

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních  
zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Zhodnocení stravitelnosti a využitelnosti živin u  
vybraných krmiv pro koně**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Lenka Procházková**

**Vedoucí práce: Prof. Ing. Zdeněk Mudřík CSc.**

**© 2014 ČZU v Praze**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zhodnocení stravitelnosti a využitelnosti živin u vybraných krmiv pro koně" 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 10.4.2014

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Vladimíru Plachému za jeho nenahraditelnou pomoc při provádění chemických analýz, bez kterých by tato práce nebyla provedena. Dále bych chtěla poděkovat panu Prof. Ing. Zdeňku Mudříkovi CSc. za konzultace a vedení při psaní této diplomové práce.

# Zhodnocení využitelnosti a stravitelnosti živin u vybraných krmiv pro koně

## Souhrn

Cílem diplomové práce bylo vyšetřit komerční krmné směsi pro koně v lehké až střední zátěži. U krmiv byly analyzovány hlavní živiny a energetické plnění potřeby koní včetně srovnání doporučených dávek výrobcem a potřeby koní.

Do testu byla zařazena čtyři nejprodávější krmiva pro koně v lehké až střední zátěži. Dvě krmiva byla českého původu a dvě zahraničního. Pomocí laboratorních rozborů krmiv byly zjištěny dusíkaté látky, tuk, vláknina, popel, písek. Písek je indikátorem pro výpočet stravitelnosti živin - NL, tuk, popel, OH, BNLV. Zjištěné údaje byly porovnávány s deklarovanými hodnotami výrobce. Na závěr byla spočítána vzorová krmná dávka pro koně 500 kg ve střední zátěži z námi vybraných krmných směsí a základního objemného krmiva.

Deklarované hodnoty výrobců nebyly přesné, zejména ve stravitelné energii a vláknině. U stravitelné energie ani jeden z výrobců nesplnil deklarované hodnoty a to až o - 60 %. Pro stravitelnou energii jsou tedy výsledky nevyhovující, protože se s deklarovanými hodnotami nespĺňují ani v jednom případě.

Stravitelnost se stanovila pomocí indikátorové metody. Do testu bylo zařazeno 5 koní, z nichž jeden byl krmen pouze základním objemným krmivem a ostatní byli k senu přikrmováni vybranou testovanou krmnou směsí. Hodnotila se stravitelnost krmiv v kategoriích NL, tuk, vláknina, OH a BNLV.

Majitelé, jezdci a chovatelé koní mají možnost koně krmit komerčními směsi nebo doma připravovanou krmnou dávkou. Většina majitelů si uvědomuje, že výživa je složitá věda a mohli by nevyváženou krmnou dávkou koni nevědomě ublížit, a tak raději volí jednodušší způsob krmení komerčními směsi. Další možností je nechat si sestavit vyváženou krmnou dávku od odborníka na výživu.

**Klíčová slova:** kůň, výživa, komerční krmná směs, živiny, stravitelnost

# **Evaluation of digestibility and utilization of nutrients in selected feed for horses**

## **Summary**

The main goal of the Diploma thesis was to analyse the commercial complete horse food for horses at moderate work. The food was analysed according to the nutrition value a tailored nutrition needs of horses including comparing recommended dose and the real nutrition requirements of horses.

The four best-sold horse feed in light to medium loads were tested. Two of the feed were of the Czech origin and the two others foreign. After the laboratory analysis there were found nitrogen, fat, fiber, ash, sand. Sand is considered to be an indicator for the calculation of the digestibility of nutrients – NL, fat, ash, OH BNLV. The extracted data were compared with the manufacturers' presented values. Finally, the calculated sample ration for horses 500 kg was mixed, consisting of both the compound feed and the roughage base.

The presented values of the producers were not accurate, especially in digestible energy and Fiber. In the question of digestible energy, none of the producers met the presented value at the rate even of 60 %. It means the results of the digestible energy are unsatisfactory because they do not meet the presented in any case.

The digestibility was determined by using the indicator method. Five horses were involved in to the test, one of them was only fed by the basic bulky feed and the others were fed by mix of hay and the tested feed. The digestibility of feeds were judged in the categories of NL, fat, fiber, OH and BNLV.

Owners, riders and horse breeders have the possibility of the horse feed mixture by Commercial or home-prepared diet. The most of the owners are aware of the importance of nutrition and know that could hurt intentionally so they have the balance of ration by nutritionists put together.

**Keywords:** horse, food, commercial compound feed nutrient digestibility

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Fylogeneze koní .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Stavba a funkce trávicí soustavy.....</b>	<b>14</b>
3.2.1	Dutina ústní.....	14
3.2.2	Hltan a jícen .....	16
3.2.3	Žaludek .....	16
3.2.4	Tenké střevo.....	17
3.2.5	Játra.....	17
3.2.6	Slinivka břišní .....	18
3.2.7	Tlusté střevo.....	18
<b>3.3</b>	<b>Základní živiny a jejich využívání.....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Bílkoviny.....	21
3.3.1.1	Metabolismus bílkovin v organismu .....	22
3.3.2	Sacharidy.....	22
3.3.2.1	Metabolismus sacharidů.....	23
3.3.3	Lipidy.....	24
3.3.3.1	Esenciální mastné kyseliny .....	24
3.3.3.2	Metabolismus lipidů.....	25
3.3.4	Voda.....	25
3.3.5	Minerální látky.....	26
3.3.5.1	Makroprvky.....	27
3.3.5.2	Mikroprvky .....	29
3.3.6	Vitamíny .....	31
3.3.7	Energie .....	34
<b>3.4</b>	<b>Rozdělení komerčních krmiv pro koně.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5</b>	<b>Suroviny pro výrobu krmných směsí .....</b>	<b>35</b>
3.5.1	Obiloviny .....	36
3.5.2	Olejniny.....	36
3.5.3	Luštěniny.....	36
3.5.4	Krmiva z potravinářského průmyslu.....	37
<b>3.6</b>	<b>Výroba krmných směsí pro koně.....</b>	<b>37</b>
3.6.1	Výroba granulovaných krmiv .....	37
3.6.2	Výroba müsli.....	38
<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>39</b>

<b>4.1</b>	<b>Metodika krmení sběru vzorků .....</b>	<b>39</b>
4.1.1	Testovaná krmiva .....	40
4.1.1.1	Složení krmných směsí .....	40
<b>4.2</b>	<b>Metodika chemických analýz .....</b>	<b>41</b>
4.2.1	Metodika stanovení NL.....	41
4.2.2	Metodika stanovení tuku.....	41
4.2.3	Metodika stanovení sušiny.....	42
4.2.4	Metodika stanovení vlákniny.....	42
4.2.5	Metodika stanovení popela .....	42
4.2.6	Metodika stanovení písku .....	43
4.2.7	Metodika stanovení BNLV .....	43
4.2.8	Metodika stravitelnosti živin.....	43
4.2.9	Metodika stravitelnosti krmiv .....	44
<b>4.3</b>	<b>Statistické metody .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1</b>	<b>Návrh Krmné dávky pro koně 500 kg ve střední zátěži z testovaných komerčních krmiv .....</b>	<b>51</b>
5.1.1	1. KD.....	52
5.1.2	2. KD.....	52
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>57</b>

# 1 Úvod

Koně jsou býložravci, jejich trávicí soustava je přizpůsobena potravě s vysokým obsahem vlákniny, nízkým obsahem škrobů a stravě, jejíž základ tvoří objemné krmivo. Potřebují vyváženost živin pro své zdraví a podávání vysokých výkonů. Různé druhy krmiv pro koně obsahuje různé množství jednotlivých živin, a proto je nutné krmivo pečlivě vybírat na základě potřeby jednotlivých koní.

Historie komerčních krmných směsí je velmi krátká. Avšak dnešní trh nabízí různé typy krmiv od mnoha výrobců. Vyrábí se krmiva pro různé kategorie koní - dle věku, zátěže, typu koně. Základním kritériem pro výběr krmného doplňku pro koně je jeho dlouhodobý vliv na zdraví a sportovní výkonnost.

Je všeobecným pravidlem, že krmiva jsou vyráběna dle požadavků spotřebitelů a to většinou více za nejnižší spotřební cenu než s ohledem na zlepšení zdraví koní a jejich výkonnosti. Jedinou možností jak tomuto předcházet, je základní vzdělání jezdců a majitelů koní.

Snem majitelů koní, jezdců a chovatelů je výroba kvalitních, levných a snadno stravitelných krmných směsí, které budou odpovídat potřebám trávicímu traktu koně a které bude koním chutnat.



## **2 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je vyšetřit vybrané krmné směsi pro koně po nutriční stránce a stravitelnosti a využitelnosti jednotlivých živin.

Diplomová práce byla postavena na základě krmivářských analýz vybraných müsli pro koně a analýze výkalů koní, kteří byli tímto müsli krmeni. Byli analyzovány hodnoty vlákniny, dusíkatých látek, sušiny, popelu, písku a stravitelné energie a stravitelnosti živin.

Hypotéza:

Přesvědčit se, na základě krmivářských analýz, zda živiny deklarované výrobcem odpovídají a zhodnotit stravitelnost jednotlivých živin krmiv.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Fylogeneze koní

Počátek evoluce koně je datován před 50-60 miliony lety na území Starého i Nového světa, v období Eocénu. První předek dnešního koně byl Hyracotherium (Eohippus). Byl velký asi jako liška, na nohou měl 3 a 4 prsty (Meyer, 2003) a vážil okolo 5 kg (Davies, 2009). Živil se jako požírač listů, plodů a semen rostlin, což potvrzuje i nález v Messel u Darmstadtu (Německo): v žaludku jednoho z prapředků koně byly objeveny poměrně zachovalé listy, pravděpodobně pocházející z vavřínu (Meyer, 2003).

K hlavním adaptivním změnám došlo v Miocénu, asi před 27 miliony let (Wang, Cerling a MacFadden, 1994). Tropické pralesy začaly ustupovat stepím a předci dnešního koně se přizpůsobovali změnám klimatu a životního prostředí (Davies, 2009). Začali našlapovat jen na prostřední, nejsilnější prst, až se stali lichokopytníky, jejich celkové proporce se zvětšily (Meyer, 2003). Na potravu předků koně a na postupnou adaptaci můžeme usuzovat podle tvaru a změn na zubech. Od brachyodontních zubů s nízkými korunkami a výraznými pohárkami až k zubům hypsodontním s korunkami vysokými a pohárkami nevýraznými (Mihlbachler, Rivals, Solounias a Semperebon, 2011; Wang, Cerling a MacFadden, 1994). Mimo těchto změn se stoličky ještě rozšiřovaly, jejich žvýkací plochy zdrsňely, neboť jak se zubní sklovina rozšířila do stran, vznikly na žvýkacích plochách šroubovitě rýhy mezi něž se ukládal dentin (zubovina). Díky tomu měli předci koně bez většího otěru zubů rozmělnit i tuhé traviny (Meyer, 2003).

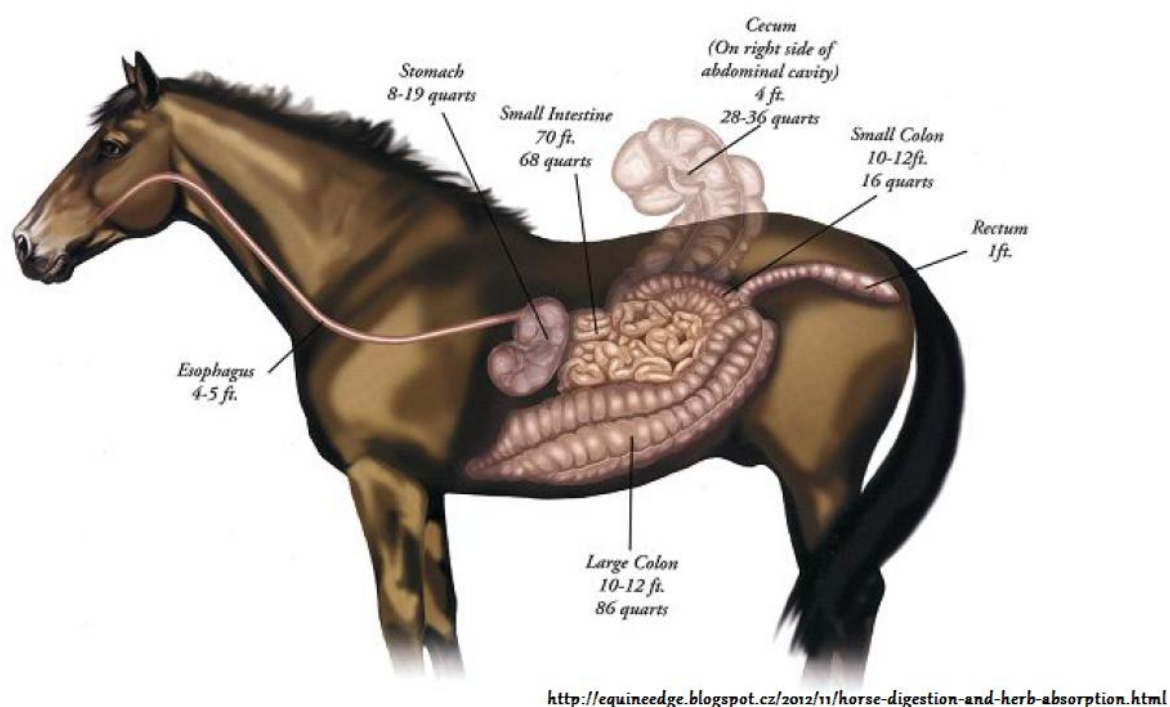
Během vývoje se měnila i trávicí soustava koně. Tlusté střevo se zvětšilo pravděpodobně v důsledku převážně vláknité potravy a bylo osídleno symbiotickou mikroflórou. Postupná změna životního prostředí, a tím i potravy vedla k tomu, že dnes jsou koně schopni strávit potravu různého charakteru: koncentrované energetické látky pomocí vlastních tělních enzymů a tuhá stébla travin pomocí mikroorganismů v tlustém střevě (Meyer, 2003).

## 3.2 Stavba a funkce trávicí soustavy

Koně jsou býložravci, kteří potravu získávají pasením se. Probíhá u nich nejprve trávení potravy enzymaticky v žaludku a tenkém střevě a následně mikrobiální trávení potravy v tlustém střevě (slepé střevo, tračník) podobně jako u přežvýkavců v předžaludku (Zeman a kol., 2006).

Hlavní funkcí trávicí soustavy je přijmout a zpracovat potravu, vstřebat živiny a nestrávené zbytky vyloučit defekací. S jednoduchým jednodukomorovým žaludkem a velkým tlustým střevem osídleným symbiotickou mikroflórou může kůň trávit jak koncentrovaná krmiva, tak zužitkovat celulózu (Higginsová, 2012).

Obr. 1



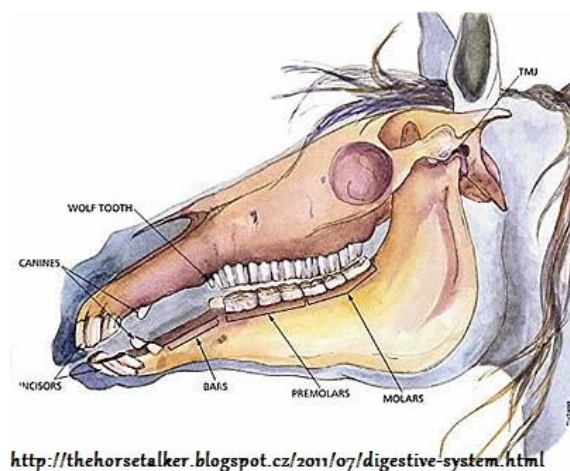
### 3.2.1 Dutina ústní

Silné a citlivé pysky probírají a uchopují potravu, která je následně utržena řezáky a posunuta dál do dutiny ústní (Davies, 2009). Zde je potravu mletá na menší částice a promíchávána se slinami, které jsou sem vylučovány pomocí tří velkých slinných žláz - podčelistní, příušní a podjazykové (Higginsová, 2012). Sliny potravu změkčují, zvlhčují a

lubrikují. Obsahují hydrogenuhličitan, který způsobuje jejich mírnou zásaditost a vyrovnávají kyselost žaludku (Davies, 2009). Denní produkce slin je okolo 10 - 12 l (Frape, 2010).

Potrava je mělněna pomocí zubů, které mechanicky zmenšují části přijaté potravy drcením na zubních ploškách, a tím dochází ke zvětšení plochy přijaté potravy pro její snadnou chemickou a mikrobiální degradaci (Reece, 1998). Koňské zuby na rozdíl od zubů lidí rostou kontinuálně celý život koně (Davies, 2009). Koně mají dva typy zubů během života (Frape, 2010) a to mléčný chrup, který je bělejší a trvalý chrup, který je více do žluté barvy (Davies, 2009). Kolem 2,5 let začínají koně měnit mléčný chrup za trvalý a výměna je dokončena kolem 5. roku života (Higginsová, 2012). Koně mají čtyři druhy zubů, které se liší funkcí a umístěním. Řezáky se používají pro ukousnutí potravy, za řezáky vyrůstají špičáky, jejichž tvar jim umožňuje trhání a dělení potravy. Zuby třenové se nacházejí za špičáky a jejich tvar a velikost je vhodnější pro roztírání či rozemílání potravy. Tuto funkci mají i stoličky (Reece, 1998; Marvan, 2003). Zuby horní čelisti jsou širší než zuby dolní čelisti. Každý zub se skládá ze tří vrstev: dentinu, skloviny a cementu (Davies, 2009).

Obr. 2



Jazyk obsahuje svalová vlákna orientovaná třemi směry, což zajišťuje velkou pohyblivost. Potravu posunuje na třecí plošky zubů, ale slouží i jako píst, kterým je sousto posunováno přes hltan do jícnu. Povrch jazyka je vybaven nitkovitými bradavkami, které napomáhají posunu potravy v ústech. Procesu trávení napomáhají dále chuťové pohárky schopné reagovat na různé chuťové podměty, které jsou položené na povrchu jazyka v hrazených a houbovitých bradavkách (Reece, 1998).

### 3.2.2 Hltan a jícen

Hltan je trubice, která komunikuje s dýchacími cestami. Při průchodu potravy je zabráněno jejímu vstupu do hrtanu a nosních dutin reflexně a mechanicky v důsledku dějů při polykání (Reece, 1998).

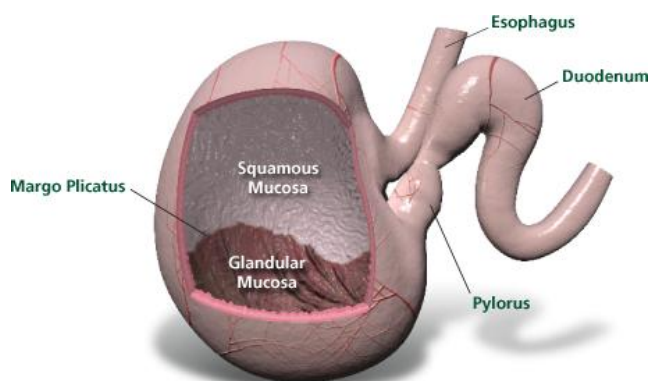
Jícen je svalová trubice spojující hltan a žaludek. Sousta a voda jsou zde transportovány pomocí peristaltických vln, vytvářenými svaly jícnu. Sliznice jícnu vytváří uvnitř řasy, které se během průchodu potravy jícnem vyrovnají a tím se jícen nemusí příliš rozšiřovat a napínat (Reece, 1998).

### 3.2.3 Žaludek

Žaludek je u dospělých koní malý orgán, zabírá jen okolo 10% trávicího traktu (Frape, 2010) a jeho objem je 10 - 13l (Davies, 2009). Z tohoto důvodu je nutné krmit koně často a v malých dávkách (Meyer, 2003). Slouží ke shromažďování a přechodnému zadržování potravy a zároveň zde začíná trávení (Reece, 1998). Potrava do žaludku vstupuje z jícnu česlem a vystupuje z něj pylorem do tenkého střeva, dvanáctníku. Žaludek má tři hlavní části: saccus caecum (bezžlaznatá část), fundus a pylorus, které jsou také označovány jako žlaznatá část žaludku (Sellnow, 2006). Spojení mezi žlaznatou a bezžlaznatou částí se nazývá margo plicatus (Davies, 2009; Černý, 2002). Pokud je žaludek plně naplněn, vzniká na česle trvalý tonus, který uzavírá žaludek a znemožňuje zvracení (Meyer, 2003). Žaludek se plní postupně a ve vrstvách se zde ukládají jednotlivá sousta (Tluchoř, 2007). Jeho obsah odchází ze žaludku již asi po 15 minutách od začátku krmení (Sellnow, 2006). Podle Evanse (1997) se obsah žaludku promícháváním a zpracováváním posunuje do tenkého střeva až po 30 minutách.

V přední části žaludku převládá mikrobiální trávení v důsledku vysokého obsahu mikrobů a pH. Zde se odbourávají lehce štěpitelné glycidy, částečně i bílkoviny. Při těchto procesech vznikají mimo kyseliny mléčné a nižších mastných kyselin také plyny a produkty rozkladu bílkovin. Při vysoké aktivitě a obsahu kyseliny mléčné v této části mohou vznikat žaludeční vředy. Ve fundu se tvoří žaludeční šťávy obsahující pepsin a kyselinu chlorovodíkovou. Smícháním těchto šťáv s tráveninou, klesne její pH a omezí se tak činnost bakterií. V fundu je pH tráveniny mezi 5 - 6, zatímco v pyloru při krmení senem klesne až pod 3 (Meyer, 2003).

Obr. 3



<http://www.egus.org/Pages/horses-stomach.aspx>

### 3.2.4 Tenké střevo

Tenké střevo je u dospělého koně asi 25 m dlouhé (Černý, 2002; Evans, 1997), zabírá okolo 30% GIT (Morgan, 2004; Higginsová, 2012) a jeho objemová kapacita je asi 40 - 50l (Higginsová, 2012; Evans, 1992). Dělí se obvykle na tři části: duodenum, které je relativně krátké (měří asi 1m), jejunum (dlouhé více než 20m) a ileum (měří asi 70cm) (Černý, 2002; Davies, 2009). pH zaživatiny vstupující ze žaludku je mezi 2,5 - 3,5 a po promíchání s pankreatickými šťávami slinivky břišní a žluči z jater pH stoupne na 7 - 7,5, které umožňuje působení enzymů a absorpci živin přes střevní stěnu (Davies, 2009; Higginsová, 2012). Výstelka tenkého střeva je pokryta klky, jemnými vláskovitými strukturami, které zvětšují povrch střeva a tím slouží ke vstřebávání výživných látek. Na trávení chymu se dále podílejí žlázy, které se mezi klky nacházejí a produkují velké množství enzymů (Higginsová, 2012).

V duodenu se pomocí enzymů a pankreatických šťáv a žluči rozkládají škroby, rozpustné uhlovodany na glukózu, proteiny na aminokyseliny a tuky na mastné kyseliny a glycerol. V jejunu dochází ke konečnému rozkladu chymu a vstřebávání glukózy, aminokyselin, mastných kyselin, glycerolu, vitamínu a minerálů do krevního oběhu (Higginsová, 2012). V ileu se chymus shromažďuje a nárazově je v množství 200 - 1500 ml pod tlakem vylučována do slepého střeva (Evans, 1992), tento děj se opakuje 3 - 6x za minutu (Meyer, 2003).

### 3.2.5 Játra

Játra jsou u koně poměrně malá, váží u dospělého koně cca 5 - 9 kg, u starších koní může jejich váha klesnout až na 2,5 - 3 kg (Černý, 2002; Davies, 2009). Játra jsou zásobována dvěma způsoby: jaterní tepnou přichází do jater tepenná krev pro výživu jaterních buněk a portální žilou vstupuje do jater krev ze žaludku, střeva, sleziny a slinivky břišní. Zde je krev

detoxikována před jejím transportem do srdce. Žluč, která je zde vytvářena, proudí v jaterním lalůčku opačným směrem než krev (Reece, 1998). Žluč je u koně vylučována neustále, protože kůň nemá žlučník. Obsahuje bikarbonát a minerální látky a slouží k neutralizaci kyselá tráveniny během jejího průchodu tenkým střevem (Meyer, 2003). Epitelové buňky jaterních lalůček jsou metabolicky velmi aktivní a syntetizují, skladují a přeměňují mnoho látek. Dále se zde nachází největší část makrofágového obranného systému (Reece, 1998).

Funkcí jater tedy je detoxikace, skladování glykogenu, vitamínu A, D, E, K, dále železa a tuků; produkují teplo, vitaminy A, D, heparin, albumin a globulin, prothorombin a fibrinogen, žluč, kyselinu močovou a močovinu; přeměňují glykogen na glukózu a obráceně; metabolizují bílkoviny; produkují bílkovinné přenašeče pro transport tuků z trávicího ústrojí (Davies, 2009).

### **3.2.6 Slinivka břišní**

Slinivka břišní má endokrinní i exokrinní funkci. Produkuje hormony inzulin a glukagon (endokrinní fce) a trávicí šťávu (exokrinní fce). Žlázatá část je tvořena několika laloky a základem jsou sekreční aciny - stavební a sekreční buňky. Endokrinní část pankreatu je tvořena Langerhasovými ostrůvky, jehož buňky produkují hormony (Reece, 1998).

Hormony inzulin a glukagon společně redukují hladinu glukózy v krvi. Když hladina glukózy v krvi stoupne, vyloučený inzulin jí umožní vstoupit do buňky, aby mohla být využita k tvorbě energie. Pankreatická šťáva je tvořena neustále, denní vyloučené množství je od 5 do 10 % živé hmotnosti koně. Pankreatická šťáva obsahuje enzymy: trypsin, amylázy a lipázy a zásadité sloučeniny nutné k neutralizaci kyselá tráveniny po průchodu žaludkem (Meyer, 2003).

### **3.2.7 Tlusté střevo**

U koně vyplňuje celou pravou stranu dutiny břišní a ventrální část levé poloviny (Černý, 2002). Je dlouhé asi 8m (Davies, 2009). Obsah tenkého střeva se dostává do slepého střeva, prvního úseku tlustého střeva u koně (Evans, 1992). Tlusté střevo se tedy skládá ze slepého střeva, tračníku a konečníku. U koně je slepé střevo velmi prostorné a zasahuje od pánevního vstupu až na dno dutiny břišní. Vrchol slepého střeva je uložen těsně za bránicí (Reece, 1998; Jelínek a kol., 2003). Jeho kapacita je až 35 litrů a to představuje asi 25 % celkového objemu tlustého střeva. Nachází se zde symbiotické mikroorganismy, kteří rozkládají nestravitelnou celulózu a vláknité zbytky až na vstřebatelné živiny. Bakteriální

osídlení se liší dle diety (Higginsová, 2012). Tračník se skládá ze vzestupného, příčného a sestupného tračníku. Vzestupný a příčný tračník se u koně nazývají velký tračník (Reece, 1998). Velký tračník je 3 - 4m dlouhý a má kapacitu asi 90 litrů. Pokračuje zde mikrobiální trávení, ale především je hlavním místem, kde se vstřebávají živiny a voda (Higginsová, 2012). Skládá se ze čtyř hlavních částí: pravé ventrální slohy napojené na slepé střevo, levé ventrální slohy, levé dorsální slohy a pravé dorsální slohy (Davies, 2009). Několikrát se obrací a zatačí a má různý průměr, proto je postup tráveniny pomalý. Ohbí jsou častými místy vzniku koliky z ucpání (Higginsová, 2012). Sestupný tračník je pokračováním velkého tračníku a má kapacitu asi 20 litrů, měří 3,5 metru a je menší v průměru (Davies, 2009; Higginsová, 2012). Je volně zavěšen a proplétá se kličkami lačnicku, což je důvod některých kolik, protože může dojít k přehození. Jeho hlavní funkcí je vstřebávání vody, elektrolytů a živin a příprava defekační hmoty (Higginsová, 2012). Slepé střevo a tračník koně mají ve stěně výdutě (haustra) v důsledku přítomnosti podélné a kruhové svaloviny. Tyto výdutě mohou pojmout značný objem střevního obsahu a tím napomáhají delšímu zdržení tráveniny v tlustém střevě a umožňují tak delší mikrobiální trávení (Reece, 1998). Sestupný tračník přechází plynule v konečník, zde se střebává voda a obsah se zahušťuje. Kapsovitě vychlípeniny sestupného tračníku dodávají koňskému trusu jeho charakteristický tvar (Meyer, 2003).



### 3.3 Základní živiny a jejich využívání

Živiny jsou chemicky definované látky potřebné k výživě zvířat. Jsou to biologické látky, které jsou potřebné k výživě zvířat a zvířata je přijímají v krmivech. Jsou nezbytné pro živočišný organismus pro zajištění všech životních procesů, to znamená k samotnému procesu trávení, pohybu, udržení tělesné teploty, růstu, rozmnožování, tvorbě tělesné hmoty, k produkci atd. (Čermák, 2002; Zeman, 2006; Hanák, 1983).

Pro tyto funkce může organismus využít jen živiny, které neodešly ve výkalech, tj. stravitelné živiny. Hodnoty obsahu živin v krmivech lze podle způsobu získávání rozdělit do tří základních oblastí: hodnoty získané chemickou analýzou, hodnoty stanovené v biologických procesech a hodnoty vypočtené (Zeman, 2006).

Obr. 4

Výchozí látka	Místo trávení/ vstřebávání	Produkty	Úkoly
<b>Tuky</b>	tenké střevo	glycerol, mastné kyseliny	zisk energie a uložení energie
<b>Bílkoviny</b>	žaludek, tenké střevo	aminokyseliny	stavební funkce zisk energie
<b>Sacharidy</b>	žaludek, tenké střevo	glukóza	zisk energie
<b>Cukr</b>	tenké střevo	fruktóza	zisk energie
<b>Škrob</b>	žaludek, tenké střevo	glukóza	zisk energie
<b>Celulóza</b>	tlusté střevo	těkavé mastné kyseliny	zisk energie
<b>Hemicelulóza</b>	tlusté střevo	těkavé mastné kyseliny	zisk energie
<b>Pektiny</b>	tlusté střevo	těkavé mastné kyseliny	zisk energie
<b>Minerální látky</b>	žaludek, tenké střevo	nezměněno	výstavba kostry
<b>Stopové prvky</b>	tenké střevo	nezměněno	aktivace enzymů, tvorba krve, látková výměna, ochrana buněk
<b>Vitamíny</b>	tenké střevo	nezměněno	funkce koenzymů, plodnost, ochrana buněk, látková výměna

([http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=928](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=928))

### 3.3.1 Bílkoviny

Kodeš a kol. (1988) uvádí, že biologický význam bílkovin v organismu zvířat spočívá především v tvorbě základní substance protoplazmy a jádra buňky. Jsou hlavní stavební složkou tkání, složkou enzymů, hormonů a dalších životně nezbytných látek. Při nižším přísunu energie do organismu mohou za určitých podmínek přebírat i energetickou funkci.

Zeman a kol (2006) dodává, že vyjadřují obsah dusíku v krmivech jako prvku zpravidla násobeného koeficientem 6,25, který je odvozen od skutečnosti, že bílkoviny obsahují 16% dusíku. Dusíkaté látky jsou ve výživě zvířat nezastupitelné. Existence živočichů a jejich produkce jsou podmíněny přítomností a zdroji využitelných forem bílkovin.

Davies (2009) uvádí, že bílkoviny tvoří okolo 18 % koňského těla. Jsou to organické sloučeniny složené z uhlíku, vodíku, kyslíku (podobně jako uhlovodíky), ale také z dusíku a malá část i ze síry. Jsou složené z 21 aminokyselin pomocí peptidických vazeb. Každá jednotlivá bílkovina má vlastní složení z jednotlivých aminokyselin. Aminokyseliny dělíme na esenciální a neesenciální. Neesenciální aminokyseliny je organismus koně schopen si vytvořit, ale esenciální musí přijmout v potravě, protože není schopen si je sám vytvořit (Evans, 1977).

Aminokyseliny jsou zapojeny do syntézy a funkce enzymů, hormonů a protilátek, ovlivňují krevní tlak, příjem potravy a zasahují do všech dějů metabolismu. Přijímané esenciální aminokyseliny musí být v dobrém poměru, protože pokud chybí jedna esenciální aminokyselina v dietě, pak je kvalita přijímaného celkového proteinu nízká (Reece, 1998; Pagan, 1998).

Lysin je nazýván první limitující aminokyselinou, tj. pokud chybí lysin, nemůžou být řádně využity ani ostatní AMK. Podporuje růst a rovnováhu dusíku, růst kostí u hříbat a stimuluje produkci žaludečních šťáv. Koně musí v potravě přijmout minimální množství 0,65 %. Methionin je důležitý pro kůži, srst a růst. Pomáhá ukládání tuku v játrech, je esenciální pro využitelnost selenu v organismu a je to antioxidant. Je druhý nejdůležitější v pořadí limitujících aminokyselin. Arginin stimuluje vylučování inzulínu a růstového hormonu. Ukazuje se, že by mohl pozitivně působit při terapii proti rakovině a v boji proti růstu tumoru. Stimuluje produkci T-lymfocytů. Histidin pomáhá kontrolovat bolest, pomáhá při arthritidě a stimuluje sekreci žaludečních šťáv, zlepšuje apetit. Fenylalanin produkuje adrenalin a noradrenalin a je antidepresivem. Threonin zlepšuje růst a využití krmiva. Produkuje adrenalin a je prekurzorem hormonů štítné žlázy. Tryptofan produkuje serotonin a pomáhá stabilizovat náladu. Je prekurzorem niacinu a může napomáhat srážlivosti krve. Valine

společně s leucinem a isoleucinem regulují přeměnu bílkovin a energetický metabolismus. Je životně důležitý pro koordinaci svalů. Leucin pomáhá degradaci bílkovin ve svalech. Isoleucin pomáhá formovat hemoglobin a bojovat proti degeneraci nervového systému (Morgan, 2004).

### 3.3.1.1 Metabolismus bílkovin v organismu

Trávení bílkovin začíná již v žaludku pomocí pepsinu a za přítomnosti HCl (Morgan, 2004) a pokračuje v tenkém střevě. Štěpení bílkovin na tri a dipeptidy způsobují enzymy peptidázy, především trypsin. Tri a dipeptidy jsou následně ve střevní sliznici štěpeny až na aminokyseliny (Meyer, 2003). Ty jsou absorbovány přes střevní stěnu do krve a transportovány krví a lymfou do jater, kde probíhají následující reakce: syntéza bílkovin, desaminace nebo se AMK dopraví do svalů a tam dojde k syntéze bílkovin, odštěpení čpavku a bezdusíkatá frakce se oxiduje (Zeman, 2006).

Volné AMK vytváří v organismu zvířat rezervoár, který organismus využívá k těmto potřebám: na tvorbu bílkovin, enzymů a hormonů; na tvorbu glycidů a tuků; na náhradu opotřebovaných bílkovin a na tvorbu nových bílkovin přírůstku či produkci; na krytí energetických potřeb a na syntézu derivátů aminokyselin. Bílkoviny lze rozdělit dle využívání na fixní bílkoviny, postradatelné a labilní bílkoviny (Zeman, 2006).

Konečným produktem metabolismu bílkovin jsou voda, oxid uhličitý a čpavek. Z organismu jsou vylučovány močí, výkaly a plyny (dýcháním), ale nejvýznamnější cestou pro vylučování, je vylučování močí (Zeman, 2006).

### 3.3.2 Sacharidy

Davies (2009) uvádí, že sacharidy jsou hlavní složkou v krmivech pro koně, které tvoří okolo 80% sušiny v obilovinách a 70% sušiny u píce. Sacharidy z krmiv jsou hlavní příjem energie pro koně, především škroby a cukry. Glykogen je zásobním sacharidem u všech savců. Hlavní zdroje sacharidů ve výživě koní ukazuje obrázek.....

Sacharidy existují ve více podobách: cukry, škroby, fruktany a vláknina. Cukry jsou jednoduché, malé molekuly. Cukry složené z jedné jednotky jsou monosacharidy nebo ze dvou jednotek zvané disacharidy. Škrob je rozvětveným řetězcem molekul glukózy, který se snadno štěpí na jednotlivé molekuly glukózy. Fruktany jsou složeny z přímo spojených molekul fruktóz, které mohou štěpit až mikroorganismy v tlustém střevě, v tenkém střevě jsou nestravitelné. Vláknina je obsažena především ve stěnách buněk a je stravitelná v tlustém

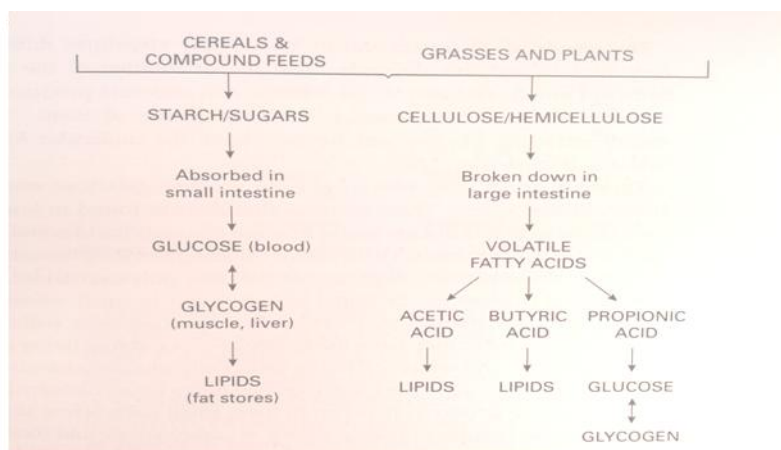
střevě pomocí bakteriální mikroflóry. Skládá se z celulózy, hemicelulózy, pektinu a ligninu (Getty, 2009).

Cukry a škrob jsou štěpeny pomocí enzymů v tenkém střevě až na glukózu, která je zde vstřebávána přes střevní stěnu do krve. Fruktany a vláknina jsou tráveny až v tlustém střevě za pomoci střevní mikroflóry a přeměňovány na těkavé mastné kyseliny (především kyselina octová, propionová a máselná), které jsou dále využity jako zdroj energie (Cunha, 2012). Kyselina octová a máselná jsou okamžitě po vstřebání do krve dostupné energetickému metabolismu, zatímco propionová musí být nejdříve přeměněna na glukózu a až následně může být využita v energetickém metabolismu (Getty, 2009). Lignin je nestravitelná část vlákniny. Je nestravitelný i pro mikroorganismy v tlustém střevě. Obsah ligninu roste spolu se stářím rostliny a způsobuje tzv. dřevnatění. Čím více ligninu krmivo obsahuje, tím je snížena jeho stravitelnost (Getty, 2009). Pektin je vláknina rozpustná ve vodě, ve formě vysoce vstřebatelného gelu v tlustém střevě.

#### 3.3.2.1 Metabolismus sacharidů

Škroby a cukry jsou tráveny v tenkém střevě pomocí střevních enzymů na glukózu, která je krví transportována do jater, kde je ukládána v podobě glykogenu nebo je v těle ukládána v podobě zásobního tuku. Glykogen slouží jako okamžitá zásoba glukózy. Celulóza a hemicelulóza jsou mikrobiálně tráveny v tlustém střevě a přeměněny na těkavé mastné kyseliny, kdy octová a máselná kyselina jsou v těle ukládány jako zásobní tuk a propionová je ukládá ve formě glykogenu jako okamžitá zásoba energie pro organismus.

Obr. 5



(Davies, 2009)

### 3.3.3 Lipidy

Zeman a kol (2006) uvádí, že tuky jsou zásobní látkou jak v rostlinách, tak v živočišném těle. Mají zhruba dvojnásobnou energetickou hodnotu ve srovnání se sacharidy (Pagan, 2010).

Volně žijící koně jich mnoho nepřijmou. V sušině je obsah lipidů okolo 0,5 %. Z obilovin má nejvyšší obsah tuku oves. Lipidy splňují v organismu funkci zásobního tuku, ve formě fosfolipidů a cholesterolu jako hlavní součásti buněčných membrán, jsou nositeli vitaminů rozpustných v tucích (A, D, E a K) a zajišťují jejich vstřebatelnost a napomáhají lepší vstřebatelnosti vápníku (Morgan, 2004).

Tuky se v organismu syntetizují z podstatné části sacharidů. Zásobní tuk má také zásadní význam v metabolismu vody, kdy oxidací 100 g tuku vznikne 107 g vody (Zeman, 2006). Lipidy se skládají z triglycerolu (glycerolu a tří mastných kyselin) (Davies, 2009). Mastné kyseliny dělíme na esenciální a neesenciální.

Tuky přidávané do krmných dávek koní se navzájem liší zastoupením jednotlivých mastných kyselin (Pagan, 2005).

#### 3.3.3.1 Esenciální mastné kyseliny

Jejich syntéza v organismu není možná, organismus je musí přijmout v potravě (Davies, 2009). Jsou prekurzory prostaglandinů, leukotirenů a tromboxanů. Patří sem především kyselina linolová a arachidonová (n-6 mastné kyseliny) a kyseliny linolenová, eicosapentaenová a docosahexaenová (n-3 mastné kyseliny) (Zeman, 2006; Velíšek 1999).

Při nedostatku esenciálních mastných kyselin se objevují tyto problémy: zpomalení růstu, problémy s kůží a srstí (suchá kůže, lupy, dermatitis, ...), léze, vyhublost, degenerativní změny na varlatech a vaječnicích, snížení odolnosti proti stresům (Zeman, 2006; Morgan, 2004).

### 3.3.3.2 Metabolismus lipidů

Lipidy, především acylglyceroly, představují největší zdroj energie. Přebytečné lipidy jsou ukládány v tukové tkáni a dle potřeby se pak uvolňují a slouží jako zásobní energetické zdroje. K rozkladu dochází v trávicí soustavě účinkem lipas. První lipasy se nachází již v žaludku, ale zde je štěpení nedokonalé díky kyselému prostředí. Na odbourávání tuků působí hormony adrenalin a glukagon, jejichž prostřednictvím se aktivují enzymové systémy ... Rozklad tuků probíhá postupně. Nejprve se účinkem triacylglycerollipasy odštěpí jedna molekula mastné kyseliny, pak působením diacylglycerollipasy další molekula mastné kyseliny a zůstane 2-monoacylglycerol. V této podobě je vstřebáno kolem 50 – 60% tuků. Zbytek je štěpen 2-monoacylglycerollipasou až na glycerol a mastné kyseliny. Ve střevní sliznici se opět vytvoří triacylglyceroly, které jsou lymfatickým systémem transportovány ve formě chylomikrů. Do krve se dostanou hlavním mizovodem (Odstrčil a Odstrčilová, 2006).

### 3.3.4 Voda

Voda je nejdůležitější složkou zvířete. Přibližně 70 % váhy zvířete bez tukových zásob tvoří voda. Nově narozená hříbata mají až 90 % váhy tvořené vodou. Se zvyšujícím se obsahem tuku v těle klesá v těle obsah vody. Voda představuje prostředí vhodné pro odehrávání biochemických reakcí. V organismu plní transportní funkci, odstraňuje z těla škodliviny a konečné produkty metabolismu, podílí se na termoregulaci, podmiňuje průběh všech trávicích a resorpčních pochodů, je součástí všech sekretů, enzymů, hormonů a trávicích šťáv, které jsou nepostradatelné pro normální fungování organismu. Na její metabolismus mají vliv minerální látky a to především Na, K, Cl. Tyto minerální látky řídí celý metabolismus vody, udržování osmotického tlaku, acidobazické rovnováhy, pronikání živin do buněk, ... (Zeman, 2006; Davies, 2009). Pokud kůň ztratí 12 - 15 % vody, umírá (Morgan, 2004).

Koně mohou vodu získat několika způsoby: pitím, v potravě, metabolickou vodu a vodu, která vzniká při rozkladu zásobního tuku (Davies, 2009). Potřeba vody je závislá i na druhu potravy. Pastva obsahuje až kolem 75 % vody, zatímco seno mezi 10 - 20% vody. Z

toho je patrné, že koně krmeni senem budou mít zvýšenou potřebu vody oproti koním na pastvě.

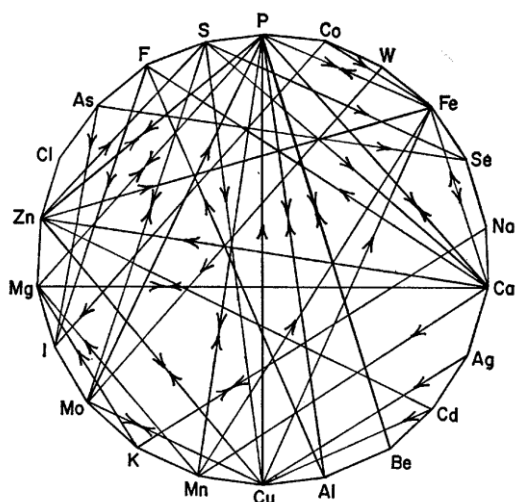
Největší podíl vody v organismu je v intracelulárním prostoru, především svalových buňkách. Extracelulární voda se nachází v mezibuněčných prostorech, zbývající voda se nachází v trávicí a vylučovací soustavě. 40 % vody je intracelulární, 33 % extracelulární a 27 % vody je v trávicí/vylučovací soustavě (Davies, 2009).

Nedostatek vody snáší organismus hůře než hladovění. Při hladovění může organismus ztratit až 40 % tělesné hmotnosti, zatímco při ztrátě žízněním o 4 - 5 % pozorujeme neklid zvířete, při ztrátě 6 - 8% projevy dehydratace a při ztrátě 15 - 20 % (dle Davies (2009) už při ztrátě 12 - 15 %) nastává smrt (Zeman, 2006).

### **3.3.5 Minerální látky**

Zeman (2006) uvádí, že v organismu jsou zastoupeny v množství 3 - 5 %, ŽH. Mají významný vliv na metabolické procesy a tím i na výkonnost a zdraví. Jsou zastoupeny v organismu zvířat v téměř stálém podílu. Patří k základním živinám kostní tkáně, kde je uloženo okolo 83% všech minerálií. Mimo podílu na stavbě těla mají podíl dále na acidobazické rovnováze, osmotického tlaku, spoluúčastní se na tvorbě vitaminů, enzymů, hormonů, hemoglobinu a dalších látek. Mimo množství zastoupení v organismu je především důležitý poměr mezi jednotlivými prvky. Především mezi alkalickými a acidogenními prvky. Mezi alkalické patří vápník, hořčík, draslík a sodík; mezi acidogenní především síra, chlor a fosfor. Minerální látky dále dělíme na makroprvky (Ca, P, Mg, Cl, Na, K a S) a mikroprvky (Fe, Cu, Zn, Mn, Co, I, Se, Mo).

Obr. 6



([http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=943](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=943))

### 3.3.5.1 Makroprvky

#### 3.3.5.1.1 Vápník

Dospělý kůň má v těle okolo 7 kg vápníku (Sasimowski a Budzyński, 1987) uloženého z 99 % v kostech a zubech. Zbylé 1 % se nachází v podobě iontu v extracelulární tekutině. Vápník má následující funkce: je hlavní složkou kostí a zubů, podílí se na přenosu nervového vzruchu, reguluje rovnováhu tekutin, kontroluje buněčnou permeabilitu, umožňuje správnou srážlivost krve a svalové kontrakce, je účastníkem při tvorbě mléka. Vstřebávání vápníku je nejaktivnější v tenkém střevě, především ve dvanáctníku a lačníku. Vápník v iontové podobě se resorbuje ve směru koncentračního spádu za přispění aktivní formy vitamínu D. K vylučování vápníku dochází v ledvinách a je regulováno kalcitoninem a parathormonem (Davies, 2009; Morgan, 2004; Reece, 1998; Meyer, 2003).

#### 3.3.5.1.2 Fosfor

V těle dospělého koně se celkem nachází asi 4 kg fosforu (Sasimowski a Budzyński, 1987). Z 85 % se fosfor uložený v těle nachází v kostech a zubech. Pomáhá udržovat rovnováhu pH krve za pomoci nezbytných fosfátů pro pufraci. Je součástí fosfolipidů, které zajišťují transport tuků a mastných kyselin. Nachází se v RNA a DNA, kde je nezbytný pro syntézu bílkovin a transkripci genetické informace. Jako součást ADP a ATP se podílí na energetickém metabolismu a je součástí myelinové pochvy. Dále je nezbytný pro tvorbu červených krvinek a spermatu (Zeman, 2005). Jeho resorpce probíhá v tlustém střevě. Jeho



vstřebání je oproti vápníku nižší a to 30 - 55 %. Poměr vápníku a fosforu je v rozmezí 1 - 3 : 1 (Meyer, 2003; Davies, 2009; Morgan, 2004).

#### 3.3.5.1.3 Hořčík

Ze 70 % je součástí kostní a svalové tkáně. Je důležitý pro správný průběh enzymatických pochodů a je také aktivátorem enzymů (Sasimowski a Budzyński, 1987). Je resorbován v tenkém střevě a jeho resorpce je podporována vitamínem D a tlumena fytyáty a mastnými kyselinami. Vylučování ledvinami je kontrolováno aldosteronem a parathormonem. Je vylučován ledvinami a stolicí. Ovlivňuje činnost svalů a nervů, při nedostatku křeče a zvýšená nervová dráždivost (Davies, 2009; Zeman, 2005; Meyer, 2003; Morgan, 2004; Frape, 2010).

#### 3.3.5.1.4 Sodík

Hlavní část sodíku je obsažena v extracelulární tekutině a trávicích šťávách. Reguluje krevní osmotický tlak, pomáhá udržovat správné pH, zúčastňuje se hospodaření s vodou, je nezbytný pro normální funkci nervové soustavy (Zeman, 2005; Davies, 2009). Dále je potřebný pro transport látek přes buněčnou membránu, např. pro glukózu (Frape, 2010). Je hlavním elektrolytem pro udržení acidobazické rovnováhy a osmotického tlaku tělních tekutin (Rose, 1990). Je důležitý pro kontrakci svalových vláken (Davies, 2009). Je důležité udržovat poměr mezi sodíkem a draslíkem v rovnováze, cca 0,5 : 1. Při překročení poměru je vyvolána snížená činnost střev, srdce, svalové a nervové tkáně (Zeman, 2005; Papešová, 1994). Sodík je spolu s chlorem vylučován potem, který obsahuje asi 0,7 % soli (Sasimowski a Budzyński, 1987).

#### 3.3.5.1.5 Draslík

Je hlavním kationtem nitrobuněčné tekutiny, kde se zapojuje do řízení osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy (Reece, 1998). Je součástí všech tkání mimo kostní a chrupavčité. Je obsažen v červených krvinkách a protoplazmě, ukládá se ve svalovině (Zeman, 2005). Má význam pro nervovou a míšní soustavu, aktivitu svalů, je aktivátorem řady enzymů podílejících se na glykolýze i na oxidativní fosforylaci (Meyer, 2003). Nedostatek má za následek zhoršený růst hříbat, oslabení dospělých zvířat, snížení výkonnosti a chuti k žrádlu (Zeman, 2005). Je resorbován střevní sliznicí a vylučován ledvinami.

#### 3.3.5.1.6 Chlor

Obsahují ho tkáně ledvin, plic, sleziny, krve, kůže a chrupavek (Zeman, 2005). Chloridy jsou typickými anionty extracelulárního prostoru. Jsou vstřebávány střevní sliznicí a vylučovány ledvinami společně se sodíkem (Davies, 2009). Jejich regulace v organismu je zabezpečena, společně se sodíkem, aldosteronem. Vysoký obsah chloridových iontů nalezneme v žaludku v podobě kyseliny chlorovodíkové a ve žluči (Frape, 2010). V krmivu je dostatečné množství chloridových iontů (Reece, 1998).

#### 3.3.5.1.7 Síra

Síra je součástí sirných aminokyselin, některých vodorozpustných vitaminů, heparinu, inzulinu, glutathionu, chondroitin sulfátu ad. a představuje 1,5 g/kg ŽH (Frape, 2010). NRC (2007) doporučuje 1,5 g síry na kilogram sušiny krmiva.

### 3.3.5.2 Mikroprvky

#### 3.3.5.2.1 Železo

Nachází se v každé buňce celého těla, ale největší koncentrace je v bílkovinách hemoglobinu a myoglobinu. Okolo 60 % železa se nachází v červených krvinkách, zbytek je v myoglobinu, enzimech nebo skladováno po celém těle. Je absorbováno v tenkém střevě a skladováno v játrech, slezině a kostní dřeni. Jeho vstřebávání probíhá společně s kadmíem, mědí, zinkem a kobaltem (Morgan, 2004). NRC (2007) uvádí, že pro dospělého koně v záchově je denní potřeba 400 mg/ den a pro koně ve vysoké zátěži potřeba stoupá až na 500 mg/ den.

#### 3.3.5.2.2 Měď

Je důležitá pro syntézu kolagenu a elastinu, pro vývoj kostí a pigmentaci kůže. Je součástí mnoha enzymů. Je důležitá pro vstřebatelnost a transport železa a je nezbytná pro všechny buňky. Najdeme ji všude v těle, ale nejvyšší koncentrace je v játrech, plicích, srdci a ledvinách (Morgan, 2004). Je vstřebávána v tenkém střevě, kde její vstřebávání mohou ovlivnit zinek a železo. NRC (2007) uvádí, že 500 kg kůň v záchově potřebuje denní dávku mědi 100 mg, ve vysoké zátěži stoupá potřeba až na 125 mg/ den.

#### 3.3.5.2.3 Zinek

Zinek je součástí mnoha enzymů vyžadujících pro růst, hojení ran, imunitu a syntézu bílkovin a distribuci do celého těla, nejvíce však do vlasů, kostí a kůže. Je absorbován v tenkém střevě a absorpce je zvýšená, pokud je ho v krmivu málo. Při nízkém příjmu zinku se snižuje příjem krmiva, zhoršuje se růst a plodnost, špatně se hojí rány a mohou vznikat vývojové ortopedické vady (Davies, 2009). NRC (2007) pro 500 kg koně v záchově doporučuje 400 mg / denně, pro koně ve vysoké zátěži do 500 mg / denně.

#### 3.3.5.2.4 Mangan

Je nepostradatelný pro metabolismus cukrů a tuků, je komponentem mnoha enzymů, dále je důležitý pro syntézu chondroitin sulfátu (Davies, 2009). Je obsažen v játrech, ledvinách, lymfatických žlázách a pankreatu. Má kladný vliv na růst, vývoj a reprodukci zvířat. Napomáhá oxidaci železa (Dušek a kol, 1999), ale při přebytku snižuje jeho využití (Zeman, 2005).

#### 3.3.5.2.5 Kobalt

Tvoří středový atom vitamínu B<sub>12</sub>, který je u koně syntetizován mikroorganismy v tlustém střevě. Jeho nedostatek vede k nedostatku tohoto vitamínu a tím dochází k anemii, změnám na kůži a pozastavení růstu (Meyer, 2003). NRC (2007) doporučuje pro 500 kg koně v záchově 0,05 -25 mg / den.

#### 3.3.5.2.6 Jód

Je nezbytný pro syntézu hormonů štítné žlázy, které ovlivňují basální metabolismus v celém těle (Meyer, 2003). Je vstřebáván v tenkém střevě a v těle ho najdeme v podobě iontu (Davies, 2009). Největší množství se nachází ve štítné žláze, asi 75 % (Sasimowski a Budzyński, 1987). Nedostatek vede k poruše tvorby tyroxinu, zpomaluje se látková přeměna, rodí se málo životaschopná hříbata, dochází u hříbat k vytvoření strumy, objevuje se křivice, vypadá srst (Zeman, 2005).

#### 3.3.5.2.7 Selen

Inaktivuje enzym glutathion peroxidasy, je to důležitý antioxidant, hraje důležitou roli v kontrole hormonů štítné žlázy a je důležitý pro imunitní funkce. Je skladován v játrech (Davies, 2009). NRC (2007) doporučuje denní dávku pro 500 kg koně v záchově 1 mg, pro koně ve vysoké zátěži 1,25 mg.

### 3.3.6 Vitamíny

Jsou obecně definovány jako organické složky potravy nezbytné pro život, růst a zdraví. Jsou to živiny neenergetické. Látky, které nemají biologickou hodnotu vitamínu, ale organismus si z nich vitamíny dokáže vytvořit, se nazývají provitamíny (Zeman, 2006). Organismus je potřeboje ve velmi malém množství. Jsou nepostradatelné pro normální fungování organismu a při nedostatku se projevují příznaky deficiencie. Morgan (2004) uvádí, že každý vitamin má jeden nebo více významů pro organismus:

- jsou účastníky enzymových reakcí jako kofaktory a nazývají se koenzymy
- bojují proti volným radikálům = jsou antioxidanty
- uvolňují energii z živin
- pomáhají metabolismu aminokyselin a bílkovin
- zachovávají integritu buněčné membrány
- zajišťují vývoj kostí
- pomáhají udržovat rovnováhu vápníku
- zajišťují normální funkci oka, vidění
- jsou klíčovými součásti tělních tekutin
- pomáhají přenosu nervových impulzů
- napomáhají srážlivosti krve

Zeman a kol. (2006) dělí vitamíny na dvě hlavní kategorie:

- vodorozpustné vitamíny (vitamin skupiny B komplex a vitamin C)
- rozpustné v tucích (A, D, E a K)

Vitamíny rozpustné v tucích potřebují ke svému vstřebání a využitelnosti tuk přijatý v krmivu, zatímco vodorozpustné potřebují jen vodu. Vitamíny rozpustné v tucích jsou skladovány v játrech, což znamená, že organismus nemá potřebu je přijímat každý den v plnohodnotném množství. Vitamíny rozpustné ve vodě naopak v těle skladovány nejsou a je potřeba, aby je kůň denně přijal v dostatečném množství. Vitamíny D, C a niacin si organismus dokáže vytvořit, zbytek vitaminů komplexu B a vitamin K vytváří mikroorganismy v tlustém střevě koně. Vitamíny A a E jsou tzv. esenciální a kůň je musí přijmout v krmivu (Morgan, 2004).

Vitamin	Funkce v organismu	Dostupnost v krmivech	Příznaky nedostatku
Vitaminy rozpustné v tucích			
A	Zdraví očí Imunitní systém Růst a udržování tělesných tkání	Pastva Zelená píče	Šeroslepost Snížení žravosti Snížený růst Keratinizace očí Neplodnost Zhoršená kůže a kopyta
D	Pomáhá absorpci Ca a P ve střevě Formování kostí Udržuje správnou fci kloubů	Koně si ho sami syntetizují v kůži za pomoci slunečního záření Seno sušené na slunci	Špatná kalcifikace kostí, osteomalacie Oteklé klouby Zlomeniny
E	Udržuje správnou fci svalů Metabolismus tuků Společně s Se je antioxidantem Reprodukce	Vojtěška Zelená píče Obiloviny	Poruchy svalů Neplodnost
K	Srážlivost krve	Produkován mikroorganismy v tlustém střevě Píče	Nedostatek je vzácný Zhoršená srážlivost krve
Vitaminy rozpustné ve vodě			
C	Imunitní systém Antioxidant Udržuje správnou fci svalů a krevních kapilár	Vytvářen tělem z glukózy	Krvácení, ulcerace dásní Vnitřní krvácení Vzájemné působení s mědí a železem

Thiamin	Metabolismus tuků a cukrů, především glukózy	Mikroorganismy v tlustém střevě	Deficience při požeru kapradí Ztráta apetitu Nekoordinované pohyby Závratě
Riboflavin	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů	Mikroorganismy v tlustém střevě	Redukce růstu a využití krmiv Měsíční slepota
Pyridoxin (vit. H)	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů Enzymatický systém	Pastva Zelená píče	Neschopnost využít tryptofan a niacin Zhoršený růst, dermatitis Degenerace nervů
Kobaltamin	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů	Mikroorganismy v tlustém střevě za přítomnosti kobaltu	Zhoršený růst, neplodnost, zhoršený apetit, hrubá srst
Kyselina listová	Zrání červených krvinek Vzájemné působení s riboflavinem a kobalaminem, C	Mikroorganismy v tlustém střevě Pastva Zelená píče	Není u koní definováno
Biotin	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů	Kukuřice, soja, droždí Zelená píče	Špatná kvalita rohoviny kopyt
Niacin	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů Enzymatický systém buněk těla Vzájemné působení buněk a metabolismu	Syntetizován z aminokyseliny tryptofan Obiloviny	Nebylo zjišťováno
Kys. pantotenová	Metabolismus tuků, bílkovin a cukrů Část koenzymů	Mikroorganismy v tlustém střevě	Žádné specifické příznaky

(Davies, 2009)

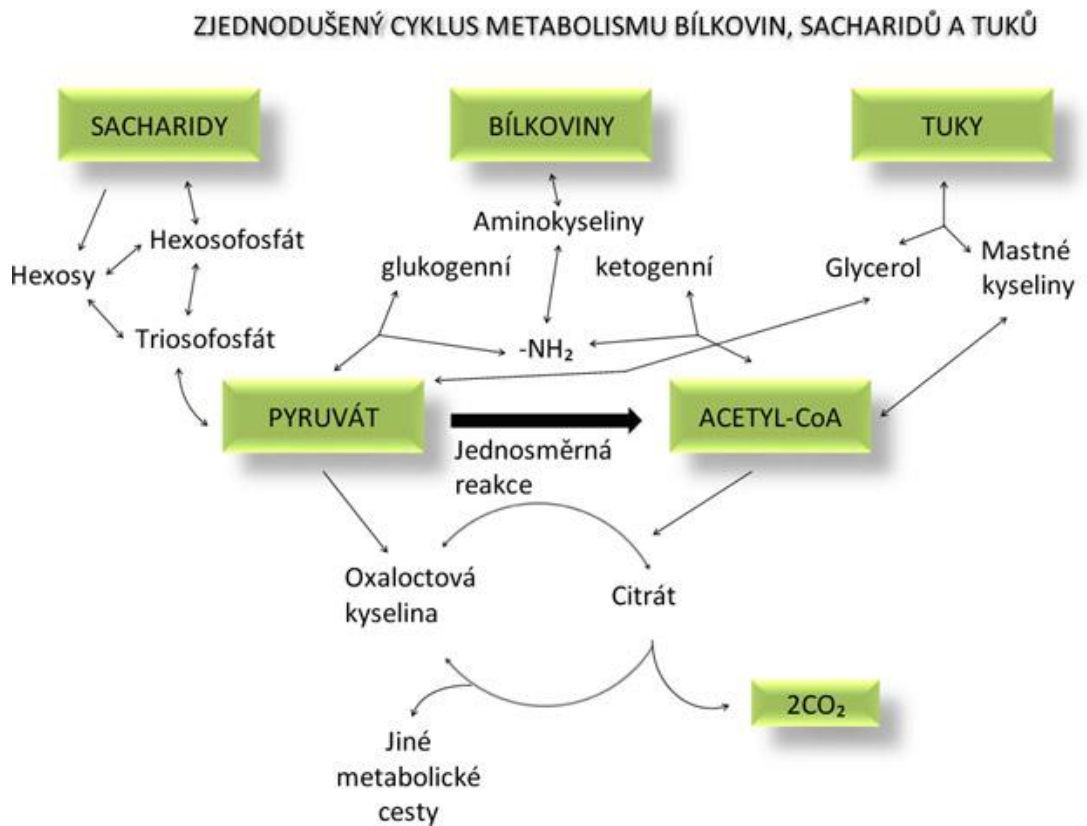
### 3.3.7 Energie

Organismus je odkázán na neustálý přísun energie. Potřebuje ji na bazální metabolismus, záchovu a na pohyb, práci. Potřebnou energii získává z potravy. Jednotlivé živiny obsažené v krmivu mají různé množství energie:

Živina	Energie v g (v kJ)
Sacharidy	17,2
Tuky	38,9 - 39,8
Bílkoviny jako stavební látky	23,9
Bílkoviny jako zdroj energie	18,0

Energetické složky potravy pronikají po strávení skrz střešní stěnu do krve a potom ke tkáním (Meyer, 2003). Koně získávají hlavní část energie z vlákniny, která je mikrobiálně přeměněna na těkavé mastné kyseliny a ze škrobu, který je přeměňován na glukózu (Zeman, 2005).

Obr. 7



(<http://medicina.ronnie.cz/c-5928-metabolismus-i.html>)

### 3.4 Rozdělení komerčních krmiv pro koně

Běžně se krmiva rozdělují na kompletní krmné směsi, doplňkové a minerálně-vitaminové přísady. U koní se však kompletní krmné směsi nepoužívají (Meyer, 2003). Krmné směsi se dále dají rozdělit na směsi granulované a müsli. Minerálně vitaminové doplňky lze rozdělit na širokospektrální (multivitaminy) a specificky zaměřené (klouby, kopyta, srst, ...).

Dle Davies (2009) se komerční doplňkové krmné směsi můžou dělit dle kategorií koní následně:

- Horse and pony - cool cubes / mix, herbal, ... vysoký obsah vlákniny, nízký obsah energie pro koně bez zátěže nebo v lehké zátěži
- Řezanky
- Conditiong - vysoký obsah olejů / řezanky, energie; vhodné pro koně potřebující příbrat
- Performance - endurance, polo, parkur, military, drezura, středně až vysoce energetické směsi
- Racing - směsi pro dostihové koně a koně ve vysoké zátěži, vysoce energetické směsi
- Stud - stud cubes / mix, stud foal, stud stallion
- Yearling - nízký obsah škrobů, nízký - střední obsah energie
- Balancer - doplňují živiny do KD
- Staří koně - střední obsah energie a vlákniny
- Směsi pro koně se specifickými problémy - laminitis, tying - up, ...

Stejně jako krmné směsi se dají dělit i minerálně - vitaminové doplňky:

- Hříbata a mladí koně
- Dospělí koně - stáj / sport / chov
- Speciální doplňky - klouby / svaly / kopyta / srst / dýchání / trávení ....

### 3.5 Suroviny pro výrobu krmných směsí

Základem kvalitních krmiv jsou kvalitní suroviny. Používají se obiloviny (především oves, ječmen, kukuřice), vedlejší produkty obilovin (pšeničné otruby, ovesné slupky, rýžové otruby), olejniny (len, slunečnice) a luštěniny (sója, hrách), krmiva z olejnářského průmyslu



(sojový extrahovaný šrot), krmiva ze sladovnického a pivovarského průmyslu (sladový květ, pivovarské kvasnice), krmiva z cukrovarnického průmyslu (cukrovarské řízky, melasa), sušená zelená píce (řezanky / pelety z vojtěšky a sena) a další krmiva (výlisky z ovoce, oleje,...) (Zeman a kol., 2006).

### **3.5.1 Obiloviny**

Jsou typické vysokým obsahem základních živin a nízkým podílem hrubé vlákniny (Čermák). Jsou nízké v obsahu vápníku a vysoké v obsahu fosforu. Mají nízký obsah esenciálních aminokyselin, tzn. nízká kvalita bílkovin. Obsah živin v nich obsažený je méně variabilní než v píci. Hlavní část sacharidů je ve formě škrobu (Davies, 2009). U každé obiloviny má škrob různé vlastnosti - velikosti škrobových zrn se u jednotlivých obilovin různí (Pagan, 2006). Při zkrmování velkých dávek obilovin může vysoký obsah škrobu způsobit vážné zdravotní problémy a poruchy GIT. Maximální dávka obilovin v jedné dávce by neměla přesáhnout 2kg (Davies, 2009)

### **3.5.2 Olejiny**

Olejnata semena mají vysokou energetickou hodnotu a jsou bohatá na bílkoviny. Ke krmení koní se používají více jako krmiva doplňková, v menším množství. Vyšší zařazení do krmných dávek je limitováno obsahem antinutričních látek, které mohou nepříznivě ovlivnit zdravotní stav nebo výkonnost koní. Do směsí a ke krmení je nutné tepelné úpravy.

Rostlinné oleje jsou vynikajícím zdrojem energie pro koně. Obsahují až 3x více energie než obiloviny (Zeman, 2006).

### **3.5.3 Luštěniny**

Jsou významným zdrojem proteinů. Nejvýznamnějšími jsou u koní sója a hrách. Mají vysoký obsah proteinů (20 - 40 %), ale nedostatkové jsou především sirné aminokyseliny (cystein a metionin) (Odstrčil a Odstrčilová, 2006) Ve větších dávkách způsobují nadýmání a zácpu, proto je zkrmuje omezeně (Mátl, 1960). Obsahují vyšší množství minerálních látek. Při zařazování do krmných směsí procházejí luštěniny tepelnou úpravou, která ničí antinutriční látky v nich obsažené (Zeman, 2006).

### **3.5.4 Krmiva z potravinářského průmyslu**

Do této kategorie patří všechny zbylé komponenty krmných směsí pro koně. Tedy krmiva z průmyslů sladovnického, pivovarského, olejnářského, cukrovarnického a výlisky z ovoce. Jejich obsah je v krmných směsích od malých až po průměrné zastoupení.

Sladový květ má asi dvojnásobný obsah dusíkatých látek oproti obilovinám a asi o jednu třetinu nižší energetickou hodnotu. Z technologického hlediska výroby krmných směsí je jeho nevýhodou hygroskopičnost a horší mísitelnost s ostatními komponenty díky nízké specifické hmotnosti (Zeman, 2006).

Pivovarské kvasnice průměrně obsahují v sušině kolem 51,5 % dusíkatých látek, jejichž biologická hodnota je vysoká. Jsou také vysoké v obsahu vitaminů skupiny B (Zeman, 2006).

Sojový extrahovaný šrot je bílkovinným krmivem s obsahem bílkovin 41 - 50 % a obsahuje dostatek lyzinu (Zeman, 2006)

Cukrovarské řízky obsahují převážně pektiny vedle malého množství cukru a vykazují podobnou energetickou hodnotu jako oves, avšak jsou tráveny v tlustém střevě za odpovídajících ztrát. Ve směsi by mělo být namícháno maximálně 8 - 10 % nebo v případě již obsažených jiných bobtnajících krmiv maximálně 5 - 8 % řízků, aby se snížila hrozba ucpání jícnu (Meyer, 2003).

Melasa obsahuje 50 % cukru a asi 80 g / kg hrubého proteinu. Obsahuje vysoké množství draslíku a sodíku. V omezeném množství působí dobře na trávicí pochody (Meyer, 2003). Při výrobě krmných směsí slouží jako pojídlo při granulaci nebo při výrobě melasovaných krmných směsí, kde se používá nejen jako energetický zdroj, ale i na zchutnění KD (Zeman, 2006).

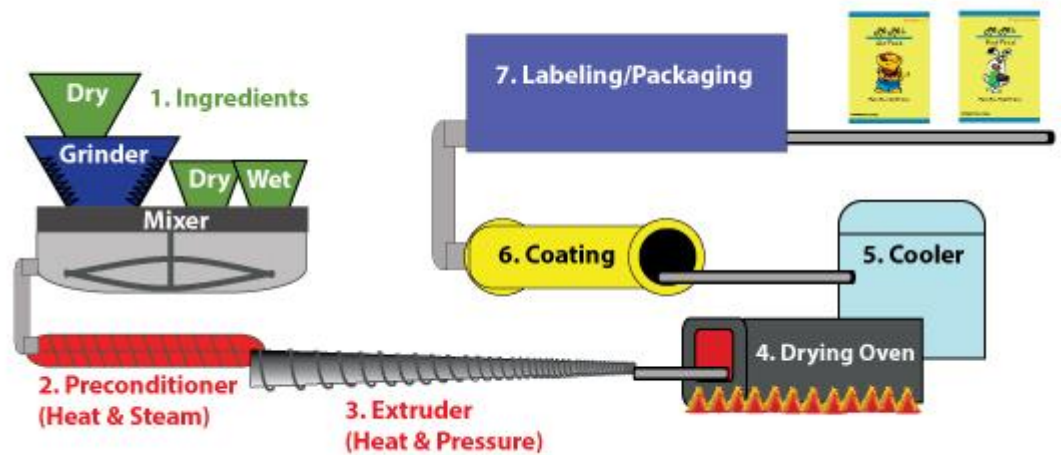
## **3.6 Výroba krmných směsí pro koně**

### **3.6.1 Výroba granulovaných krmiv**

Granulace je metoda, kterou lze řadit mezi tepelné úpravy, ač teploty dosahují jen okolo 80 °C (Zeman, 2006). Do míchačky jsou nadávkovány vstupní suroviny dle receptury (PFI, 2002). V případě suchých vstupních surovin dochází k napařování nebo kondicionování surovin (Zeman, 2006). Po smíchání dojde ke vzniku vlhkého těsta. To se zahřívá v prekondicionéru před zavedením do extrudéru. V extrudéru se hmota zahřívá za intenzivního tepla a tlaku. Na konci extrudéru je tvarovací matice, která hmotu rychle dělí na granule. Ty

se suší v sušárně až na ideální vlhkost. Po této fázi následuje ochlazování a následně je na granule možný nástřík např. tuků. Na konci linky jsou granule v daném objemu naplněny do obalů (PFI, 2002)

Obr. 8



(PFI,2002)

### 3.6.2 Výroba müsli

Müsli neprochází extrudací. Ve většině případů se skládá z několika komponent - obiloviny, vojtěška,... Vojtěška se nejčastěji přidává ve formě pelet nebo řezanky. Obiloviny bývají většinou pufované. Ovocné složky bývají jen sušené na malé kousky. Ostatní komponenty bývají též ve formě pelet různých velikostí.

Pufování obilovin je založeno na principu využití rázového uvolnění tlaku a odpaření vlhkosti zevnitř zrna - nadouvání. Pracovním prostorem je uzavřený válec, který se zahřívá na 200 - 250 °C. Po vyhřátí se naplní směsí / obilovinou (5 - 10 kg), uzavře se a natlakuje a rázem otevře (vystřelí) do zásobníku (Zeman, 2006).

## 4 Metodika

### 4.1 Metodika krmení sběru vzorků

Do testu bylo zařazeno 5 koní. Jeden z koní byl krmen pouze senem, další 4 koně byli krmeni senem a určenou krmnou směsí. Hmotnost koní se pohybovala od 450kg do 550kg. Vybraní koně byli různých plemen ve věkovém rozmezí od 11 - 15 let. Ve sledované skupině byli 4 klisny a jeden valach. Všichni koně byli krmeni stejným základním krmivem - senem. Jejich zátěž byla stejná, a to lehká zátěž. Koně byli využíváni jako hobby koně, ustájeni byli v boxech a na dopoledne chodili do hlinitého výběhu bez trávy.

Testovány byly 4 druhy krmných směsí na trhu, které patří k nejprodávanějším (Besterley Dynamix, Nutrihorse Classic, Spillers Conditioning mix a Pavo Cerevit). Čtyřem koním bylo přiděleno krmivo dle jeho potřeby a množství krmiva bylo stanoveno na 2 kg. Dvě z vybraných krmiv jsou českého původu a zbylá dvě jsou zahraniční. Krmiva byla zakoupena den před započítáním pokusu a po celou dobu skladována dle uvedení výrobce. Balení se otevřela až v den pokusu. Koně byli po celou dobu krmeni dvakrát denně senem i krmnou směsí.

Sběr výkalů byl prováděn 1x denně, v ranních hodinách před úklidem stájí. Od každého koně byly vzorky sebrány a vloženy do igelitového sáčku, následně pak vloženy do ledničky.

Krmné směsi byly testovány po dobu 14 dní, kdy 10 dní bylo návykové období a po 4 dny bylo bilanční období se sběrem vzorků.

Před analýzou byly vzorky exkrementů vysoušeny v peci při teplotě 550 °C a následně byly rozemlety a homogenizovány. Vzorky krmiv byly rozemlety a homogenizovány bez předchozího vysoušení.

U jednotlivých krmných směsí se stanovovaly dusíkaté látky, tuk, vláknina, sušina, popel, písek, BNLV, organická hmota, brutto energie a stravitelnost jednotlivých živin.

#### 4.1.1 Testovaná krmiva

##### České produkty:

- Besterley Dynamix
- Nutrihorse Classic

##### Zahraniční krmiva:

- Spillers Conditioning Mix
- Pavo Cerevit

##### 4.1.1.1 Složení krmných směsí

Vzorek krmiva	Složení
A	Obiloviny, pšeničné otruby, vojtěška, cukrovarské řízky, lněné expelery, sojový olej, premix doplňkových látek
B	obiloviny, výrobky a vedlejší výrobky z obilovin, oleje a tuky, výrobky a vedlejší výrobky z olejnatých semen nebo plodů, sušené pícniny, melasa, výrobky z hlíz a kořenů, minerální látky a vitaminy, aminokyseliny L-Lysin a DL- Metionin.
C	vločky ječmene, sójové slupky, slunečnicové expelery, travní granule, kukuřičné vločky, rýžové otruby, melasa, pšenice, vločky hrášku, hipro sója, uhličitan vápenatý, rostlinný olej, sůl, sójový olej, vitamino - minerální premix
D	ječmenné vločky, vojtěška, pšeničná krupice, kukuřice, kukuřice vločky, sojové slupky, pšenice, třtinová melasa, hrachové vločky, sójový olej

## 4.2 Metodika chemických analýz

Chemické analýzy vzorků se prováděly dle postupů ES č. 152 / 2009, podle kterých je stanoveno, jak odebírat vzorky a laboratorní analýzy pro úřední kontrolu krmiv a dále se postupovalo dle návodů z knihy Zkoušení a posuzování krmiv (Kacerovský, 1990). Vzorky exkrementů byly před analýzou vysoušeny v peci při teplotě 550 °C na vysoké procento sušiny.

### 4.2.1 Metodika stanovení NL

Stanovení obsahu dusíkatých látek v krmivu umožňuje metoda podle Kjeldahla. Stanovení NL probíhalo na přístroji Kjeltec 2400 od firmy FOSS.

Výpočet

obsah NL se vypočítá v procentech dle následujícího vzorce:

$$x = \frac{(V_0 - V_1) * c * 0,014 * 100 * 6,25}{m}$$

kde:

$V_0$  - spotřeba NaOH na slepou zkoušku v ml

$V_1$  - spotřeba NaOH na titraci vzorku v ml

$c$  - koncentrace hydroxidu sodného v mol / l

$m$  - navážka vzorku v g

### 4.2.2 Metodika stanovení tuku

Podle druhu a složek krmiva se vybere jeden ze dvou postupů: přímo extrahovatelné tuky nebo celkové tuky. Použili jsme metodu přímo extrahovatelných tuků.

Výpočet:

$$x = (m_2 - m_0) * \frac{100}{m_1}$$

kde:

$m_0$  - hmotnost prázdné extrakční baňky v gramech

$m_1$  - hmotnost navážky vzorku v gramech

$m_2$  - hmotnost extrakční baňky s vyextrahovaným tukem v gramech

#### 4.2.3 Metodika stanovení sušiny

Výpočet:

$$x = \frac{b}{B} * 100$$

kde:

b - hmotnost vysušeného vzorku v gramech

B - navážka vzorku v gramech

#### 4.2.4 Metodika stanovení vlákniny

Umožňuje nám stanovit vlákninu, čili složky organické, které neobsahují tuk a jsou nerozpustné v kyselině a louhu. Stanovovali jsme dle metody Henneberga - Stohmanna na přístroji FIVE 6 od firmy Velp. Před vlastním stanovením vlákniny ve vzorku, bylo nutné vzorek odtučnit pomocí acetonu.

Výpočet:

$$x = \frac{(m_0 - m_1) * 100}{m}$$

kde:

m - navážka vzorku

m<sub>0</sub> - úbytek hmotnosti po spálení při vlastním stanovení v gramech

m<sub>1</sub> - úbytek hmotnosti po spálení při slepé zkoušce v gramech

#### 4.2.5 Metodika stanovení popela

Touto metodou stanovujeme obsah popela v krmivech. Vypočítává se jako hmotnost zbytku (popela) po odečtení kelímku po spálení. Výsledek se vyjadřuje v procentech.

Výpočet:

$$x = \frac{a}{b} * 100$$

kde:

a - hmotnost písku v gramech

b - navážka vzorku v gramech

#### 4.2.6 Metodika stanovení písku

Výpočet:

$$x = \frac{a}{n} * 100$$

kde:

a - hmotnost písku v gramech

n - navážka vzorku v gramech

#### 4.2.7 Metodika stanovení BNLV

Obsah BNLV se stanovuje odečtením všech ostatních základních složek od sušiny. Jsou tedy tvořeny především sacharidy a malou část mohou tvořit také organické kyseliny, případně další látky nezjištěné v předchozích analýzách.

**Výpočet:**

$$OH = S - P$$

$$BNLV = OH - (T + NL + VI)$$

kde:

OH - organická hmota

S - sušina

P - popeloviny

T - tuky

NL - dusíkaté látky

VI - vláknina

#### 4.2.8 Metodika stravitelnosti živin

Za živiny stravitelné považujeme ty živiny, které byly přijaté v krmivu a nebyly vyloučeny ve výkalech. Pro naše potřeby jsme vybrali diferenční metodu stanovení stravitelnosti živin. Nejprve jsme zjišťovali stravitelnost základní dávky a následně jsme zjišťovali stravitelnost jednotlivých krmných směsí.



**Výpočet:**

$$x = \frac{B * (x + y) - A * x}{y}$$

kde:

A - koeficient bilanční stravitelnosti živiny základní směsi s nízkým zastoupením zkoumaného krmiva (seno)

B - koeficient bilanční stravitelnosti živiny pokusné krmné dávky s vysokým zastoupením zkoumaného krmiva (krmné směsi)

x - podíl základní směsi v sušině pokusné krmné dávky v procentech

y - podíl zkoumaného krmiva v sušině pokusného krmné dávky v procentech

#### **4.2.9 Metodika stravitelnosti krmiv**

Pro stanovení stravitelnosti krmiv jsme vybrali indikátorovou metodu.

**Výpočet:**

$$x = 100 - \frac{i_1 * \check{z}_2}{i_2 * \check{z}_1} * 100$$

kde:

$i_1$  - obsah indikátoru v sušině krmiva v procentech

$i_2$  - obsah indikátoru v sušině výkalů v procentech

$\check{z}_1$  - obsah živiny v sušině krmiva

$\check{z}_2$  - obsah živiny v sušině výkalů

### **4.3 Statistické metody**

Pro zhodnocení procentuálního rozdílu mezi deklarovanými a zjištěnými hodnotami živin byl použit program MS Excel.

## 5 Výsledky

Tab. 1: Deklarovaný obsah hlavních živin ve vybraných krmivech

Müsli	Sušina	NL	Tuk	vláknina	SE
A	90	9 (SNL)	5	9,5	12,6
B	90	10,5	3	8,5	11,5
C	90	15	5,5	14	12,2
D	90	11	3	12	12,3

Tab. 2: Deklarovaný obsah hlavních živin v testovaných krmivech ve 100 % sušině

Krmivo	Sušina	NL	tuk	vláknina	SE
A	100	10 (SNL)	5,6	10,6	14
B	100	11,7	3,3	9,4	12,7
C	100	16,5	6,05	15,4	13,4
D	100	12,1	3,3	13,2	13,53

Tab. 3: Stanovený obsah hlavních živin v krmivech v původní hmotě

Krmivo	Sušina	NL	tuk	Popel	vláknina	BNLV	OH	SE
A	90,5	10,3	3,3	5,8	7,5	63,6	84,7	5,1
B	90,6	10,5	2,5	7,2	14,2	56,2	83,5	7,1
C	89,3	14,2	4,6	7	13,1	50,4	82,3	8,5
D	90,6	12	3,2	7,9	12,6	54,9	82,7	8,2
Seno	94,1	8,6	0,9	8,9	31	44,5	85,1	7,4

Tab. 4: Stanovený obsah hlavních živin v krmivech ve 100 % sušině

Krmivo	Sušina	NL	tuk	popel	vláknina	BNLV	OH	SE
A	100	11,4	3,7	6,4	8,3	70,3	93,6	5,6
B	100	11,6	2,8	7,9	15,7	62,1	92,1	7,8
C	100	15,9	5,2	7,8	14,6	56,5	92,2	9,5
D	100	13,3	3,6	8,7	13,9	60,6	91,3	9,1
Seno	100	9,2	1	9,5	33	47,3	90,5	7,9

Tab. 5: Stanovený obsah hlavních živin ve výkalech v původní hmotě

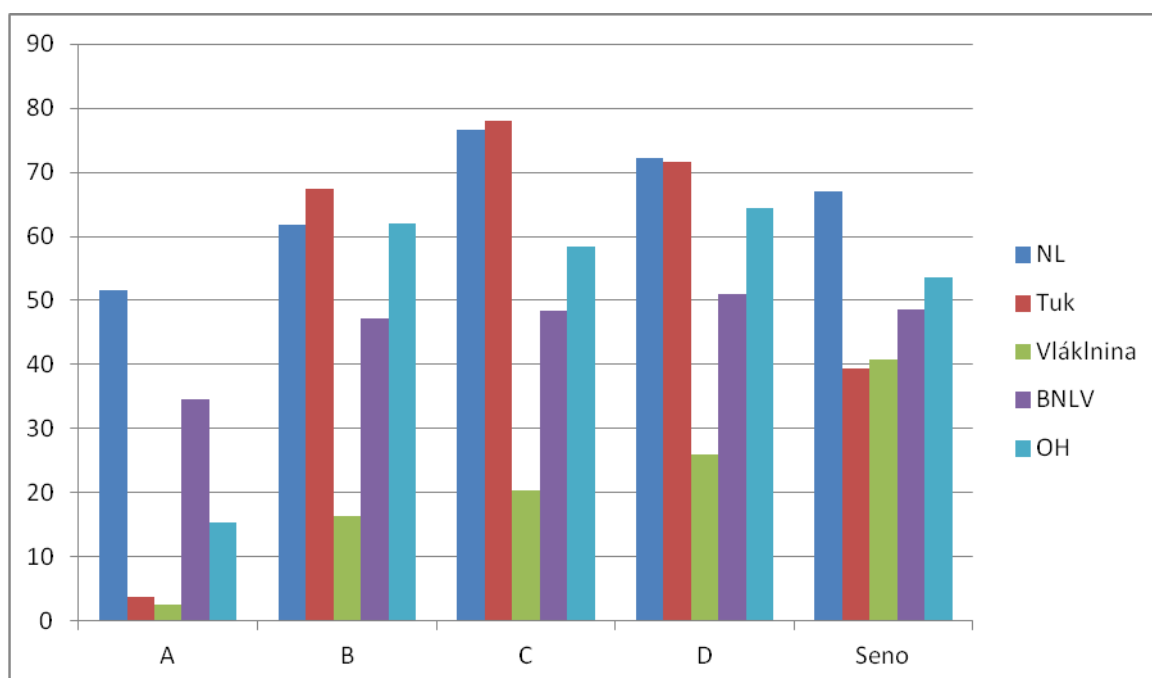
Krmivo	Sušina	NL	tuk	popel	vláknina	BNLV	OH
A + seno	97,3	7,4	1,9	15,4	32,2	40,4	81,9
B + seno	96,5	7,6	1,5	12,8	34,2	40,4	83,7
C + seno	97,1	6,7	2	11,2	34,7	42,4	85,9
D + seno	97,2	7	1,9	11,6	35,5	41	85,5
Seno	97	5,7	1,2	11,3	37,1	41,6	85,7

Tab. 6: Stanovený obsah hlavních živin ve výkalech ve 100 % sušiny

Krmivo	Sušina	NL	tuk	popel	vláknina	BNLV	OH
A + seno	100	7,6	2	15,8	33,1	41,5	84,2
B + seno	100	7,9	1,6	13,2	35,4	41,9	86,8
C + seno	100	6,9	2,1	11,5	35,8	43,7	88,5
D + seno	100	7,3	2	12	36,6	42,2	88
Seno	100						

Tab. 7: Stravitelnost hlavních živin v %

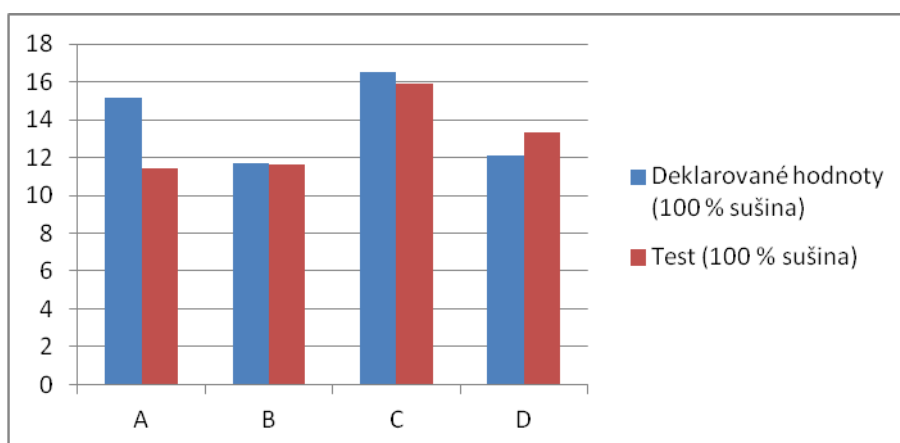
Krmivo	NL	tuk	vláknina	BNLV	OH
A	51,6	3,85	2,6	34,6	15,3
B	61,9	67,5	16,4	47,1	62,1
C	76,6	78,1	20,4	48,4	58,4
D	72,2	71,6	25,9	51	64,4
Seno	67,1	39,3	40,7	48,6	53,7
Průměr	65,88	52,07	21,2	45,94	50,82
Směrodatná odchylka	9,7	30,8	13,9	20,3	6,5



Graf 1 znázorňuje stravitelnost dusíkatých látek (NL), tuku, vlákniny, bezdusíkatých látek výtahových (BNLV) a organické hmoty (OH) u jednotlivých testovaných krmiv a krmiva základního (seno). Je zřejmé, že stravitelnost se liší nejen u krmiv jako takových, ale i u jednotlivých živin. Nejvyšší stravitelnost NL a tuku je u krmiva C, nejnižší u krmiva A. Krmivo D dosáhlo nejvyšší stravitelnosti u živin BNLV a OH, nejnižší stravitelnost těchto živin má krmivo A.

Tab. 8: Srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii NL

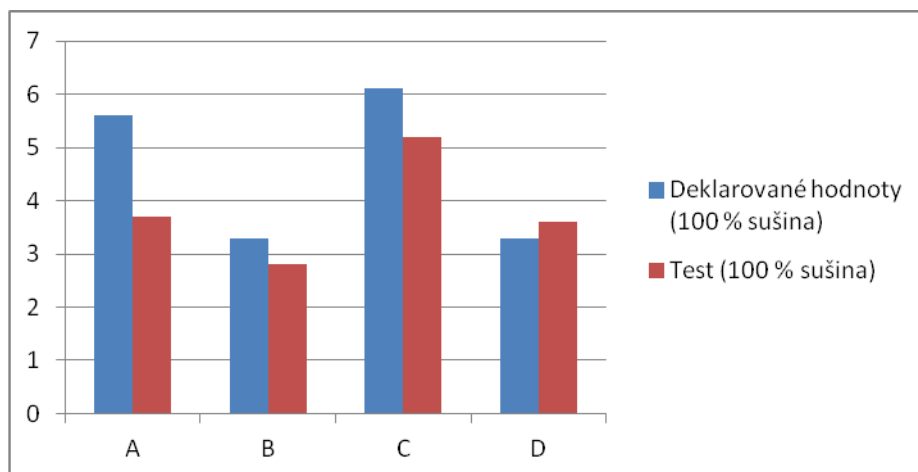
Krmivo	Deklarované hodnoty	Deklarované hodnoty (100 % sušina)	Test (100 % sušina)	Rozdíl v %
A - SNL	9	10	5,9	- 41,00
A (přepočítané na NL)	13,6	15,2	11,4	- 41,00
B	10,5	11,7	11,6	- 0,85
C	15	16,5	15,9	- 3,64
D	11	12,1	13,3	+ 9,92



Graf 2 znázorňuje srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii NL ve 100 % sušině

Tab. 9: Srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii Tuk

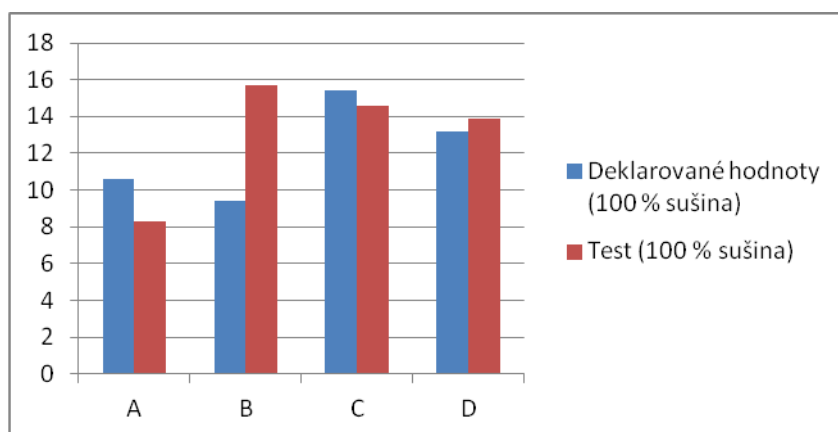
Krmivo	Deklarované hodnoty	Deklarované hodnoty (100 % sušina)	Test (100 % sušina)	Rozdíl v %
A	5	5,6	3,7	- 33,93
B	3	3,3	2,8	- 15,15
C	5,5	6,1	5,2	- 14,75
D	3	3,3	3,6	+ 9,09



Graf 3 znázorňuje srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii tuk ve 100 % sušině

Tab. 10: Srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii Vlákna

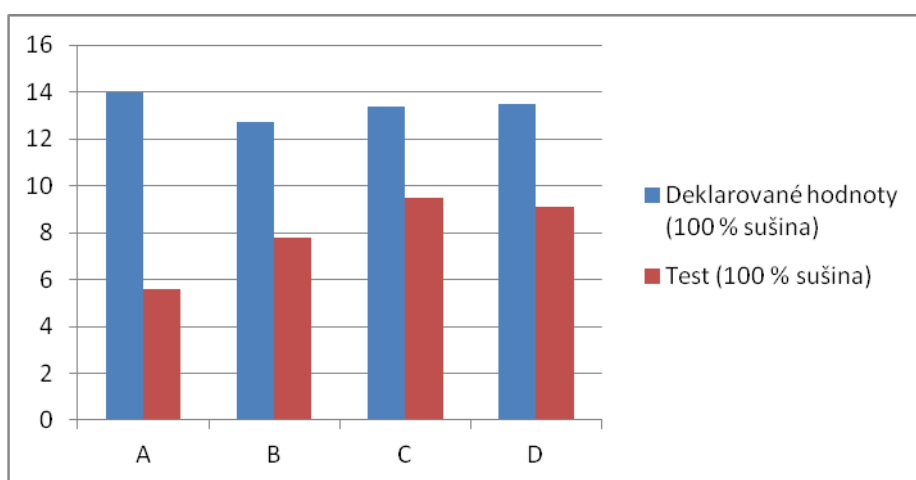
Krmivo	Deklarované hodnoty	Deklarované hodnoty (100 % sušina)	Test (100 % sušina)	Rozdíl v %
A	9,5	10,6	8,3	- 21,7
B	8,5	9,4	15,7	+ 67,02
C	14	15,4	14,6	- 5,19
D	12	13,2	13,9	+ 5,3



Graf 4 znázorňuje srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii vlákna ve 100 % sušině

Tab. 11: Srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii Stravitelná energie

Krmivo	Deklarované hodnoty	Deklarované hodnoty (100 % sušina)	Test (100 % sušina)	Rozdíl v %
A	12,6	14	5,6	- 60
B	11,5	12,7	7,8	- 38,58
C	12,2	13,4	9,5	-29,1
D	12,3	13,5	9,1	- 32,59



Graf 5 znázorňuje srovnání testovaných a deklarovaných hodnot v kategorii SE ve 100 % sušině

## 5.1 Návrh Krmné dávky pro koně 500 kg ve střední zátěži z testovaných komerčních krmiv

Krmivo	SE (MJ / kg)	NL (g / kg)
Seno	7,4	86
A	5,1	103
B	7,1	105
C	8,5	142
D	8,2	120



### Potřeba živin 500 kg koně ve střední zátěži:

	Meyer (2003)	Zeman (2005)	NRC (2007)
SE (MJ)	80 - 96	86 - 103	98
NL (g)	400 - 480 (SNL)	430 - 515 (SNL)	768

#### 5.1.1 1. KD

Doporučené množství sušiny pro koně na den je 2 - 2,5 % ŽH / den. To při sušině námi zkoumaného sena 94,1 % je 10 - 12,5 kg sušiny / den pro 500 kg koně. Jako základní krmivo je seno v množství 12 kg / den (11,3 kg sušiny), které nám zajistí energetickou potřebu v hodnotě 88,8 MJ a 1032 g NL. Potřebu bílkovin koně nám zcela kryje seno a pro doplnění energetické potřeby koně použijeme námi vybrané krmné směsi.

Krmivo	Množství (kg)	Doporučení výrobce (kg)
A	2 - 2,5	3 - 5
B	1,5 - 2	2 - 5
C	1 - 1,5	2,5 - 3
D	1 - 1,5	1,5 - 2

#### 5.1.2 2. KD

Doporučené množství sušiny pro koně na den je 2 - 2,5 % ŽH / den. To při sušině námi zkoumaného sena 94,1 % je 10 - 12,5 kg sušiny / den pro 500 kg koně. Jako základní krmivo je seno v množství 10 kg (sušina 9,41 kg), které nám zajistí energetickou potřebu v hodnotě 74 MJ a 860 NL.

Krmivo	Množství (kg)	Doporučení výrobce (kg)
A	2,5 - 3	3 - 5
B	2 - 2,5	2 - 5
C	1,5 - 2	2,5 - 3
D	1,5 - 2	1,5 - 2

## 6 Diskuze

Dnes mají majitelé, chovatelé a jezdcí koní na výběr několik možností jak krmit svého koně. Můžou zvolit variantu si krmné směsi míchat sami ze surovin nebo krmit komerční krmné směsi.

Tato diplomová práce je zaměřena na druhou variantu a to krmení komerčními krmnými směsi. Vybrala jsem čtyři nejprodávanější müsli v jezdeckých potřebách, které jsou běžně dostupné pro majitele koní. Analyzovala jsem je v rámci základních živin, kterými jsou dusíkaté látky, tuk, vláknina, popel, stravitelná energie. Součástí analyzování a testování krmiv bylo také zjištění stravitelnosti hlavních živin, jimiž jsou dusíkaté látky, tuk, vláknina, bezdusíkaté látky výtažkové a organická hmota.

Nejprve jsem porovнала deklarované a zjištěné hodnoty. Nakonec jsem vypočítala vzorový příklad krmení pro 500 kg koně ve střední pracovní zátěži, pro kterého jsem vypočítala vzorovou krmnou dávku všech testovaných krmiv na základě potřeby energie na záchovu a práci. Výsledky jsem porovнала s doporučenou KD výrobcí.

### 6.1 Výsledky

V tabulce 1 jsou vyneseny hodnoty, které deklarují výrobci pro lehkou až střední zátěž. Výrobci předpokládají obsah hlavní části živin v základním krmení - senu. Proto je důležité u krmení koní dbát i na kvalitu tohoto krmiva, které je základem krmné dávky.

V tabulce 2 jsou deklarované hodnoty výrobců přepočítány na 100 % sušinu z důvodu, aby bylo možné krmiva porovnávat.

V tabulce 3 najdeme hodnoty zjištěné při vlastní analýze krmiv a sena. Seno bylo analyzováno, protože je základním krmivem a pro sestavení krmné dávky, je nezbytné tyto hodnoty znát. Na obalech krmiv máme vždy uvedeny deklarované hodnoty základních živin od výrobce, avšak pro sestavení KD je nutné znát přesný obsah živin v krmivu, a proto byly prováděny analýzy krmiv.

Hrubé živiny jsou jen orientační hodnoty deklarované výrobcem nebo stanovené při analýze, a proto se stanovovaly živiny stravitelné. K tomuto stanovení potřebujeme rozborů výkalů. V tabulce 4 a 5 jsou uvedeny hodnoty zjištěné při analýze výkalů koní, kteří byli krmeni základním krmivem v množství 12 kg a přídatkem krmiva 2 kg. Jeden z koní byl krmen pouze senem, aby mohla být zjištěna stravitelnost sena a následně i krmiv.

Tabulka 6 znázorňuje stravitelnost základních živin - NL, tuk, BNLV, OH a vlákniny u jednotlivých krmiv. Nejvyšší stravitelnost NL a tuku je u krmiva C, nejnižší u krmiva A. Krmivo D dosáhlo nejvyšší stravitelnosti u živin BNLV a OH, nejnižší stravitelnost těchto živin má krmivo A. Při porovnávání stravitelnosti dusíkatých látek u námi zvolených krmiv a u ovsu (Zeman, 2005) je zřejmé, že stravitelnost ovsu přesahuje jen krmivo C, krmivo D je mírně pod hranicí stravitelnosti ovsu.

Tabulky 8 - 11 a k nim připojené grafy 2 - 5 znázorňují rozdíl mezi deklarovaným obsahem živin výrobcem a zjištěnými hodnotami při vlastní analýze. Při porovnání hodnot v kategorii dusíkatých látek bylo zjištěno, že u krmiva A je rozdíl námi zjištěných hodnot oproti hodnotám deklarovaným - 41 % a u krmiva D + 9,9 %. V kategorii tuk byly nejvýraznější rozdíly u krmiva A, kde rozdíl je - 33,9 % a u krmiva D + 9,1 %. Rozdíl - 21,7 % u krmiva A a u krmiva B + 67,02 jsou v kategorii vláknina. V tabulce 11 je porovnávána stravitelná energie deklarovaná a námi zjištěná. V této kategorii žádný výrobce nedosahuje deklarovaných hodnot. Nejvyšší rozdíly mezi hodnotami byly zjištěny u krmiva A - 60 % a nejnižší u krmiva C, - 29,1 %. Z těchto hodnot lze říci, že krmivo A nesplňuje základní potřebu koně v obsahu energie a je více minerálním doplňkem než jaderným krmivem pro doplnění SE. Pokud porovnáme SE krmiv s tradičním a hojně využívaným krmivem - ovsem (Zeman, 2005), zjistíme, že krmiva hodnot stravitelné energie nedosahují.

1 MJ u krmiva A stojí průměrně 3,6 Kč. U krmiva B je cena 3,1 Kč, u krmiva C 2,2 Kč a u krmiva D je cena 3,3 Kč.

1 MJ u ovsu stojí průměrně 0,4 Kč.

Mezi krmivy je poměr energie / cena nejlepší u krmiva C a nejhorší u krmiva A. Při porovnání s ovsem jsou všechna krmiva výrazně dražší z pohledu tohoto poměru.

Výrobci deklarují obsah minerálních látek a jejich zajištění a je na majiteli, aby posoudil, zda krmiva plní nejenom tuto funkci, ale i funkci energetickou. Případně má možnost majitel zvolit variantu minerálních premixů k osvědčeným krmivům jako je oves.

Vzorové KD byly sestaveny na základě sena, které je běžně v ceně ustájení v množství 12 kg. Při tomto množství sena byl v KD vysoký obsah bílkovin ze sena a přídavek krmiv sloužil jen na dodání energie. To bylo splněno především u krmiv C a D, u krmiv A a B bylo nutné použít vyšší dávky krmiva. Po snížení sena na 10 kg se projevilo i snížení dusíkatých látek v krmné dávce. energii jsme opět doplňovaly krmnými směsí. Oproti doporučení výrobce na potřebu množství krmiva, bylo použito méně krmiva (KD 1) nebo méně či shodné množství (KD 2). Snížení množství sena pomohlo tedy na snížení NL v krmné dávce, kterých

bylo u 12 kg nadbytek. Tento nadbytek by prohluboval nedostatek energie z důvodu spotřebovávání energie na přeměnu dusíkatých látek na močovinu a jejich vyloučení z těla.

Výživa koní formou služby je složitá, chovatel si musí uvědomit, že krmná dávka vychází z potřeby záchovy koně a jeho využití, které zná. Nezná ale přesné složení krmných směsí, a proto je důležité se dohodnout s majitelem stáje na kvalitní základní krmné dávce - senu.

## 7 Závěr

Výživa koní je mezi majiteli aktuální a často diskutované téma. V této práci jsem se zaměřila na nejprodávanější müsli pro koně v lehké až střední zátěži.

Cílem práce bylo zhodnotit krmné směsi jako doplněk základní krmné dávky založené na senu. Na základě analýz jsme se přesvědčovali, zda výrobci plní deklarované hodnoty uváděné na obalech krmiv.

Při porovnávání deklarovaných a analýzou zjištěných hodnot jsem zjistila, že 3 krmiva mají nižší procento obsahu NL než je deklarováno a jen u jednoho krmiva byl nadbytek NL oproti deklarované hodnotě., stejně tomu tak bylo i v kategorii tuk. U vlákniny byl zjištěn jak velký přebytek oproti deklarovaným hodnotám (o 67 % více), tak i nedostatek této živiny (o - 21,7 % méně). Největším zklamáním byla kategorie stravitelná energie, kde ani jeden z výrobců nedosáhl deklarované hodnoty.

U výsledků SE byl spočítán maximální rozdíl mezi deklarovanou hodnotou a hodnotou zjištěnou na - 60 %, což považuji za velmi výrazný rozdíl. U většiny majitelů koní je tato hodnota chápána jako ukazatel kvality a takovéto rozdíly by se zde neměly vyskytovat.

Co se stravitelnosti krmiv týče, jsou zde patrné výrazné rozdíly. U krmiv C a D jsem se stravitelností spokojená, patří do skupiny dobře stravitelných krmiv.

Doporučení denní dávky výrobců je u krmiv nadhodnocené oproti potřebě koně. Většina výrobců se však brání uvedením rozmezí krmné dávky směsi a individualitou každého koně.

Vyrovnaná a kvalitní krmná dávka je důležitá pro správný růst a vývin, zdraví a výkonnost koní. Majitelé by proto neměli zapomínat, že výrobcem uvedené deklarované hodnoty jsou jen orientační. Nejdůležitější při výběru krmiv a jejich množství v KD je dbát na zdraví a kondici svého koně. Tato doporučení vyplývají jak z této práce, tak i z osobních zkušeností s chovem koní.

## 8 Literatura

Cunha, T. J. 2012. Horse feeding and nutrition. Academic press. New York. ISBN 0 - 12 - 196560 - 0

Čermák, B. 2002. Zásady krmení koní. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.

Černý, H. 2004. Veterinární anatomie pro studium i praxi. Noviko. Brno. 528 s. ISBN 80-86542-05-x

Davies, Z. 2009. Horse Nutrition. Wiley - Blackwell. 240 s. ISBN 978 - 1 - 4051 - 6998 - 1

Dušek, J. a kol. 1999, Chov koní. Brázda, 350 s. ISBN 80-209-0282-1

Evans, J. W. 1992, Horse breeding and management. Elsevier Science Publisher B.V. Amsterdam. 417 p. ISBN 473643371

Evans, J. W., Borton, A., Hints, F. H., Vleck, L.D. 1997, The Horse. W. H. Freeman and copany. San Francisco, 766 p. ISBN 3003925

Evans, J. W., Borton, A., Hints, S. F. H., Vleck, L. D. 1977. The Horse. W. H. Freeman and company. San Francisco.

Frape, D. 2010. Equine nutrition and feeding. John Wiley & Son. Ames. 512 s. ISBN: 978-1-4051-9546-1

Getty, J. M. 2009. Feed Your Horse Like a Horse: Optimize Your Horse's Nutrition for a Lifetime of Vibrant Health. Dog Ear Publishing. Indianapolis, 484 s. ISBN: 978-160844-214-0

Hanák, J., Tluchoř, V., Kubíček, K. 1983, Základy klinické fyziologie, výživy a zoohygieny dostihových a sportovních koní. Klub mládeže SSM Praha ve spolupráci s GR státních plemenářských podniků Praha. Praha, 146 s.

Higginsová, G. 2012. Pohyb a výkon koně: Anatomie. Metafora. Praha. 151 s. ISBN 978 - 80 - 7359 - 360 - 5

Jelínek, P., Koudela, K., Doskočil, J., Ilek, J., Kotrbáček, V., Kovářů, F., Kroupová, V., Kučera, M., Kudrnáč, E., Trávníček, J., Valent, M. 2003, Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU Brno, 401 s. ISBN 80-7157-644-1

Kacerovský, O., Babička, L., Bíro, D., Heger, J., Jedlička, Z., Lohniský, J., Mudřík, Z., Roubal, P., Svobodová, M., VencL, B., Vrátný, P., Zelenka. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 216 s. ISBN 80-209-0098-5

- Kodeš, A., Mudřík, Z., Tluchoř, V. 1988. Technika krmení koní. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. České Budějovice. 87 s.
- Marvan, F. 2003. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda. Praha. 303 s. ISBN 80 – 209 – 0319 – 4.
- Meyer, H. a Coenen, M. 2003. Krmení koní: Současné trendy ve výživě. Ikar. Praha. 256 s ISBN 80 – 249 – 0264 – 8.
- Mihlbachler, M. C., Rivals, F., Solounias, N., Semprebon, G. M. 2011. Dietary change and evolution of horses in North America. Science. 331. 1178
- Morgan, D. 2004. Feeding your horse for life. Half Halt Press. Boonsboro. 228 s. ISBN 0
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Horses. 6th. National Academy Press. Washington, DC.
- Odstrčil, J a Odstrčilová, M. 2006. Chemie potravin. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. Brno. ISBN 80 - 7013 - 435 - 6
- Pagan, D. J. 1998, Advances in Equine Nutrition. Nottingham University Press, 592 s. ISBN 9781897676837
- Pagan, D. J. 2005, Advances in Equine Nutrition III. Nottingham University Press, 503 s. ISBN 9781904761280
- Pagan, J. D. 2006. Carbohydrates important part of equine feeds, Feedstuffs reprint. January 30. 2006.
- Pagan, J. D. 2010. Energetics: Choosing the Appropriate Fuel for the Performance horse, nutrition conference, feeding and veterinary management of the sport horse. Kentucky Equine Research. April 26 -27. 2010. Lexington. KY.
- Papešová, L. 1994, Výživa koní pro zdraví. Náš chov, 54, č. 11. S. 30 - 31
- PFI. Pet Food Institute [online]. Washington, D. C. 2002. [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <<http://www.petfoodinstitute.org/>>
- Reece, W. O. 1998, Fyziologie domácích zvířat. Grada publishing, 450 s. ISBN 80-7169-547-5
- Sasimowski, E. a Budzyński, M. 1987. Żywnienie koni. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne. Varšava. 385 s.
- Sellnow, L. 2006. Anatomy and physiology [online]. The Horse. Leden – Prosinec 2006. [Cit. 2014 – 3 – 3]. Dostupné z <<http://www.thehorse.com/Free-Reports/View.aspx?n=anatomy-and-physiology-complete-series&id=231&src=view>>.

Tluchoř, V. Výživa koní. In: Dušek, J., Misař, D., Müller, Z., Navrátil, J., Rajman, J., Tluchoř, V., Tlumov, P. 2007. Chov koní. Brázda. Praha. 205 – 244 s. ISBN. 8020903526.

Velíšek, J. 1999, Chemie potravin. Osis, 325 s. ISBN 80-902391-3-7

Wang, Y., Cerling, T. E., MacFadden, B. J. 1994. Fossil horses and carbon isotopes: new evidence for cenozoic dietary, habitat, and ecosystem changes in North America. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 107. 269 - 279.

Zeman, L., Doležal, P., Kopřiva, A., Mrkvicová, E., Procházková, J., Ryant, P., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Veselý, P., Zelenka, J. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Praha: Profi Press. s. r. o.. 360 s. ISBN. 8086726177.

Zeman, L., Šajdler, P., Homolka, P., Kudrna, V. 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 116 s.









