Chov koní, Vyd. 3.. Brázda, Praha.*
- Dvořáčková J, Doležal P, Hladký J, Vyskočil I. 2011. *Hodnocení výživné hodnoty krmiv. Mendelova univerzita v Brně, Brno.* Available from http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/index.php (accessed 2019-04-02).
- Dyce K, Sack W, Wensing C. 2010. *Textbook of veterinary anatomy, 4th ed.. Saunders Elsevier, St. Louis.*
- Eaton M, Hodgson D, Evans D, Bryden W, Rose R. 1995. Effect of a diet containing supplementary fat on the capacity for high intensity exercise. *Equine Veterinary Journal* **vol. 27**:353-356. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1995.tb04951.x>.
- Ecke P, Hodgson D, Rose R. 1998. Induced diarrhoea in horses part 1: Fluid and electrolyte balance. *The Veterinary Journal* **vol. 155**:149-159. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1090023398800105>.

- El Shorafa W, Feaster J, Ott E. 1979. Horse metacarpal bone: age, ash content, cortical area, and failure-stress interrelationships. *Journal of Animal Science* **49**:979-982.
- Essen-Gustavson B, Blomstrand E, Karlstrom K, Lindholm A, Persson S. 1991. Influence of diet on substrate metabolism during exercise. Pages 288-298 in *Equine exercise physiology 3: Proceedings of the 3rd International Conference on Equine Exercise Physiology*. ICEEP Publications, Upsala, USA.
- Fan A, Kizer K. 1990. Selenium: nutritional, toxicologic and clinical aspects. *Western Journal of Medicine* **153**:160-167.
- Ferland G. 2012. Vitamin K. Pages 230-247 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. Available from <http://doi.wiley.com/10.1002/9781119946045.ch15>.
- Finley J. 2005. Selenium Accumulation in Plant Foods. *Nutrition Reviews* **vol. 63**:196-202. Available from <http://doi.wiley.com/10.1301/nr.2005.jun.196-202>.
- Flaminio F, Rush B. 1998. Fluid and electrolyte balance in endurance horses. *Veterinary Clinics of North America-Equine Practice* **14**:147-158.
- Freeman D, Cymbaluk N, Schott H, Hinchcliff K, McDonnell S, Kyle B. 1999. Clinical, biochemical, and hygiene assessment of stabled horses provided continuous or intermittent access to drinking water. *American journal of veterinary research* **60**:1445-1450.
- Freeman D, Potter G, Schelling G, Kreider J. 1988. Nitrogen Metabolism in Mature Horses at Varying Levels of Work. *Journal of Animal Science* **vol. 66**:407-412. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/66/2/407-412/4695661>.
- Glinsky M, Smith R, Spires H, Davis C. 1976. Measurement of Volatile Fatty Acid Production Rates in the Cecum of the Pony. *Journal of Animal Science* **vol. 42**:1465-1470. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/42/6/1465-1470/4701951>.
- Grace N, Pearce S, Firth E, Fennessy P. 1999. Content and distribution of macro- and micro-elements in the body of pasture-fed young horses. *Australian Veterinary Journal* **vol. 77**:172-176. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1751-0813.1999.tb11228.x>.

- Groenendyk S, English P, Abetz I. 1988. External balance of water and electrolytes in the horse. *Equine Veterinary Journal* **vol. 20**:189-193. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01497.x>.
- Hargreaves B, Kronfeld D, Waldron J, Lopes M, Gay L, Saker K, Cooper W, Sklan D, Harris P. 2002. Antioxidant status of horses during two 80-km endurance races.. *Journal of Nutrition* **132**:1781-1783.
- Harking J, Morris G, Tulley R, Nelson A, Kamerling S. 1992. Effect of added dietary fat on racing performance in thoroughbred horses. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 12**:123-129. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080606812955>.
- Harrington D. 1982. ACUTE VITAMIN-D2 (ERGOCALCIFEROL) TOXICOSIS IN HORSES - CASE-REPORT AND EXPERIMENTAL STUDIES. *JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION* **180**:867-873.
- Harrington D, Page E. 1983. ACUTE VITAMIN-D3 TOXICOSIS IN HORSES - CASE-REPORTS AND EXPERIMENTAL STUDIES OF THE COMPARATIVE TOXICITY OF VITAMIN-D2 AND VITAMIN-D3. *JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION* **182**:1358-1369.
- Higgins G, Martin S. 2012. *Horse anatomy for performance*, Digital ed.. DAVID & CHARLES, UK, Newton Abbot.
- Hiney K. 2017. *Nutrient Needs of Horses*. OCES, Stillwater, Oklahoma. Available from <http://factsheets.okstate.edu/documents/ansi-3997-nutrient-needs-of-horses/> (accessed 2017-12-30).
- Hinchcliff K, McKeever K, Schmall L, Kohn C, Muir W. 1990. Renal and systemic hemodynamic responses to sustained submaximal exertion in horses. *American Journal of Physiology* **258**:1177-1183.
- Hintz H. 1997. Straight from the horse's mouth: Nutritional secondary hyperparathyroidism still happens. *Equine Practice* **19**:5-6.
- Hintz H, Argenzio R, Schryver H. 1971. Digestion Coefficients, Blood Glucose Levels and Molar Percentage of Volatile Acids in Intestinal Fluid of Ponies Fed Varying Forage-Grain Ratios.

- Journal of Animal Science **vol. 33**:992-995. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/33/5/992-995/4666827>.
- Hintz H, Schryver H. 1972. Magnesium metabolism in the horse. *Journal of Animal Science* **35**:755.
- Hintz H, Schryver H. 1973. Magnesium, calcium, and phosphorus metabolism in ponies fed varying levels magnesium. *Journal of Animal Science* **37**:927-930.
- Hintz H, Schryver H, Lowe J, King J, Krook L. 1973. EFFECT OF VITAMIN-D ON CA AND P METABOLISM IN PONIES. *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE* **37**:282.
- Hodgson D, McCutcheon L, Byrd S, Brown W, Bayly W, Brengelmann G, Gollnick P. 1993. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. *Journal of Applied Physiology* **vol. 74**:1161-1170. Available from <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1993.74.3.1161>.
- Holland J, Kronfeld D, Rich G, Kline K, Fontenot J, Meacham T, Harris P. 1998. Acceptance of fat and lecithin containing diets by horses. *Applied Animal Behaviour Science* **vol. 56**:91-96. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159197001019>.
- Holland J, Kronfeld D, Meacham T. 1996. Behavior of horses is affected by soy lecithin and corn oil in the diet. *Journal of Animal Science* **vol. 74**:1252-1255. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/74/6/1252-1255/4624769>.
- Honoré E, Uhlinger C. 1994. Equine feeding practices in central north carolina: a preliminary survey. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 14**:424-429. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080606820095>.
- Hotz C, Fitzpatrick D, Trick K, L'Abbe M. 1997. Dietary iodine and selenium interact to affect thyroid hormone metabolism of rats. *Journal of nutrition* **127**:1214-1218.
- Haupt K, Eggleston K, Kunkle K, Haupt T. 2000. Effect of water restriction on equine behaviour and physiology. *Equine Veterinary Journal* **32**:341-344.
- Husulak M, Lohmann K, Gabadage K, Wojnarowicz C, Marquez F. 2016. Equine motor neuron disease in 2 horses from Saskatchewan. *CANADIAN VETERINARY JOURNAL-REVUE VETERINAIRE CANADIENNE* **57**:771-776.

- Hymøller L, Jensen S. 2015. We Know Next to Nothing About Vitamin D in Horses!. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 35**:785-792. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080615004177>.
- Hyypä S, Saastamoinen M, Pösö A. 1999. Effect of a post exercise fat-supplemented diet on muscle glycogen repletion. *Equine Veterinary Journal* **vol. 31**:493-498. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05272.x>.
- Jansson A, Dahlborn K. 1999. Effects of feeding frequency and voluntary salt intake on fluid and electrolyte regulation in athletic horses. *Journal of Applied Physiology* **86**:1610-1616.
- Jarrige R, Martin-Rosset W. 1984. Le cheval: reproduction, sélection, alimentation, exploitation : exposés présentés au XIIIe Journées du Grenier de Theix, 25-26-27 novembre 1981, Centre de recherches zootechniques et vétérinaires de Theix. Institut national de la recherche agronomique, Paris.
- Johnson P. 1995. Electrolyte and Acid-Base Disturbances in the Horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **vol. 11**:491-514. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917303127>.
- Johnston C. 2012. Vitamin C. Pages 248-260 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Josseck H, Zenker W, Geyer H. 1995. Hoof horn abnormalities in Lipizzaner horses and the effect of dietary biotin on macroscopic aspects of hoof horn quality. *Equine Veterinary Journal* **vol. 27**:175-182. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1995.tb03060.x>.
- Katz L, O'Dwyer S, Pollock P. 2009. Nutritional muscular dystrophy in a four-day-old Connemara foal. *Irish Veterinary Journal* **vol. 62**:119-. Available from <http://irishvetjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-0481-62-2-119>.
- Kienzle E, Radicke S, Wilke W, Landes E, Meyer H. 1992. Preileal starch digestion in relation to source and preparation of starch. *Pferdeheilkunde*:103-106.
- Kingston J, Geor R, McCutcheon L. 1997. Use of dew-point hygrometry, direct sweat collection, and measurement of body water losses to determine sweating rates in exercising horses. *American Journal of Veterinary Research* **58**:175-181.

- Kronfeld D. 1996. Dietary fat affects heat production and other variables of equine performance, under hot and humid conditions. *Equine Veterinary Journal* **vol. 28**:24-34. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1996.tb05028.x>.
- Kronfeld D, Holland J, Rich G, Meacham T, Fontenot J, Sklan D, Harris P. 2004. Fat digestibility in *Equus caballus* follows increasing first-order kinetics¹. *Journal of Animal Science* **vol. 82**:1773-1780. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/82/6/1773/4790351>.
- Kronfeld D, Custalow S, Ferrante P, Taylor L, Wilson J, Tiegs W. 1998. Acid–base responses of fat-adapted horses: relevance to hard work in the heat. *Applied Animal Behaviour Science* **vol. 59**:61-72. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016815919800121X>.
- Kronfeld D. 2001. Body fluids and exercise: Replacement strategies. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 21**:368-375. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080601700032>.
- Laus F, Faillace V, Tesei B, Paggi E, Serri E, Marini C, Marvasi L, Vullo C, Spaterna A. 2017. Effect of Thiamine Pyrophosphate (Bicarbossilasi®) Administration on the Exercising Horse Metabolism. *Israel Journal of Veterinary Medicine* **2**:15-21.
- Lewis L. 1995. Feeding and care of the horse, 2nd ed.. Baltimore.
- Lofstedt J. 1997. White muscle disease of foals. *VETERINARY CLINICS OF NORTH AMERICA-EQUINE PRACTICE* **13**:169-185.
- Luthersson N, Chunekamrai S, Estepa J, Aguilera-Tejero E. 2005. Secondary nutritional hyperparathyroidism in ponies in Northern Thailand. *Pferdeheilkunde* **21**:97-98.
- Mareš P, Šišková P, Zeman L, Večerek M. 2008. Úprava surovin a doplňkové krmné směsi. *Jezdectví* **2**:22-23. Pražská vydavatelská společnost s. r. o.
- Marlin D, Fenn K, Smith N, Deaton C, Roberts C, Harris P, Dunster C, Kelly F. 2002. Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. *Journal of Nutrition* **132**:1622-1627.
- McCormick D. 2012. Riboflavin. Pages 280-292 in *Present knowledge in nutrition*, 10th ed.. International Life Sciences Institute, Ames.

- McCutcheon L, Geor R, Ecker G, Lindinger M. 1999. Equine sweating responses to submaximal exercise during 21 days of heat acclimation. *Journal of Applied Physiology* **87**:1843-1851.
- McCutcheon L, Geor R. 1998. Sweating: Fluid and Ion Losses and Replacement. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **vol. 14**:75-95. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917302134>.
- McDowell L. 1989. *Vitamins in animal nutrition: Comparative aspects to human nutrition*, 1.. Academic Press, San Diego.
- McDowell L. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*, 2nd ed.. Iowa State University Press, Ames.
- Medina B, Girard I, Jacotot E, Jullian 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.
- Mello J. 2003. Calcinosis—calcinogenic plants. *Toxicon* **vol. 41**:1-12. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041010102002416>.
- Merck M, Moses M, Aiello S. 2016. *Merck Veterinary Manual*, 11th ed.. Merck & Company, Incorporated, Rahway, NJ.
- Meyer H, Coenen M. 2003. *Krmení koní: současné trendy ve výživě*, Vyd. 1.. Ikar, Praha.
- Misař D. 2011. *Vývoj chovu koní v Čechách, na Moravě a na Slovensku*, 1.. Nakladatelství Brázda, s. r. o., Praha.
- Moore-Colyer M, Hyslop J, Longland A, Cuddeford D. 2000. Intra-caecal fermentation parameters in ponies fed botanically diverse fibre-based diets. *Animal Feed Science and Technology* **vol. 84**:183-197. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840100001176>.
- Moore R, Kohn C. 1991. Nutritional muscular-dystrophy in foals. *COMPENDIUM ON CONTINUING EDUCATION FOR THE PRACTICING VETERINARIAN* **13**:476.
- Morgan K, Ehrlemark A, Sällvik K. 1997. Dissipation of heat from standing horses exposed to ambient temperatures between -3°C and 37°C . *Journal of Thermal Biology* **vol. 22**:177-186. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306456597000077>.

- Murase H, Sakai S, Kusano K, Hobo S, Nambo Y. 2013. Serum Zinc Levels and Their Relationship with Diseases in Racehorses. *Journal of Veterinary Medical Science* **vol. 75**:37-41.
- Nielsen B, Potter G, Greene L, Morris E, Murray-Gerzik M, Smith W, Martin M. 1998. Response of young horses in training to varying concentrations of dietary calcium and phosphorus. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 18**:397-404. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080698805868>.
- Norman A, Henry H. 2012. Vitamin D. Pages 199-213 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- NRC . 2005. *Mineral tolerance of animals*, 2nd rev. ed.. National Academies Press, Washington, D.C.
- NRC . 2007. *NRC: Nutrient requirements of horses*, 6th rev. ed.. National Academies Press, Washington, D.C.
- Olbertová M. 2019. Svaz chovatelů chladnokrevných koní N, SN a ČMB. estranky.cz. Available from www.schchk.estranky.cz (accessed 2019-04-01).
- Oldham S, Potter G, Evans J, Smith S, Taylor T, Barnes W. 1990. Storage and mobilization of muscle glycogen in exercising horses fed a fat-supplemented diet. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 10**:353-359. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080606800961>.
- Orton R, Hume I, Leng R. 1985. Effects of level of dietary protein and exercise on growth rates of horses. *Equine Veterinary Journal* **vol. 17**:381-385. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1985.tb02529.x>.
- Ott E, Asquith R, Feaster J. 1981. Lysine Supplementation of Diets for Yearling Horses³. *Journal of Animal Science* **vol. 53**:1496-1503. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/53/6/1496-1503/4654175>.
- Pagan J. 2009. *Advances in equine nutrition IV*, 1. publ.. Nottingham University Press, Nottingham.
- Pagan J. 2014. Nutriční management koně. Available from <http://docplayer.cz/2070788-Nutricni-management-kone.html> (accessed 2017-12-31).

- Pagan J, Essen-Gustavsson B, Lindholm A, Thornton J. 1987. The effect of dietary energy source on exercise performance in Standardbred horses. Pages 686-799 in Equine exercise physiology 2: proceedings of the Second International Conference on Equine Exercise Physiology, San Diego, California, August 7-11, 1986. ICEEP Publications, Davis, Calif.
- Pagan J, Harris P, Brewster-Barnes T, Jackson S. 1998. The effect of exercise on the digestibility of an all FORAGE or MIXED diet in Thoroughbred horses. *Advances in Equine Nutrition*:65.
- Pagan J, Kane E, Nash D. 2005. Form and source of tocopherol affects Vitamin E status in Thoroughbred horses. *Pferdeheilkunde* **21**:101-102.
- Patterson P, Coon C, Hughes I. 1985. Protein Requirements of Mature Working Horses. *Journal of Animal Science* **vol. 61**:187-196. Available from <https://academic.oup.com/jas/article/61/1/187-196/4745791>.
- Penberthy W, Kirkland J. 2012. Niacin. Pages 293-306 in J. Erdman, editor., I. MacDonald, editor. and S. Zeisel, editor. *Present Knowledge in Nutrition*, 10th ed.. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Políček B. 2011. Růstové standardy hřebců: KVH. Page in Asociace svazů chovatelů koní České republiky. ASCHK, Písek. Available from <http://www.aschk.cz/noricky-kun/dokumenty/rustove-standarty-hrebcu-kvh> (accessed 2019-04-01).
- Políček B. 2011. Růstové standardy hřebců: Ohol. Page in Asociace svazů chovatelů koní České republiky. ASCHK, Písek. Available from <http://www.aschk.cz/noricky-kun/dokumenty/rustove-standarty-hrebcu-ohol> (accessed 2019-04-01).
- Políček B. 2019. Růstové standardy hřebců - KVH. Page in SVAZ CHOVATELŮ chladnokrevných koní N, SN a ČMB. Písek. Available from <http://www.schchk.estranky.cz/file/7/kvh.doc> (accessed 2019-04-01).
- Políček B. 2019. Růstové standardy hřebců - Ohol. Page in SVAZ CHOVATELŮ chladnokrevných koní N, SN a ČMB. Písek. Available from <http://www.schchk.estranky.cz/file/6/ohol.doc> (accessed 2019-04-01).
- Rebhun W, Tennant B, Dill S, King J. 1984. VITAMIN-K3 INDUCED RENAL TOXICOSIS IN THE HORSE. *JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION* **184**:1237-1239.

- Rogers P, Arora S, Fleming G, Crinion R, McLaughlin J. 1990. Selenium toxicity in farm animals: Treatment and prevention. *Irish Veterinary Journal* **43**:151-153.
- Rose R. 1990. Electrolytes: Clinical Applications. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **vol. 6**:281-294. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917305424>.
- Shader R. 2017. Vitamins C and D: Vitamin B12 deficiency. *Clinical Therapeutics* **vol. 39**:873-877. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0149291817302369>.
- Schmidt O, Deegen E, Fuhrmann H, Duhlmeier R, Sallmann H. 2001. Effects of Fat Feeding and Energy Level on Plasma Metabolites and Hormones in Shetland Ponies. *Journal of Veterinary Medicine Series A* **vol. 48**:39-49. Available from <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1439-0442.2001.00331.x>.
- Schott H. 1998. Oral fluids for equine diarrhoea: an underutilized treatment for a costly disease?. *The Veterinary Journal* **vol. 155**:119-121. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1090023398800051>.
- Schott H, Ragle C, Bayly W. 1995. Effects of phenylbutazone and frusemide on urinary excretory responses to high intensity exercise. *Equine Veterinary Journal* **vol. 27**:426-431. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1995.tb04966.x>.
- Schougaard H, Simesen M, Basse A, Gissel-Nielsen G. 1972. NUTRITIONAL MUSCULAR-DYSTROPHY (NMD) IN FOALS. *NORDISK VETERINAER MEDICIN* **24**:67-84.
- Schryver H. 1990. Mineral and Vitamin Intoxication in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **vol. 6**:295-318. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749073917305436>.
- Schryver H, Parker M, Daniluk P, Pagan K, Williams J, Soderholm L, Hintz H. 1987. Salt consumption and the effect of salt on mineral metabolism in horses. *The Cornell Veterinarian* **77**:122-131.
- Siciliano P, Kawcak C, McIlwraith C. 2000. The effect of initiation of exercise training in young horses on vitamin K status. *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE* **78**:2353-2358.

- Simmons H, Ford E. 1991. Gluconeogenesis from propionate produced in the colon of the horse. *British Veterinary Journal* **vol. 147**:340-345. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0007193591900069>.
- Sneddon J, VanderWalt J, Mitchell G. 1993. Effect of dehydration on the volumes of body fluid compartments in horses. *Journal of Arid Environments* **vol. 24**:397-408. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140196383710335>.
- Sneddon J, Van der Walt J, Mitchell G, Hammer S, Taljaard J. 1993. Effects of dehydration and rehydration on plasma vasopressin and aldosterone in horses **vol. 54**:223-228. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/003193849390103M>.
- Solomons N. 2001. Vitamin A and carotenoids. Page 127 in *Present knowledge in nutrition, 8.* ILSI Press, International Life Sciences Institute, Washington, D.C.
- Stanier W, Kronfeld D, Wilson J, Lawrence L, Cooper W, Harris P. 2001. Growth of thoroughbreds fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine. *Journal of Animal Science* **79**:2143-2151.
- Stará A. 2019. *Soupis hospodářských zvířat - k 1. 4. 2018*. Praha. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-hospodarskych-zvirat-k-1-4-2018> (accessed 2019-04-03).
- Stephensen C. 2001. VITAMIN A, INFECTION, AND IMMUNE FUNCTION. *Annual Review of Nutrition* **21**:167-192.
- Stephens T, Potter G, Gibbs P, Hood D. 2004. Mineral balance in juvenile horses in race training. *Journal of Equine Veterinary Science* **vol. 24**:438-450. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080604003533>.
- Stover P, Field M. 2015. Vitamin B-6. *Advances in Nutrition* **vol. 6**:132-133. Available from <https://academic.oup.com/advances/article/6/1/132/4616668>.
- Stowe H. 1968. Alpha-tocopherol requirements for equine erythrocyte stability. *AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION* **21**:135-142.
- Suttle N. 2010. *Mineral nutrition of livestock, 4th ed.* CABI, Cambridge, MA.

- Tamzali Y, Borde L, Uro-Coste E, Desmaizieres L. 2005. Equine motor neuron disease: Clinical cases and literature review.. *REVUE DE MEDECINE VETERINAIRE* **156**:367-381.
- Tasker J. 1967. Fluid and electrolyte studies in the horse.: III. Intake and output of water, sodium, and potassium in normal horses. *Cornell Veterinarian* **57**:649-657.
- Ullrey D. 1972. BIOLOGICAL AVAILABILITY OF FAT-SOLUBLE VITAMINS - VITAMIN-A AND CAROTENE. *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE* **35**:648-657.
- van Doorn D, van der Spek M, Everts H, Wouterse H, Beynen A. 2004. The influence of calcium intake on phosphorus digestibility in mature ponies. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **88**:412-418.
- Vyskočil I, Zeman L, Kratochvílová P, Večerek M, Vašátková A. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Wagner E, Potter G, Eller E, Gibbs P. 2005. Absorption and Retention of Trace Minerals in Adult Horses. *The Professional Animal Scientist* **vol. 21**:207-211. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080744615312043>.
- Wald G. 1968. Molecular Basis of Visual Excitation. *Science* **vol. 162**:230-239. Available from <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.162.3850.230>.
- Wehr U, Engelschalk B, Kienzle E, Rambeck W. 2002. Iodine balance in relation to iodine intake in ponies. *Journal of Nutrition* **132**:1767-1768.
- Zeman L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, 1. vyd.. Profi Press, Praha.
- Zempleni J, Mock D. 2001. Biotin homeostasis during the cell cycle. *Nutrition Research Reviews* **vol. 14**:45-64.
- Zemský hřebčinec Písek . 2018. Zemský hřebčinec Písek. ANTEE s. r. o., Písek. Available from <http://www.zemskyhrebcecpisek.cz/> (accessed 2018-04-07).
- Zemský hřebčinec Tlumačov . 2018. Zemský hřebčinec Tlumačov. Tlumačov. Available from <http://www.hrebcectlumacov.cz/> (accessed 2018-04-07).

Zenker W, Josseck H, Geyer H. 1995. Histological and physical assessment of poor hoof horn quality in Lipizzaner horses and a therapeutic trial with biotin and a placebo. *Equine Veterinary Journal* **vol. 27**:183-191. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3306.1995.tb03061.x>.