

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Nutriční hodnota krmiv pro koně

Bakalářská práce

Autor práce: Dana Koudelová

Vedoucí práce: Doc. Ing. Petr Homolka, Ph.D.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nutriční hodnota krmiv pro koně" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2013

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkoval(a) vedoucímu práce, panu Petru Homolkovi za čas strávený pomocí a kontrolou mé bakalářské práce.

Nutriční hodnota krmiv pro koně

Nutrition value of Leeds for horses

Souhrn

Trávicí trakt koně je ze všech druhů hospodářských zvířat nejnáchylnější na zažívací potíže. Nejčastějším onemocněním trávicího traktu jsou koliky. Koně mají poměrně malý žaludek, proto neudrží přílišné množství potravy po delší dobu a ještě plně nestrávená potrava postupuje do tenkého střeva. Dalším problémem je nemožnost zvracení nevhodné potravy, což je způsobeno především neschopností antiperistaltických pohybů a ostrým úhlem napojení jícnu k žaludku.

Živiny můžeme podle jejich funkce rozdělit na stavební (bílkoviny, minerální látky, některé tuky a cukry), energetické (cukry, tuky a bílkoviny přijímané v nadbytku) a řídicí (vitamíny a stopové prvky). Látky obsažené v krmivech můžeme také rozdělit na látky původu organického (vitamíny, enzymy, hormony apod.) a látky anorganické (mikroelementy, stimulanty a další).

Základní složkou krmiv jsou tuky. Dělí se na tuky, vosky a oleje. Tuk jako koncentrovaný zdroj energie, obsahuje 2,25x více energie nežli sacharidy. Sacharidy jsou základním zdrojem energie. Dělí se na dvě základní skupiny: sacharidy strukturální a nestrukturální. Nepostradatelnou součástí krmné dávky jsou dusíkaté látky, mezi které zahrnujeme bílkoviny a nebílkovinné dusíkaté sloučeniny. Bílkoviny jsou společně s vodou hlavní stavební složkou těla. Dalšími látkami jsou vitamíny (rozpuštěné ve vodě a rozpustné v tucích), esenciální mastné kyseliny, karnitin, minerální látky (mikroprvky a makroprvky).

Krmiva mohou obsahovat i antinutriční a škodlivé látky, které snižují produkční účinnost krmiv, narušují funkci trávicího ústrojí a mohou vést až ke zhoršení zdravotního stavu.

Samotná krmiva se dělí na krmiva objemná (zelená píče, okopaniny, siláže, senáže, seno, úsušky, sláma, plevy), která tvoří převážnou část krmné dávky, dále krmiva jadrná (obiloviny, luštěniny, olejnin, pokrutiny, extrahované šroty, krmné směsi, koncentráty) a minerální a vitaminové přísady (soli, přísady, doplňky, premixy).

Klíčová slova: kůň, nutriční hodnota, krmná dávka, krmení koní, stravitelnost

Summary

The digestive tract of the horse is from all farm animal species most susceptible to digestive problems. The most common disease of the gastrointestinal tract is colic. Horses have a relatively small stomach, that's why it can't hold too much food for a long time and still not fully digested food goes into the small intestine. Another problem is the inability to vomit inappropriate feeding, which is mainly due to the inability antiperistaltic movements and the acute angle between the esophagus and the stomach.

Nutrients can be divided, according to their functions, as building nutrients (proteins, minerals, some fats and sugars), energy nutrients (carbohydrates, fats and proteins received in excess) and control nutrients (vitamins and trace elements). Substances contained in feed can also be split into organic substances (vitamins, enzymes, hormones, etc.) and anorganic substances (trace elements, promoters and others).

The basic component of the feed is fats. It is divided into fats, waxes and oils. Fats, as the concentrated energy source, contain 2.25x more energy than carbohydrates. Carbohydrates are the primary source of energy. They are divided into two basic groups: structural carbohydrates and nonstructural carbohydrates. An indispensable part of the diet is nitrogenous substances, among which are included proteins and non-protein nitrogen substances. Proteins and the water are the main structural component of the body. Other ingredients are vitamins (water-soluble and fat-soluble), essential fatty acids, carnitine and minerals (microelements and macroelements).

Feed may contain antinutritional and harmful substances that reduce efficiency of production of feed, disrupt the digestive tract and can lead to deterioration of health.

Feed itself is divided into bulky feeds (green forage, root crops, silage, haylage, hay, straw, chaff, shaped feed), which forms the main part of the diet, further grain feed (cereals, pulses, oilseeds, oil crops, meal, feed mixes, concentrates) and mineral and vitamin ingredients (salt, additives, supplements, premixes).

Keywords: horse, nutrition value, feed ration, feeding horses, digestibility

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Anatomie a fyziologie trávicího ústrojí	9
3.2 Rozdělení živin.....	11
3.2.1 Význam a funkce živin v krmivech	11
3.2.1.1 Tuky (lipidy)	11
3.2.1.2 sacharidy (jednoduché cukry, škroby, vláknina).....	13
3.2.1.3 Dusíkaté látky.....	15
3.2.1.4 Vitamíny.....	17
3.2.1.5 Esenciální mastné kyseliny a karnitin	23
3.2.1.6 Minerální látky	23
3.2.1.7 Voda	29
3.3 Antinutriční a škodlivé látky	31
3.4 Základní rozdělení krmiv pro koně.....	33
3.4.1 Objemná krmiva	33
3.4.1.1 Suchá píce	34
3.4.1.2 Zelená píce	34
3.4.1.3 Okopaniny	36
3.4.1.4 Senáž a siláž	36
3.4.2 Jadrná krmiva.....	37
3.4.2.1 Obiloviny.....	37
3.4.2.2 Luštěniny, olejniny.....	37
3.4.2.3 Krmné směsi.....	38
3.5 Metody zjišťování stravitelnosti organické hmoty, hodnocení výživné hodnoty krmiva	38
4 Závěr	40
5 Seznam literatury.....	41
6 Samostatné přílohy	44
7 Seznam příloh.....	46

1 Úvod

Tvrzník a kol. (2008) uvádí: „Výživa zajišťuje nejužší spojení živého organismu s prostředím. Během života, v závislosti na jeho délce, který je u různých druhů hospodářských zvířat výrazně odlišný, projde organismem značné množství krmiv a živin v nich obsažených, což nezbytně má vliv na všechny pochody živého organismu i na vytvářené produkty, které mohou být systémem výživy do značné míry ovlivňovány.“. Základní znalostí pro krmení koní je znalost potřeby živin dle stáří, hmotnosti a užitkovosti a znalost obsahu živin v jednotlivých krmivech. Stavebním kamenem výživy jsou živiny a jejich nutriční hodnota. Živiny a minerály musí být pro správnou funkci trávicího systému a celého organismu v přesných dávkách a vzájemných poměrech. V případě nadbytku živin se zvíře překrmuje a přibírá na váze, což způsobuje zdravotní potíže. Při nedostatečném příjmu živin se zdravotní stav rovněž zhoršuje, dochází k hubnutí zvířete a snížená jeho výkonu. Potřeba živin organismu a jejich množství v přijatém krmivu musí být proto vyvážená. Výživa zvířat, nevyjímaje koní, je komplex mnoha faktorů, které musíme brát v potaz při tvoření krmných dávek.

Tato práce se zabývá především jednotlivými živinami a obsahem živin v základních typech krmiv.

2 Cíl práce

Problematika výživy a krmivářství je tak rozsáhlá, že ji nelze v daném rozsahu práce zcela obsáhnout. Cílem mé bakalářské práce je proto pouze nastínit základní složení krmiv a nutriční hodnotu krmiv pro koně a vytvořit tak základ vědomostí, které jsou nezbytné pro následné studium výživy koní v různých stupních zátěže a tvoření vyvážených krmných dávek.

3 Literární rešerše

3.1 Anatomie a fyziologie trávicího ústrojí

Stavba a funkce trávicího traktu koně se po staletí přizpůsobovala nárokům jeho předchůdců. Adaptace koňského traktu na nové podmínky se značně lišila od přežvýkavců. Trávicí ústrojí koně můžeme rozdělit na tyto části: dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké střevo, slepé střevo, tlusté střevo a konečník (Meyer a Coenen, 2003).

Trávení tedy začíná v dutině ústní. Dochází zde především k rozmělnění potravy a jejímu proslinění (Dušek a kol., 1999).

Sliny mají při trávení hned několik funkcí:

- dodávají trávenině vodu, čímž se usnadňuje pohyb tráveniny hltanem a jícnem,
- dodávají enzym mucin, který působí proti napětí potravy v dalších úsecích trávicího traktu,

• obsahují ptyalin, který štěpí škrob na maltózu a dodávají minerální látky, které neutralizují později vznikající těkavé mastné kyseliny

(Dušek a kol., 1999; Mudřík a kol., 2006).

Po rozmělnění potravy v ústní dutině, pokračuje trávenina jícnem. Pohyb tráveniny je usnadněn smícháním s výměškem hlenových žláz, uložených v jícnové předsíni. Jícen koně přechází do žaludku pod velmi ostrým úhlem. Z tohoto důvodu nemůže kůň zvracet (Dušek a kol., 1999; Žižlavský a kol., 1999).

Dalším úsekem trávicího ústrojí je žaludek. Jeho hlavní funkcí je mechanické a chemické zpracování potravy. K chemickému trávení dochází pomocí enzymů, produkovaných buňkami žaludečních žláz. Jedná se o enzymy:

- pepsin - štěpí bílkoviny,
- chymozin- sráží mléčný kasein (především u mlád'at),
- žaludeční lipáza – štěpí emulgovaný tuk na glycerol a mastné kyseliny,
- mucin – chrání žaludeční stěnu před mechanickým poškozením a účinky žaludečních šťáv,

• HCl – aktivuje pepsinogen na pepsin, baktericidní účinek,

• Vnitřní faktor a gastroferin

(Žižlavský, 1999).

Tenké střevo se dělí na tři úseky: dvanáctník, lačník a kyčelník. Do tenkého střeva ústí vývody dvou orgánů- jater a slinivky. Jejich produkty a produkty buněk sliznice tenkého střeva jsou žluč, pankreatická a střevní šťáva. Jsou hlavními faktory při rozkladu a vstřebávání živin v tenkém střevě. Živiny z tenkého střeva přecházejí lymfatickými cévami a vrátничní žílou přímo do krve (Dušek a kol., 1999).

Pankreatická šťáva obsahuje enzym trypsin, amylázu a lipázu a velké množství zásaditých sloučenin k neutralizaci kyselé tráveniny. U koně se nevyvinul žlučník. Žluč tvořená v játrech proto vytéká do střeva neustále a bez zahuštění, bez závislosti na příjmu potravy. Její funkcí je neutralizace kyselé tráveniny a podpora při trávení tuků (Meyer a Coenen, 2003).

Tlusté střevo má u koně velmi důležitou funkci. Potrava se v něm zdržuje 15-24 hodin. Má obdobnou funkci jako předžaludky u přežvýkavců. Dochází zde ke zpracování nestrávené vlákniny, která je přeměněna na mastné kyseliny. Ty jsou potom využívány jako doplňující energetický zdroj. Trávenina je zde rozkládána mikrobiálními populacemi, především celulólytickými bakteriemi. Fermentace však neprobíhá v takové míře, protože v trávenině se již nachází pouze málo degradovatelných složek. Trávení v tlustém střevě do jisté míry závisí na množství zbylých sacharidických složek, které jsou nezbytné pro bakterie. Na konci trávicího ústrojí (v malém tračníku a konečníku) se vstřebává voda a tím se nestrávený obsah zahušťuje. (Dušek a kol., 1999; Meyer a Coenen, 2003; Mudřík a kol., 2006).

Obsah v trávicím ústrojí koně může dosahovat až 20 % celkové hmotnosti zvířete. Naplnění trávicího traktu se pak odvíjí od druhu a množství přijaté potravy. Základní rozdíl v potravě je v její schopnosti vázat vodu. Krmiva s vysokým obsahem vody potom naplňují střevo (především tlusté střevo) mnohem více. Více vody váží málo dřevnaté části rostlin, nejméně potom lignifikované krmivo, zvláště sláma. Krmiva s vysokým obsahem vody (například časně sklizené seno, tráva či travní siláž) způsobují tzv. „senné břicho“. Proto by se nemělo krmit výhradně těmito krmivy (Meyer a Coenen, 2003).

O.Reece (2011) píše o finálních produktech trávení, což jsou těkavé mastné kyseliny (VFA, Volatile fatty acids), především kyselina octová, propionová a máselná. Tyto organické kyseliny jsou po své resorpci významným energetickým zdrojem. Kůň získává 75% potřebné energie právě z těkavých mastných kyselin resorbovaných v tlustém střevě.

3.2 Rozdělení živin

Novák (1989) rozdělil živiny podle jejich funkce do tří skupin:

- Stavební: bílkoviny, minerální látky, z části tuky a cukry
- Energetická: cukry, tuky a bílkoviny (přijímané v nadbytku)
- Řídící: vitamíny a stopové prvky

Kodeš a kol. (1988) rozdělují řídicí, neboli biologicky účinné látky ještě na dvě skupiny. Na látky organického původu (vitamíny, enzymy, hormony apod.) a na anorganické látky (mikroelementy, stimulanty a další.).

3.2.1 Význam a funkce živin v krmivech

3.2.1.1 Tuky (lipidy)

Lipidy tvoří různorodou skupinu chemických sloučenin rozpustných v organických rozpouštědlech (Dunnett, 2005).

Jsou to sloučeniny glycerolu a mastných kyselin, neboli triacylglyceroly. To znamená, že jejich molekuly jsou složeny z jedné molekuly glycerolu a tří molekul volných mastných kyselin. Dělí se na tuky, oleje a vosky (Kroulík, 1989; Dušek a kol., 1999; Pagan a Bečvářová, 2009)

Lipidy jsou velmi koncentrované zdroje energie. Podle Pagana a Bečvářové (2009) obsahují až 2,25 krát více energie než sacharidy.

Konečným produktem trávení triacylglycerolů jsou těkavé mastné kyseliny (kyselina octová, propionová a máselná). (O.Reece, 2011).

Mastné kyseliny slouží jako jedna z nejdůležitějších rezerv energie. (Lewis, 1995).

Vyšší mastné kyseliny jsou však velice špatně resorbovatelné pro jejich nerozpustnost ve vodě. Vstřebávají se ve formě micel, neboli rozpustných komplexů vyšších mastných kyselin, solí žlučových kyselin, fosfolipidů a cholesterolu. Jejich uspořádání je podobné jako u kapének tukové emulze. Micely se difuzí dostávají mezi zvlnění kartáčového lemu. Zde se uvolní lipidy, které již snadno prostoupí buněčnou membránou do enterocytů. (Jelínek, Koudela a kol, 2003).

Koňská krmiva jsou na lipidy chudá, proto se u koní s vysokou zátěží čím dál více doplňují o lipidy z živočišných zdrojů (Lewis, 1995). Naproti tomu Connor et al. (2007) uvádí, že je dnes relativně běžné přidávat koním v tréninku oleje rostlinné. V poslední

době patří mezi nejběžněji přidávané zdroje tuku kukuřičný a sojový olej (SBO) (Siciliano and Wood, 1993).

Vstřebávání mastných kyselin, které byly součástí tuků v krmivu, se odehrává v tlustém střevě. (V některých případech se předtím musí rozložit na jednodušší sloučeniny). V tlustém střevě se také nacházejí mikroorganismy, které syntetizují tuky a které jsou negativně ovlivněny přílišným množstvím tuků v potravě (Mayer a Coenen, 2003).

Přílišné množství tuků v krmivech především zpomaluje vyprazdňování žaludku a pravděpodobně tlumí aktivitu mikroorganismů v tenkém střevě (Mayer a Coenen, 2003).

Negativním následkem po přijetí nadměrného množství tuků je změna chemického složení tekutiny ve střevě a samotné toxické působení tuku na prvoky. (Zinn et al., 2002).

Jansen et al. (2000) uvedl, že potažení krmiva vrstvou tuku nevedlo k tak nepříznivým následkům, jako vysoká míra zařazení tuku do krmné dávky (281 g/den).

Tuky jsou nositeli energie. Z 1g tuku získá tělo dvakrát více energie než z 1g sacharidů. Proto se u vysoce výkonných koní zvyšuje v krmné dávce právě podíl tuků, čímž se zmenšuje celkový objem krmné dávky a redukuje příjem glycidů a proteinů. Menší objem krmné dávky působí pozitivně na mikrobiální aktivitu ve střevě. Snižuje totiž možnost přeplnění trávicího traktu a tím i nadměrnou mikrobiální aktivitu (Mayer a Coenen, 2003).

Zvířata dávají přednost spíše rostlinným tukům (olejům). Druhy podávaných olejů by se měly měnit, protože při dlouhodobém podávání pouze jednoho druhu, může u zvířete dojít k averzi (Mayer a Coenen, 2003). Pagan a Bečvářová (2009) zmiňují, že v dnešní době se stává populárním rybí olej pro jeho vysoký obsah omega-3 mastných kyselin (Omega-6 a omega-3 mastné kyseliny mají pozitivní vliv na produkci distribuci skupiny hormonů – eikosanoidy.)

Lewis (1995) uvádí stravitelnost tuků a olejů mezi 76-94 %. Můžeme je buď přimíchat do směsi, nebo je přidat přímo do žlabu. Nejvhodnější jsou rostlinné oleje (například slunečnicový, kukuřičný, sójový). Tuky přidáváme v množství 0,5 – 0,75 g/kg ž. hm. Při podání vyššího množství mohou nastat poruchy stravitelnosti vlákniny a absorpce Ca. Na krmivo bohaté na tuky by se mělo přecházet nejméně 2 týdny.

Spolu s lipidy se vstřebávají i vitamíny rozpustné v tucích (například D, E, K a A), jsou také zdrojem důležité kyseliny linoleové. (Ellis and Hill, 2006).

Největší obsah lipidů má rostlinný a živočišný olej (99,5 %), dále lněná a slunečnicová semena (37-48 %), zelená píce pak už pouze 2,1- 5 %, seno 1,5-2,8 % a zrniny obsahují až 5,5 % lipidů (Žižlavský, 1999).

3.2.1.2 Sacharidy (jednoduché cukry, škroby, vláknina)

Sacharidy jsou základním zdrojem energie v krmivu pro koně. Známe několik typů sacharidů, objevujících se v krmivu, které se liší svou stravitelností a využitelností. (Pagan, 1998).

Z hlediska významu v krmivech dělí Pagan (1998) sacharidy na strukturální a nestrukturální.

Nestrukturální sacharidy

Nestrukturální sacharidy (NCD) se vyskytují jako jednoduché cukry v krmivu (které se nemusejí štěpit), nebo to jsou sacharidy, které jsou štěpeny enzymy produkovanými trávicím traktem koně. Tzv. Jednoduché cukry= monosacharidy (např. glukóza, galaktoza, fruktoza), disacharidy (např. laktoza, sacharóza) a polysacharidy (např. Škrob). Nejvíce jich obsahují jadrná krmiva (především s nízkým obsahem vlákniny), naproti tomu v lučném seně se objevují jen v nepatrných koncentracích (Pagan, 1998). Například v kukuřičném zrně je více než 80 % jednoduchých sacharidů, ale v pšeničné slámě je jednoduchých sacharidů velmi málo (Ellis and Hill, 2006).

Strukturální sacharidy

Strukturální sacharidy nedokážou enzymy trávicího traktu rozložit, proto jsou fermentovány až bakteriemi v tlustém střevě, zejména ve slepém střevě. Poté mohou být teprve využity. Ze strukturálních sacharidů jsou složeny buněčné stěny rostlin. Je to především celulóza a hemicelulóza, někdy také nazývána jako rostlinná vláknina (Pagan, 1998).

Jiné dělení navrhuje Žižlavský (1999). Rozdělil sacharidy podle jejich fyzikálních a chemických vlastností do čtyř skupin:

Monosacharidy

Patří sem pentózy (například ribóza) a hexózy (glukóza, galaktóza, manóza a fruktóza).

Disacharidy

Disacharidy můžeme dále rozdělit na redukující (maltóza, laktóza a celobióza) a neredukující sacharidy (sacharóza a trehalóza).

Trisacharidy

Mezi trisacharidy řadí Žižlavský (1999) pouze rafinózu.

Polysacharidy

Polysacharidy se dále dělí na pentozany (arabany a xylany), hexózy (škrob, inulin a celulóza) a na další polysacharidy, mezi které patří například pektiny.

3.2.1.2.1 Jednoduché cukry

Jednoduché cukry se vstřebávají aktivním transportem přes stěnu tenkého střeva přímo do vrátnicového krevního oběhu a do jater. V játrech se poté mění na glukózu. V případě dostatečného množství glukózy v krvi část glukózy polymerizuje na glykogen nebo je využita k syntéze tuku, neboli jakousi zásobní rezervu energie (Zeman a kol., 1997). Jelínek a Koudela (2002) upřesňují, že nejrychleji se vstřebává glukóza a galaktóza. Ty přestupují do vrátnicového oběhu sekundárním aktivním transportem, tedy za pomoci sodíkových iontů. Naproti tomu fruktóza přestupuje do enterocytů usnadněnou, neboli facilitovanou difuzí. Tento způsob transportu je přibližně o polovinu pomalejší.

Podle Mayera a Coenena (2003) by se hřibatům neměl dávat žádný třtinový cukr (sacharóza), protože sacharáza (enzym, štěpící disacharid sacharózu na glukózu a fruktózu) je aktivní až od 7. měsíce věku a hřibata ho tak nedokážou rozštěpit. Dospělý kůň dokáže disacharidy, obsažené v třtinovém cukru, štěpit už v množství 5g/ kg ž. hm. denně. Opakem je laktóza (mléčný cukr), kterou dokážou strávit a plně využít pouze hřibata. U dospělých koní se cukry v přední části trávicího traktu neštěpí a projdou až do tlustého střeva, kde aktivují mikroflóru. Příjem laktózy by měl být maximálně do 1g/kg ž. hm. denně a do 0,8g/kg ž. hm. denně u lakulózy. Pokud má kůň nadměrný příjem cukrů, dochází k jejich fermentaci také v tlustém střevě, při níž vznikají toxické látky, což může způsobit vodnatý trus, dokonce i zchvácení kopyt. Zchvácení kopyt (laminitida) je běžné onemocnění u sportovních koní a je jednou z největších příčin předčasného ukončení závodní kariéry koně (Dunnnett et al., 2010).

3.2.1.2.2 škrob

Škrob je zásobní látka v hlízách a plodech rostlin. Spolu s disacharidy je škrob v podstatě obsažen ve všech rostlinných krmivech. Obsah cukrů a škrobu v krmné dávce se označuje jako bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), které tvoří až 50 % z celkové sušiny organické hmoty rostlinných krmiv (Žižlavský, 1999).

Struktura škrobu je zrnitá a specifická pro jednotlivé druhy rostlin. Můžeme je rozdělit na jednozrné a velkozrné. Jednozrné ovesné škroby (např. ovesné) jsou velice

dobře stravitelné (až z 80 %), naproti tomu velkozrnné škroby (například kukuřičné, ječné, prosné, bramborové nebo maniokové) jsou tráveny v mnohem menší míře. Pro zvýšení stravitelnosti škrobů v tenkém střevě lze krmivo mačkat nebo tepelně upravovat (mikronizace, napaření) (Kroulík, 1989; Meyer a Coenen, 2003).

3.2.1.2.3 vláknina

Vláknina je hlavní podpůrnou složkou rostlinných buněčných stěn. Skládá se z hemicelulózy, celulózy, kutinu a ligninu. Čím je rostlina starší, množství ligninu stoupá, což snižuje stravitelnost krmiva. Mladá píce může být proto strávena až z 90 %, naproti tomu sláma, která je vegetačně starší klesne stravitelnost organické hmoty až na 40 %. Vláknina ovlivňuje stravitelnost živin, vyvolává pocit nasycení a napomáhá peristaltice střev. Vláknina je pro koně nepostradatelná. Využitelnost energie z krmiva bohatého na vlákninu je však, kvůli nižší stravitelnosti celulózy, u koní o 25 % nižší nežli u přežvýkavců (Kodeš a kol., 1988; Kroulík, 1989; Dušek a kol., 2006).

3.2.1.3 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou pro život a produkci živočichů nepostradatelné. Můžeme je rozdělit na dvě skupiny: A) bílkoviny (proteiny a proteidy)

B) nebílkovinné dusíkaté sloučeniny – volné aminokyseliny, amidy, alkaloidy, peptidy, nukleové kyseliny, amonné soli, amoniak, močovina, dusičnany a další (Žižlavský, 1999).

Bílkoviny jsou společně s vodou hlavní stavební složkou těla. Po odečtení vody a tuku tvoří bílkoviny 80 % tělesné hmoty. Zbytek představují především voda a tuky. Jsou součástí svalů, orgánů, krve, enzymů, protilátek a většiny hormonů. Jsou proto jednou z nejdůležitějších složek krmiv pro koně. (Pagan, 1998).

Bílkoviny jsou složeny z 22 biogenních aminokyselin. Existují aminokyseliny esenciální a neesenciální. Neesenciální aminokyseliny si může organismus produkovat sám, naproti tomu esenciální musí být dodávány potravou. Esenciálních aminokyselin máme 10. Lysin (jedna z 10ti esenciálních kyselin) je velmi důležitý pro koně v růstu a také jim nejčastěji chybí. Koně, kteří nemají dostatek lysinu, rostou pomaleji, než koně, kterým je podáváno krmivo s dostatečným množstvím lysinu. (Pagan a Bečvářová, 2009).

Vědci z univerzity na Floridě se domnívají, že další limitující aminokyselinou pro koně ve vývinu může být treonin. (Graham et al., 1994).

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky, proto nemohou procházet buněčnou membránou (Zeman a kol., 1997). K absorpci dochází až po rozštěpení na volné aminokyseliny, které jsou následně dopravovány lymfou do jater, kde dochází buďto k syntéze bílkovin nebo jejich desaminaci, nebo jsou dopravovány přímo do svalů (Žižlavský, 1999).

Bílkoviny jsou tráveny již v žaludku a dále pak v tenkém střevě (Meyer a Coenen, 2003). V pylorické části žaludku jsou bílkoviny denaturovány pomocí kyseliny chlorovodíkové. Peptidické vazby jsou štěpeny peptidázami (proteolytickými enzymy), a to pepsinem v žaludku a trypsinem ve dvanáctníku. Peptidázy jsou vylučovány do lumenu střeva ve formě pro-enzymů, neboli inaktivních forem (například trypsinogen) a jsou aktivovány nízkým pH, HCl a přítomností pepsinu (Stevens, 1988). Stravitelnost je tu dána také rychlostí průchodu tráveniny. Hlavní místa trávení proteinu jsou duodenum, jejunum a ileum (Frape, 2004).

Celkové procento strávených dusíkatých látek je však vyšší o bílkoviny a močovinu obsažené v trávicích šťávách (tzv. skutečná stravitelnost). Překrmováním zvířete bílkovinnými krmivy, špatnou funkcí ledvin či kvůli nedostatku vody se může zvýšit hladina močoviny v krvi. Aby se udržela homeostáza, může část močoviny přecházet z krve do tenkého střeva (Meyer a Coenen, 2003).

Močovina a méně hodnotné rostlinné bílkoviny se mohou v některých případech činností mikroorganismů v tlustém střevě měnit na vysoce hodnotné bílkoviny. Ty ale nedokáže tělo koně strávit, pouze v případě koprofagie neboli požívání trusu. Z tohoto důvodu se nedoporučuje přidávání močoviny do krmiva za účelem zásobování organismu bílkovinami (Meyer a Coenen, 2003).

Jako zdroje bílkovin do krmiv jsou nejčastější obiloviny, vojtěška, výrobky ze sojových bobů, lněného semínka, světlice a slunečnice. Přibližně 40-50 % z celkového příjmu bílkovin pro koně v růstu tvoří jádro. Jádro však neobsahuje dostatek lysinu (30-40% z celkové potřeby). Proto by se do krmení měly přidávat další kvalitní doplňky jako zdroje bílkovin. Těmi jsou například vojtěška, mléčné bílkoviny, či sojové boby. Naopak nízký obsah lysinu má lněné a bavlníkové semínko a podzemnice olejná (Pagan, 1998).

Při nedostatečném množství bílkovin v krmivu a následně v těle dochází ke sníženému příjmu krmiva, zvíře vypadá na pohled celkově nezdravě, má mastnou srst (Pagan, 1998). Naproti tomu, jak píše Zeman a kol. (1997) nemá nadbytečné množství bílkovin v krmivu ani pozitivní, ani negativní následky, neboť bude rozloženo na aminokyseliny, které budou použity jako zdroj energie. Jediné, na co si musíme v tomto

případě dát pozor je, aby měl kůň dostatek vody. Ta je nezbytná při odbourávání a vylučování dusíku. Dle Pagana (1998) je však právě vylučování dusíku škodlivé, a to především u boxově ustájených koní, protože dusík, obsažený v bílkovinách, se vylučuje močí jako amoniak. Ve špatně větraných stájích to znamená jeho hromadění. Amoniak pak dráždí dýchací cesty a tím se podílí na respiračních problémech.

Ideální krmivo by mělo obsahovat 10 % dusíkatých látek. Nějaké procento koně vypotí nebo ztrácí katabolismem ve svalech (NRC, 2007). Zeman a kol. (1997) se zmiňuje, že potřeba dusíkatých látek u výkonnostních koní se rovná množství jejich záchovné dávky.

Proteiny jsou potřebné u koní všech věkových kategorií, ale jejich množství a kvalita záleží na věku koně a jeho fyziologickém stavu. Mladí, rostoucí koně a chovné klisny potřebují bílkovin více a ty nejkvalitnější (Pagan, 1998).

3.2.1.4 Vitamíny

Vitamíny jsou komplexní organické látky. Přírodní krmiva obsahují pouze minimum těchto látek. Pro koně jsou pro jeho normální metabolismus nezbytné a nedostatek může vést k onemocnění zvířete. Dělí se na dvě skupiny: vitamíny rozpustné v tucích a vitamíny rozpustné ve vodě. Nejsou si chemicky podobné, mají ale stejnou funkci v organismu. (Pagan & Bečvářová, 2009).

Přísun vitaminů rozpustných ve vodě a vitaminu K v krmivu nemusí být tak velký, jako u vitaminů rozpustných v tucích (vit. A, E a jejich předstupně), protože se mohou tvořit také ve střevě. Z tohoto důvodu také nemůže u zdravých koní nastat deficit vitaminu K (Zeman a kol., 1997; Mayer a Coenen, 2003).

Potřeba vitaminů u koní je rozdílná podle typu koně, jeho zátěže, nemoci a mikrobiální syntéze ve střevě (Mayer a Coenen). Například fyziologická potřeba sportovních koní je vyšší, proto je třeba jim je doplňovat syntetickými doplňky. Potřebné množství vitaminů je přibližně dodáváno čerstvými, zelenými objemnými krmivy (nebo dobře usušenými). Nedostatek tak může vzniknout pouze u nepasoucích se koní, kterým jsou dávány pouze spařené obilniny, pokud byl kůň léčen antibiotiky, nebo v případě, že podávané krmivo je špatné kvality, například staré, plesnivé nebo zatuchlé (Zeman, 1997).

3.2.1.4.1 Vitaminy rozpustné v tucích

Patří sem vitaminy A, D, E, K. Jsou lipofilní povahy, v přírodě jsou ve spojení s lipidy a jejich absorpce probíhá pouze pokud jsou rozpuštěné v tucích. Společně s tuky mohou být v těle ve velké míře skladovány a následně vyloučeny žlučí do střev a ven z těla. Především u vitamínu A a D však může dojít k nadměrnému ukládání v organismu, což je škodlivé (Crandell, 2001).

Vitamin A

Zdrojem vitamínu A, neboli retinolu, jsou karoteny. (Zeman a kol., 1997). V přírodě jich existuje přes 600 rozdílných typů sloučenin. Za jejich základní zbarvení mohou žluté a červené pigmenty, které jsou zodpovědné za zbarvení ovoce a zeleniny (Ellis and Hill, 2006).

Vitamin A je důležitý pro fyziologickou funkčnost tkání, zrak, růst a reprodukci (Zeman a kol., 1997). Mayer a Coenen (2003) uvádí, že jeho nejzákladnější funkcí je ochrana kůže a sliznic. Při jeho nedostatku epitel rohovatí a zastavuje se sekrece mazových žláz. Do takto narušené kůže se pak může snáze dostat infekce. Toto riziko se netýká pouze kůže, ale všech orgánů vystlaných epitelem, jako jsou dýchací a trávicí trubice, spojivkové vaky, či vylučovací a pohlavní ústrojí. U klisen mohou infekce napadat například dělohu a plodové obaly, což může mít za následek až neplodnost. Další ze znaků nedostatku vitamínu A je oslabení rohoviny kopyt a zvýšenou citlivostí šlach kolem kloubů končetin.

Ellis and Hill (2006) popisují vliv metabolitů vitamínu A na sítnici, které jsou obsaženy ve fotoreceptorech, tyčinkách a čípcích. Při jeho nedostatku může nastat poškození zraku, projevující se šeroslepostí (Mayer a Coenen, 2003). Další důležitou funkcí tohoto vitamínu je napomáhání látkové výměně v kostech. Pokud nastane jeho nedostatek, zpomalí se odbourávání vnitřních vrstev kostí a což má za následek zužování kanálků Haversova systému. (Mayer a Coenen, 2003).

Z rostlinných krmiv získává kůň vitamin A konverzí beta-karotenu, nebo z provitaminů (karotenoidů). Nejdůležitějším provitaminem je beta-karoten. Na samotný vitamin A se přeměňuje pomocí specifických enzymů ve střevní sliznici. Z 1mg beta-karotenu se utvoří přibližně 400 jednotek vitamínu A. Toto číslo ale není konstantní, závisí na objemu krmné dávky, na doprovodných látkách v denní dávce a na dalších faktorech (Mayer a Coenen, 2003; Pagan a Bečvářová, 2009).

Velké množství karotenů obsahuje zelené krmivo. Koně na pastvě proto přijímají nadbytek beta-karotenu. V tom případě organismus sníží intenzitu jeho přeměny na vitamin

A. Značné množství vitamínu A si koně ukládají v játrech. Koně, pasoucí se přes léto na pastvě bohaté na beta-karoten, tak přečkají bez problémů zimní měsíce, kdy je jeho přísun omezen. To ovšem neplatí pro kojící klisny, pro které je dodávání vitamínu A do krmné dávky nezbytné, protože kojená hříbata nemají v játrech žádné zásoby a jsou tak odkázána na jeho příjem výhradně z mateřského mléka. Velká část karotenů se však odbourává oxidací, která probíhá během sušení (jejich obsah klesne až na 10 % původního množství). To znamená, že v případě celoročního krmení výhradně senem není kůň schopen přijmout dostatečné množství beta-karotenu. To samé platí i pro pastvu na suchém, zdřevnatělém lučním porostu. Výjimkou je vojteškové seno kosené v době květu (Mayer a Coenen, 2003; Pagan a Bečvářová, 2009).

Charakteristické příznaky deficitu vitamínu A u koní jsou nechutenství, záněty slinných žláz, vyšší výskyt onemocnění dýchacího systému, nemoci a poruchy zažívacího traktu, snížení růstu, ztráta váhy a nižší plodnost. Naopak se může projevit špatnou srstí, sníženým svalovým tonem, depresemi nebo ataxií. Denní dávka by neměla překročit 1000 IU/kg živé váhy (Zeman a kol., 1997; Mayer a Coenen, 2003; Ellis and Hill, 2006).

Pro doplnění krmné dávky lze přikrmovat mrkev, sennou moučku, nebo synteticky vyrobené doplňky (Meyer a Coenen, 2003).

Vitamin D

Vitamin D je steroidní hormon (Ellis and Hill, 2006). Existují dvě aktivní látky formy vitamínu D: vitaminy D₂ (ergokalciferol) a D₃ (cholecalciferol), (Zeman a kol., 1997).

Základní funkcí vitamínu D je ovlivňování absorpce vápníku a fosforu při tvorbě kostní tkáně (Zeman a kol., 1997). Při jeho nedostatku se značně omezí absorpce těchto dvou minerálů (Crandell, 2001).

Vitamin D₂ je obsažen v rostlinách. Vzniká působením slunečního záření, jeho velké množství je proto především v odumřelých listech a v seně sušeném na slunci. Naproti tomu se vůbec nevyskytuje v obilovinách nebo v mladé zelené trávě. Vitamin D₃ vzniká v kůži ze 7 - dehydrocholesterolu, který si tělo samo syntetizuje. K přeměně dochází vlivem slunečního záření (Meyer a Coenen, 2003). Jelikož přiměřené vystavení slunečnímu záření zabezpečuje dostatečnou přeměnu vitamínu D v kůži, není potřeba jeho doplňování do krmné dávky koně. Pozor by se však měl dát u koní chovaných klasickým „stájovým“ chovem, kteří nechodí dostatečně na slunce (Meyer a Coenen, 2003; Pagan a Bečvářová, 2009).

Hlavní příznaky nedostatku vitamínu D je snížený příjem krmiva, reedukovaná rychlost růstu, odvápnění kostí a velmi zřídka i křivice a osteomalacie (Ellis and Hill, 2006).

Oproti tomu na nadměrný příjem vitamínu D jsou koně také velmi citliví. Způsobuje nechutenství a malátnosti, ve velké míře potom akutní selhání ledvin (Meyer a Coenen, 2003).

Vitamin E

Vitamin E je antioxidant (ze skupiny tokoferolů), což znamená, že chrání buňky (především jejich membrány) před peroxidativním poškozením (Crandell, 2001, Harper, 2002). Dále podporuje plodnost, proto při jeho nedostatku může dojít ke sterilitě (Zeman a kol., 2006).

Antioxidanty mají důležitou funkci, nezbytnou především pro kosterní a srdeční svalovinu. Při jejich nedostatku se narušuje propustnost buněčných stěn, je větší spotřeba kyslíku a následně pak dochází k degeneraci svalstva. Proto můžeme říci, že vitamin E je takzvaně antidystrofický (Harper, 2002; Meyer a Coenen, 2003).

Jako takový je vitamín E prospěšný především pro mladé, rychle rostoucí hříbata, březí klisny, hřebce a sportovní koně bez přístupu na pastvinu.

Dále vitamin E chrání vitamin A a nenasycené mastné kyseliny před před oxidací a inaktivací, a to jak v krmivu, tak v trávicím traktu koně. Vitamin A a nenasycené mastné kyseliny jsou látky nestálé a při nedostatku vitamínu E se nenasycené mastné kyseliny oxidují a způsobují hříběcí nemoc zvanou „Nemoc žlutého tuku“ (Meyer a Coenen, 2003).

Obsah vitamínu E je vyšší v zeleném krmivu, a to zejména ve vojtěšce. S postupným zráním pastvy jeho množství klesá. Sběr a délka skladování píce může množství vitamínu E snížit až 10x. Jako takový je vitamín E prospěšný především pro mladé, rychle rostoucí hříbata, březí klisny, hřebce a sportovní koně bez přístupu na pastvinu (Kane, 2004).

Nedostatek vitamínu E je spojen s nedostatkem selenu a společně snižují tvorbu protilátek (Meyer a Coenen, 2003). Ellis and Hill (2006) poukazují na to, že je ovšem problém rozeznat, zda se jedná právě o nedostatek vitamínu E či selenu.

Vitamin E je ve srovnání s ostatními vitamíny, rozpustnými v tucích relativně bezpečný, ale intoxikace může vést ke sníženému výkonu a růstu, ztrátě váhy, anorexii a celkovému oslabení organismu (Ellis and Hill, 2006).

Vitamin K

Vitamin K existuje ve třech různých formách. Přírodní vitamin K₁ (phyloquinone) v zelené vegetaci, K₂ (menaquinone) produkovaný střevními bakteriemi a uměle syntetizovaný K₃. Pokud je podávána forma K₃, je následně alkylována na formu K₂. (Ellis and Hill, 2006).

Jeho hlavní funkcí je udržovat normální úroveň srážecích faktorů v krvi, proteinu C a proteinu S v játrech. Vitamin K působí jako kofaktor při přeměně srážecího z inaktivní formy na aktivní. (Ellis and Hill, 2006). Vitamin K je tedy velmi důležitý pro srážení krve (Zeman a kol., 2006).

Deficit vitamínu K se projevuje poruchou srážlivosti krve. Je ale známo málo důkazů o nedostatku vitamínu K u koní. Jeho toxické účinky při zkrmování přírodních krmiv jsou také velmi vzácné, ne-li úplně neznámé (Lewis, 1995). Avšak v případě nadměrného podávání syntetické formy K₃ může dojít k akutnímu selhání ledvin, kolice či k nálezu krve v moči (Ellis and Hill, 2005).

3.2.1.4.2 Vitamíny rozpustné ve vodě

Do vitamínů rozpustných ve vodě řadíme vitaminy B-komplexu, vitamin C, neboli kyselinu askorbovou a vitamin H (biotin). Tělo nejlépe skladuje látky, které jsou rozpustné v tucích. Protože tělo nejlépe skladuje látky rozpustné v tucích, jsou vitaminy rozpustné ve vodě v organismu ukládány pouze v malém množství. Musí být tedy přijímány potravou téměř každý den (Pagan, 2009). V běžné potravě se nacházejí v poměrně velkém množství (s výjimkou vitamínu B₁₂), některé jsou syntetizovány v těle (vitamin C) a některé jsou produktem střevní mikroflory (B-komplex). Jejich nedostatek je proto velmi vzácný (Meyer a Coenen, 2003). Přesto je doporučováno jejich přidávání do krmné dávky především výkonnostních koní, kteří jsou krmeni vysokými dávkami jádra, protože jádro má tlumivý účinek na fermentaci v tlustém střevě (Crandell, 2001). Meyer a Coenen (2003) zmiňují další možné způsoby narušení střevní fermentace a tím snížení hladiny vitamínu v těle. První příklad se týká odstavených hříbat, již nepřijímajících mateřské mléko, které vitaminy obsahuje, a zároveň nemají ještě plně vyvinutou střevní mikroflóru. Střevní mikroflóru může narušit také průjem, nedostatek hrubé vlákniny v krmné dávce, zkrmování plesnivého sena či perorální podávání léků s bakteriostatickými účinky.

Nedostatek vitamínů rozpustných ve vodě se může projevit střídavým nechutenstvím, celkově slabším výkonem zvířete a zhoršenou kvalitou srsti. Nadbytek vitamínu skupiny B v krmivu nevedou k žádným zdravotním potížím, kuň je velmi dobře toleruje (Meyer a Coenen, 2003).

Vitamin B₁

Neboli tiamin či aneurin je nepostradatelný pro metabolismus sacharidů (Zeman a kol., 1997). Meziprodukty rozkladu cukrů je kyselina pyrohroznová a alfa-ketoglutarová. V případě nízké hladiny vitamínu B₁ nemohou být tyto kyseliny rozloženy a hromadí se v krvi (Meyer a Coenen, 2003). V nadbytku poté mohou působit na nervovou soustavu a způsobovat polyneuritické křeče (Zeman a kol., 2006).

Podráždění nervové soustavy se může projevovat také zvýšenou podrážděností a celkovou lekavostí, nekoordinovanými pohyby a malátností (Meyer a Coenen, 2003).

U rostoucích koní se může nedostatek projevit až zpomalením růstu a snížením příjmu krmiva (Zeman a kol., 1997).

Doporučené množství vitamínu B₁ je 3-5 mg/kg sušiny krmiva. V případě vyvážené a nezávadné stravy by mělo stačit množství vitamínu B₁ v něm obsaženém a vyprodukované mikroflórou (Meyer a Coenen, 2003).

Vysoký obsah vitamínu B₁ je například v sušeném droždí a pšeničných a rýžových klíčcích (Meyer a Coenen, 2003).

Vitamin B₂

Podílí se na metabolismu bílkovin a tuků u hříbat (Zeman a kol., 1997). Je obsažen ve flavinových enzymech, které jsou nezbytné pro tkáňové dýchání (Zeman a kol., 2006). Potřeba je přibližně 2mg/kg krmiva sušiny, při menším množství může způsobit katarální zánět spojivek, zvýšené slzení a světloplachost. Jeho nedostatek byl však zaznamenán pouze po jeho vyvolání v pokusných podmínkách (Meyer a Coenen, 2003).

Vitamin B₁₂

Je důležitý pro tvorbu červených krvinek, jejich zrání a prodlužování životnosti. Účastní se také metabolismu proteinů (Zeman a kol., 2006). Při jeho nedostatku může dojít ke snížení konverze krmiva a celkově k poruchám růstu (Zeman a kol., 1997). Nedostatek vitamínu B₁₂ se však týká pouze hříbat. Organismus dospělého jedince si dokáže vyrobit dostatek tohoto vitamínu sám. Dokonce ani při velmi nízké hladině vitamínu B₁₂ v krvi se nepodařilo vyvolat klinické příznaky, které by způsobil právě jeho nedostatek (Meyer a Coenen, 2003).

Biotin

Má velký význam při přeměně glycidů a tuků. Jeho další funkcí je udržování zdravé kůže (Zeman a kol., 2003). Při jeho nedostatku se dostávají poruchy funkce kůže. S jeho pomocí lze vyléčit některá onemocnění kopyta (Zeman a kol., 1997).

Vitamin C (kyselina askorbová)

Vitamin C je antioxidant. Je důležitý pro oxidoredukční procesy (Zeman a kol., 2003). Za normálních okolností není třeba ho jakkoli dodávat do organismu, protože jeho produkce játry je naprosto dostačující. Naopak při zvýšeném stresu, nebo u starých koní byl zpozorován jeho mírný nedostatek (Crandell, 2001).

Dalšími vitaminy patřícími do skupiny vitaminů rozpustných ve vodě jsou například kyselina listová, Cholin, kyselina pantotenová, Niacin a další.

3.2.1.5 Esenciální mastné kyseliny a karnitin

Esenciální mastné kyseliny se podílejí na syntéze lipidů v buněčných membránách a slouží jako předstupeň prostaglandinů. Jejich nedostatek způsobuje kožní onemocnění a poruchy fertility. Potřebné množství kyseliny linolové se nikde neuvádí, esenciální mastné kyseliny však mohou být mobilizovány z tělního tuku (Meyer a Coenen, 2003).

L-karnitin nepatří k esenciálním látkám, tělo si dokáže dostatečné množství syntetizovat samo, proto se do krmiv nepřidává. Je to derivát aminokyselin, důležitý pro přechod mastných kyselin přes membrány mitochondrií, a to zejména v srdečním a kosterním svalu (Meyer a Coenen, 2003).

3.2.1.6 Minerální látky

Minerální látky jsou ve stravě koní zcela nepostradatelné. Účastní se veškerých chemických dějů v organismu. Podílí se na stavbě buněk, tkání i celých orgánů. Jsou nezastupitelnou složkou vitaminů, enzymů, hormonů i hemoglobinu (Dušek, 2002). Mezi další funkce minerálních látek patří katalyzace látkových výměn, vyrovnávání osmotického tlaku v buňkách důležitého především pro transport látek a tekutin. Dále regulují pochody při trávení potravy (Šajdler, 2013).

Zeman a kol. (2002) dodává, že jednotlivé prvky se vzájemně ovlivňují. To znamená, že na celkovém množství a účinku jednoho prvku může záviset množství a funkce prvku druhého. Z tohoto důvodu by měly být minerální látky ve stálém poměru. Nedostatek minerálních látek v přijímané potravě pak může způsobit zdravotní potíže.

Dostatečné množství minerálních látek můžeme organismu zajistit, případně doplnit, pouze v případě, že známe jejich stravitelnost, neboli víme, v jaké míře je kůň schopen dodané látky využít (Šajdler, 2013).

Ve své knize Ellis and Hill (2006) uvádějí, že koncentrace minerálních látek nahromaděných v koňském těle je v průměru 4 % tělesné váhy. Zeman a kol. (2006) uvádí rozmezí 3-5 % tělní hmoty.

Nejvíce minerálních látek se ukládá v kostní tkáni (až 83 %), zbývajících 17 % je uloženo do zbylých tkání těla (Zeman a kol., 2006).

Zeman a kol. (2006) rozdělil minerální látky do tří skupin:

- Nepostradatelné
- Postradatelné
- Toxické

Takovéto rozdělení je ovšem relativní. Prvek se stává nepostradatelným v závislosti na několika faktorech. Zeman a kol. (2006) tyto faktory popsal takto:

„Nepostradatelnost prvku pro organismus je zpravidla určena:

- Přítomností v živočišném organismu v normálním metabolickém stavu,
- Stabilitou zastoupení v organismu,
- Morfologickými a fyziologickými změnami tkání při vyvolání deficitu prvku v dietě,
- Dosažením normality metabolického stavu zvířete při aplikaci prvku.“

Mezi toxické látky můžeme zařadit například olovo, kadmium, rtuť, arzén, fluór a další.

Jiné rozdělení uvádí Pagan a Bečvářová (2009). Minerály rozdělili podle množství daného prvku, které je potřebné pro organismus koně na makroprvky a mikroprvky. Potřeba makroprvků se vyjadřuje v g/den, nebo také v procentech krmné dávky. Naproti tomu mikroprvky se zapisují v mg/den, nebo se vyjadřují v ppm, mg/den. (ppm= parts per million)

3.2.1.6.1 Makroprvky

Z krmivářského pohledu jsou nejdůležitější tyto makroprvky: vápník (Ca), fosfor (P), draslík (K), sodík (Na), hořčík (Mg), chlor (Cl) a síra (S) (Zeman a kol., 2006).

Síra

Síra se nachází ve všech tkáních těla, především pak v kůži (Kroulík, 1989). Dále je nedílnou součástí některých aminokyselin. Účastní se přeměny bílkovin v těle. Síra je minerální látka, jejíž množství je vždy dostačující, protože je esenciální složkou bílkovin (Meyer a Coenen, 2003).

Hořčík

Přibližně 60 % hořčíku je obsaženo v kostech, zbylých 30 % připadá na svalovou tkáň. Svými vlastnostmi se podobá vápníku. Aktivuje enzymové systémy, zasahuje do metabolismu cukrů a funkce nervové soustavy. Je nezbytný pro tvorbu kostí (Kodeš a kol., 1988; Kroulík, 1989).

Vápník a fosfor

Vápník (Ca) je nejvíce zastoupeným prvkem v živočišném těle (Zeman a kol., 2006).

Kůň střední velikosti má v organismu přibližně 7 kg vápníku a 4 kg fosforu (Meyer a Coenen, 2003). Z tohoto množství se téměř všechno vápník a přibližně 85 % fosforu nachází v kostech (Pagan a Bečvářová, 2009). Hlavní funkcí obou dvou prvků je proto udržovat stabilitu a funkci kostní tkáně. Neméně významnou roli hrají v přenosu nervových vzruchů ke kosterní svalovině, dále se účastní přeměny energie ve svalech (Kroulík, 1989).

Koně jsou citliví na poměr vápníku a fosforu v těle, musejí je proto přijímat ve vyváženém množství. Pokud je nadměrné množství fosforu, může inhibovat absorpci vápníku, což následně vede k jeho nedostatku i přes dostatečný příjem v krmivu. Poměr vápníku k fosforu by neměl klesnout pod poměr 1:1, ideálně 1,5:1. Maximální hranice poměru je 2,5:1. Meyer a Coenen (2003) udávají horní hranici poměru až 3:1. Případný nedostatek jednoho z prvků může vést k abnormalitám skeletu. Pokud je s krmivem přijímáno nadměrné množství vápníku, měl by být fosfor aditován do krmiva (Pagan a Bečvářová, 2009).

Meyer a Coenen (2003) dodávají, že při nedostatku vápníku může být jeho hladina v krvi doplňována mobilizací vápníku z kostí. Naopak přebytečný vápník bývá vyloučen močí.

Zvýšenou potřebu obou prvků mají pracující koně (velké množství odchází z těla s potem a trusem), gravidní a kojící klisny a hříbata v 1. roce života (Meyer a Coenen, 2003).

Dostatečné množství fosforu je zajištěno běžným krmením, avšak vápník by se měl do běžných krmiv přidávat (Meyer a Coenen, 2003).

Nejběžnějším zdrojem vápníku je krmný vápenec, neboli uhličitán vápenatý a vápenato-hořečnatý. Také bývá ve velké míře přidáván do minerálně-vitamínových doplňkových krmiv a krmných směsí (Zeman a kol., 2006).

Sodík

Sodík je součástí tekutin a trávicích šťáv. Jeho funkcí je především regulovat krevní a osmotický tlak, udržuje hodnotu pH v normě a účastní se metabolismu vody (Zeman a kol., 1997).

Denní dávka pro záchovu organismu je 20mg/kg živé hmotnosti (Meyer a Coenen, 2003).

Sodík odchází z těla především s potem. Jeho potřeba proto stoupá při zvýšených výkonech (Meyer a Coenen, 2003). Pot obsahuje kolem 0,7 % sodíku (Zeman a kol., 1997).

Mnoho krmiv obsahuje nedostatečné množství sodíku, proto jeho příjem musíme zvýšit zvláštním dodáváním prvku. (Meyer a Coenen, 2003). Nejčastěji je dodáván ve formě chloridu sodného (NaCl). Obsah Na a Cl v NaCl je 38 % a 62 %. V současné době se jako další zdroj sodíku využívá hydrogenuhličitan sodný. (Zeman a kol., 2006).

Obiloviny mají velmi nízký obsah sodíku, stejně jako zelené krmení, seno či siláž, které obvykle obsahují méně než 0,5/kg sušiny. Větší množství má potom například krmná řepa (Meyer a Coenen, 2003).

Zeman a kol. (1997) udávají poměr mezi sodíkem a draslíkem 0,5:1.

Draslík

90 % draslíku je uloženo ve svalovině a to přesněji v intercelulárním prostoru, dále je draslík uložen v červených krvinkách a protoplazmě. Denní záchovná potřeba draslíku je 50mg/kg živé hmotnosti. (Meyer a Coenen, 2003; Zeman a kol., 1997).

Udržuje stálý osmotický tlak v buňkách (Zeman a kol., 1997). Meyer a Coenen (2003) píší o jeho funkci jakožto aktivátoru některých enzymů. Tyto enzymy se podílí především na glykolýze a oxidativní fosforylaci.

Množství draslíku v krvi je poměrně stálé. Nedostatek není obvyklý. Většinou je následkem nadměrné fyzické aktivity a vyplavení nadměrného množství draslíku potem a močí (Zeman a kol., 1997). Při nadměrné ztrátě draslíku může dojít k hypokalémii, která může mít negativní vliv na srdce (Meyer a Coenen, 2003).

Obsah draslíku v krvi by se měl přibližně shodovat s obsahem vápníku. Jeho množství se tedy pohybuje mezi 4-6 g/kg sušiny krmiva. Pro záchovnou dávku vystačí běžná krmiva, která mají draslíku dostatečné množství. Při nadměrném pocení je třeba dodat draslík v množství až 10 g/kg živé hmotnosti za den. Jadrné krmivo obsahuje 5-10 g/kg, objemné krmivo potom 10-30 g/kg sušiny (Meyer a Coenen, 2003).

Hořčík

Hořčík je ze 70 % uložen v kostní a svalové tkáni. Je aktivátorem enzymů a účastní se tak mnoha enzymatických pochodů (Zeman a kol., 1997).

Doporučené, záchovné množství je 18 mg/kg živé hmotnosti denně. Nepatrné množství hořčíku je vylučováno potem (Meyer a Coenen, 2003).

Hořčík by měl být ve vzájemné rovnováze s vápníkem. Jeho nadbytek potlačuje metabolismus vápníku. Naopak při nedostatku vápníku může být hořčík až toxický. Hlavním zdrojem hořčíku je zelená píce (Zeman a kol., 1997). Potřebné množství je však obsaženo téměř ve všech běžně využívaných krmivech (Meyer a Coenen, 2003).

3.2.1.6.2 Mikroprvky

Jak již naznačuje název, mikroprvky jsou pro organismus důležité pouze ve stopovém množství, ve větších jsou však toxické. Mezi nejdůležitější mikroprvky patří železo (Fe), mangan (Mn), selen (Se), jod (I), měď (Cu) a zinek (Zn) (Pagan a Bečvářová, 2009).

Mikroprvky se řadí mezi nepostradatelné látky. Špatný vliv na organismus mohou mít i v případě, že jsou přítomny v dostatečném množství, ale jsou v nevhodném poměru k ostatním (Zeman a kol., 2006).

Železo

Železo je součástí hemoglobinu (červené krevní barvivo) a myoglobinu (svalové barvivo) (Zeman a kol., 2006). Meyer a Coenen (2003) uvádí, že 60 % železa připadá na hemoglobin, cca 20 % potom na myoglobin. Hemoglobin je součástí erytrocytů a jeho hlavní funkcí je přenos kyslíku a buněčné dýchání (Pagan a Bečvářová, 2009). Dále je pomocným prvkem při přeměně živin v buňce (Zeman a kol., 1997).

Přibližné množství železa v organismu tvoří 4-5 g/100 kg živé hmotnosti. Ukládá se především ve slezině, kostní dřeni a v játrech (Zeman a kol., 1997).

Běžná krmiva mají nadbytek železa. Zvýšená potřeba železa se objevuje v začátcích tréninku kvůli zvýšení počtu červených krvinek a celkově u pracovních koní, kteří syntetizují více hemoglobinu (Pagan, 2001) či po větší ztrátě krve. Malé množství železa je vylučováno potem (Meyer a Coenen, 2003).

Využití a vstřebávání železa napomáhají vitaminy D a C (Zeman a kol., 1997).

Nejčastěji se železo dodává ve formě síranu železnatého, fumaranu železnatého, chalátu železa a dalších látek (Zeman a kol., 2006).

Mangan

Mangan patří mezi enzymové aktivátory a koenzymy. Je proto nepostradatelný pro metabolismus sacharidů a tuků. Je důležitý pro utváření kostí a pojivových tkání (Pagana Bečvářová, 2009).

Při jeho nedostatku je zpomalen pohlavní růst a dochází k nepravidelnosti ovulace. Důležitý je správný poměr manganu a železa, protože mangan způsobuje oxidaci železa a při jeho nadbytku může docházet k anemii (Zeman a kol., 1997).

Jeho potřeba není známa, odhadem je to 40 mg/kg sušiny krmiva denně. Zelené krmivo a seno pak obsahuje nejméně 30mg/kg sušiny (Meyer a Coenen, 2003). V případě potřeby se mangan dodává ve formě chloridu, síranu, uhličitanu nebo oxidu manganatého (Zeman a kol., 2006).

Selen

Selen společně s vitamínem E tvoří obranný systém proti vlivu oxidace. Je součástí enzymu glutathionperoxidázy, který se účastní na antioxidačních procesech. Nízké hodnoty selenu a vitamínu E proto mohou vést až k poškození svalů a imunitních funkcí, nebo ke sníženému zabřezávání klisen (Pagan a Bečvářová, 2009).

Dospělý jedinec potřebuje 0,1-0,12 mg/kg sušiny krmiva. Množství selenu v krmivu je různé. Záleží na obsahu selenu v půdě. Jeden z nejvyšších obsahů selenu má lněné semínko – až 3mg/kg (Meyer a Coenen, 2003).

Koním lze do krmiva přidávat seleničitan sodný, selenan sodný, nebo selenomethionin (Zeman a kol., 2006).

Jód

Jód nejdůležitějším prvkem pro produkci hormonů štítné žlázy neboli tyroxinu a trijódtyroninu (Pagan, 2001).

75 % množství, nacházejícího se v organismu, je uloženo právě ve štítné žláze. Množství jódu v těle je závislé na pohlaví, stáří, celkovém stavu organismu a na dalších faktorech jedince. Obsah jódu je ovlivněn fosforem a vápníkem. Při jejich nadbytku je snížen jeho obsah v krvi (Zeman a kol., 1997).

Jód je vylučován močí, méně potom slinami, žlučí, žaludeční a střevní šťávou, potem a mlékem (Mudřík a kol., 2006).

Množství jódu, které obsahují krmiva je úměrný množství jódu v půdě (Kroulík, 1989). Dle Mudříka a kol. (2006) je v ČR množství přijímaného jódu většinou nedostatečné a proto se musí do krmných dávek přidávat. Nejdůležitější je jeho přísun v období gravidity.

Na jód je velmi bohatá rybí moučka, dále se může přidávat ve formě jodidu draselného, jodidu sodného, nebo jodičnanu vápenatého (Zeman a kol., 2006).

Měď

Měď je nezbytná pro několik enzymů na mědi závislých, zapojených do syntézy a metabolismu elastického pojivové tkáně, mobilizace a distribuci zásob železa, zachování integrity mitochondrií, syntézu melaninu, a detoxikace superoxidu. Také významně ovlivňuje vývoj skeletu (NRC, 1989). Po mobilizaci železa napomáhá měď s jeho vazbou v hemu. Měď se tak stává dalším krvetvorným prvkem (Zeman a kol., 2006).

Nejvíce mědi se v těle nachází v játrech, ledvinách, slezině, srdci a mozku. Exkrečním orgánem jsou játra (Mudřík a kol., 2006).

Zvýšenou potřebu mědi mají hříbata, vyšší hladinu mědi v krvi mají březí samice. Množství mědi v organismu je tak značně proměnlivé v závislosti na věku zvířete. Při nadbytečném příjmu se měď hromadí v těle a může způsobovat zdravotní potíže. Naopak při nedostatku mědi se mohou objevit poruchy pigmentace, anemie, osteoporóza a dokonce i kardiomyopatie. Nedostatečný příjem tohoto prvku může nastat při zkrmování krmiv vypěstovaných na lehkých a bahnitých půdách, které často obsahují nedostatečné množství mědi (Zeman a kol., 1997; Mudřík a kol., 2006)

Měď se přidává jako krystalický síran měďnatý nebo methionát měďnatý a další (Zeman a kol., 2006).

Zinek

Zinek je obsažen ve všech buňkách těla. Větší koncentrace zinku jsou především v kůži, pankreatu, varlately, játrech, kostech a ledvinách. Jeho důležitou funkcí je účastnit se syntézy proteinů a nukleových kyselin. Je nepostradatelný při růstu organismu. Svým ovlivňováním vývoje pohlavních orgánů a jejich činnosti se významně podílí na regulaci pohlavní činnosti. Ovlivňuje metabolismus kostí a procesy v kůži a kožních derivátech. Ovlivňuje kortikotropní hormon a hraje zásadní roli v imunitním systému. (Kroulík, 1989; Mudřík a kol., 2006)

„Zinek je vylučován slinami, pankreatickou a střevní šťávou a žlučí. Značné množství zinku se vylučuje kolostrem a mlékem.“ (Mudřík a kol., 2006).

Nedostatek zinku je také ovlivněn nadměrným množstvím vápníku v krmné dávce (Zeman a kol., 1997).

Můžeme ho dodávat ve formě oxidu, síranu, uhličitanu, octanu i mléčnanu zinečnatého. Maximální dávka zinku je 250 mg/ kg. (Zeman a kol., 2006).

3.2.1.7 Voda

Dostatečný přívod čisté vody je pro koně nezbytný. Její obsah v těle je poměrně stálý (68 – 72 % celkové váhy těla, počítáno bez tuku) a nemůže se znatelně změnit bez závažných následků pro koně. Voda se z těla ztrácí vylučováním moči, výkalů a potem. Dále vypařováním z plic, sliznic a kůže a takzvaně produktivní sekrecí neboli mlékem. Vodní deprivace může vést k zažívacím potížím, jako například ke kolikám (NRC, 1989).

Všechny biochemické procesy v těle jsou úzce spojeny s vodou. Je nepostradatelnou součástí trávicích šťáv, podmiňuje průběh trávicích a vstřebávacích procesů. Dále plní

transportní funkci- přenáší všechny živiny, metabolity, hormony a enzymy. Neposlední funkcí je účast vody na tepelně regulačních procesech, kdy rovnoměrně rozvádí teplo po těle a podílí se na odpařování přebytečného tepla (Kroulík, 1989; Zeman a kol., 2006).

Množství vody v organismu je proměnlivé a závislé na mnoha faktorech. Závisí především na věku a množství tuku v těle jedince. Se stoupajícím věkem a tučností množství vody v organismu klesá (Kroulík, 1989).

Metabolismus vody prakticky řídí minerální látky ve vodě obsažené, především K, Na a Cl. Pomocí těchto látek se udržuje osmotický tlak a acidobazická rovnováha v těle. Voda napomáhá jejich pronikání do buněk (Zeman a kol., 2006).

Zemana kol. (2006) vodu v organismu rozdělili na dvě základní části:

- Nitrobuněčná voda (70 % z celkového množství)
- Mezibuněčná voda (30 % z celkového množství)

Kůň bez větší zátěže za příznivé teploty vypije 25-70 ml/ kg/ den, neboli 19-33 l vody na 500kg své hmotnosti. Při teplotě nad 24 °C pak příjem vody stoupá. Dále potřebu vody ovlivňuje vlhkost a teplota vzduchu, zdravotní stav a fyzická aktivita koně, a typ a množství zkrmovaného krmiva (Pagan a Bečvářová, 2009). Voda, přijímaná v krmivu se nazývá vegetační voda. Voda z krmiva a pitná voda se poté souhrnně nazývají exogenní voda. Endogenní vodu tvoří výhradně voda oxidační. Endogenní voda pochází z rozpadu organických látek v organismu, nejvíce z tuku, poté ze sacharidů a bílkovin (Kroulík, 1989; Zeman a kol., 2006).

Při zkrmování objemného krmiva přijímá kůň průměrně 3,5 kg vegetační vody, při zkrmování objemného i jadrného krmiva (smíšené dávky) 3 kg vody/ kg sušiny. Na vodu je bohatá především jarní luční tráva, mokrá siláž a řepa. Při zkrmování těchto krmiv s obsahem vody 80-90 % je příjem tekutin nadměrný, proto poté koně mají potřebu pít jen minimálně. Pocit žízně po příjmu krmiva je následkem „stečení“ vody v organismu do trávicího traktu (zvýšení osmolarity plasmy) (Meyer a Coenen, 2003).

Velká fyzická zátěž zvyšuje příjem vody až o 50-120 %, kvůli zvýšenému pocení (Pagan a Bečvářová, 2009). Optimální teplota vody je 8-15 °C (Zemana kol., 2006).

3.2.1.8 Energie

Energie jako takovou nemůžeme klasifikovat mezi živiny, protože ji kůň nemůže fyzicky spotřebovat, nicméně je nepostradatelná pro udržení života. (Williams, 2004).

Energetická hodnota je nejdůležitějším měřítkem hodnoty krmné dávky pro koně. Množství energie určuje, kolik krmiva je potřeba k pokrytí energetických potřeb koně. Toto množství následně určuje koncentraci ostatních složek krmné dávky. Znalost potřeby energie je proto důležitou věcí, bez které nelze správně určit krmnou dávku (NRC, 2007).

Ve výživě můžeme rozdělit energii do čtyř kategorií: brutto energie, stravitelná energie (SEk), metabolizovatelná energie (ME) a netto energie (NE). Brutto energie krmiva představuje celkovou částku tepla vyrobeného spalováním přijatého krmiva. (Zeman, Hodboď a Mendlík, 1997; NRC, 2007).

Hodnoty těchto energií můžeme získat následujícími výpočty podle Duška a kol. (2011):

$$\text{SEk} = \text{brutto energie} - \text{energie výkalů}$$

$$\text{ME} = \text{SEk} - (\text{energie moče} + \text{energie plynů})$$

$$\text{NE} = \text{ME} - \text{tepelný přírůstek}$$

Energetické požadavky koně můžeme shrnout jako součet potřeby energie na záchovu a produkci. V případě sportovních koní je bráno jako produkce jejich pracovní zatížení. Množství energie potřebné na záchovu a produkci jedince nám udává netto energie (Dušek a kol., 2011).

Záchovná energie je energie nutná pro udržení života zvířete, neboli energie spotřebovaná při základních tělesných funkcích (Kodeš a kol., 1988). Koně v zátěži, růstu, březosti, či v časně laktaci vyžadují zvýšení energie v krmné dávce (Williams, 2004).

Největším zdrojem energie jsou tuky (až třikrát více než bílkoviny a sacharidy), ale nejběžnějším zdrojem jsou sacharidy v podobě vlákniny nebo škrobu. Tuky se přidávají pro zvýšení energetického obsahu krmné dávky náhradou za nestrukturální sacharidy (Williams, 2004; Pagan a Bečvářová, 2009)

Známky nedostatku energie zahrnují snížení váhy, snížení tělesné aktivity, a snížení tempa růstu. Naproti tomu příliš velký příjem energie zvyšuje riziko koliky, laminitidy a dalším zdravotním potížím (Williams, 2004).

3.3 Antinutriční a škodlivé látky

Antinutriční a škodlivé látky mohou být jak anorganického, tak organického původu. Snižují produkční účinnost krmiv, narušují funkci trávicího ústrojí a mohou vést až k narušení

zdravotního stavu. Mnoho škodlivých látek má schopnost se kumulovat, což jejich účinek ještě zhoršuje. (Zeman a kol., 2006).

Tyto látky může krmivo obsahovat již primárně, popřípadě se do krmiva mohou dostat až kontaminací, přimícháním nebo zkažením v případě špatného skladování (Meyer a Coenen, 2003).

Zeman a kol. (2006) rozděluje z hlediska toxicity antinutriční látky do těchto 4 skupin:

- Netoxické (vláknina, lignin)
- Různý stupeň toxicity (trísloviny, glykosidy, mykotoxiny)
- Vysoce toxické (alkaloidy, kyanogenní glykosidy, mykotoxiny)
- Se specificky toxickými účinky – například hematotoxické (např. těžké kovy), hepatotoxické (mykotoxiny), neurotoxické, kancerogenní, teratogenní, aborativní a embryotoxické a negativně zasahující do minerálního metabolismu (organické kyseliny).

D'Mello (2000) dělí antinutriční látky pouze do dvou základních skupin:

- Látky termolabilní neboli látky citlivé na teploty při běžném zpracování krmiv. Do této skupiny patří například lektiny, inhibitory proteáz, kyanogenní glykosidy.
- Látky termostabilní, zahrnující například antigenní bílkoviny, kondenzované taniny, alkaloidy a další.

Škodlivé látky mají na organismus negativní účinky. Zeman a kol. (2006) vypsali hlavní z nich: Snižují využití živin – například vláknina, lignin, křemičitany.

- Mají dráždivé účinky na sliznice trávicího traktu – glykosidy a saponiny.
- Cizí předměty větší velikosti, nebo ostré předměty mohou trávicí trakt buď mechanicky poškozovat, nebo ho v případě zaseknutí částice ucpávat.
- V organismu mohou vyvolat fyziologické a morfologické změny, popřípadě reagovat s jinými látkami za vzniku toxických sloučenin.
- Zasahují do energetického, minerálního i hormonálního metabolismu.

Mnohé látky se škodlivým účinkem můžeme najít v různých jedovatých rostlinách. Koně většinu jedovatých rostlin rozpoznají a nepožrout je. Za určitých okolností je však rozpoznat nemusí. Je to například v případě mladého, nezkušeného koně, při nedostatku jiného objemného krmiva, po usušení rostlin nebo mohou být omylem pozřeny s pastvou (Meyer a Coenen, 2003).

3.4 Základní rozdělení krmiv pro koně

Dušek a kol. (2011) definuje krmiva takto: „Krmiva jsou výživné látky rostlinného, živočišného nebo minerálního původu, které jsou nezbytné pro výživu zvířat.“.

Látky v krmivech obsažené jsou důležité pro záchovu zvířete a jeho produkci. Dalšími přítomnými látkami jsou však také látky antinutriční či toxické, které nemají žádný pozitivní účinek. Většinou procházejí trávicím traktem bez užitku (Kodeš a kol., 1988).

Kodeš a kol. (1988), stejně jako Čermák a kol. (2002) či Dušek a kol. (2011) rozdělují krmiva do následujících skupin:

- 1) Objemná krmiva A) šťavnatá (zelená píce, okopaniny, siláže, senáže),
B) suchá (seno, úsušky, sláma, plevy, tvarovaná krmiva),
- 2) Jadrná krmiva (obiloviny, luštěniny, olejnin, pokrutiny, extrahované šroty, krmné směsi, koncentráty),
- 3) Minerální a vitamínové přísady (soli, přísady, doplňky, premixy).

Kromě jednotlivých krmiv jsou stále více vyráběny a zkrmovány krmné směsi.

3.4.1 Objemná krmiva

Objemná krmiva tvoří převážnou část krmných dávek pro koně. Koncentrace živin je nižší (max. 0,45 ŠJ v 1kg sušiny) a výživná hodnota je dosti variabilní. Ta se mění v závislosti na mnoha faktorech. Například na druhu a odrůdě rostlin, úrovni hnojení půdy, agrotechnice, sběrové, konzervační a skladové technice a na ztrátách způsobených při sklizni a skladování (Kodeš a kol., 1988; Dušek a kol., 2011).

Dalším charakteristickým rysem objemných krmiv je vyšší obsah alkalických prvků (například Ca, K, Na a Mg) a s tím spojená vysoká pozitivní alkalita (Zeman a kol., 2006).

Zeman a kol. (2006) rozděluje objemná krmiva podle obsahu sušiny, a to na objemná krmiva:

- 1) Suchá- seno a krmná sláma. Obsah sušiny je větší než 85,9 %, obsah vlákniny je mezi 20-35 %, což má za následek nižší stravitelnost.
- 2) Šťavnatá- zelená píce, okopaniny, siláže, pastevní porost. Obsah sušiny: 10-50 %, obsah vody 50 – 90 %. Koncentrace živin a výživná hodnota je průměrná, značně závislá na vegetačním období a technice sklizně.
- 3) Vodnatá- lihovarské výpalky. Nízký obsah sušiny, nízký obsah živin a tím i nižší výživná hodnota.

3.4.1.1 Suchá píce

Seno odpovídá fyziologickým požadavkům trávení koně, je proto naprosto přirozeným a nejběžnějším krmivem v zimních měsících, kdy je nedostatek pastvy (Zeman a kol., 2006).

Seno dokáže uhradit až 40-50 % celkového množství potřebných živin (Kodeš a kol., 1988).

Obsah SNL je mezi 2-10 % a Sek 6-8,5 MJ. Celkový obsah minerálních látek je 4,9-9,8%, což by mělo obsáhnout požadované množství. Další složkou jsou v množství 4,5-9,8 % popeloviny, z nichž převážně draslík a kostotvorné prvky, neboli vápník a fosfor. Z vitamínů jsou v senu obsaženy především vitamin D a E a vitaminy skupiny B (Dušek a kol., 2011).

Zkrmované seno musí být „vypocené“ neboli 5-6 týdnů po sklizni, bez plevelných a jedovatých bylin a bez plísně (Čermák a kol., 2002).

Hříbatům se zkrmuje především seno vojtěškové a starším koním převážně seno jetelové nebo travní (Čermák a kol., 2002).

Dospělému koni se denně zkrmuje 8-12 kg sena, hříbatům 3-9 kg (Dušek a kol., 2011).

Sláma se užívá jako balastní krmivo. Oproti senu má výrazně méně organických živin, minerálních látek i vitamínů (Dušek a kol., 2002).

Koním je zkrmována především sláma pšeničná a žitná, v zimním období se může používat ovesná sláma jako náhrada za seno. Ječná sláma se pro koně neodporčuje kvůli velkému množství osin zraňujících sliznici ústní dutiny. Obecně se sláma zkrmuje jako řezanka, neboli nakrájená na částice velké 2-4 cm. Zkrmuje se stejně jako seno až 5-6 týdnů po sklizni (Kodeš a kol., 1988).

Mezi objemná krmiva se řadí i plevy neboli obaly semen. Nejhodnotnější jsou plevy ovesné a pšeničné. Jejich výhodou je vyšší nutriční hodnota než u slámy. Obsahují 10-13 % minerálních látek. V současné době se již nepoužívají (Dušek a kol., 2011).

3.4.1.2 Zelená píce

Zelená píce je z územních částí plodin. Podle původu je můžeme rozdělit na zelenou píci z trvalých porostů (například louky a pastviny) a na zelenou píci z polí, kam se řadí polní nebo rolní krmivo (Meyer a Coenen, 2002).

Celková hodnota krmiva se odvíjí od botanického složení daného porostu. Celková stravitelnost organické hmoty je 65-75 %. Obsah vegetační vody je pak 75-85 %, přičemž se stárnutím snižuje stravitelnost pícniny, zhoršuje se využitelnost živin, narůstá obsah hrubé

vlákniny a zhoršuje se celková chutnost krmiva, což může mít za následek snížený příjem potravy (Čermák a kol., 2002; Zeman a kol., 2006).

Krmení výlučně zelenou pící je možné pouze u koní s minimální až středně těžkou zátěží. U sportovních a dostihových koní se takovéto krmení nedoporučuje, protože trávicí ústrojí koně může být přetíženo. Dalším důvodem je také snížení činnosti dýchacího aparátu, což může způsobit rychlejší unavitelnost jedince (Kodeš a kol., 1988).

Celkové nadměrné zkrmování zelené píciny může způsobit trávicí potíže kvůli nadměrnému tvoření plynů, čímž stoupá riziko kolik (Kodeš a kol., 1988; Čermák a kol., 2002; Zeman a kol., 2006).

Pro zdraví koně je velmi důležité, aby byl přechod ze suchého krmiva na zelenou pící pozvolný (Kodeš a kol., 1988).

Nejčastěji používanými druhy zelené píce je vojtěška, jetel a luční tráva ve formě pastvy (Dušek a kol., 2011).

Vojtěška patří mezi naše nejhodnotnější píciny. Má vysokou koncentraci SNL, je bohatá na kostotvorné látky, vitamíny a mikroelementy (především mangan). Naopak má na rozdíl od trav poměrně malé množství lehce rozpustných cukrů a vyšší obsah pektinových látek (Dušek a kol., 2011).

Pro dospělé koně je vhodné sklízet vojtěšku na začátku kvetení, naproti tomu pro hříbata se doporučuje sklizeň na začátku růstu poupat. V období plného květu je již příliš vysoký obsah hrubé vlákniny, což snižuje celkovou stravitelnost živin až o 10-20 % a je stíženo zadržení dusíku v organismu (Kodeš a kol., 1988).

Dušek a kol. (2011) doporučuje 3-5 kg zelené vojtěšky na 100 kg živé hmotnosti na den.

Jetel je pro koně velmi chutný pro jeho sladkou chuť. Obsahuje méně SNL než vojtěška, přibližně 1,4-2,5 % (Dušek a kol., 2011).

Měl by se sklízet na začátku rozkvětu, protože později dochází k jeho dřevnatění a ztrácí svou výživnou hodnotu. Při zkrmování mladého zeleného jetele musíme být opatrní, protože vyvolává nadmutí. Řešením je smíchání jetele se slámovou řezankou (Čermák, 2002).

Vojtěška a jetel se často zkrmují ve směsi s trávami (Dušek a kol., 2011). Takovéto jetelotravní směsky jsou brány jako polobilkovinná krmiva. Mají vyrovnanější poměr živin (Zeman a kol., 2006).

Mezi jeteloviny se řadí i vičenec, jetel plazivý a komonice bílá. Tyto mají sice stejnou biologickou hodnotu, obsahují ale glykosidy, které způsobují nadýmání (Kodeš a kol., 1988).

Travní porost a jeho kvalita je ve velké míře ovlivněna druhem rostlin, dále pak klimatem, půdou a hnojením. Na přirozených pastvinách a loukách je známo přes 100 druhů rostlin (Meyer a Coenen, 2003).

Hodnotný travní porost by se měl skládat přibližně ze 75 % z kulturních trav, z 20 % z vikvovitých kultur a z 5 % z různých bylin. Pokud je takto složen, obsahuje dostatek živin, minerálních látek i vitamínů. Denní dávka dospělého koně se pohybuje v rozmezí od 15 do 25 kg (Kodeš a kol., 1988; Čermák, 2002).

3.4.1.3 Okopaniny

Mezi nejčastěji zkrmované okopaniny patří krmná řepa, krmná cukrovka, brambory a krmná mrkev. Jsou šťavnaté, velmi lehce stravitelné a mají nízký obsah vlákniny. Řadí se mezi sacharidová krmiva. Přidávání okopanin do krmné dávky zlepšuje trávení a využití živin organismem. Díky lehce stravitelnému škrobu a cukrům slouží okopaniny jako rychlý zdroj energie. Krmná mrkev má dietetické účinky, zejména pro mláďata, chovná a plemenná zvířata a zvířata v rekonvalescenci. Její význam spočívá především ve vysokém obsahu karotenů a ve vodě rozpustných vitamínů. Celkově má krmná mrkev z okopanin nevyšší výživnou hodnotu. Cukrovka se používá jako zdroj pohotové energie u tažných koní. Brambory se nejčastěji zkrmují pařené. (Kodeš a kol., 1988; Čermák, 2002; Zeman a kol., 2006; Dušek a kol., 2011).

3.4.1.4 Senáž a siláž

Siláže a senáže jsou konzervovaná krmiva, vznikající kvasnými procesy. Mají nízkou hodnotu pH (3,6-5,0), což je způsobeno vznikem kyseliny mléčné a dalších organických kyselin. Zvýšená kyselost hmoty ji chrání před nežádoucími mikrobiálními a enzymatickými rozkladnými pochody. Jejich výživná hodnota je zpravidla o něco nižší, než u původní plodiny (Zeman a kol., 2006).

Senáž obsahuje více než 55 % sušiny, naproti tomu v silážích je obsah sušiny přibližně do 50 % (Zemana a kol., 2006).

Siláž není tradičním krmivem pro koně. Zkrmuje se pouze výjimečně, v případě nutnosti se pouze přidává do krmné dávky, není tedy považována za hlavní krmivo. Senáže se zkrmují pouze ty nejkvalitnější. Při přechodu na siláž musíme koně postupně přivykat pomalým zvyšováním dávky. Nejčastěji se zkrmuje kukuřičná siláž. Siláž se rychle kazí a může potom způsobovat zdravotní potíže. Z tohoto důvodu se musí pečlivě udržovat čistota žlabů a odstraňovat nezkrmené zbytky (Kodeš a kol., 1988; Čermák a kol., 2002; Dušek a kol., 2011).

3.4.2 Jadrná krmiva

3.4.2.1 Obiloviny

Obiloviny mají vysokou koncentraci organických živin a nízký podíl hrubé vlákniny. Kvalita aminokyselin a následně i bílkovin je nízká (Dušek a kol., 2011).

Všechny obiloviny mají celkově nízký obsah minerálních látek. Důležitější je však jejich nepříznivý poměr. Je v nich obsaženo málo vápníku, ale naproti tomu větší množství fosforu a křemíku (Kroulík, 1989).

Medina et al. (2002) ukazují na to, že v dnešní době se energetické požadavky sportovních koní uspokojují nahrazením vláknitých krmiv (pícniny a pastviny) krmivy škrobovými (zejména obilninami) a to dokonce z jedné až dvou třetin. Toto omezení přístupu k píci a zvýšení příjmu rychle zkvasitelných sacharidů má však za následek větší náchylnost koně ke kolikám a laminitidě.

Oves se koním podává nejčastěji. Má vysoký obsah vlákniny (10-12 %), což snižuje stravitelnost organické hmoty na 70 %. Celková výživná hodnota je proto proti ječmeni menší o 10%. Obsah tuku v ovsu je 4,5-5,5 % (Dušek a kol., 2011).

Oves můžeme zkrmovat celý nebo mačkaný. Šrotovaný se nedoporučuje pro jeho nižší využití. Nejlépe se zkrmuje s řezankou slámy, protože v tomto složení jsou koně nuceni oves více pokousat a proslinit, což naopak jeho využitelnost zvyšuje. Dalšími složkami ova je alkaloid avenin a glukosid koniferin, které pozitivně působí na organismus koně (Kodeš a kol., 1988; Čermák a kol., 2002).

Ječmen je hodnotnější než oves, není však pro koně tolik chutný. Oproti ovsu, který podporuje spíše energii, zvyšuje ječmen spíše hmotnostní přírůstky. Na ječmen musíme koně navykat postupně. V případě podání příliš velké dávky hrozí riziko kolik (Kodeš a kol., 1988).

Ječmen může v krmné dávce nahradit oves maximálně z 1/3. Šrotovaný ječmen má o 10-16 % vyšší využitelnost organických živin (Dušek a kol., 2011).

Kukuřice má vysokou energetickou hodnotu, má však nižší obsah dusíkatých látek. Oves můžeme nahradit kukuřicí pouze z 50 %. Je lepší zkrmovat celé palice nežli pouze zrno (Čermák a kol., 2002; Dušek a kol., 2011).

3.4.2.2 Luštěniny, olejnin

Nejčastěji se podává luštěninový šrot. Ten má však vysoký obsah bílkovin, proto si musíme být v případě jeho podávání jisti, že bude energeticky využit a nebude hrozit riziko zdravotních potíží. Koně si musí na jeho zařazení do krmné dávky postupně navykat.

Doporučuje se pro hříbata, mladé koně, nebo jako jednorázový přídatek pro těžce pracující koně (Čermák a kol., 2002).

Lněné semeno má vysoký obsah tuku (40 %) a bílkovin (20 %). (Meyer a Coenen, 2003). Má příznivé dietetické účinky a vysokou stravitelnost. Jeho velkou výhodou je, že obsahuje vysoký podíl slizu, který ve vodě snadno bobtná a také ve střevech váže velké množství vody. Sliznici žaludku a střev tak dokáže potáhnout ochranným filmem. Před zkrmováním musí být šrotována, protože tvrdá slupka brání jejich strávení. Podává se klisnám před porodem, koním v tréninku, nebo koním vyčerpaným a zesláblým (Kodeš a kol., 1988).

Dále se může koním podávat například krmný hrách, sója nebo koňský bob.

3.4.2.3 Krmné směsi

Krmné směsi jsou průmyslově vyráběná, směsná jaderná krmiva. Jsou složeny z rostlinných komponentů a z malé části i z živočišných. Mezi základní prvky patří oves, pšenice, ječmen, sója, len, luskoviny, otruby, klíčky, mouka a krmiva tukového průmyslu, jako například extrahované šroty a pokrutiny. Dělí se na krmné směsi kompletní a doplňkové. Kompletní směsi mají za úkol uhradit veškerou potřebu živin, zatímco doplňkové pouze vyrovnávají potřebný poměr živin v krmné dávce. Kompletní krmiva pro koně se u nás prakticky nevyrábějí (Kodeš a kol., 1988; Čermák a kol., 2002; Dušek a kol., 2011).

3.5 Metody zjišťování stravitelnosti organické hmoty, hodnocení výživné hodnoty krmiva

Hospodářská zvířata, včetně koně, nezužítávají veškeré množství přijatých potravin. Poměr mezi živinami přijatými a strávenými se označuje jako koeficient stravitelnosti (KS) (Zeman a kol., 1997).

SOH, neboli stravitelnost organické hmoty je parametr, který určuje výslednou výživnou hodnotu krmiva. Její hodnotu ovlivňuje množství živin a energie, které má zvíře k dispozici. U jaderných krmiv je tato hodnota stálá, naproti tomu a objemných krmiv je velmi proměnlivá v závislosti na vegetační fázi, klimatických faktorech, technologii sklidění, uskladnění a mnoha dalších faktorech (Štýbnarová, 2011).

Stravitelnost je dvojího typu: zdánlivá a skutečná. Zdánlivá stravitelnost je méně spolehlivá veličina. Je to poměr mezi množstvím přijatých živin a množstvím živin vyloučených výkaly. Část živin ve výkalech však může pocházet nejen z nestravitelné složky krmiva, ale také může být produktem zažívacího traktu, vytvořeným při obnově sliznice

střeva nebo sekretorickou činností střeva. Rozdíl mezi zdánlivou a skutečnou stravitelností je pouze v živinách endogenního původu.

$$\text{Koeficient zdánlivé stravitelnosti} = (P - V/P) \times 100$$

$$\text{Keficient skutečné stravitelnosti} = (P - V + E/P) \times 100$$

Výsledek se udává v procentech; P- přijaté živiny, V- živiny zjištěné ve výkalech, E- živiny endogenního původu ve výkalech.

(Zeman a kol., 1997).

SOH lze stanovit různými metodami:

- In vivo = bilanční pokusy na zvířatech. Zahrnuje metody bilanční, diferenční a indikátorovou.
- In vitro = laboratorní pokusy. Je to náročnější metoda, často se liší od hodnot změřených při metodě in vivo.

Stravitelnost organické hmoty je významný kvalitativní ukazatel. Je důležitý pro odhad množství energie v krmné dávce (Zeman a kol., 1997; Jullian and Martin-Rosset, 2002; Štýbnarová, 2011).

Energetická jednotka se v ČR v posledních letech změnila a místo dříve používaných škrobových jednotek se nyní používá Sek (stravitelná energie pro koně) v MJ. Potřeba energie se určuje dvojitě. Za prvé na záchovu a za druhé na práci (Tvrzník, Zeman a Herzig, 2008).

Na výpočty energie uvádějí Zeman a kol. (1997) následující rovnice:

Odhad obsahu stravitelné energie v krmivech vypočítáme pomocí regresní rovnice ze strávených živin:

$$\text{Sek (MJ)} = 0,0230 \times \text{SNLk} + 0,0381 \times \text{stravitelný tuk} + 0,0172 \times \text{stravitelná vláknina} + 0,0172 \times \text{stravitelné BNLV} \quad (\text{živiny se vyjadřují v gramech})$$

Odhad obsahu energie ve směsích z chemického rozboru (z tzv. brutto živin) můžeme vypočítat pomocí následující rovnice:

$$\text{Sek (MJ)} = 11,10 + 0,0038 \times \text{NL} + 0,0184 \times \text{vláknina} - 0,0002 \times \text{vláknina}^2$$

Potřebu energie na záchovu můžeme odhadnout podle následující rovnice, vydané Komisí výživy a krmení hospodářských zvířat při ČAZV:

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

Potřeba živin a energie jsou tabelovány. Vychází z fyziologie a anatomie a hodnoty byly určeny pomocí výpočtů pro různé druhy a kategorie hospodářských zvířat. Mimo živin a energie je důležité sledovat také poměr živin v krmivu. Mezi nejsledovanější patří poměr mezi N-látkami a volnými cukry, dále poměr Ca: P a K: Na (Novák, 1998).

4 Závěr

Práce shrnuje složení základních krmiv pro koně a jejich nutriční hodnoty, které by měl znát každý jezdec a chovatel koní, aby si mohl nejen sám upravovat krmné dávky, ale také kontrolovat složení již namíchaných kupovaných směsí.

Při nesprávné výživě nemůže být kůň v dobré kondici a ani zdaleka nedosahuje takových výsledků, jako kůň živený správně. Výživa je proto důležitá nejen pro lepší výsledky zvířete, ale především pro jeho životní pohodu.

Psaním této práce jsem si osvojila základní znalosti v oblasti výživy, což mi nejen rozšířilo všeobecný přehled, ale také mě donutilo k přehodnocení způsobu krmení koní v mém okolí.

5 Seznam literatury

Connor, C. I., Lawrence, L.M., Hayes, S.H. 2007. Dietary fish oil supplementation affects serum fatty acid concentrations in horses. *Journal of Animal Science*. 85(9). ISSN: 21832189

Crandell, K. 2001. Vitamin requirements in the horse. In: Geor, R. J., Pagan, J. D. (ed.). *Advances in Equine Nutrition II*. Nottingham University Press. UK. p. 305-315. ISBN: 1897676786.

D'Mello, J. P. F. 2000. *Farm animal metabolism and nutrition*. CAB International. Wallingford. p. 438. ISBN: 0851993788. Chapter 18: Anti-nutritional Factors and Mycotoxins, p. 383.

Dunnett, C. E. 2005. Dietary lipid form and function. *Independent Equine Nutrition*. Newmarket, UK. p. 17.

Harris, R. C., Dunnett, C. E., Marlin, D. J. 2010. Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolite adaptation. *Equine Veterinary Journal*. 34 (S34). 75-80. ISSN: 20423306.

DUŠEK, J., Misař, D., Müller, Z., Navrátil, J., Rajman, J., Tlučoř, V., Źlumov, P. 2011. *Chov koní*. 3. vydání. Nakladatelství Brázda. Praha. 400 s. ISBN: 9788020903884.

Ellis, A. D., Hill, J. 2006. *Nutritional physiology of the horse*. Nottingham University Press. Nottingham. p. 362. ISBN: 1897676468.

Frape, D. 2004. *Equine nutrition and feeding*. 3rd ed. Blackwell Publishing. UK. p. 650. ISBN: 1405105984.

Graham, P. M., Brendemuhl, J. H., Ott, E. A. 1994. The effect of supplemental lysine and threonine on growth and development of yearling horses. *Journal of Animal Science*. 72 (2). 380-386.

Harper, F. 2002. *Vitamin E for Horses*. Horse Information Series. University of Tennessee.

Jansen, W. L., Van der Kuilen, J., Geelen, S. N., & Beynen, A. C. 2000. The effect of replacing nonstructural carbohydrates with soybean oil on the digestibility of fibre in trotting horses. *Equine Veterinary Journal*. 31 (1). 27-30. ISSN: 20423306.

Josef Krouhlík. 1989. Výživa a krmivářství. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 183 s. ISBN: 8020900136.

Julliand, V., Martin-Rosset, W. 2004. Nutrition of the Performance Horse. 3rd ed. EAAP. Dijon, Francie. 158 s. ISBN: 9789076998374.

Kane, E. 2004. Vitamin E is Essentials equine nutrient [online]. Veterinary news. 1.5.2004 [cit. 25.3.2013]. Dostupné z <<http://www.veterinarynews.dvm360.com/dvm/Medicine/Vitamin-E-is-essential-equine-nutrient/Article/detail/94538>>.

Kodeš, A., Mudřík Z., Tluchoř V. 1988. Technika krmení koní. Výstavnictví zemědělství a výživy České Budějovice. České Budějovice. 87 s.

Lewis, L. D. 1995. Feeding and care of the horse. Lea and Febiger. Philadelphia. p. 446. ISBN: 0683049674.

Medina, B., Girard, I. D., Jacotot, E., Julliand, V. 2002. Effect of a preparation of *Sacchromyces cerevisce* 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 (10). ISSN: 26002609.

Meyer, H., Coenen, M. 2003. Krmení koní. Euromedia group k. s. Praha. 256 s. ISBN: 8024902648.

Mudřík, Z., Doležal, P., Koukal, P. a kol. 2006. Základy moderní výživy skotu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 276 s. ISBN: 8021315598.

NCR. 1989. Nutrient Requirements of Horse. 5rd ed. National Academy Press. Washington D. C. p. 79.

NCR. 2007. Nutrient Requirements of Horse. 6th ed. National Academy Press. Washington, DC. p. 341.

Novák, Svatopluk. 1998. Výpočet krmné dávky. 2. Vydání. Nová tiskárna Pelhřimov. Pelhřimov. 40 s. ISBN: 8090239110

Pagan, J. D., Bečvářová, I. 2009. Výživa koní. Veterinární a farmaceutická společnost brno; Česká hipiatrická společnost Dibaq, a.s. Brno. s. 1-17.

Pagan, J. D. 2001. Micromineral requirements in horses. In: Advances in Equine Nutrition II. Geor, R. J., Pagan, J. D. (Ed.). Nottingham university Press, UK. p. 317-327. ISBN: 1897676786

Pagan, J. D. 1998. Protein requirements and digestibility: a review. Kentucky Equine Research Inc. Kentucky. p. 43-50.

Reece, W. O. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2., rozšířené vydání. Grada Publishing, a.s. Praha. 473s. ISBN: 8024732823.

Siciliano, P. D., and Wood, C. H. 1993. The effect of added dietary soybean oil on vitamin E status of the horse. Journal of Animal Science. 71 (12). ISSN: 33993402.

Stevens, C.E. and Hume, I. D. 1995. Comparative Physiology of the vertebrate Digestive System. 2nd ed. Cambridge University Press. Cambridge. p. 405. ISBN: 0521617146.

Šajdler, P. Stravitelnost minerálních látek u koní [online]. [cit. 2013-02-16]. Dostupné z <http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2003/obsahy/zoo/sajdler.pdf>

Štýbnerová, Marie. 2011. Změny druhové diverzity a stravitelnosti organické hmoty při rozdílné intenzitě obhospodařování travních porostů. ČZU v Praze. Praha. 147 s.

Tvrzník, P., Zeman, L., Herzig, I. 2008. Úvod do problematiky vztahu výživy a zdravotního stavu zvířat. Vědecký výbor výživy zvířat. Praha. 15s.

Williams, C.A. 2004. The basic of Equine Nutrition [online]. New Jersey. The State University of New Jersey. 22.5.2008 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z <http://www.esc.rutgers.edu/publication/factsheets_nutrition/FS038.htm>.

ZEMAN, L., DOLEŽAL, P., ŠAJDLER, P., SMETANOVÁ, M. 2002: Minerální prvky ve výživě koní. Krmivářství. 6. 24 - 26.

Zeman, L., Hodboď, P., & Mendlík, J. 1997. Výživa a technika krmení koní. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 57 s. ISBN: 80861532626.

Zinn, R. A., Owens, F. N., Ware, R. A.. 2002. Flaking corn: Processing mechanics, quality standards, and impact on energy availability and performance of feedlot cattle. Journal of Animal Science. 80 (5). ISSN: 11451156.

Žižlavský, Jiří a kol. 1999. Chov hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 196 s. ISBN: 8071572187.

6 Samostatné přílohy

Obrázek 1

Tab.14.24 – Potřeba živin a energie pro koně (konečná hmotnost 500 kg)

Index hmotnosti	%/100	0,29	0,45	0,68	0,87	0,94	0,98	1,00
Věk	(měs.)	3	6	12	18	24	36	60
Hmotnost (kg)	(kg)	145	225	340	435	470	490	500
Přírůstek na den	(kg)	1,049	0,874	0,628	0,519	0,191	0,055	0,014
Přij. suš. % max.	(%)	2,67	2,48	2,29	2,07	2,02	1,65	1,65
Sušina	(g)	3927	5659	7897	9133	9629	8200	8367
SE. celkem	(MJ)	74,93	78,28	85,42	94,95	88,02	86,00	85,82
SE. záchova	(MJ)	24,28	34,68	49,09	60,87	65,21	67,70	68,94
Dusíkaté látky	(g)	716	748	816	907	841	822	820
SNL	(g)	394	247	410	441	395	379	372
Lyzin	(g)	45,63	36,15	33,99	34,73	30,82	28,76	28,70
Metionin	(g)	13,69	10,48	9,86	10,07	8,63	7,77	7,75
Vláknina (max.)	(g)	347	772	798	914	963	1164	2542
Ca	(g)	21,8	22,8	24,9	27,7	25,7	25,1	25,0
P	(g)	15,6	16,3	17,8	19,7	18,3	17,9	17,8
Na	(g)	11,8	17,0	23,7	27,4	28,9	24,6	25,1
Cl	(g)	3,7	4,4	4,7	5,6	5,4	5,7	12,5
K	(g)	27,2	28,4	31,0	34,5	32,0	31,2	31,2
Mg	(g)	8,2	8,6	9,4	10,4	9,7	9,4	9,4
S	(g)	5,9	8,5	11,8	13,7	14,4	12,3	12,6
Fe	(mg)	194	279	389	450	475	404	413
Cu	(mg)	39	57	79	91	96	82	84
Zn	(mg)	77	112	146	168	175	147	371
Mn	(mg)	157	226	316	365	385	328	335
Co	(mg)	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9
Se	(mg)	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8
I	(mg)	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	1,0
Karoteny	(mg)	22,1	23,9	23,4	25,9	23,4	22,2	48,4
Vitámín A	(m. j. tis.)	3,5	5,5	7,8	9,9	10,6	10,9	27,5
Vitámín D	(m. j. tis.)	0,6	0,9	1,1	1,3	1,4	1,1	2,9
Vitámín E	(mg)	314	453	632	731	770	656	669
Vitámín K	(mg)	9,1	9,1	9,5	10,1	8,9	8,7	8,6
Thiamin	(mg)	13,8	15,2	15,0	16,4	14,6	13,5	29,4
Riboflavin	(mg)	11,0	12,1	11,9	12,7	11,1	9,9	21,7
Pyridoxin	(mg)	7,7	8,4	8,1	9,0	8,1	7,8	17,0
Vitámín B ₁₂	(mg)	0,096	0,102	0,094	0,092	0,075	0,054	0,118
K. nikotinová	(mg)	38,6	41,9	40,6	45,0	40,7	27,9	61,0
K. pantotenová	(mg)	35,8	39,4	39,0	44,1	39,0	35,4	77,4
K. listová	(mg)	5,5	6,0	5,9	6,6	6,0	5,7	12,5
Biotin	(mg)	1,9	2,0	1,9	2,0	1,8	1,7	3,6
Cholin	(mg)	413	450	437	491	449	424	925
Kyselina askorbová	(mg)	41	45	44	46	39	36	79

Zeman a kol.(2006)

Obrázek 2

Obsah živin v 1 kg (původní hmoty) krmiv pro koně

Krmivo	Sušina g	Vláknina g	SE MJ	SNL g	Ca g	P g
Zelená píče:						
luční a pastevní porost						
- mladý	175	41	1,97	28	0,84	0,86
- střední	180	45	1,75	25	1,23	0,61
Seno:						
luční dobré	860	238	8,54	66	8,86	2,32
luční střední	860	251	8,19	72	5,31	2,15
vojtěškové (průměr)	860	249	8,92	119	14,88	2,24
Sláma:						
ječná	860	377	4,86	7	4,04	0,69
ovesná	860	384	5,54	10	3,53	1,20
Siláže:						
kukuřičná	270	61	2,98	14	0,92	0,68
travní mladá	350	90	3,50	37	2,28	1,43
travní pozdní	350	105	3,28	29	2,28	1,43
skrojková čistá	160	24	2,23	16	1,73	0,40
Okopaniny:						
brambory	219	6	3,00	10	0,09	0,55
řepa obsahová	146	10	2,00	8	0,39	0,35
mrkev	119	11	1,81	9	0,51	0,37
Zrniny:						
oves	884	103	11,60	86	1,06	3,09
ječmen	880	60	12,83	84	0,62	3,61
kukuřice	879	23	13,69	67	0,44	2,90
pšenice	876	26	13,43	86	0,70	3,24
žito	871	24	13,91	74	0,78	2,87
Ostatní (výběr):						
cukrovarské řízky - siláž	896	140	10,83	56	7,40	0,90
sojový extrahovaný šrot	883	59	14,61	414	2,91	6,27
pšeničné otruby	880	108	9,43	107	1,58	11,53
mláto - siláž	262	52	3,12	50	1,02	1,57
olej krmný	999		35,36		2,18	5,99
melasa řepná	770		11,05	80	4,70	0,23

Poznámka: MJ - megajouly
m.j. - mezinárodní jednotky

Čermák a kol.(2002)

Obrázek 3

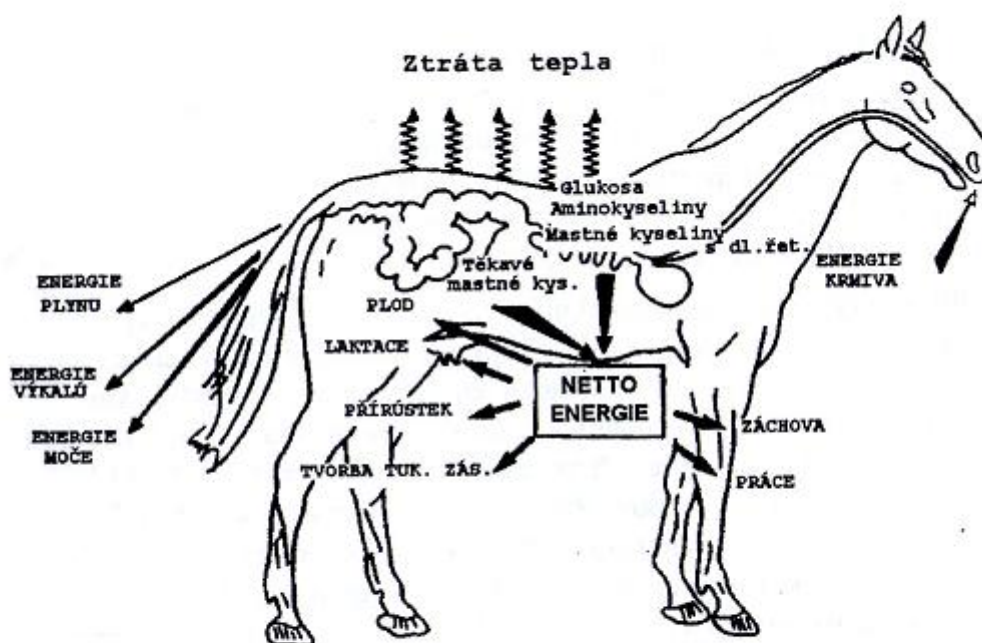
Doporučovaný poměr mezi jadrnými krmivy a slámou

Tabulka 23

Druh práce	
Pracovní klid	1 : 2
Lehká práce	1 : 1,5
Středně těžká práce	1 : 1
Těžká práce	1 : 0,5

Dušek a kol. (2011)

Obrázek 4



2. Schéma využití energie z krmiva (upravil Ing. Martin Jeřábek)

Zeman a kol. (1997)

7 Seznam příloh

Obrázek 1 Potřeba živin a energie pro koně (konečná hmotnost 500 kg)	44
Obrázek 2 Obsah živin v 1 kg (původní hmoty) pro koně.....	45
Obrázek 3 Doporučovaný poměr mezi jadrnými krmivy a slámou	46
Obrázek 4 Schéma využití energie z krmiva	46