

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav výživy zvířat a pícninářství



**Stravitelnost živin z praktické krmné dávky pro
koně**
Diplomová práce

Vedoucí práce:

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.

Vypracovala:

Bc. Petra Pressová

Brno 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autorka práce: Bc. Petra Pressová
Studijní program: Zootechnika
Obor: Krmivářství

Vedoucí práce: prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.

Název práce: **Stravitelnost živin z praktické krmné dávky pro koně**

Rozsah práce: 40-80 stran

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární přehled o stravitelnosti živin pro koně
2. Navrhněte metodiku pro provedení pokusu na dospělých koních buď na farmě v blízkosti bydliště a nebo na ŠZP Žabčice
3. Rozdělte zvířata podle charakteristik a to dle věku hmotnosti a krmné dávky, do pokusných skupin. Dle možností zajistěte podestýlku z pilin
4. Připravte pokusné zásahy (navážky vzorků krmiv) tak, aby koně po dobu pokusu dostávaly pokusné krmné dávky (seno ze sítěky, jaderné krmivo navažované).
5. Dle možností zajistěte sběr výkalů tak, aby se každý den schovávalo přibližně stejné množství v kg (asi 1 kg)
6. Zhomogenizujte výkaly, odeberte průměrný vzorek, tento vzorek usušte a stanovte obsah písku (popela nerozpustného ve 3 M HCl). Stanovte obsah živin v krmivech a ve výkalech
7. Indikátorovou metodou stanovte stravitelnost
8. Výsledky zpracujte statisticky, popište a doplňte diskuzi. Napište závěr, krátkou anotaci

Literatura:

1. FRAPE, D. *Equine nutrition and feeding*. 4. vyd. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. 498 s. ISBN 978-1-4051-9546-1.
2. BENDER, I. *Praxishandbuch Pferdefütterung*. Stuttgart: Kosmos, 2000. 351 s. ISBN 3-440-06904-4.
3. ARNOLD, D. -- MÜLLER, R. WINration : Pferde Fütterungsprogram. [jiný]. 2001. ISBN 3-88542-402-9.
4. ZEMAN, L., ŠAJDLER, P.: Stravitelnost krmiv u koní. In *Náš chov*, č.12, 2003; s. 44 - 45.
5. ŠAJDLER, P., ZEMAN, L. Stravitelnost organických živin v krmných dávkách koní. *Acta univ. et silvic. Brun.*, 2003, LI, No. 5, s. 133 – 139, ISBN 1211 - 8516

Datum zadání: listopad 2013

Datum odevzdání: duben 2015

Bc. Petra Pressová
Autorka práce

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Vedoucí práce

prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Děkan AF MENDELU

[Zadejte text.]

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Stravitelnost praktické krmné dávky u koní vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

[Zadejte text.]

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomohli při shromažďování materiálů a informací potřebných pro zpracování mé diplomové práce, zejména Ing. Zuzaně Jakubcové.

V neposlední řadě patří poděkování panu prof. Ing. Ladislavu Zemanovi, CSc. za odborné vedení diplomové práce, věcné rady a pomoc při zpracovávání pokusu.

[Zadejte text.]

ABSTRAKT

PRESSOVÁ, P. Stravitelnost živin z praktické krmné dávky pro koně. Diplomová práce, MENDELU v Brně, 2015, 60 s.

Cílem práce bylo zhodnotit stravitelnost živin z krmné dávky u koní. Pokus byl prováděn na 9 koních plemene Český teplokrevník z SŽP Žabčice. U vybraných koní jsme zjistili hmotnost, věk a pracovní zátěž. Koně jsme rozdělili do 3 skupin a celkem ve třech obdobích jsme jim postupně zkrmovali stejné množství krmné směsi. Celkem byly za pokus zkrmovány 3 krmné směsi, u kterých jsme provedli analýzu zkoumaných komponent, které byly využity v pokusu. Jednalo se o jadrné krmné směsi skládající se z ječmene, ovsa, lněného šrotu, bobu, syrovátky, sójového extrahovaného šrotu, MKP a luční seno. Vzájemně se od sebe lišily množstvím sójového extrahovaného šrotu. Pokus byl uspořádán faktorově tak, že žádná skupina koní nedostávala stejnou směs 2x. Na základě výsledků bylo zjištěno množství strávených živin a vypočítána jejich stravitelnost. Stravitelnost sušiny byla $74,07 \pm 4,45$, hrubého tuku $30,95 \pm 23,62$, energie $74,57 \pm 3,89$, bezdusíkatých látek výtažkových $79,79 \pm 4,12$, hrubého popela $66,31 \pm 14,89$, hrubého proteinu $80,17 \pm 4,59$ a hrubé vlákniny $69,91 \pm 6,64$. Stravitelnost vápníku jsme odhadli na $75,08 \pm 8,35$ a fosforu $51,65 \pm 15,39$. Vlivem zkrmované směsi, vznikl rozdíl ve stravitelnosti u hrubého proteinu $1,02 \%$ a to mezi skupinou krmenou směsí bez sójového extrahovaného šrotu a skupinou krmenou směsí s nejvyšším obsahem sójového extrahovaného šrotu (S10). Koeficienty stravitelnosti jsou nejvíce ovlivněny individuálními vlastnostmi koní a bude třeba provést ještě další bilance k tomu, abychom objektivně určili stravitelnost především hrubého proteinu krmné dávky.

Klíčová slova: kůň, stravitelnost živin, energie, hrubý protein, hrubý tuk, sušina

ABSTRACT

PRESSOVÁ, P. Nutrients digestibility of practical ration for horses. Diploma thesis MENDELU at Brno, 2015, 60 p.

The aim of the study was to determinate digestibility of nutrients from diets for horses. The experiment was conducted on 9 Czech Warmblood horse breed on University school farm at Žabčice. For selected horses we found weight, age and workload. Horses were divided into 3 groups and in three balance periods were have gradually fed them the same amount of feed mixtures and meadow hay. Altogether an attempt fed 3 compound feed (mixtures), in which we analyzed components that were used in the experiment. Feed mixtures consisting from barley, oats, flaxseed meal, bean, dried whey, soybean meal, mineral premix and meadow hay. Diets mutually differed amounts of soybean meal. The experiment was arranged factor - so that no group of horses did not receive the same mixtures of 2x. The results were found to amount spent nutrients and calculated their digestibility. Digestibility of dry matter was 74.07 %±4,45, crude fat 30.95 %±23,62, energy 74.57 %±3,89, nitrogen-free substances 79.79 %±4,12, crude ash 66.31 %±14,89, crude protein 80.17 %±4,59 and crude fiber 69.91 %±6,64. Digestibility of calcium, we estimated at 75.08 %±8,35 and phosphorus 51.65 %±15,93. Due fed mixture resulting difference in digestibility of crude protein at 1.02 % and the group fed mixtures, soybean meal and the group fed mixtures with the highest content of soybean meal (S10). The digestibility coefficients are most affected by the individual characteristics of horses and will need to make further balance for us to objectively determine the digestibility of crude protein in rations.

Keywords: horse, nutrient digestibility, energy, crude protein, crude fat, dry matter

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	10
3.1	Trávení koní.....	10
3.2	Živiny	15
3.3	Krmiva.....	22
3.4	Stanovení stravitelnosti živin	24
3.5	Stravitelnost živin u koní.....	27
4	MATERIÁL A METODIKA	30
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	35
5.1	Výsledky analýz živinového složení směsí	35
5.2	Množství analyzovaných živin ve výkalech.....	38
5.2.1	Shrnutí výsledků stravitelnosti živin v pokusu	39
5.2.2	Grafické znázornění stravitelnosti živin.....	40
6	ZÁVĚR	50
7	LITERATURA.....	51
8	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....	58

1 ÚVOD

Chovu koní a jezdeckví se v dnešní době věnuje stále více lidí. Majitelé koní se zabývají zejména etologií v chovu a stájovým prostředím. Složením a kvalitou krmné dávky se více zabývají majitelé sportovních koní.

Kůň je býložravec, který si svoji potravu nahrne pomocí velmi citlivých pysků, zuby jej utrhne a rozkouše. Chrup klisny a hřebce se liší v absenci špičáků u klisny. Trvalý chrup klisny se tak skládá z 36 zubů a hřebce ze 40 zubů. Potrava je v dutině ústní proslňována slinami, které jsou produktem příušních, podjazykových a podčelistních slinných žláz. Jejich pH je zásadité. V trávicím traktu koně probíhá enzymatické i mikrobiální trávení. Mikrobiální trávení probíhá až ve slepém střevě.

Kůň má jednokomorový žaludek složený z bezžláznaté a žlaznaté sliznice. Jsou zde produkovány enzymy pepsin a kyselina chlorovodíková. Objem žaludku je 8-15 litrů a zabírá 8-10 % z celkového objemu trávicího traktu. Dochází zde k trávení sacharidů a bílkovin. Potrava se dále dostává do tenkého střeva, kde dochází k trávení a vstřebávání proteinů, tuků, cukrů a škrobu. Dochází zde ke vstřebávání vápníku, fosforu a vitaminů rozpustných v tucích (A, D, E, K). Dále je potrava pomocí peristaltických pohybů tenkého střeva posouvána do tlustého střeva, které je důležité pro trávení vlákniny pomocí bakterií.

Mezi základní živiny pro výživu koně patří energie, bílkoviny, sacharidy, tuky, voda, vitaminy a minerální látky. Příjem sušiny je u koní dán velikostí trávicího traktu, kvalitou krmiv, koncentrací energie v krmivech a pracovní zátěží koně. Průměrně se množství sušiny pohybuje okolo 2 kg /100 kg živé hmotnosti koně. energii potřebují koně pro svoji záchovnou potřebu a vykonávanou práci. Energie je získávána při štěpení škrobů. Dále z těkavých mastných kyselin, které vznikají v tlustém střevě při trávení vlákniny. Ostatní živiny kromě vody jsou získávány exogenně z podávaného krmiva. Voda je získávána exogenně a endogenně, kdy vzniká při metabolických procesech, které v organismu probíhají. Potřeba vody se u dospělého koně pohybuje v rozmezí okolo 2 až 4 kg na 1 kg sušiny krmné dávky.

2 CÍL PRÁCE

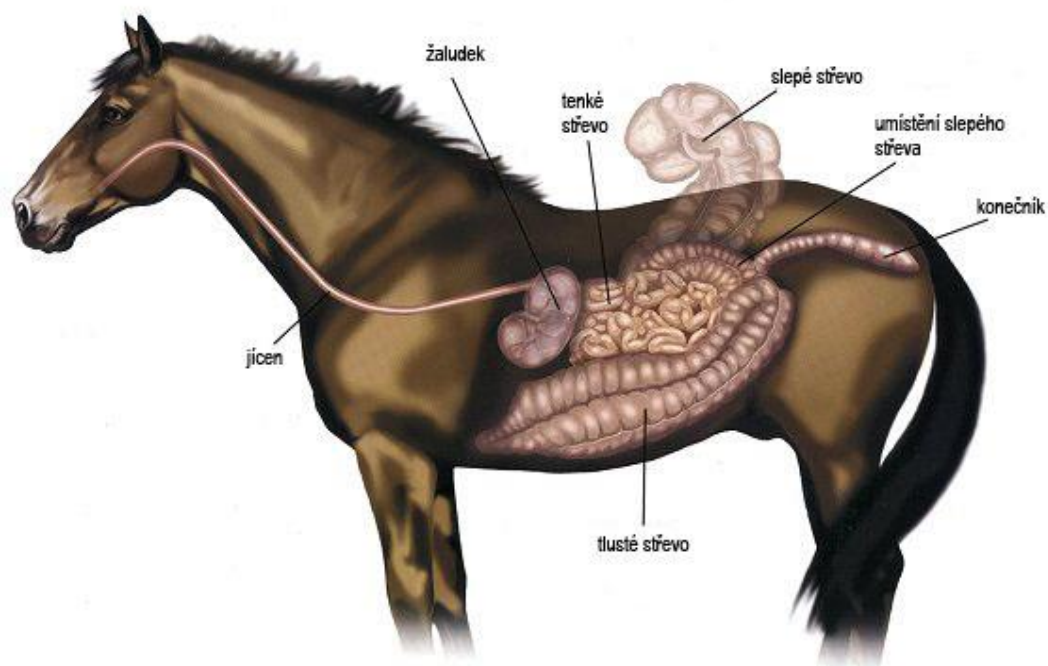
Cílem mé diplomové práce bylo stanovení stravitelnosti živin z praktické krmné dávky pro koně. Jako pracoviště byly vybrány stáje na Školním zemědělském podniku v Žabčicích.

Úkolem bylo zajistit požadované (odvážené) množství podávaného krmiva, které bylo předem analyzováno v laboratořích Ústavu výživy zvířat a pícninářství Mendelovy univerzity v Brně. Podle pravidel platných pro bilanční pokusy na koních provést 3 bilanční periody a z analýzy výkalů a přijatých živin odhadnout stravitelnost krmné dávky u koní v klasické boxové stáji, kterým se zkrmuje praktická krmná dávka. Jednoduchá krmná dávka (seno, krmná směs) byla podávána koním v 3 bilančních obdobích. Cílem bylo zjistit stravitelnost sušiny, hrubého proteinu, hrubé vlákniny, hrubého popela, bezdusíkatých látek výtažkových, hrubého tuku, energie, vápníku, fosforu, hořčíku, sodíku a draslíku.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Trávení koní

Koně jsou selektivní spásáči (GARNSWORTHY, WISEMAN, 2006). Preferují potravu v malých dávkách vícekrát za den. Krmivo v trávicím traktu nezůstává dlouho. Po opuštění žaludku vstupuje do tenkého střeva. Zde se většina krmiv pomocí enzymů rozkládá na malé částice, které se absorbují do krevního řečiště. Ačkoli anatomie trávicího traktu koní není odlišná od ostatních savců, jeho organizace a fyziologické funkce se liší. Částice, které se v tenkém střevě nerozloží, odchází do tlustého střeva. Zajímavostí v trávicím traktu koní je slepé střevo, které dosahuje délky až jednoho metru. Je důležité pro trávení vlákniny, stejně jako tlusté střevo, které je důležité pro absorpci vody (PRATT- PHILLIPS, 2013; BENTZ, 2014). Kůň potřebuje dostatek času na rozžvýkání potravy. Kilogram sena žvýká okolo 45 minut, kilogram trávy okolo 7 minut a kilogram jádra asi 10 minut (MECHOVÁ, 2013).



Obr. č. 1 Trávicí trakt koně

Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=84,
JANČÍKOVÁ (2013)

Trávicí trakt koní - Střevní nervový systém je tvořen vnitřními dostředivými neurony, stoupajícím a klesajícím množstvím interneuronů a motorickými neurony. Těchto motorických neuronů bylo dosud identifikováno dvacet různých poddruhů. Synaptické přenosy a hormonální signály jsou formami chemických informačních přenosů uvnitř střevní nervové soustavy motorických neuronů, které stimulují svalové kontrakce. Kalcitoninem geneticky-regulovaný peptid (CGRP) a různé poddruhy serotoninu (5HT) reagují uvnitř střevní nervové soustavy koně a poníků a usměrňují její činnost (GEOR, 2013).

Dutina ústní - Je nejkraniálnější částí trávicí soustavy, kde je přijímána potrava a probíhá zde začátek mechanického trávení (REECE, 2011). Zepředu je dutina ústní ohraničena silnými citlivými a chápavými pysky, z boku tvářemi, z vrchu tvrdým patrem, zespoda jazykem a pokračuje dozadu hltanem. V dutině ústní se při žvýkání produkují sliny, které mají za účel zvlhčit potravu a napomáhat k udržení pH trávicího traktu (ŠVEHLOVÁ, 2010; HIGGINS a kol., 2013). Pysky jsou velmi citlivé a pohyblivé. Pomocí pysků kůň rozezná v krmivu cizí předmět. Při krmení pysky načechrá trs trávy a pomocí řezáků jej utrhne (ŠVEHLOVÁ, 2010; FRAPE 2010).

Jazyk - Je silný sval vyztužený chrupavkou. Slouží k prohmatávání a posouvání sousta v dutině ústní. Obsahuje papily, pomocí kterých je kůň schopen vnímat slanou, sladkou, hořkou a kyselou chuť (ŠVEHLOVÁ, 2010; FRAPE 2010).

Zuby - Na rozdíl od přežvýkavců má kůň horní i dolní řezáky, s jejichž pomocí je schopen ukousnutí malých kousků potravy velmi selektivním způsobem. Díky této schopnosti umí velmi důkladně spásat pastviny (GARNSWORTHY, WISEMAN, 2006). Při žvýkání čelist rotuje, což má za následek opotřebení třecích plošek. U koní může dojít k nepravidelnému opotřebení, kdy vzniklé hroty mohou poranit vnitřní stranu tváří nebo povrch jazyka. Z těchto důvodů zuby pravidelně kontrolujeme a v případě potřeby je opilujeme zubním pilníkem (REECE, 2011).

K rozmělnění potravy dochází pomocí eliptického pohybu třenových zubů a stoliček (HIGGINS, MARTIN, 2013). Trvalý chrup klisny a hřebce je rozdílný. Na rozdíl od hřebce nemá klisna zpravidla vyvinuté špičáky. Její trvalý chrup se tak skládá z 36 zubů a mléčný z 28 zubů, zatímco u hřebce je to u trvalého chrupu 40 zubů a u mléčného 28 zubů. Za trvalý se mléčný chrup mění mezi 2,5 – 5 lety (MARVAN 2003; HIGGINS, MARTIN, 2013). Zubní vzorec koně (trvalý chrup):
$$\frac{3 \ 1 \ 3-4 \ 3}{3 \ 1 \ 3 \ 3}$$
 (FRANDSON a kol., 2009).

Sliny - Jsou produktem podčelistních, příušních a podjazykových slinných žláz. Sliny mají za úkol potravu změkčit a zvlhčit a připravují ji na průchod trávicím ústrojím. Obsahují hydrogenuhličitan (bikarbonát) a vyrovnávají kyselost v žaludku. Sliny koní neobsahují enzymy (HIGGINS, a kol., 2013). Oproti přežvýkavcům obsahují sliny koní méně hydrogenuhličitanu a sodíku a více vápníku a chloridu. Sliny mají zásadité pH s hodnotou mezi 8,6 až 9,1. Stejně jako u jiných druhů je míra sekrece slin u koní stimulována příjmem potravy a žvýkáním. Čím vyšší je sušina v předkládaném krmivu, tím je vylučováno větší množství slin. Denně je dospělým koněm produkováno 35-40 litrů slin (GEOR a kol., 2013).

Hltan - Hltan je trubice spojující dutinu ústní s jícnem. Je dělen na tři části, měkkým patrem je oddělen od nosohlтанu (ŠVEHLOVÁ, 2010; PAVLÍK, SLÁMA, 2011). Hltan se nachází mezi hrtanem a kořenem jazyka. Rozlišujeme ústní, nosní a hrtanovou část hltanu (MARVAN, 2003). Během průchodu hltanem je potravě zabráněno vstupu do hrtanu a nosních dutin (REECE, 2011).

Jícen - Je svalová trubice spojující hltan s žaludkem. Prochází bránicí a v dutině břišní vstupuje do žaludku. Posun tráveniny - vody a potravy zajišťují peristaltické vlny, které vznikají činností svaloviny (PAVLÍK, SLÁMA, 2011; REECE, 2011). Skládá se z hladké svaloviny a dosahuje délky 125-150 cm. Je vystlán epitelovou sliznicí. Je umístěn vlevo a pod průdušnicí (HIGGINS a kol., 2013).

Žaludek - Sousto vstupuje do žaludku přes česlo, jehož uzavření a otevření je řízeno svěračem. Česlo je pevně staženo silnou svalovinou a jícen do něj ústí pod velmi ostrým úhlem, tím je koni znemožněno zvracení. Žaludek se skládá z bezžláznaté a žláznaté sliznice. Po naplnění se žaludek koně dokáže vyprázdnit už za 12 minut (ŠVEHLOVÁ, 2010). Je relativně malý, velikostně zabírá asi 8-10 % velikosti trávicího traktu. Jeho kapacita je 8-15 litrů (HIGGINS a kol., 2013).

V bezžláznaté části žaludku nedochází k produkci žaludečních kyselin. V žaludku jsou krmiva rozkládána a dále využívána v tenkém střevě. Díky enzymu zvanému pepsin začíná v žaludku trávení proteinu (BENTZ, 2014; BENDER, 2010). Dochází zde k enzymatickému trávení (ZEMAN, 2006). Je zde neustále vylučována kyselina chlorovodíková, až 72 litrů za 24 hodin (HIGGINS a kol., 2013).

Tenké střevo - S pomocí enzymů vylučovaných slinivkou břišní do tenkého střeva, je primárním místem pro trávení a vstřebávání cukrů a škrobu, proteinu (který byl původně štěpen v žaludku) a tuku. Absorbují se zde vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, a K), vápník a fosfor (BENTZ, 2014). Dosahuje délky asi 21 metrů a jeho kapacita je 40-50 litrů. Představuje asi 30 % hmotnosti trávicí soustavy. Dělíme jej na duodenum, jejunum a ileum. Duodenum je dlouhé asi 1 metr, rozkládají se zde škrob, glukóza, proteiny, aminokyseliny a tuky na mastné kyseliny a glycerol. Rozklad živin zde probíhá pomocí žlučové a pankreatické šťávy. Jejunum je dlouhé asi 19 metrů. Ileum je konečná část tenkého střeva (HIGGINS a kol., 2013). V distální části ilea jsou vylučovány pufrý pro udržení vhodného pH v tlustém střevě (ZEMAN a kol., 2006).

Játra - Na trávení se podílejí produkcí a vylučováním moči, metabolizací výživných látek a detoxikací a odstraňováním škodlivých a odpadních látek. Denně je vylučováno 10 litrů žluči do dvanáctníku. Její nejdůležitější funkcí je emulgovat tuky. Kůň nemá žlučník (HIGGINS a kol., 2013).

Tlusté střevo - Má délku asi 8 metrů. Představuje 60 % trávícího traktu (HIGGINS a kol., 2013). V tlustém střevě dochází k dalšímu trávení rostlinné vlákniny. Vylučují se zde enzymy, které štěpení usnadňují. Tímto štěpením vznikají těkavé mastné kyseliny, které pak organismus může využít jako zdroj energie (BENTZ, 2014). Vzestupný tračník je 3,5 metrů dlouhý o kapacitě 90 litrů a dochází zde k mikrobiálnímu trávení, vstřebávání živin a vody. Sestupný tračník je dlouhý 3,5 metrů a jeho kapacita je 20 litrů. Slouží ke vstřebávání vody, elektrolytů a živin. Konečník je dlouhý 30 centimetrů, začíná pánevním vchodem a končí řitním otvorem (HIGGINS a kol., 2013).

Slepé střevo - je u koně velmi prostorné, zasahuje od pánevního vstupu až na dno dutiny břišní. Slepé střevo u koně obsahuje výdutě, jelikož jsou zde přítomny kruhové a podélné vrstvy hladké svaloviny. Uchovává se zde trávenina a dochází tak k intenzivnějšímu trávení díky přítomným bakteriím (REECE, 2011). Má kapacitu až 35 litrů (HIGGINS a kol., 2013).

3.2 Živiny

Energie - Je důležitá pro správnou funkci celého organismu. Její potřeba je pro koně 1,5-2,5 % z jeho živé hmotnosti. Energie je získávána především ze sacharidů (celulóza, škrob, cukry) a olejů a tuků. Všechny energetické látky (sacharidy, tuk, bílkoviny) mohou generovat energii. Mohou vytvářet kalorie nebo teplo, když jsou spalovány. Množství tepla (energie), které je vytvářeno při spalování konkrétních komponent se nazývá hrubá energie. Hrubá energie z 1 gramu sacharidů tvoří přibližně 4 kalorie a z 1 gramu tuku přibližně 9 kalorií. Z 1 g proteinu se vytvoří asi 5 kalorií (PRATT-PHILLIPS, 2013).

Celulóza se nachází v tvrdých travách a v píce jako vláknina. Jedná se o pomalu se uvolňující formu energie a pro koně je velmi důležitá. Škrob se vyskytuje v zrnech a leguminózách. Je lehce stravitelný. Měli bychom dbát na jeho dostatečný přísun, avšak neměl by jej být nadbytek. Cukry jsou dobře rozpustné a nachází se v zrnech, šťavnaté zelené píci, melase, jablkách a mrkvi (HIGGINS a kol., 2013).

Jako hlavní zdroj energie pro koně by měla sloužit vláknina (HRUBÝ, 2011). Jako další zdroj energie mohou složit bílkoviny, nikoliv však tak efektivně jako tuky a sacharidy (FREEMAN, 2010). Energeticky koncentrovaná krmná dávka sestavená pro maximální výkon s vysokým podílem škrobů a tuků nesmí narušit mikrobiální populaci v tlustém střevě (BEČVÁŘOVÁ, 2012).

Hodnocení energie pro koně se provádí podle vícenásobných regresivních rovnic a udává se v jednotkách stravitelné energie (SEk - stravitelná energie pro koně). Výpočet se podle DVOŘÁČKOVÁ a kol., (2011) provádí z obsahu stravitelných živin v krmivu (hrubý protein, hrubý tuk, hrubá vláknina a bezdusíkaté látky výtažkové).

Tuky - Jsou to triacylglyceroly skládající se z molekuly glycerolu a mastných kyselin. Obsahují velké množství energie asi 2,25 krát více než sacharidy. Nejsou pro koně tradiční složkou krmiva. Koně jsou schopni tuky trávit. Při zařazení tuků do krmné dávky koně dochází k lepšímu hospodaření s energií. Při zkrmování tuků sledujeme poměr n3 a n6 polynenasycených mastných kyselin v krmné dávce. Tyto mastné kyseliny si není organismus schopen vyrobit sám a musí být přijímány s potravou. (DUNNETT, 2005). V jadrných směsích bez přídavku tuku je jeho obsah okolo 2-3 %.

Pokud do krmné směsi přidáme tuk, zvýšíme tak její koncentraci energie (FREEMAN, 2009). Energie, kterou kůň získává z olejů a tuků je uvolňována pomalu (HIGGINS a kol., 2013).

Sacharidy - Jsou u koně tráveny v tlustém a slepém střevě. Kůň je získává na pastvě z rostlin nebo jadrného krmiva. Jedná se zejména o celulózu, hemicelulózu, pektiny a některé oligosacharidy. Ve starším pastevním porostu se nacházejí hůře stravitelné sacharidy jakým je například lignin (MECHOVÁ, 2013).

Hlavním zdrojem sacharidů jetelovin, trav rostoucích v teplém období a obilnin je škrob. Škrob je tvořen molekulami fruktózy a glukózy. Škrob je společně se sacharózou štěpen v trávicím traktu koně na glukózu a fruktózu, a je absorbován v tenkém střevě. U trav rostoucích v chladném období jsou hlavním zdrojem sacharidů fruktany. Množství fruktanů v píce se v průběhu dne mění. Fruktany jsou v tlustém střevě fermentovány pomocí bakterií a protozoí na kyselinu mléčnou, což vede ke vzniku laminitid. Výskyt laminitid byl pozorován při příjmu 3,75 kg fruktanů za den (KREDATUS, 2011).

Bílkoviny - Jsou důležité pro růst a regeneraci. Nejvíce se bílkoviny nacházejí v luštěninách. V píci je jejich množství dostačující, 8-20 % (HIGGINS a kol., 2013). Bílkoviny jsou dodávány především jako zdroj aminokyselin, zejména pro koně esenciální aminokyseliny lysinu (FREEMAN, 2010; ŠTĚPÁNKOVÁ, 2011). Poměr požadovaných tuků a bílkovin v krmné dávce pro koně je variabilní a závisí na kondici koně (TYLUTKI, 2011).

Stravitelnost hrubého proteinu závisí na složení krmné dávky, zdroji proteinu a poměrem mezi objemnými a jadrnými krmivy v krmné dávce (NRC, 2007). U dospělých koní nejsou žádné zvláštní požadavky na množství hrubého proteinu, zvláště v době, kdy krmivo poskytuje dostatek energie pro zajištění životních požadavků (JULLIAND, MARTIN-ROSSET, 2004).

Voda - Tělo je tvořeno 68 % z vody. Ke ztrátám vody dochází pocením, dýcháním, močí a výkaly (HIGGINS, MARTIN, 2013). Voda je důležitá pro posun tráveniny v trávicím traktu. Při nedostatku vody se snižuje chuť k jídlu. Potřeba vody se mění v závislosti na věku a pracovní zátěži koně. Nároky na vodu se zvyšují u rostoucích koní a laktujících klisen (MECHOVÁ, 2013). Pro dospělého koně je potřeba zajistit dostatek čisté a zdravotně nezávadné vody o objemu 3-10 l /100 kg živé hmotnosti (DRAŽAN, 2000).

Vitaminy - Jsou organické živiny. Zvíře jich potřebuje přijmout dostatečné množství pro podporu biologických funkcí. Slouží jako kofaktory enzymů, hormonů a antioxidanty. Rozeznáváme vitaminy rozpustné ve vodě a v tucích. Vitaminy rozpustné ve vodě se snadno vylučují močí, zatímco vitaminy rozpustné v tucích jsou ukládány v tukové tkáni a játrech. U vitaminů rozpustných v tucích je tedy možná hypervitaminóza, které zamezíme správným kmením (OKE, 2010). Každý vitamin má jedinečnou funkci a žádný z nich nemůže být nahrazen jinou živinou (DRYDEN, 2008).

Vitamin A - je důležitý pro zrak, reprodukci, zdravou kůži a růst kostí. Vitamin A je přijímán ve formě provitaminu β -karotenu (HLÚBIK, OPLTOVÁ, 2004). B-karoten je přítomen v zelené píci (OKE, 2010)

Vitamin D - má dvě formy a to vitamin D₂ ergokalciferol a D₃ cholekalciferol. Při působení ultrafialového záření vzniká z příslušných provitaminů. Pro vytvoření biologicky aktivního vitamínu D, musí proběhnout aktivace v játrech. Vitamin D slouží ke stimulaci střevní absorpce vápníku, k absorpci vápníku a fosforu v ledvinách, budování kostní hmoty a kalcifikaci osteoblastů (GEOR a kol., 2013).

Vitamin E - Nachází se v zelené píce, vojtěšce, kvalitním senu. Látky, které jsou odvozeny z tokolu a tokotrienolu, řadíme do skupiny vitamínu E (HLÚBIK, OPLTOVÁ, 2004). Tokoferoly působí jako antioxidanty, chrání buněčné membrány (MEYER, 1996).

Vitamin K - Je důležitý pro krevní srážlivost (OKE, 2010). Obecně je vitamin K syntetizován mikroorganismy ve střevě (MEYER, 1996). Vitamin K, je odvozen od naftochinonu. Podílí se na posttranslační syntéze kyseliny γ -karboxyglutamové, využívající zbytky kyseliny glutamové v určitém prekursoru proteinu. Výsledkem této syntézy je Gla-protein. Gla-protein se mimo jiné podílí na kostním metabolismu a udržování zdraví cévního oběhu. (GEOR a kol., 2013).

Minerální látky - Minerály jsou definovány jako prvky nebo chemické sloučeniny, které jsou za normálních okolností krystalické. U zvířat podporují biochemické procesy (OKE, 2010). Jsou nezbytnou součástí denní krmné dávky pro koně. Jsou nezbytně důležité pro desítky životních funkcí. Minerály neobsahují uhlík a nepřispívají žádnou energii do krmné dávky. Bez minerálů by koně nemohli metabolizovat tuk, bílkoviny nebo sacharidy. Jsou nezbytnou součástí prakticky každého enzymu a udržují acidobazickou rovnováhu. Pomáhají transportovat kyslík v krvi po celém těle (BRIGGS, 2014). Účastní se trávicích a fyziologických procesů. Jsou součástí orgánů, tkání a tělních tekutin (NEHASILOVÁ, 2005).

Makroprvky - Mezi makroprvky řadíme vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), sodík (Na), chlór (Cl), draslík (K) a síra (S). Hořčík, vápník a fosfor představují hlavní složku kostry (NRC, 2007). Jsou potřebné ve větším množství (BRIGGS, 2014).

Vápník - V organismu je nejvíce zastoupen. Tvoří 1,0-2,0 % z hmotnosti těla. Ve formě uhličitanu a fosforečnanu se nachází nejvíce v kostech a zubech (97-99 %), také v měkkých tkáních a krvi se nachází přibližně 1,5 %. Jako volný „ionizovaný“ , tedy ve formě Ca^{2+} a vázaný v bílkovinách se vyskytuje v krevní plazmě v koncentraci 2-3 mmol.l⁻¹ (PAVLÍK, SLÁMA, 2011). Je důležitou součástí kostí (OKE, 2010). Poměr vápníku a fosforu v krmné dávce by neměl klesnout pod 1:1, ideálně by měl být 1,5:1. Tento poměr by neměl být vyšší než 2,5:1 (PAGAN, NASH, 2006). Vápník tvoří asi 35 % kostní struktury koně. Vápník se podílí na svalových kontrakcích, sekreci žláz, regulaci teploty a mechanismech srážení krve. S věkem klesá absorpce vápníku, kdy u mladých koní je absorbován ze 75 %, u starších z 50 %. Nedostatek vápníku se projevuje abnormalitami při vývoji u hříbat, řídnutím kostí, kulháním, úbytkem na váze, uvolněnými zuby a křehkými kostmi. Tyto poruchy mohou nastat při nedostatečném zkrmování píce a zařazení velkého množství obilnin do krmné dávky. Nedostatek vápníku je ovšem v dnešní době ojedinělým problémem (BRIGGS, 2014).

Hořčík - Nejvíce je ho v těle uloženo v kostech (60-65 %). Hořčík se nachází v krevní plazmě i krevních elementech. V krevní plazmě pak v koncentraci (0,1-1,5 mmol.l⁻¹). Vápník, draslík a fosfor jsou antagonisté hořčíku, snižují jeho ukládání v kostní tkáni. Hořčík je vylučován výkaly (PAVLÍK, SLÁMA, 2011). Je důležitý pro funkci mnoha enzymů. Je důležitý pro nervovou a svalovou soustavu. Jeho dostačující množství je 20 mg/kg živé hmotnosti denně (MEYER, 1996).

Fosfor - Jako součást nukleových kyselin, fosfoproteinů a fosfolipidů se nachází v organismu ve všech buňkách. Nejvíce v kostech a zubech (80-90 %). Je vstřebáván především v tenkém střevě, popřípadě žaludku. Ve formě anorganických sloučenin je fosfor vylučován zejména močí a to z 95 % (PAVLÍK, SLÁMA, 2011).

Sodík - Tvoří 0,2 % hmotnosti těla živočišného organismu jako nepostradatelný biogenní prvek. Především jej nalezneme v extracelulární tekutině. Jeho zdrojem jsou krmné soli (PAVLÍK, SLÁMA, 2011). Sodík a draslík slouží jako důležité elektrolyty u koní. Tyto minerály jsou důležité pro svalové kontrakce a vedení nervových impulzů (OKE, 2010). Vzhledem k často přijímanému nadbytku soli nedochází k nedostatku tohoto prvku. Nedostatek může nastat ve stresových situacích. Pokud se tak stane, dochází k nekoordinovaným svalovým kontrakcím a zvykacím pohybům. K toxicitě dochází jen výjimečně, sodík je za předpokladu dostatku pitné vody vylučován močí (BRIGGS, 2014).

Draslík - Draslíku je nejvíce ve svalech, asi 75 %. V těle se nachází v buňkách. Je vylučován prostřednictvím ledvin a také prostřednictvím výkalů. Zdrojem jsou krmiva rostlinného původu (PAVLÍK, SLÁMA, 2011). Většina krmiv obsahuje mezi 1 % a 4 % draslíku, dostatek k uspokojení denní dávky pro koně je kolem 0,4 %, u těžce pracujících koní 0,6 %. Při nedostatku draslíku dochází k únavě koně, svalové slabosti, snížení příjmu krmiva a vody. Draslík je snadno vylučován močí a tak zpravidla nedochází k jeho předávkování (BRIGGS, 2014).

Chlór – Spolu se sodíkem je zodpovědný za regulaci všech tělesných tekutin u koně, za vedení elektrických impulzů nervů a svalů a jsou nejdůležitější z minerálů zvaných elektrolyty. Chlór je také hlavní složkou žluči, je důležitý při tvorbě kyseliny chlorovodíkové, která je součástí žaludečních sekretů nezbytných pro trávení. Chlór kůň získává ze soli ve formě lizu. Denní krmná dávka pro koně by měla obsahovat minimálně 0,25 % soli. Tato potřeba se společně se zátěží z důvodu jejího vylučování močí a potem zvyšuje (BRIGGS, 2014).

Síra - Je zásadní složkou aminokyselin methioninu a cysteinu, vitaminů B - biotinu a thiaminu, složkou chrupavek, kostí, šlach, a krevních cév. Celkově lze říci, síra tvoří asi 0,15 % z celkové tělesné hmotnosti koně (BRIGGS, 2014). Potřeba síry je plně kryta zeleným krmivem a pastvou (ZEMAN a kol., 2005).

Stopové prvky - Mezi stopové prvky řadíme železo (Fe), zinek (Zn), mangan (Mn), jod (I), měď (Cu), selen (Se), kobalt (Co), molybden (Mo) a chrom (Cr).

Jsou potřebné ve velmi malém množství. Udávají se v jednotkách“ parts per milion“ ppm nebo jako ekvivalentní jednotky v mg/kg. Mohou být škodlivé, pokud jich máme v krmné směsi nadbytek, ovšem u těchto prvků máme širokou bezpečnostní zónu (BRIGGS, 2014).

3.3 Krmiva

Seno - Řadí se mezi suchá objemná krmiva. Pro koně je přirozeným krmivem, plně vyhovuje jeho fyziologickým požadavkům trávení. Kvalitní seno je zdrojem β -karotenu a vitamínu D. Působí dieteticky velmi příznivě na trávení. Zkrmujeme jej 5-8 týdnů po sklizni, tedy až po skončení fermentačních procesů. Pokud jej zkrmíme ještě nevyzrálé, můžeme tím způsobit dietetické poruchy. Kvalitní seno, které má být produkčním krmivem by mělo obsahovat v 1 kg sušiny: 110-150 g stravitelného hrubého proteinu 10,5-11 MJ metabolizovatelné energie, 30-40 mg β -karotenu (ZEMAN, 2006).

Sláma - V krmné dávce pro koně je krmná sláma výbornou složkou. Dáváme ji v dávce 3-5 kg podle zátěže. Sláma nesmí být zdravotně závadná. Nezkrmujeme slámu zatuchlou, plesnivou nebo nahnilou. Průměrný obsah vlákniny v krmné slámě je 35-40 %. Před krmením se doporučuje slámu mechanicky, chemicky nebo biologicky upravit. Tyto úpravy vedou ke zlepšení stravitelnosti a zvýšení obsahu živin (ZEMAN, 2006)

Siláže a siláže ze zavadlé píce - Pokud chceme krmit koním krmit siláže, volíme pozdější sklizeň z důvodu vyššího množství vlákniny v píci. Dobře zavadlá siláž má zelenou barvu a množství sušiny okolo 35 %, siláž ze zavadlé píce světle zelenou barvu a množství sušiny od 40-60 %, někdy až 80 %. Zejména u koní, kteří trpí chronickou bronchitidou nebo alergií na prach je siláž ze zavadlé píce s vyšším obsahem sušiny vhodnou alternativou (ROCKEN, 2012).

Zkrmování siláží koním není příliš tradiční způsob. Není vhodné podávat koním siláž jako hlavní krmivo. Při jejím zkrmování je potřeba koně postupně navykat. Siláž zkrmujeme po proběhnutí fermentačních procesů (6-8 týdnů). Před zkrmením siláže je důležité provést chemickou analýzu. Siláž nesmí být zapařená a znečištěná. Koním zkrmujeme 1-2 kg /100 kg živé hmotnosti (DOLEŽAL, 2012).

Jadrná krmiva - Jsou zdrojem energie. Pro koně jsou tato krmiva hůře stravitelná. Lépe je koním podávat hydrotermicky upravovaná jadrná krmiva (HRUBÝ, 2011).

Oves - Je u koní nejčastěji využívané jadrné krmivo. Má dobrou dietetickou hodnotu (MECHOVÁ, 2013). Má nižší energetickou hodnotu a vyšší obsah vlákniny a vyšší podíl tuku oproti pšenici, ječmeni a žitu. V zrnu je vyšší obsah esenciálních aminokyselin, zvláště pak lyzinu, vyšším obsahem minerálních látek, vitaminů a tuků s vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin. Příčinou dobré chutnosti a dobrých dietetických vlastností je alkaloid avenin (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011).

Ječmen - Obsahuje 14,5 MJ stravitelné energie. Před krmením zrna ječmene namáčíme, mačkáme nebo šrotujeme, jelikož jsou velice tvrdá a špatně stravitelná (MECHOVÁ, 2013). Má dobré dietetické vlastnosti. V sušině obsahuje okolo 2,40-8 % β -glukanů. Koním krmíme omezeně v maximální denní dávce 3 kg (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011).

Kukuřice - Je v dnešní době velmi oblíbené jadrné krmivo pro koně, díky její vysoké energetické hodnotě. Koně obvykle kukuřici velice rádi přijímají. Před zkrmováním je vhodné kukuřici šrotovat. Kukuřice je hůře stravitelná než oves (MECHOVÁ, 2013). Obsah dusíkatých látek je v kukuřičném zrnu nižší než u ostatních obilnin (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011).

3.4 Stanovení stravitelnosti živin

Stravitelná živina je živina přijatého krmiva, která se nevyloučila s výkaly. Jedná se např. o tuk, dusíkaté látky, vlákninu a bezdusíkaté látky výtažkové. Tato živina se neresorbuje v trávicím traktu.

Bilančně stravitelnou živinu zjistíme, když obsah živin ve výkalech odečteme od obsahu živin v krmivu. Ve výkalech se nachází i živiny metabolického původu z organismu zvířete (např. z trávicích šťáv, z odloupaných buněk sliznice).

Skutečně stravitelnou živinu stanovíme tedy tak, že od živin v krmivu odečteme živiny ve výkalech a živiny metabolického původu.

Stravitelnost stanovujeme na vyšším počtu zvířat pro přesnější a spolehlivější výsledky pokusu. Pokus provádíme na zdravých, parazitů prostých zvířatech. Pokus dělíme na přípravné a bilanční období, které trvá okolo 5 až 10 dní (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011). Přípravné období, které trvá obvykle okolo 20 dní, slouží zvířeti k adaptaci na nové krmivo, pro dosažení přesnějších výsledků (ZEMAN a kol., 1997). Stravitelnost živin se pak stanovuje v bilančním období (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011).

Existuje zdánlivá a skutečná stravitelnost. Jelikož máme dva zdroje vyloučených živin, je stanovení zdánlivé stravitelnosti méně spolehlivé. Část živin je vyloučena do trávicího traktu a část živin je nestravitelných. Zdánlivá stravitelnost se liší od skutečné, pokud jsou zjištěny endogenní ztráty živin. Endogenní ztráty nevykazují strukturní sacharidy (celulóza a hemicelulóza). Zdánlivá stravitelnost acido-detergentní vlákniny, neutro-detergentní vlákniny nebo hemicelulózy se může podobat skutečné stravitelnosti. Pro odhadnutí vzájemného vztahu skutečné a zdánlivé stravitelnosti můžeme použít rovnice lineární regrese. Ze sklonu regresních přímků koeficientů stravitelnosti živin vyčteme rozdíl mezi zdánlivou a skutečnou stravitelností (ZEMAN a kol., 1997).

Stanovení zdánlivé stravitelnosti živin závisí na laboratorních analýzách krmné dávky a výkalů u zkoumané skupiny zvířat. Do analýzy je nutno zahrnout všechna krmiva z používané krmné dávky. Podle konkrétního zastoupení jednotlivých krmiv pak dopočítáme výsledky. Odběr vzorků je nutno jej provést tak, aby nemohly být výsledky negativně ovlivněny přítomností dalších faktorů (například piliny použité jako stelivo). Pomocí laboratorních analýz jsou v krmivech a výkalech stanoveny základní živiny, které jsou následně porovnány. Výsledkem jsou koeficienty bilanční stravitelnosti pro porovnávané živiny (KOZÁKOVÁ, 2002).

Stanovení stravitelnosti živin klasickou metodou - V bilančním období podáváme předem navážené množství krmiv, u kterých stanovíme sušinu. Případné zbytky krmiva, které zůstanou ve žlabu, evidujeme. Výkaly za celé období shromažďujeme a odebíráme vzorky pro následnou analýzu. Spotřebu a složení vody evidujeme při bilancování některých minerálních látek (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011). Podle ZEMAN a kol., (1997) tuto metodu používáme při očekávané 55-75 % stravitelnosti organické hmoty. Pro použití této metody musí krmná dávka splňovat určitá kritéria (hrubý protein 10-20 %, hrubý tuk 10 %, hrubá vláknina 4-8 % atd.)

Diferenční stanovení stravitelnosti živin - Pokud určitou komponentu krmné dávky nemůžeme samostatně zkrmovat a můžeme ji zařadit v malém množství, nelze u ní zjišťovat stravitelnost přímým stanovením. Pro takovou komponentu musíme použít diferenční stanovení stravitelnosti. Nejprve sestavíme základní směs tak, aby splňovala potřeby zvířete, a zjistíme její stravitelnost. Poté provedeme další pokus, kde se z 70 -80 % podílí na krmné dávce základní směs, a z 20-30 % sledované krmivo. Stravitelnost krmiva pak vypočítáme z koeficientů stravitelnosti v obou pokusech (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011). Podle ZEMAN a kol., (1997) používáme tuto metodu při nižší stravitelnosti organické hmoty než 55 %, nebo vyšší stravitelnosti organické hmoty než 75 %.

Stanovení stravitelnosti živin indikátorovou metodou - Indikátorovou metodu pro stanovení stravitelnosti živin použijeme, pokud nechceme zjišťovat spotřebu krmiv a vyloučených výkalů. Zjišťujeme procentuální obsah indikátoru v krmné dávce i ve výkalech. Indikátor přidáný do krmné dávky se vyloučí spolu s nestrávenými živinami. Výpočtem zjistíme poměr mezi množstvím přijatých krmiv a vyloučených výkalů. Indikátor nesmí ovlivnit trávení, nesmí být stravitelný a nesmí podléhat rozkladu mikroorganismů. Indikátor se dále nesmí zapojovat do metabolických procesů a ani je jakkoliv omezovat. Indikátor, musí být látka přesně a snadno indentifikovatelná.

Indikátorová metoda je vhodná při běžných technikách chovu, kde bývá obtížné přesně evidovat množství přijímaného krmiva. Rozeznáváme přirozené a externí indikátory. Mezi přirozené indikátory patří například lignin, methoxylové skupiny a popel nerozpustný ve 3 M kyselině chlorovodíkové. Mezi externí indikátory patří oxid titaničitý, oxid chromitý nebo síran barnatý (DVOŘÁČKOVÁ a kol., 2011).

Indikátoru se do krmné dávky přidává asi 0,5 – 1,0 %. Tato metoda je používána při stanovení stravitelnosti a příjmu sušiny z pastvy (ZEMAN a kol., 1997).

Laboratorní zjišťování (metoda *in vitro*) – Tato metoda je náročná. Hodnoty zjištěné touto metodou se liší od hodnot stanovených metodami *in vivo*. Metoda „ pepsinového trávení ” se používá pro stanovení stravitelnosti hrubého proteinu. Výsledky zjištěné touto metodou bývají obvykle nižší než při biologickém trávení (ZEMAN a kol., 1997).

3.5 Stravitelnost živin u koní

Nutriční požadavky u koní jsou založeny na tom, jak koně dokáží trávit a vstřebávat živiny. Tato studie je jedna z nejkompexnějších studií na stravitelnost u koní.

Tato studie je prováděna na čtyřech dospělých koních, kteří jsou krmeni různými dietami po všechna roční období. V každém období je období přípravná fáze, která trvá 3 týdny a následuje 5 dní sběru výkalů, kdy jsou koně ve speciálních boxech, které umožňují oddělený sběr moči a výkalů.

V období experimentu se měří denní příjem krmiva a množství výkalů. Z výkalů se dělají dílčí vzorky, ze kterých jsou chemickou analýzou stanoveny: hrubý protein, (ADF) acidodetergentní vláknina, (NDF) neutrodetergentní vláknina, hrubá vláknina, tuky, vápník, fosfor, hořčík, draslík, zinek, měď, mangan a popel.

Tabulka č. 1 Průměrná koncentrace živin v sušině krmné dávky

Živiny	Měrné jednotky	Průměrná koncentrace	Standardní odchylka	Max	Min
Hrubý protein	g	131,00	26,00	204,00	96,00
ADF	g	288,00	46,00	406,00	206,00
NDF	g	469,00	54,00	574,00	383,00
Hemicelulóza	g	181,00	47,00	241,00	60,00
Hrubá vláknina	g	228,00	39,00	318,00	154,00
Hrubý tuk	g	36,00	8,00	55,00	21,00
Vápník	g	8,90	2,40	15,00	5,50
Fosfor	g	3,90	0,90	5,80	2,00
Hořčík	g	2,20	0,30	2,90	1,70
Draslík	g	16,30	5,40	32,90	9,80
Zinek	mg/kg	84,00	38,00	147,00	20,00
Železo	mg/kg	2870	11,90	75,30	127,00
Měď	mg/kg	22,00	8,00	38,00	7,00
Mangan	mg/kg	83,00	29,00	127,00	29,00
Hrubý popel	g	74,50	15,30	116,20	59,90

Koně byli krmeni různými krmivy. Od vojtěškového sena až po luční seno s peletovanými koncentráty. Většina koní sledovaných v těchto studiích byly plnokrevníci, zahrnuti byli také Quarter horse, Appaloosa a teplokrevníci o hmotnostech 500-600 kg. Pro konkrétní účel v experimentu bylo krmivo upravováno a byl vyhodnocován vliv přidávání jádra, podávání peletovaného vojtěškového sena atd. (PAGAN, 1992-1997).

Tabulka č. 2 Standardní (průměrný) příjem živin

* všechny hodnoty, kromě hodnot u zinku, mědi a manganu jsou uváděny v gramech

Živiny	Měrné jednotky	Průměrná koncentrace	Standardní odchylka	Max	Min
Sušina	g	7 119,00	1 464,00	10 541,00	4 777,00
Hrubý protein	g	946,00	326,00	1 808,00	572,00
ADF	g	2 097,00	709,00	4 266,00	984,00
NDF	g	3 371,00	927,00	5 427,00	1 968,00
Hemicelulóza	g	1 275,00	411,00	2 191,00	393,00
Hrubý tuk	g	254,00	66,00	469,00	144,00
Vápník	g	64,00	27,00	158,00	33,00
Fosfor	g	28,00	9,00	57,00	13,00
Hořčík	g	160,00	5,00	27,00	9,00
Draslík	g	119,00	53,00	269,00	47,00
Železo	mg	2 059,00	1 250,00	7 912,00	773,00
Zinek	mg	567,00	216,00	885,00	131,00
Měď	mg	149,00	57,00	282,00	46,00
Mangan	mg	572,00	201,00	1 179,00	210,00
Hrubý popel	g	540,00	199,00	1 136,00	299,00

Stravitelnost živin je možné zjistit výpočtem, kdy odečteme množství živiny ve výkalech od celkového denního příjmu dané živiny (PAGAN, 1992-1997).

Tabulka č. 3 Průměrná stravitelnost živin podle PAGAN (1992-1997)

*všechny hodnoty jsou uvedeny v procentech

Živiny	Stravitelnost	Standardní odchylka
Sušina	62,00	4,60
Hrubý protein	71,00	5,20
ADF	39,90	7,90
NDF	45,40	5,70
Hemicelulóza	51,90	10,60
Hrubá vláknina	43,40	14,50
Hrubý tuk	58,40	19,20
Vápník	44,00	14,30
Fosfor	8,90	9,80
Hořčík	37,40	9,10
Draslík	75,40	9,20
Zinek	9,40	11,00
Měď	30,10	11,60
Mangan	8,90	13,90
Hrubý popel	43,30	12,70

Vápník a draslík jsou snadno stravitelné, skutečná stravitelnost je asi 75 %. Stravitelnost hořčíku se rovná asi 52 %, přičemž odhadovaná stravitelnost fosforu je podstatně nižší, okolo 25 %. Skutečná stravitelnost stopových prvků: zinku, manganu a mědi je v průměru 20,8 %, 28,5 % a 40 %, v uvedeném pořadí (PAGAN,1992-1997).

4 MATERIÁL A METODIKA

Pokus byl prováděn na SŽP Žabčice. Úroveň výživy byla posuzována na základě znalostí o plemenné příslušnosti koní, věku, živé hmotnosti, vykonávané práci a denní krmné dávce. Pro pokus bylo vybráno 9 koní plemene Český teplokrevník. Jednalo se o koně: Melita, Largo, Wels, Čarken, Anbara, Francis, Berenis, Oregano, Pavaross. Koně byli nejprve váženi na mostních vahách a posléze byla jejich váha vypočítána ze změřené délky těla a obvodu hrudníku. Pokud je toto měření provedeno přesně kdy kůň stojí na rovné podložce, mělo by být s odchylkou ± 20 kg.

Vzorec pro výpočet váhy koně podle MECHOVÁ (2005):

živá hmotnost koně = objem hrudníku (cm)² * šikmá délka těla / 11 900

Tabulka č. 4 Hmotnost a věk koní

Jméno koně	Obvod hrudi v cm	Šikmá délka těla v cm	Hmotnost v kg	Věk
Melita	189,00	169,00	507,00	12
Largo	191,00	161,00	494,00	13
Wels	200,00	171,00	575,00	14
Čarken	184,00	165,00	469,00	8
Anbara	201,00	165,00	560,00	14
Francis	204,00	185,00	647,00	14
Berenis	197,00	166,00	541,00	13
Oregano	201,00	173,00	587,00	14
Pavaross	199,00	162,00	539,00	10

V průběhu pokusu byla s koňmi prováděna lehká práce v podobě střídání chodů krok, klus, cval na jízdně a v netravnatém terénu. Koně nebyli pouštěni do travnatých výběhů. Koně byli rozděleni do tří skupin po třech koních. Každá skupina byla krmena stejnou jadrnou směsí a senem. Pokus trval 9 týdnů od prvního týdne v lednu do konce března téhož roku.

Pro pokusné sledování byly využity tři druhy jadrné směsi S0, S5 a S10, které se v průběhu pokusu mezi skupinami střídaly. Značení směsí se odvíjí od množství sójového extrahovaného šrotu ve směsi. Každé skupině byla podávána jedna jadrná směs po dobu 3 týdnů. Z jadrné směsi byly odebrány vzorky, ze kterých se laboratorně stanovilo množství živin. Živiny byly stanovovány v laboratořích, vždy po dvou vzorcích, z nichž byl následně stanoven průměr. Do jadrné směsi bylo přidáváno 10 % syrovátky, která sloužila jako zchutňovadlo a pojivo na granule, čímž se zabraňovalo většímu množství zbytků směsi ve žlabu.

Koně byli ustájeni na pilinách z důvodu přesného vyhodnocení výsledků díky absenci slámy v krmné dávce. Tímto opatřením bylo možné zajistit přesné navážení celé krmné dávky, která se skládala z příslušné jadrné směsi a lučního sena. Koně měli v době pokusu ad libitně k dispozici minerální liz a čistou vodu, která byla přivedena do každého boxu pomocí automatických napáječek. Koně byli krmeni dvakrát denně. Průměrná denní krmná dávka sušiny sena a jadrné směsi pro jednoho koně byla celkem 8,867 kg. Průměrné množství sušiny sena v denní krmné dávce bylo 5,39 kg a 3,47 kg sušiny jadrné směsi. Jako indikátor pro stanovení stravitelnosti byl použit písek (popel nerozpustný v 3 M HCl). Průměrné množství písku v sušině sena bylo 8,09 g/kg a v sušině směsi 27,54 g/kg. V kilogramu sušiny denní krmné dávky sena a jadrné směsi pak koně získaly v průměru 15,71 g/kg písku. Živiny sena byly analyzovány vždy na 1 periodu pokusu, která trvala 3 týdny. Seno bylo tedy potřeba podrobit analýze 3krát. Vlivem velkého množství zkrmovaného sena a vnějších vlivů, se měnili analyzované hodnoty sena. Vlastnosti sena nijak výrazně neovlivňovali výsledky pokusu a neměli vliv na chutnost a příjem krmné dávky.

První týden sloužil jako přípravné období, kdy si koně zvykali na jadrnou krmnou směs a seno. Druhý týden probíhal vlastní pokus - „bilanční období“, kde se každý den odebíraly vzorky výkalů pro hodnocení stravitelnosti. Třetí týden probíhalo očistné období, sloužící pro vyprázdnění trávicího traktu od předchozí podávané směsi.

V bilančním období byly každý den odebírány od jednotlivých koní výkaly, které se skladovaly v igelitových pytlích. Denně se od jednoho koně sebralo cca 8 kg výkalů, které byly smíchány, a následně z nich bylo odebráno okolo 10% hmotnosti do plastového uzavíratelného kbelíku o objemu 5 kg. Během týdne bylo od jednoho koně odebráno okolo 3 kg smíchaných výkalů. Tyto výkaly byly následně pomocí drtiče rozmělněny a homogenizovány a bylo z nich odebráno po 1 kg pro stanovení sušiny. Po vysušení se výkaly zvážily a zjistilo se množství sušiny.

V laboratoři na Ústavu výživy zvířat a pícninářství byla následně provedena analýza vzorků. Stanovoval se obsah dusíkatých látek, tuku, vlákniny, bezdusíkatých látek výtažkových, popelu a energie. Dále pak minerálních látek a to zejména vápníku, hořčíku, fosforu, sodíku, draslíku, mědi, železa, manganu a zinku. Vzorky byly analyzovány podle Weendské analýzy krmiv.

Stanovení obsahu hrubého proteinu - Stanovení obsahu hrubého proteinu ze vzorků bylo provedeno metodou stanovení dusíku dle Kjeldahla. Obsah dusíku se vynásobí koeficientem 6,25. Tento koeficient vychází z faktu, že bílkoviny obsahují 16 % dusíku. Tato metoda nerozlišuje proteinový a neproteinový dusík a je proto vhodná pro všechna krmiva.

Stanovení obsahu hrubé vlákniny - Obsah vlákniny byl stanoven metodou podle Hennebergera a Stohmanna. Vlákninu stanovíme vážkově, po 30 minutové hydrolýze v roztoku kyseliny sírové, 30 minutové hydrolýze v roztoku hydroxidu draselného a po následném odečtení popela.

Stanovení obsahu hrubého tuku - Množství tuku bylo stanoveno metodou podle Soxhleta na základě jeho rozpustnosti a nerozpustnosti v nepolárních rozpouštědlech. Pro zpracování našich vzorků jsme použili diethylether.

Stanovení obsahu bezdusíkatých látek výtažkových - Množství bezdusíkatých látek výtažkových zjistíme výpočtem z údajů, které jsme získali chemickou analýzou. Vypočteme je tak, že od sušiny odečteme dusíkaté látky, tuk, vlákninu a popel.

Stanovení obsahu hrubého popela – Obsah popela v krmivu stanovíme vázkově po spálení vzorku v muflové peci při 550°C± do konstantní hmotnosti. Při odečtení popela od sušiny nám zbyde organická hmota.

Stanovení obsahu energie - Stanovení obsahu energie v krmivech (ZEMAN a kol., 2005)

$$\text{SEk (MJ)} = 0,0230 * \text{Stravitelný hrubý protein (SNLk)} + 0,0381 * \text{Stravitelný hrubý tuk} + 0,0172 * \text{Stravitelná hrubá vláknina} + 0,0172 * \text{Stravitelné bezdusíkaté látky výtahkové (BNLV)}$$

K biometrické analýze získaných dat jsme použili metod popsaných v knize SNEDECOR a COCHRAN (1971). Použili jsme metodu souhrnných charakteristik, ANOVA a nebo kovariance. Vzhledem k porovnání rozdílů mezi jednotlivými skupinami jsme k hodnocení použili metody popsané ve stejné knize (vyvážené i nevyvážené modely). Kontrasty mezi průměry jsme hodnotili Scheffého testem (SCHEFFÉ, 1959).

Hodnocení potřeby energie - Potřebu energie hodnotíme podle pracovní zátěže. Pracovní zátěž dělíme na pracovní klid, lehkou, střední, těžkou a velmi těžkou práci. Pracovní klid představuje pobyt na pastvě či ve výběhu, maximálně 2 hodinový lehký tah a rekreační vyjížděku. Trénink trvajících do 2 hodin se změnami chodů, popřípadě 4 hodinovou práci v tahu označujeme za lehkou práci. Šestihodinovou vyjížděku v terénu se změnami chodů nebo osmihodinovou práci v tahu hodnotíme jako střední práci. Práci v tahu, která trvá déle, jak 8 hodin denně označujeme jako těžkou práci. Jako těžkou práci hodnotíme i intenzivní skokový trénink. Překonání 100 km vzdálenosti, závod v klusu či cvalu popřípadě polo označujeme za velmi těžkou práci. Běžná denní potřeba energie pro koně se odvozuje od tělesné hmotnosti. Přibližně se jedná o 12,5 MJ stravitelné energie /100 kg živé hmotnosti. Při pracovním zatížení koně se zvyšují nároky na energii. Při lehké práci, se nároky na energii zvýší o 10 – 25 % záchovné potřeby, při střední práci o 25 – 50 % záchovné potřeby, při těžké práci o 50 – 100 % a při velmi těžké práci o více než 100 % záchovné potřeby (MAREŠ a kol., 2013).

Potřeba energie pro koně je počítána v megajoulech (MJ). Záchovná potřeba energie byla vypočtena podle vzorce, který uvádí ZEMAN a kol., (2005)

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

Hodnocení potřeby hrubého proteinu

Potřeba hrubého proteinu byla vypočtena podle vzorce, který uvádí ZEMAN a kol., (2005)

$$\text{SNL (g/H}^{0,75}) = 3,1 * H^{0,75}$$

Po dosazení do vzorce zjistíme, že celkový příjem stravitelných dusíkatých látek je velmi nízký a v praktických krmných dávkách v České republice se jen obtížně dosahuje.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výsledky analýz živinového složení směsí

Tabulka č. 5 Složení v 1 kg krmné směsi

Složení	Měrná jednotka	Směs 0	Směs 5	Směs 10
Ječmen	g	30,00	25,00	20,00
Oves	g	40,00	40,00	40,00
Lněný šrot	g	6,00	6,00	6,00
Bob	g	10,00	10,00	10,00
Soj. ex. šrot 46% NL	g	0,00	5,00	10,00
Syrovátka	g	10,00	10,00	10,00
MKP	g	4,00	4,00	4,00

MKP = minerální krmná přísada = premix minerálií

Tabulka č. 6 Množství živin v 1 kg jaderné krmné směsi

Směs	Měrná jednotka	S0	S5	S10
Vlhkost	g/kg	123,30	112,80	110,80
Sušina	g/kg	876,70	887,20	889,20
Hrubý protein	g/kg	141,60	159,80	173,30
Hrubý tuk	g/kg	11,90	11,90	11,90
Hrubá vláknina	g/kg	343,90	343,90	343,90
BNLV	g/kg	316,70	309,80	298,10
Hrubý popel	g/kg	62,70	61,80	62,10
Energie	MJ/kg	15,00	15,30	15,40

Tabulka č. 7 Minerální látky v 1 kg jadrné krmné směsi

Směs	Měrná jednotka	S0	S5	S10
Vápník	g/kg	9,69	9,78	9,79
Fosfor	g/kg	5,66	6,59	6,40
Sodík	g/kg	2,02	2,11	2,27
Hořčík	g/kg	1,47	1,53	1,61
Draslík	g/kg	9,28	8,90	8,30
Měď	mg/kg	32,65	32,81	37,55
Železo	mg/kg	212,74	212,74	212,74
Mangan	mg/kg	96,69	99,23	97,80
Zinek	mg/kg	122,83	128,70	130,70

Všechny směsi (S0, S5, S10) obsahovaly 27,54 g písku na 1 kg jadrné krmné směsi.

Tabulka č. 8 Živínové složení v 1 kg sena

Seno	Měrná jednotka	Průměr
Vlhkost	g/kg	106,20
Sušina	g/kg	893,82
Hrubý protein	g/kg	124,55
Hrubý tuk	g/kg	13,52
Hrubá vláknina	g/kg	324,23
BNLV	g/kg	374,29
Hrubý popel	g/kg	57,23
Energie	MJ/kg	15,31

Živínové složení sena se nepatrně lišilo v důsledku delšího skladování a zkrmování nových balíků sena. Vždy se však jednalo o luční seno a rozdíly v jeho živínovém složení nemají přílišný vliv na výsledky pokus

Tabulka č. 9 Minerální látky v 1 kg sena

Seno	Měrná jednotka	Průměr
Vápník	g/kg	8,95
Fosfor	g/kg	2,37
Sodík	g/kg	1,16
Hořčík	g/kg	2,98
Draslík	g/kg	7,76
Měď	mg/kg	9,52
Železo	mg/kg	233,92
Mangan	mg/kg	19,78
Zinek	mg/kg	25,65

V 1 kg sena bylo průměrně obsaženo 8,09 g/kg písku. Průměrně se za celé bilanční období v seně nacházelo 43,65 g písku. V jadrné krmné směsi se za celé bilanční období nacházelo 95,68 g písku. Celková krmná dávka obsahovala 139,33 g písku.

5.2 Množství analyzovaných živin ve výkalech

Tabulka č. 10 Živiny analyzované v 1 kg výkalů průměr

(BNLV = bezdusíkaté látky výtažkové)

Výkaly	Měrná jednotka	Průměr	Ekvivalenty stravitelné energie
Vlhkost	g/kg	126,07	
Sušina	g/kg	873,93	
Hrubý protein	g/kg	108,09	0,023
Hrubý tuk	g/kg	33,69	0,038
Hrubá vláknina	g/kg	383,26	0,017
BNLV	g/kg	275,27	0,017
Hrubý popel	g/kg	76,95	
Obsah energie	MJ/ kg	15,09	15,09

Tabulka obsahuje průměrné hodnoty živin analyzovaných v 1 kg výkalů. Podle ekvivalentů stravitelné energie, které uvádí ZEMAN a kol.,(2005), jsme vypočítali obsah energie ve výkalech.

Tabulka č. 11 Minerální látky analyzované v 1 kg výkalů průměr

Výkaly	Měrná jednotka	Průměr
Vápník	g/kg	7,548
Fosfor	g/kg	6,462
Sodík	g/kg	2,193
Hořčík	g/kg	3,023
Draslík	g/kg	7,148
Měď	mg/kg	16,780
Železo	mg/kg	339,778
Mangan	mg/kg	182,148
Zinek	mg/kg	199,004

5.2.1 Shrnutí výsledků stravitelnosti živin v pokusu

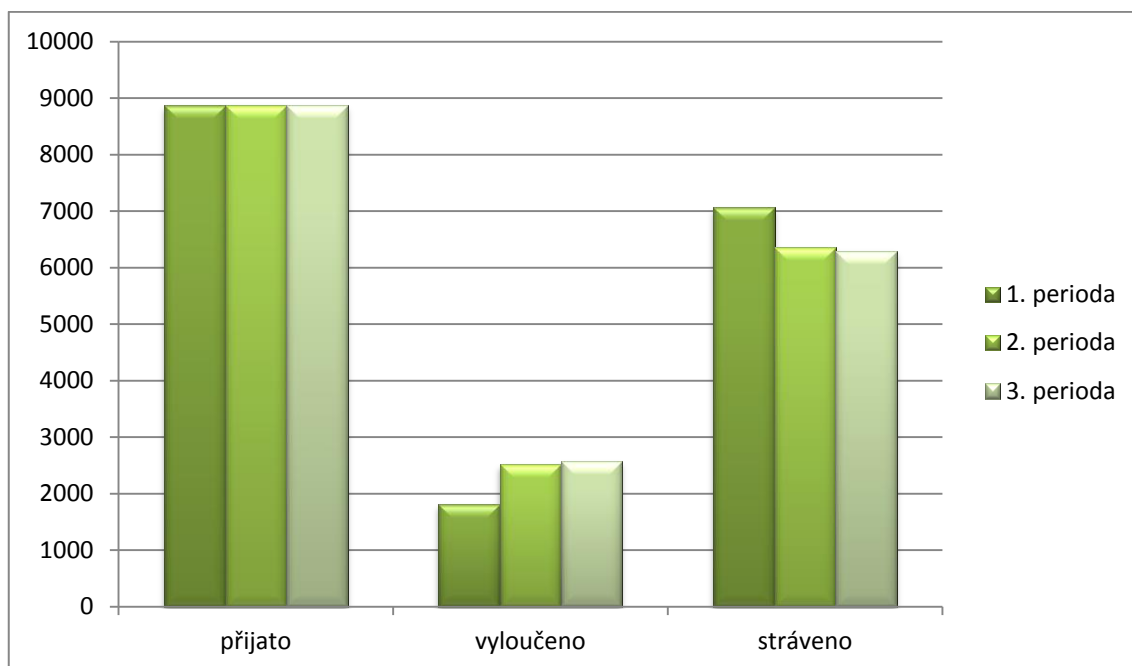
Tabulka č. 12 Průměr za všechny bilance

(BNLV = bezdusíkaté látky výtažkové)

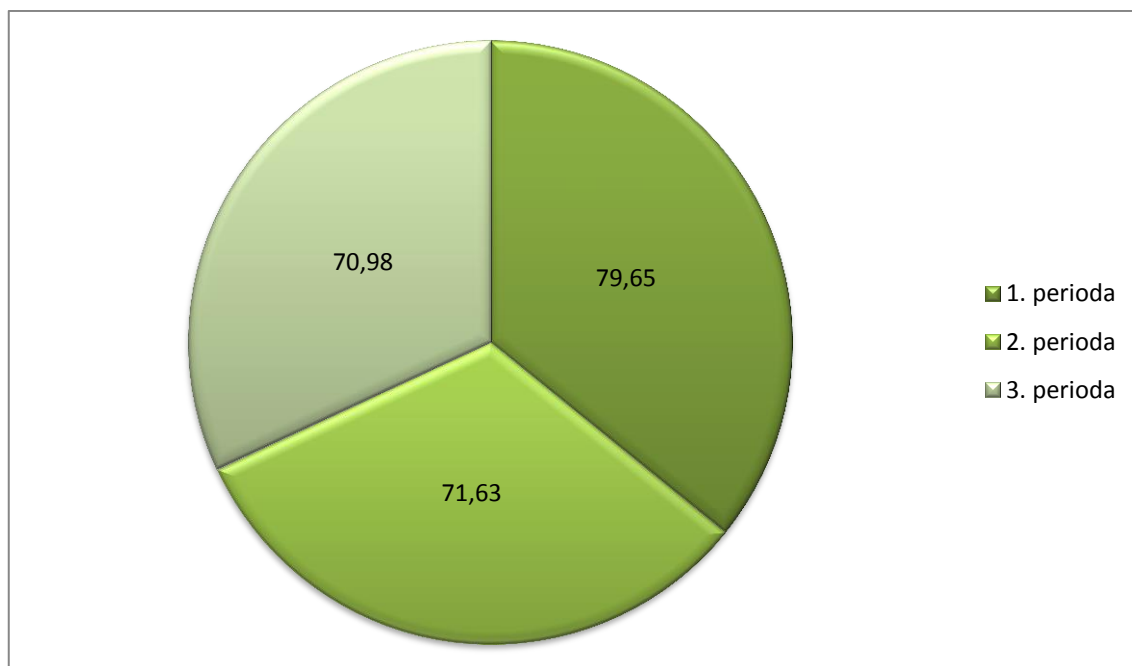
	Přijato g	Vyloučeno g	Stráveno g	Koef. stravitelnosti %
Sušina	8867,00	2299,15	6567,84	74,07
Hrubý protein	1224,57	242,89	981,68	80,17
Hrubý tuk	114,74	79,23	35,51	30,95
Hrubá vláknina	2941,41	885,216	2056,19	69,91
BNLV	3088,39	624,13	2464,26	79,79
Hrubý Popel	525,13	176,93	348,19	66,31
Energie MJ	134,92	34,32	100,60	74,57
Vápník	71,73	17,67	54,05	75,08
Hořčík	17,93	7,32	10,61	59,18
Fosfor	31,58	15,27	16,31	51,65
Draslík	72,64	16,95	55,69	76,67
Sodík	12,32	5,09	7,23	58,68

V tabulce jsou uvedeny hodnoty přijatých, vyloučených a strávených živin. Z těchto hodnot je v tabulce vypočten koeficient stravitelnosti vybraných živin. Tabulka je zpracována za celé bilanční období tzn. z průměrných hodnot ze všech tří period pokusu. V celém bilančním období se skládala krmná dávka ze směsí S0, S5 a S10, které se střídaly po jednotlivých periodách. Dále ze třech druhů lučního sena.

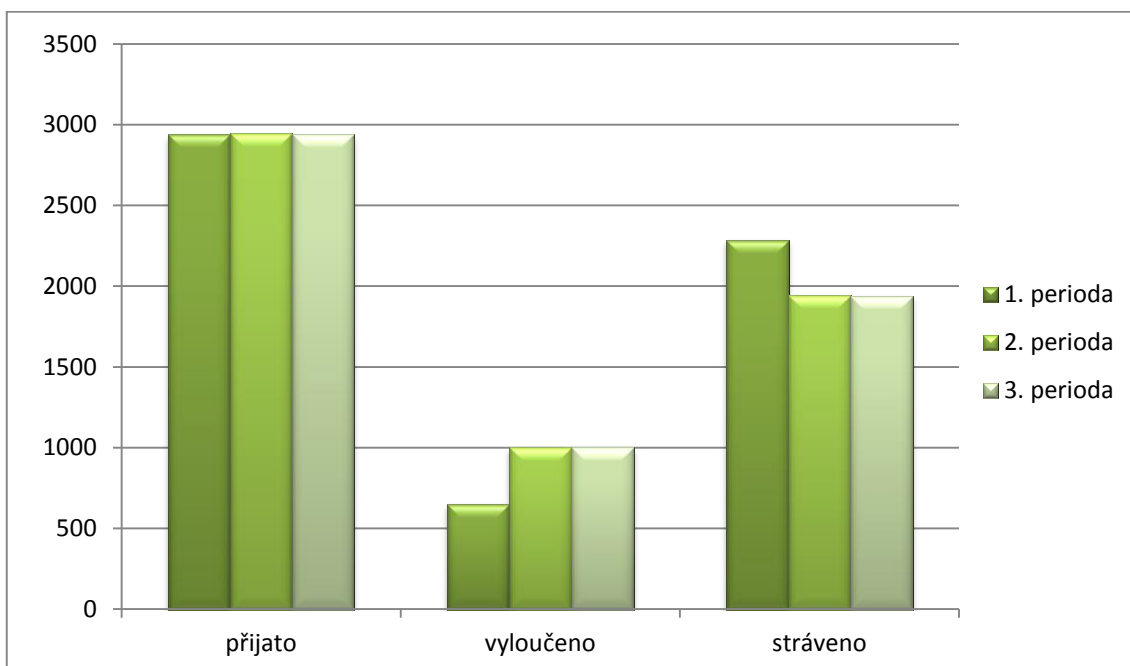
5.2.2 Grafické znázornění stravitelnosti živin



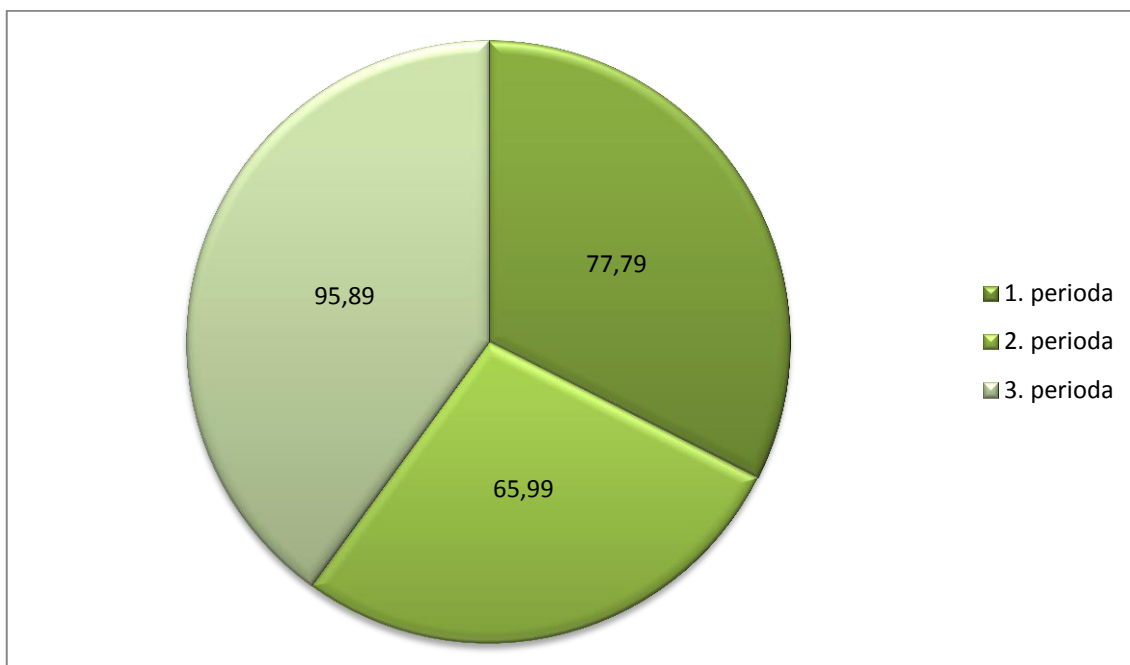
Graf č. 1 Stravitelnost sušiny v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



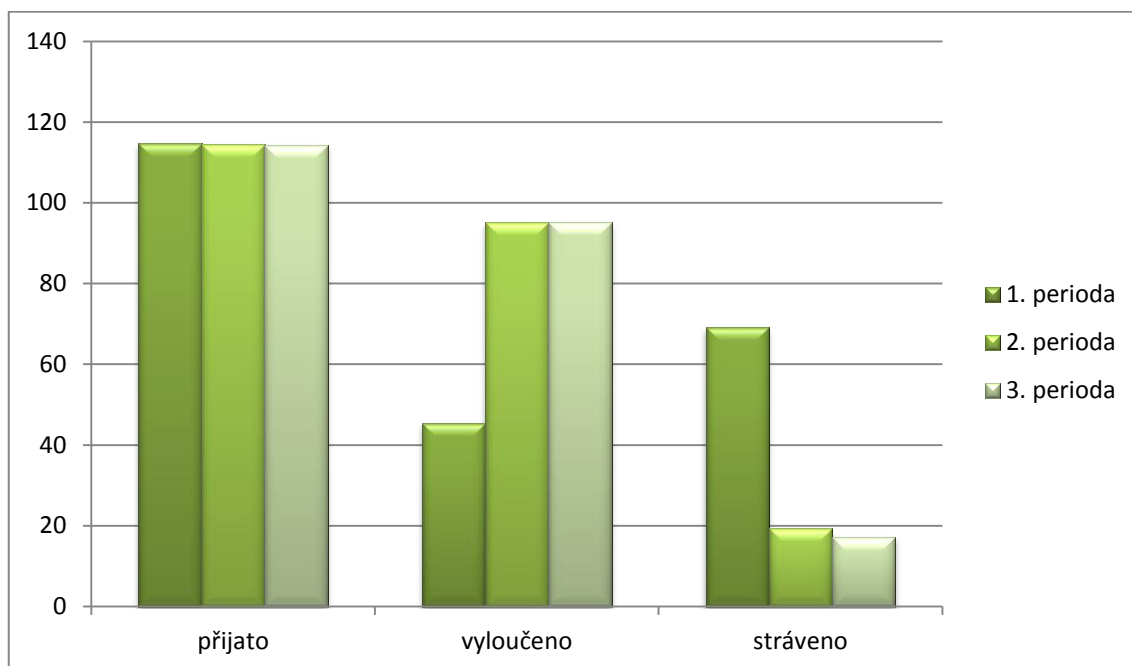
Graf č. 2 Koeficienty stravitelnosti sušiny v %



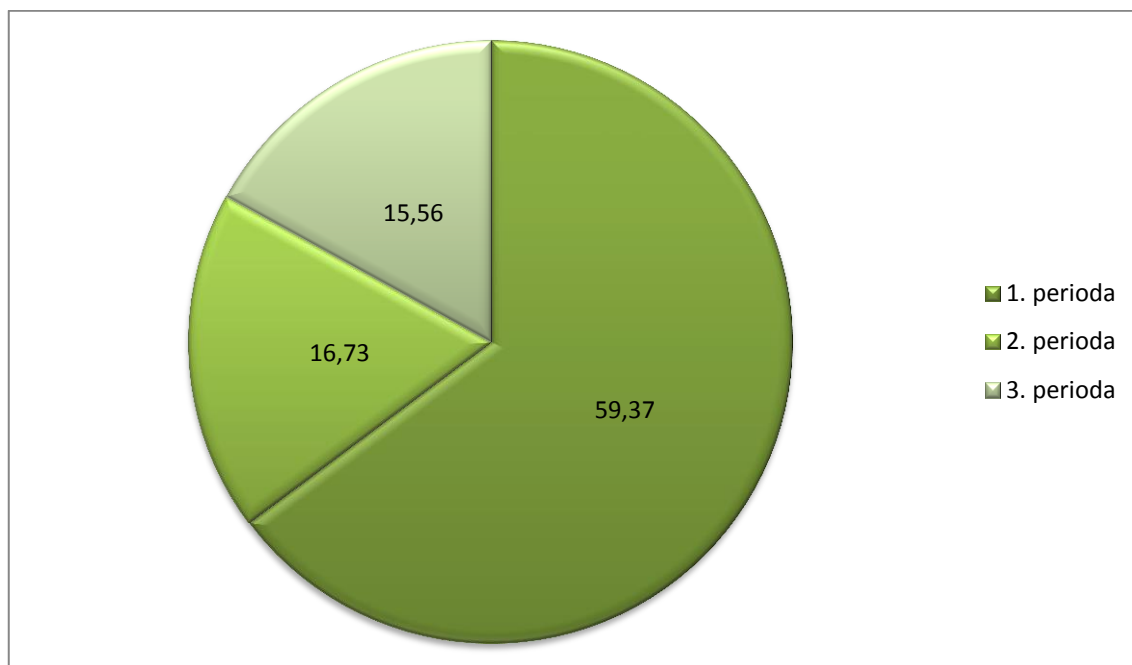
Graf č. 3 Stravitelnost hrubé vlákniny v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



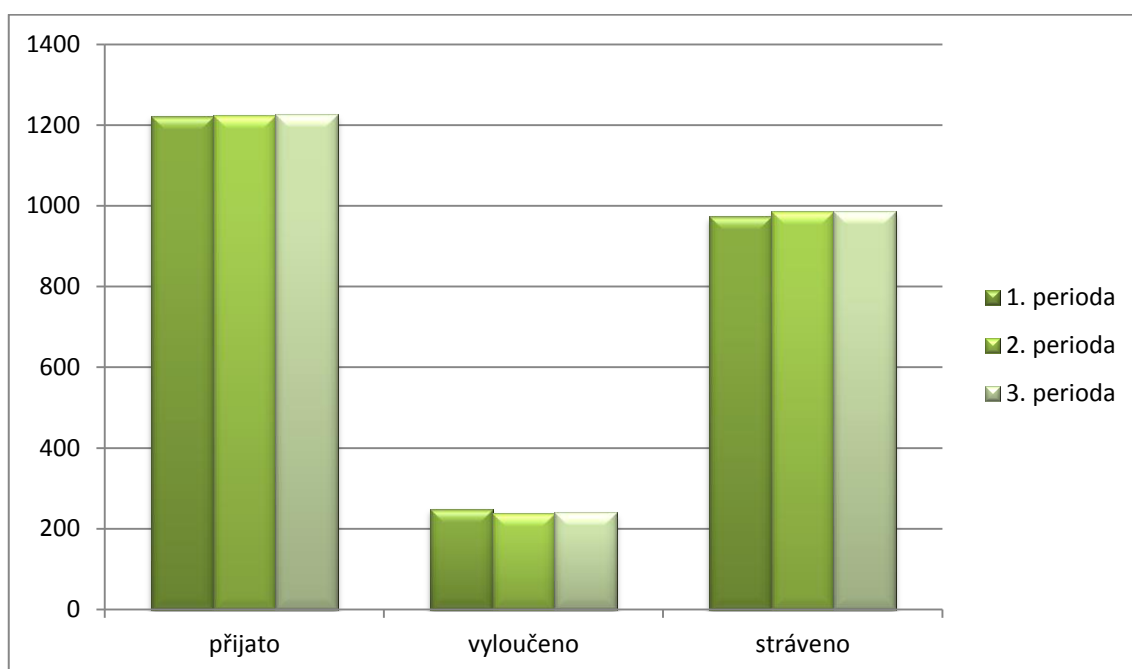
Graf č. 4 Koeficienty stravitelnosti hrubé vlákniny v %



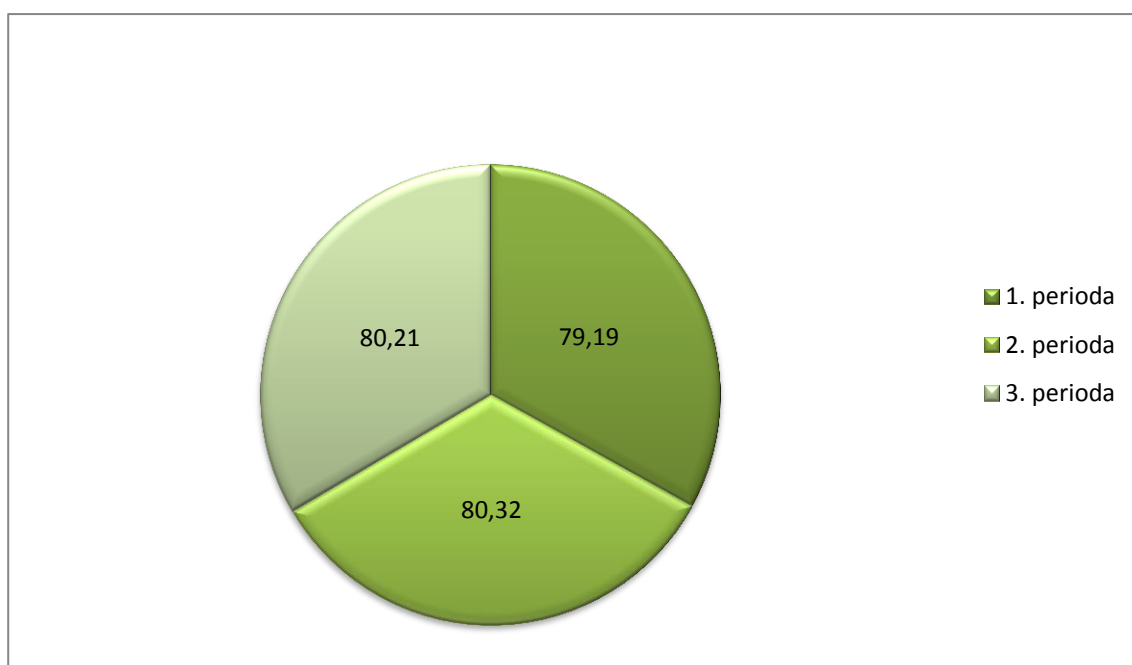
Graf č. 5 Stravitelnost hrubého tuku v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



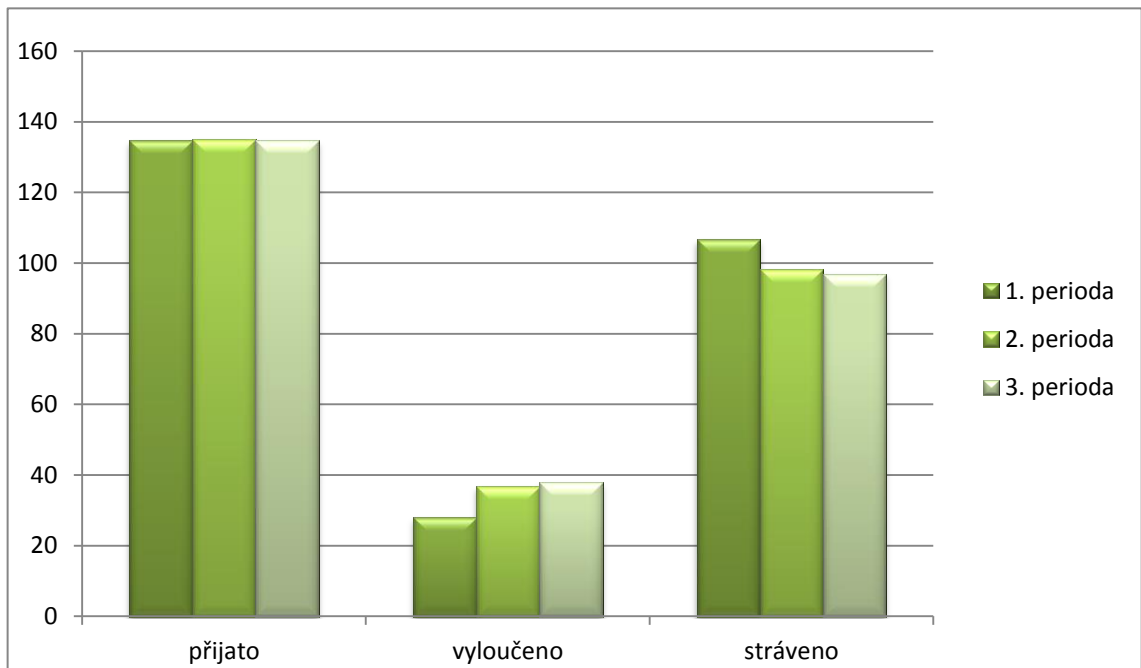
Graf č. 6 Koeficienty stravitelnosti hrubého tuku v %



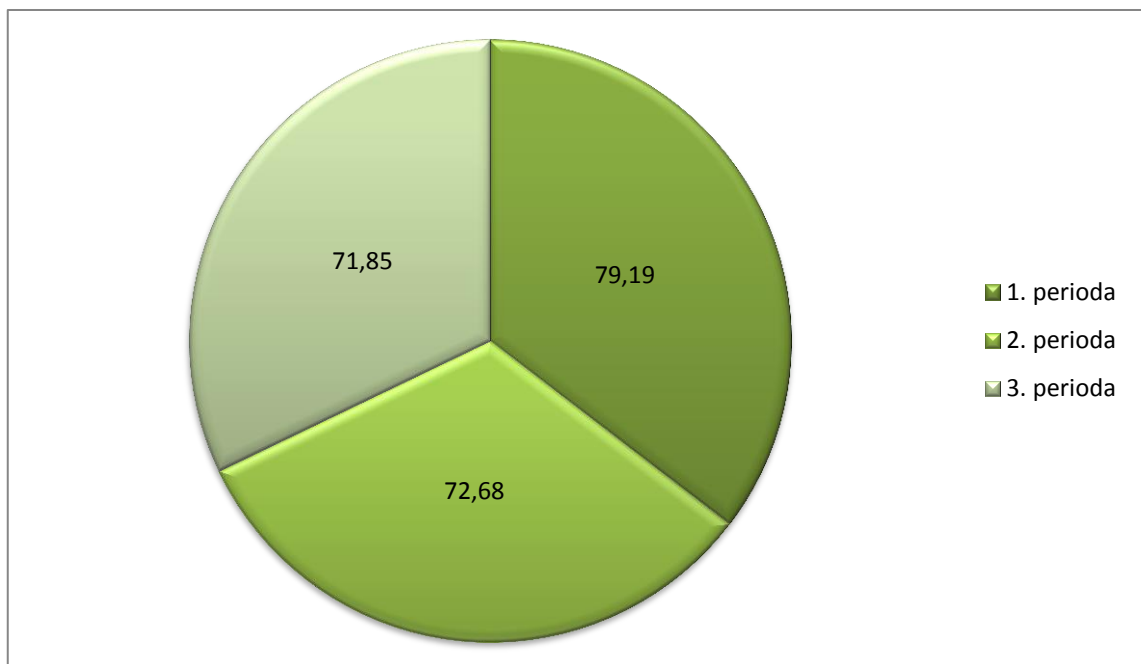
Graf č. 7 Stravitelnost hrubého proteinu v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



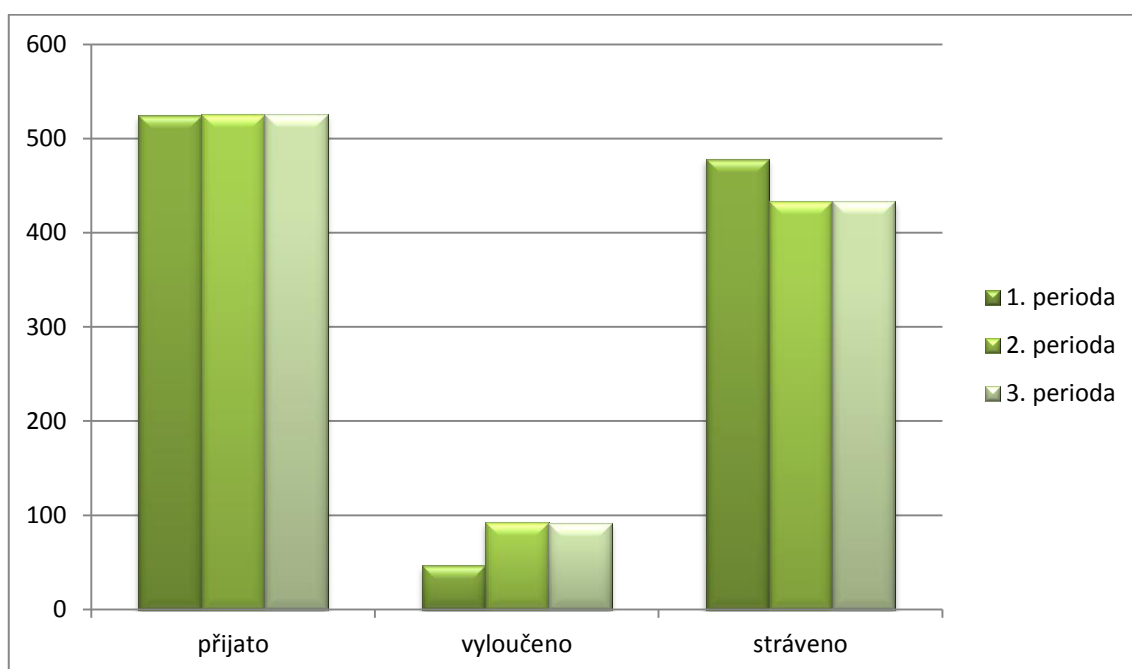
Graf č. 8 Koeficienty stravitelnosti hrubého proteinu v %



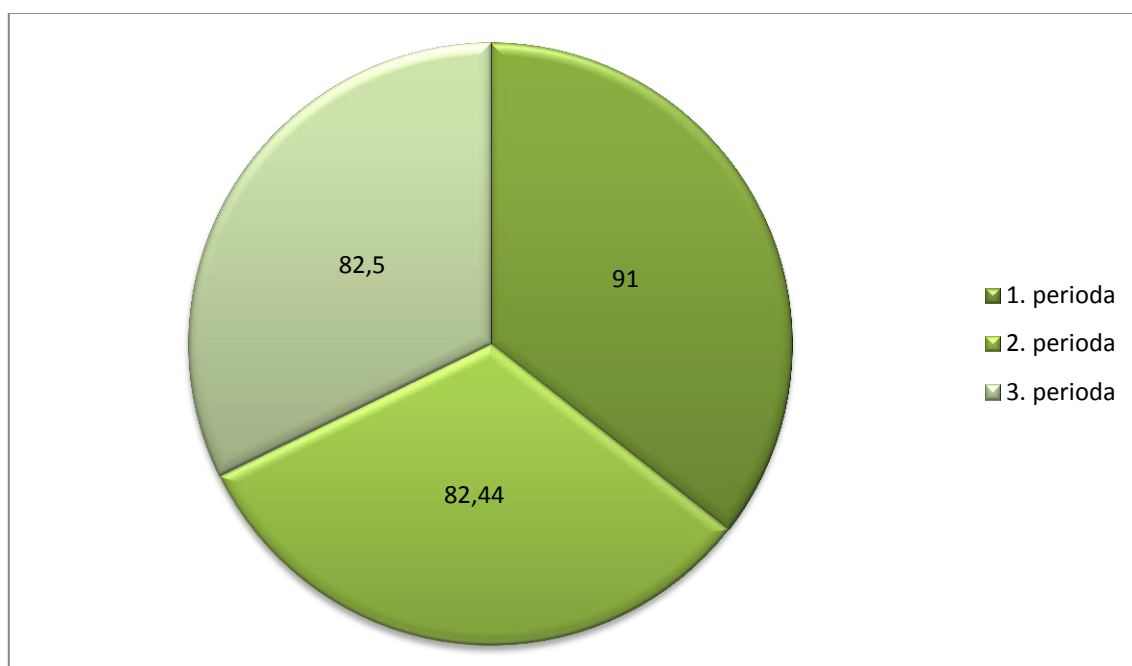
Graf č. 9 Stravitelnost energie v MJ za 1., 2. a 3. periodu pokusu



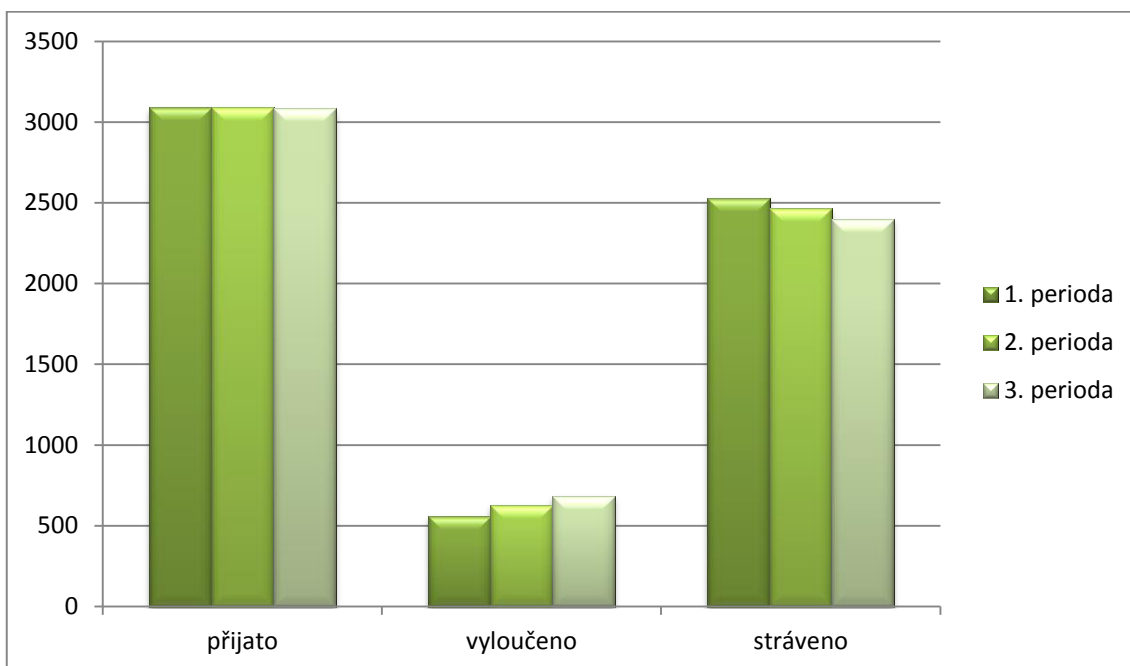
Graf č. 10 Koeficienty stravitelnosti energie v %



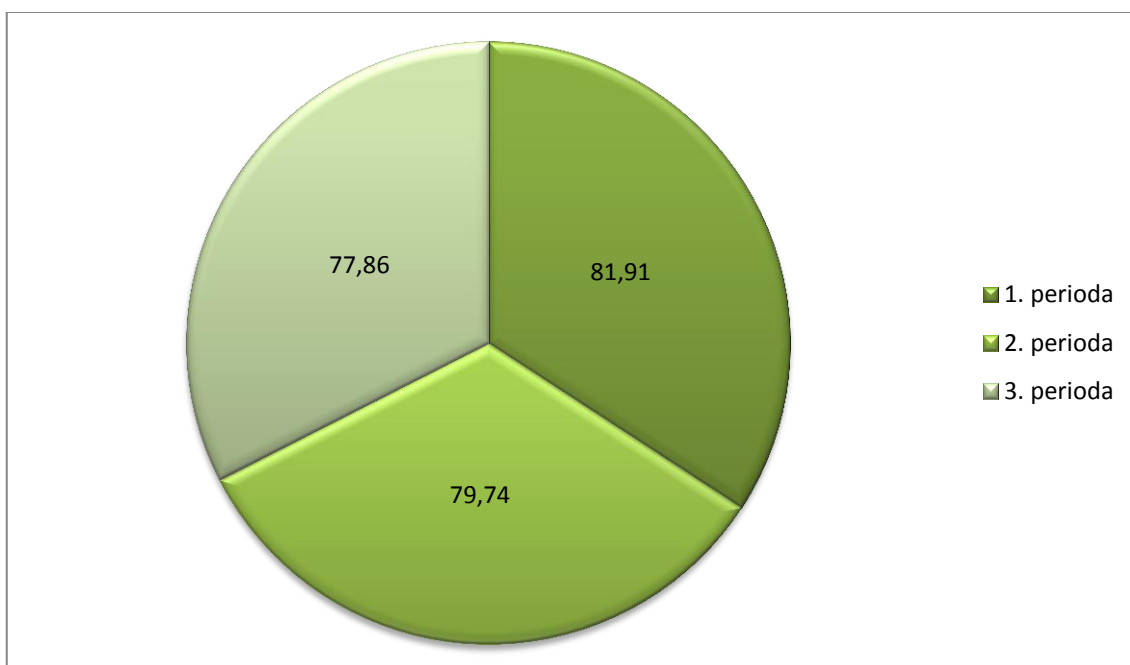
Graf č. 11 Stravitelnost hrubého popela v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



Graf č. 12 Koeficienty stravitelnosti hrubého popela v %



Graf č. 13 Stravitelnost bezdušikátých látek výtažkových v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu



Graf č. 14 Koeficienty stravitelnosti bezdušikátých látek výtažkových v %

Sušina - Výživa koní se odvíjí od plemenné příslušnosti, zdravotního stavu, živé hmotnosti a věku koně. Potřeba sušiny jako hlavního dodavatele živin se s pracovní zátěží a hmotností koně zvyšuje (KREDATUS, 2011). ZEMAN a kol. (2005) uvádí potřebu sušiny okolo 2 kg na 100 kg živé hmotnosti. Podle MEYER a kol.(1991), lze potřebu sušiny odhadnout na 1,4 - 3,9 % živé hmotnosti. Průměrný příjem sušiny u koní v celé bilanci odpovídá 1,62 % z živé hmotnosti. V první periodě byl příjem sušiny 8,86 kg, v druhé periodě 8,88 kg a ve třetí periodě 8,86 kg. Maximální hodnota přijaté sušiny za celé bilanční období byla 9,30 kg. Nejnižší hodnota sušiny, kterou koně přijali, byla 8,53 kg. Průměrná stravitelnost sušiny byla vypočtena na 74,07 %±4,45.

PAGAN (1992-1997) uvádí stravitelnost sušiny 62 % se standardní odchylkou 4,20 %. Námi vypočtená hodnota stravitelnosti se liší o 7,87 % od standardní hodnoty. Zjištěná vyšší stravitelnost sušiny v našem pokusu je způsobena použitím velmi kvalitní diety pro koně.

Hrubý tuk – Průměrný příjem tuku u koní byl za celé bilanční období 114,74 g v denní krmné dávce. Maximální množství přijatého tuku bylo 151,21 g a minimum 89,07 g. V první periodě byl průměrný příjem tuku 114,67 g, v druhé periodě 114,93 g a ve třetí periodě 113,81 g. Stravitelnost tuku za celé bilanční období je 30,95 %±23,62.

PAGAN (1992-1997) uvádí stravitelnost tuku u koní 58,40 % se standardní odchylkou 19,20 %. Stravitelnost tuku byla v našem pokusu nízká. Od standardní hodnoty se stravitelnost v našem pokusu lišila o 8,25 %.

Při detailním pozorování jsme zjistili, že stravitelnost tuku se změnila ve 2. a 3. bilanční periodě. Údaj si nedovedeme vysvětlit a lze jen předpokládat, že mohlo dojít ke zhoršení stravitelnosti tuku vlivem zhoršení mikroflóry v krmivech, avšak pro tuto hypotézu nemáme dostatek věrohodných podkladů.

Hrubý protein – Průměrný příjem hrubého proteinu u sledovaných koní byl za celé bilanční období 1224,57 g v denní krmné dávce. Maximální množství přijatého hrubého proteinu bylo 1530,11 g, minimální hodnota byla 865,46 g. Stravitelnost byla 80,17 %±4,59. PAGAN (1992-1997) uvádí stravitelnost hrubého proteinu 71 % se standardní odchylkou 5,20 %. U námi sledovaných koní byla stravitelnost hrubého proteinu vyšší o 3,97 % od standardní hodnoty. V našem případě jsme pro koně použili jako doplňkovou směs poměrně kvalitní dietu s vyšším obsahem hrubého proteinu (pocházející ze sójového extrahovaného šrotu a sušené syrovátky) a tím pádem byla potřeba v krmné dávce převýšena.

Podobné problémy s překrmování koní hrubým proteinem pozorovali MEYER a COENEN (2003) a také například JULLIAND a MARTIN-ROSSET (2004). Předávkování hrubým proteinem se projeví především ve zkrácení dlouhověkosti koní.

Hrubá vláknina – Průměrný denní příjem hrubé vlákniny byl za celé bilanční období 2941,40g. Maximální hodnota přijaté hrubé vlákniny byla 3096,14 g, minimální hodnota byla 2701,32 g. Stravitelnost hrubé vlákniny byla 69,91 %±6,64. PAGAN (1992-1992) uvádí stravitelnost hrubé vlákniny 43,40 % se standardní odchylkou 14,50 %. Stravitelnost hrubé vlákniny byla v našem pokusu vyšší o 12,01 % od standardní hodnoty.

Stejně jako u většiny ostatních živin byla zjištěna lepší stravitelnost vlákniny, než pozoroval PAGAN (1992-1997) ve svých pokusech. Pagan všechna svoje pozorování opíral o kvalitní krmné dávky z trávy nebo sena, protože v Kentucky je celoročně lepší podnebí pro pěstování kvalitních trav. Živiny získané ze zelené píce jsou o něco hůře stravitelné, než živiny získané za jaderné krmné směsi.

Hrubý popel - Průměrně bylo přijato 525,13 g hrubého popela v denní krmné dávce. Maximální množství popela v krmné dávce byla 585,84 g. Minimální zjištěná hodnota byla 476,06 g. Ze zjištěných hodnot byla vypočtena stravitelnost na 66,31 %±14,89. PAGAN (1992-1997) uvádí stravitelnost hrubého popela 43,4 % se standardní odchylkou 12,7%. Od standardní stravitelnosti se námi vypočtená hodnota lišila o 10,21 %.

Také v tomto případě jsme pozorovali vysokou stravitelnost minerálních látek ve formě popela, protože na rozdíl od PAGANA (1992-1997) jsme v krmné dávce použili kvalitní zdroj minerálních krmných přísad a jejich komponentů.

Energie – Průměrný denní příjem energie za celé bilanční období byl 134,92 MJ. Maximální příjem energie byl 144,01 MJ, minimální příjem byl 127,35 MJ. Průměrná stravitelnost energie, byla 74,57 %±3,89. Podle MAREŠ a kol. (2013) by se denní příjem stravitelné energie u koní měl pohybovat okolo 12,5 MJ /100 kg živé hmotnosti. V našem případě je příjem stravitelné energie přibližně 100,61 MJ. Tato hodnota odpovídá potřebě energie na záchovu při hmotnosti koně 546,56 kg. V našem pokusu se množství přijaté energie pohybovalo v průměru okolo 18,41 MJ SEk /100 kg živé hmotnosti včetně potřeby na práci. ZEMAN a kol., (2005) uvádí jako příklad potřebu energie při lehké práci pro 500 kg koně 97,29 MJ/den. Tato hodnota je srovnatelná s námi vypočtenou hodnotou stravitelné energie.

Bezdušičaté látky výtažkové – Průměrný denní příjem bezdušičatých látek výtažkových za celé bilanční období byl 3088,39 g. Maximální příjem bezdušičatých látek výtažkových byl 3199,52 g, minimální příjem byl 2881,93 g. Průměrná stravitelnost byla 79,79 %±4,12. Stravitelnost BNLV je obvykle u koní vysoká (nad 75 %) a to co nebývá stráveno, obvykle zvyšuje množství pevné složky ve výkalech. Z toho důvodu pak se „koňský hnůj“ používá jako vynikající hnojivo, které při dodatečné fermentaci v půdě zvyšuje produkci tepla z tohoto hnojiva.

6 ZÁVĚR

V Žabčicích jsme provedli pokus na 9 koních, které jsme rozdělili do 3 skupin a faktorovou metodu (3x3) jsme zjišťovali stravitelnost krmné dávky (seno + směs) ve 3 periodách.

Zjistili jsme stravitelnost sušiny $74,07 \pm 4,45$. Tato stravitelnost je o něco vyšší, než standardní koeficienty stavitelnosti z důvodu velmi kvalitní krmné dávky.

Vzhledem k tomu, že naše dieta pro koně byla velmi kvalitní, stravitelnost hrubého proteinu byla vysoká. U hrubého proteinu (přes jeho zvýšený příjem) jsme našli stravitelnost $80,17 \pm 4,59$.

Zjistili jsme stravitelnost hrubého tuku $30,95 \pm 23,62$. Tento koeficient stravitelnosti byl v našem experimentu velmi nízký.

V pokusu jsme zjistili stravitelnost energie $74,57 \pm 3,89$. Tento koeficient stravitelnosti je odpovídající standardním hodnotám stravitelnosti.

Náš experiment prokázal poměrně vysokou stravitelnost bezdusíkatých látek výtažkových ve výši $79,79 \pm 4,12$.

Stravitelnost hrubého popela (popelovin) za všechna 3 bilanční období byla poměrně vysoká $66,31 \pm 14,89$ a pravděpodobnou příčinou takové stravitelnosti bylo zkrmování kvalitního minerálního premixu.

Předpokládali jsme stravitelnost vlákniny kolem 40 %, a proto námi zjištěný koeficient stravitelnosti vlákniny $69,91 \pm 6,64$ považujeme za poměrně vysoký. Nízké koeficienty stravitelnosti vlákniny se zjišťují obvykle při zkrmování sena z velmi starých porostů.

Závěrem můžeme konstatovat, že náš pokus naznačil, jak by se pohybovaly koeficienty stravitelnosti při krmení kvalitních diet s nadbytečným množstvím živin. Do budoucna bude zřejmě potřeba udělat i pokusy, ve kterých budou diety sestaveny jako velmi slabé (chudé), abychom mohli porovnat ovlivnění koeficientů stravitelnosti složením krmných dávek z velmi špatných (nebo nestravitelných) krmiv.

7 LITERATURA

1. BEČVÁŘOVÁ, I. 2012. Zdroje energie pro sportovního koně. VVS informační magazín 2012., [cit. 2015-03-10]. s. 24–25.
2. BENDER, I. Praxishandbuch Pferdefütterung. Stuttgart: Kosmos, 2000. 351 s. ISBN 3-440-06904-4.
3. BENTZ, B. G. The Horse: Anatomy of the Equine Intestinal Tract. 2014. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/33170/anatomy-of-the-equine-intestinal-tract>
4. BENTZ, B. G. The Horse: Digestion in the Horse. In: [online]. 2014. vyd. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/33228/digestion-in-the-horse>
5. BRIGGS, K. The Horse: Minerals 101. [online]. 2014 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/34800/minerals-101>
6. BRIGGS, K. TheHorse: The Importance of Minerals in Horses' Diets. [online]. 2014 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/34799/the-importance-of-minerals-in-horses-diets>
7. BUDRAS, K, SACK, W O., WÜNSCHE, A. Anatomy of the horse : an illustrated text. 4. vyd. Hannover: Schlütersche, 2003. 135 p. ISBN 3-89993-003-7
8. DOLEŽAL, P. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Olomouc: Petr Baštan, 2012, 307 s. ISBN 978-80-87091-33-3.

9. DRAŽAN, J. Equichannel: Co potřebuje kůň v krmné dávce. [online]. 2000 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z:<http://www.equichannel.cz/co-potrebuje-kun-v-krmne-davce>
10. DRYDEN, G. McL. Animal nutrition science. Cambridge, MA,; CABI Pub., 2008, 302 p. ISBN 978-184-5934-125.
11. DUNNETT, C. Dietary lipid form and function. In: Advances in Equine Nutrition III. Pagan, J. D. (Ed.). 2005
12. DVOŘÁČKOVÁ, J., DOLEŽAL P., HLADKÝ J. a VYSKOČIL I. Hodnocení výživné hodnoty krmiv. [online]. 2011 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/cvicebnice/stravitelnost.php
13. FRANDSON, R., WILKE, W. a FAILS, A. D. Anatomy and physiology of farm animals. 7th ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2009, 512 p., ISBN 08-138-1394-8.
14. FRAPE, D. Equine Nutrition and feeding. 4. vyd. Chichester: Blackwell Publishing, 2010. ISBN 9781405195461
15. FREEMAN, W. F. Feeding Management of the Equine. [online]. 2009, [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://osufacts.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2051/ANSI-3973web.pdf>

16. FREEMAN, W. F. Nutrients needs of horses. [online]. 2010, [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://osufacts.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2066/ANSI-3970web.pdf>
17. GARNSWORTHY, P C., WISEMAN, J. Recent developments in non-ruminant nutrition. Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2006. 479 s. ISBN 1-904761-34-8.
18. GEOR, R. J., HARRIS A. P. a COENEN M. Equine applied and clinical nutrition: health, welfare and performance. Edinburgh: Saunders Elsevier, 2013, 679 s. ISBN 978-0-7020-3422-0.
19. HIGGINS, G., MARTIN S. a KERUMOVÁ L. Pohyb a výkon koně: anatomie. Vyd. 1. V Praze: Metafora, 2013, 151 s. ISBN 978-80-7359-360-5.
20. HLÚBIK, P. a OPLTOVÁ L. Vitaminy. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 232 s. ISBN 80-247-0373-4
21. HRUBÝ, J. Výživa sportovních koní [online]. 2011 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/vyziva-sportovnich-koni>
22. JANČÍKOVÁ, Petra. Výživa koní. [online]. 2013 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=83
23. JULLIAND, V a MARTIN-ROSSET W. Nutrition of the performance horse: which system in Europe for evaluating the nutritional requirements : [proceedings of the 1st biannual European Workshop on Equine Nutrition.

Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004, 158 p. ISBN 907699837x.

24. KOZÁKOVÁ, J. Využití stanovení zdánlivé stravitelnosti pro zjišťování využití živin obsažených v krmné dávce skotu a prasat. [online]. 2002 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vyuziti-stanoveni-zdanlive-stravitelnosti-pro-zjistovani-vyuziti-zivin-obsazenych-v-krmne-davce-skotu-a-prasat/>
25. KREDATOS, Š. Základy výživy koní. [online]. 2011 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://sigitrade.webnode.sk/news/zaklady-vyzivy-koni/>
26. MAREŠ, P., ŠIŠKOVÁ P., ZEMAN L. a VEČEREK M. Moderní trendy krmení koní. 2013. Dostupné z: <http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/komercni-a-odborne-clanky/category/14-chov-koni>
27. MARVAN, F. Morfologie hospodářských zvířat. Vyd. 3. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakl. Brázda, 2003, 303 s., ISBN 80-213-1172-X.
28. MECHOVÁ, M. Equichannel: Nakrm si svého koně 1: Trávení koní a základní živiny. [online]. 2013 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/co-potrebuje-kun-v-krmne-davce>
29. MECHOVÁ, M. Equichannel: Nakrm si svého koně 2: Mýty a fakta o krmivech (pokračování). [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/nakrm-si-sveho-kone-2-myty-a-fakta-o-krmivech-pokracovani>
30. MEYER, H. a COENEN, M. *Krmení koní: současné trendy ve výživě*. Vyd. 1. Praha: Ikar, 2003, 254 s. ISBN 80-249-0264-8

31. MEYER, H., KEINZLE, E., ZMIJA, G. 1991. Feeding in racing stables. *Pferdeheilkunde*. 7: 365–370
32. MEYER, H. *Pferdefütterung*. 3., Aktualisierte Aufl. Berlin: Blackwell Wissenschaft, 1996. ISBN 38-263-3091-9.
33. NEHASILOVÁ, D. Stopové prvky ve výživě hospodářských zvířat. 2005, s. 53.
Dostupné
z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=42163&ids=3816>
34. NRC (National Research Council). 2007. *Nutrient Requirements of Horses*. 6. Washington, D. C.: The National Academies Press, 341 s. ISBN 0-309-10212-X.
35. OKE, S. *The Horse: Vitamins and Minerals*. 2010, [cit. 2015-03-10].
Dostupné z: <http://www.thehorse.com/pdf/factsheets/vitamins-minerals/vitamins-minerals.pdf>
36. PAGAN, J. D. *Kentucky equine research*. [online]. [cit. 2014-03-05].
Dostupné z: <http://www.ker.com/library/advances/108.pdf>
37. PAGAN, J. D., NASH D. *Managing growth to produce a sound athletic horse*. Kentucky Equine Research, 2006
38. PAVLÍK, A., SLÁMA, P. *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 142 s. ISBN 978-80-7375-479-2.
39. PRATT-PHILLIPS, S. *The Equine Digestive System*. *The Horse* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/32922/the-equine-digestive-system>

40. PRATT-PHILLIPS, S. The Horse: The Energy Content of Horse Feeds. [online]. 2013 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.thehorse.com/articles/32853/the-energy-content-of-horse-feeds>
41. REECE, W. O., CIBULKA, J. a kol. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. 2. vyd. Praha: Grada, 2011. 473 s. ISBN 978-80-247-3282-4.
42. RÖCKEN, M. Using green fodder silage for feeding horses [online]. Veterinary clinic Starnberg, 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.dow.com/silage/tools/experts/green.htm>
43. SNEDECOR, G. W. – COCHRAN, W. G. Statistical methods, Iowa State University Press, 1971 (printed 1980), 593 pp. ISBN 0-8138-1560-6
44. SCHEFFÉ, H. *The Analysis of Variance*. Wiley, New York. 1959 (reprinted 1999), 354 pp. ISBN 0-471-34505-9
45. ŠTĚPÁNKOVÁ, B. Equichannel: Krmení koní v zimě III. [online]. 2011 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/krmeni-koni-v-zime-iii>
46. ŠVEHLOVÁ, D. Ifauna: Jak funguje kůň. [online]. 2010 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/archiv/rocnik/20/cislo/6/clanek/5253/jak-funguje-kun-cast-35-jak-kone-zpracovavaji-potravu/?r=kone>
47. ŠVEHLOVÁ, D. Jak funguje kůň Část 36.: Trávení a vstřebávání [online]. 2010 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://www.ifauna.cz/clanek/kone/jak-funguje-kun-cast-36-traveni-a-vstrebavani/5274/>

48. TYLUTKI, T. P. Journal of Equine Veterinary Science: Fancy: An Equine Nutrition and Management Model. [online]. 2011, 211–218 [cit. 2015-03-10].
Dostupné
z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080611001274>
49. ZEMAN, L., DOLEŽAL, P., KOPŘIVA, A., MRKVICOVÁ, E., PROCHÁZKOVÁ, J., RYANT, P., SKLÁDANKA, J., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P., VESELÝ, P., ZELENKA, J. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 1. vyd. Praha: Profi Press, c2006, 360 s. ISBN 80-86726-17-7
50. ZEMAN, L., MENDLÍK, J. a HODBOŇ, P. *Výživa a technika krmení koní*: Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 57 s. Studijní informace. ISBN 80-861-5326-6.
51. ZEMAN, L., ŠAJDLER, P., HOMOLKA, P., KUDRNA, V. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně*. 3. vyd. Brno: MZLU, 2005, 33, [84] s. ISBN 80-7157-855-X.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulky

Tabulka č. 1 Průměrná koncentrace živin v sušině krmné dávky PAGAN (1992-1997)

Tabulka č. 2 Standardní (průměrný) příjem živin PAGAN (1992-1997)

Tabulka č. 3 Průměrná stravitelnost živin podle PAGAN (1992-1997)

Tabulka č. 4 Hmotnost a stáří koní

Tabulka č. 5 Složení v 1 kg krmné směsi

Tabulka č. 6 Množství živin v 1 kg jaderné krmné směsi

Tabulka č. 7 Minerální látky v 1 kg jaderné krmné směsi

Tabulka č. 8 Živinové složení v 1 kg sena

Tabulka č. 9 Minerální látky v 1 kg sena

Tabulka č. 10 Živiny analyzované v 1 kg výkalů průměr

Tabulka č. 11 Minerální látky analyzované v 1 kg výkalů průměr

Tabulka č. 12 Průměr za všechny bilance

Obrázky

Obrázek č. 1 Trávicí trakt koně JANČÍKOVÁ (2013)

Grafy

Graf č. 1 Stravitelnost sušiny v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 2 Koeficienty stravitelnosti sušiny v %

Graf č. 3 Stravitelnost hrubé vlákniny v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 4 Koeficienty stravitelnosti hrubé vlákniny v %

Graf č. 5 Stravitelnost hrubého tuku v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 6 Koeficienty stravitelnosti hrubého tuku v %

Graf č. 7 Stravitelnost hrubého proteinu v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 8 Koeficienty stravitelnosti hrubého proteinu v %

Graf č. 9 Stravitelnost energie v MJ za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 10 Koeficienty stravitelnosti energie v %

Graf č. 11 Stravitelnost hrubého popela v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 12 Koeficienty stravitelnosti hrubého popela v %

Graf č. 13 Stravitelnost bezdusíkatých látek výtahových v gramech za 1., 2. a 3. periodu pokusu

Graf č. 14 Koeficienty stravitelnosti bezdusíkatých látek výtahových v %