

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Výživa koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny**

**Bakalářská práce**

**Helena Šlapanská**

**Chovatelství**

**doc. Ing. Boris Hučko, CSc.**

**© 2022 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa vytrvalostních koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22.4.2022

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Borisi Hučkovi, CSc., za čas věnovaný mé bakalářské práci, bezproblémovou a rychlou komunikaci a cenné rady. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za jejich podporu a trpělivost.

# Výživa koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny

## Souhrn

Tato práce byla zpracována formou literární rešerše podložené dostupnými literárními a odbornými zdroji. Byla zaměřena na výživu vytrvalostních koní.

První část byla věnována trávicímu traktu koně. Znalost gastrointestinálního traktu je důležitá k pochopení trávení a zpracování jednotlivých živin.

V návaznosti byly popsány jednotlivé živiny, jejich funkce v organismu, důsledky jejich nadbytku či nedostatku a hodnoty potřebné v krmné dávce sportovních koní. Pro vytrvalostní koně je nejdůležitější živinou energie, neboť vykonávají náročnou, dlouhotrvající práci.

Část následující byla věnována krmivům nejběžněji využívaným ve výživě koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny. Tato krmiva můžeme rozdělit na objemová, jadrná a krmné směsi. Objemová krmiva tvoří až 80 % krmné dávky vytrvalostních koní, což je téměř trojnásobné množství oproti například koním dostihovým. To je způsobeno tím, že převážná část těchto koní je ustájena pastevně. Jadrná krmiva slouží převážně k doplnění chybějících živin a energie. Do jadrných krmiv je u vytrvalostních koní často přidáván rostlinný olej jako zdroj energie. Oleje mohou poskytnout přímou výkonnostní výhodu, neboť mohou ovlivnit enzymatickou aktivitu, zvýšit příjem a oxidaci volných mastných kyselin a snížit spotřebu glukózy krve, což může vést k úspoře svalového glykogenu a tím prodloužení či zlepšení výkonu. V případě přidavku olejů do krmiva je nutné doplnit krmnou dávku o vitamin E, protože zvýšená oxidace tuků zvyšuje produkci volných radikálů. Vitamin E spolu se selenem a vitaminem C patří do skupiny antioxidantů.

Další kapitola byla věnována body condition score (BCS). Jedná se o hodnocení tělesné kondice koně a stupně krytí tuku. U vytrvalostních koní by mělo být BCS cíleno na hodnotu 4-4,5. Koně s nižším BCS mohou být v závodě znevýhodněni z důvodu nižších energetických zásob. Avšak ani BCS vyšší než 6 není vhodné, jelikož zvýšená hmotnost a ztížený odvod tepla může vést k problémům.

Dále byly popsány odlišnosti a nové poznatky ve výživě vytrvalostních koní. Výraznou odlišností oproti ostatním disciplínám je podávání krmiva během povinných přestávek závodu. Cílem je doplnit energii a tekutiny ztracené během zátěže. Koním je nabídnuta píče, voda a doplňkové krmivo. Skladba doplňkového krmiva závisí na individuálních návycích koně. Je však vhodné jej doplnit o elektrolyty, například ve formě elektrolytových kaší, past či sypké směsi, které jsou během náročné práce vyloučeny potem.

Vhodnou skladbou krmné dávky lze pozitivně ovlivnit výkonnost vytrvalostních koní a předejít jejich eliminaci ze závodu z důvodu metabolických potíží.

**Klíčová slova:** kůň, výživa, vytrvalostní disciplíny, vytrvalost, energie

# Nutrition of horses focused on endurance disciplines

## Summary

This thesis was prepared in the form of a literature search supported by available literary and professional sources. It focused on the nutrition of endurance horses.

The first part was devoted to the digestive tract of the horse. Knowledge of the gastrointestinal tract is important to understand the digestion and processing of individual nutrients.

This was followed by a description of each nutrient, its function in the body, the consequences of excess or deficiency and the values needed in the ration of sport horses. Energy is the most important nutrient for endurance horses as they perform demanding, prolonged work.

The following section is devoted to the feeds most commonly used in the nutrition of endurance horses. These feeds can be divided into roughage, staple feeds and compound feeds. The roughage make up to 80 % of the ration of endurance horses, which is almost three times the amount compared to, for example, racehorses. This is also because the majority of these horses have 24 h pasture turnout. Staple feed is mainly used to supplement missing nutrients and energy. In endurance horses, vegetable oil is often added to staple feeds as a source of energy. Oils can provide a direct performance advantage as they can affect enzymatic activity, increase uptake and oxidation of free fatty acids, and reduce blood glucose consumption, which can lead to muscle glycogen sparing, thereby prolonging or improving performance. If oils are added to the feed, vitamin E should be added to the ration as increased fat oxidation increases free radical production. Vitamin E, together with selenium and vitamin C, belongs to the group of antioxidants.

The next chapter was devoted to the body condition score (BCS). This is an assessment of the horse's body condition and degree of fat cover. For endurance horses, the BCS should be targeted at 4-4.5. Horses with a lower BCS may be disadvantaged in competition due to lower energy reserves. However, a BCS higher than 6 is not advisable either, as increased weight and difficulty in heat dissipation can lead to problems.

Differences and new findings in the nutrition of endurance horses were also described. A significant difference from other disciplines is the feeding during the mandatory race breaks. The aim is to replenish energy and fluids lost during exercise. The horses are offered forage, water and supplementary feed. The composition of the supplementary feed depends on the individual horse's habits. However, it is advisable to supplement it with electrolytes, for example in the form of electrolyte slurries, pastes or powdered mixtures, which are eliminated by sweat during hard work.

A suitable ration composition can positively influence the performance of endurance horses and prevent their elimination from the race due to metabolic problems

**Keywords:** horse; nutrition; endurance disciplines; endurance; energy

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Trávicí soustava.....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Dutina ústní ( <i>cavum oris</i> ) .....	10
3.1.2 Hltan ( <i>pharynx</i> ).....	10
3.1.3 Jícen ( <i>esophagus</i> ).....	11
3.1.4 Žaludek ( <i>ventriculus, gaster</i> ).....	11
3.1.5 Tenké střevo ( <i>intestinum tenue</i> ).....	12
3.1.6 Tlusté střevo ( <i>intestinum crassum</i> ) .....	12
3.1.7 Slinivka břišní ( <i>pancreas</i> ).....	13
3.1.8 Játra ( <i>hepar</i> ).....	13
<b>3.2 Živiny ve výživě vytrvalostních koní .....</b>	<b>13</b>
3.2.1 Voda.....	14
3.2.2 Sacharidy .....	15
3.2.3 Lipidy.....	16
3.2.4 Dusíkaté látky .....	16
3.2.5 Energie.....	17
3.2.6 Minerální látky.....	18
3.2.6.1 Makroprvky .....	19
3.2.6.2 Mikroprvky.....	20
3.2.7 Vitamíny .....	22
3.2.7.1 Lipofilní vitamíny.....	23
3.2.7.2 Hydrofilní vitamíny.....	24
<b>3.3 Krmiva používaná ve výživě vytrvalostních koní .....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Objemná krmiva .....	26
3.3.1.1 Zelená píče .....	27
3.3.1.2 Seno.....	27
3.3.1.3 Okopaniny .....	27
3.3.2 Jadrná krmiva.....	28
3.3.2.1 Obiloviny.....	28
3.3.2.2 Olejniny.....	29
3.3.3 Průmyslová krmiva.....	29
3.3.4 Oleje (tuky).....	29

3.3.5	Krmné směsi .....	30
3.3.6	Doplňky stravy.....	30
<b>3.4</b>	<b>Jezdecké disciplíny .....</b>	<b>31</b>
3.4.1	Česká jezdecká federace (ČJF).....	31
3.4.2	Parkur.....	31
3.4.3	Drezura.....	31
3.4.4	Všestrannost.....	32
3.4.5	Spřežení .....	32
3.4.6	Voltiž .....	32
3.4.7	Reining.....	32
3.4.8	Vytrvalost (Endurance).....	33
<b>3.5</b>	<b>Body condition score .....</b>	<b>34</b>
<b>3.6</b>	<b>Výživa vytrvalostních koní .....</b>	<b>36</b>
3.6.1	Energie .....	36
3.6.2	Píce.....	37
3.6.3	Jadrná krmiva.....	38
3.6.4	Oleje.....	38
3.6.5	Proteiny .....	39
3.6.6	Antioxidanty .....	39
3.6.7	Voda a elektrolyty.....	40
3.6.8	Doporučení před závodem .....	41
3.6.9	Doporučení během závodu .....	41
3.6.10	Doporučení po závodě .....	42
<b>4</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>44</b>

# 1 Úvod

Vytrvalostní sport je náročnou a specifickou disciplínou, neboť koně musí urazit vzdálenosti dlouhé až 160 km za den. Jezdec musí perfektně znát svého koně, jeho tempo a správně využít jeho vlastnosti a schopnosti v terénu. Obvykle se vytrvalost jezdí v nižším rychlostech, ovšem v posledních letech se na mezinárodní úrovni objevuje trend velmi vysokých závodních rychlostí.

Vytrvalostní sport je náročný nejen z hlediska tréninku, vytrvalosti, výživy, souznění jezdce s koněm, ale i z hlediska metabolického. Proto musí koně během závodu absolvovat přísné veterinární kontroly, kde je posuzována kondice koně. Kontroluje se celkový zdravotní stav, metabolická stabilita, plynulost chodů, tepová frekvence a hydratace. Nejčastěji využívaný plemenem jsou arabští plnokrevníci a jejich kříženci, kteří jsou dobře přizpůsobeni vytrvalostní práci.

Vhodná výživa může pozitivně ovlivnit výkon, pomoci předejít metabolickým potížím a eliminaci koně ze soutěže.

V dnešní době existuje velké množství krmiv, krmných směsí, vitaminových a minerálních doplňků. Obor výživy se neustále vyvíjí a objevují se stále nové poznatky. Často se ale, v tomto množství informací, zapomíná na základní principy výživy a dochází k nadměrnému nebo nevhodnému použití jednotlivých druhů krmiv.

Zásadním pravidlem pro všechna krmiva i doplňky je nutnost dbát na vysokou kvalitu a zdravotní nezávadnost. Krmiva nesmí být plesnivá, zaprášená ani obsahovat nevhodné příměsi. Důležitá je také správná technika skladování. Nevhodné skladování může negativně ovlivnit kvalitu krmiva, neboť může docházet k degradaci živin a zvyšuje se riziko kontaminace patogeny.

Vhodná výživa ovlivňuje nejen sportovní výkon, ale i růst, vývin, činnost orgánových soustav, kondici a celkový zdravotní stav koně.

Při sestavování krmné dávky musíme zohlednit zdravotní stav zvířete, pracovní zátěž a klimatické podmínky. Dále je potřeba zvolit správný čas a způsob krmení.

Základem správné výživy je znalost gastrointestinálního traktu koně, potřeby a funkce jednotlivých živin a jejich obsah v jednotlivých typech krmiva.



## **2 Cíl práce**

Sportovních koní u nás přibývá a pokroky zaznamenává i výživa těchto atletů. Cílem práce je popsat odlišnosti výživy koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Trávicí soustava

K životu je zapotřebí, aby zvířata získávala nezbytné živiny z potravy. Trávicí soustava umožňuje příjem, zpracování potravy a vylučování nestrávených zbytků z těla. Potrava je rozložena a přeměněna na energii mechanickým, chemickým enzymatickým a mikrobiálním trávením. Energie pak slouží k pohybu, formuje nové tkáně a opravuje poškozené, a poskytuje tělu teplo (Higgins & Martin 2013).

Trávicí soustava je dutá trubicovitá struktura rozprostírající se od dutiny ústní až po konečník (Reece 2011). Základní části trávicí soustavy tvoří ústní dutina, hltan, jícen, žaludek a střevo. Dále k ní patří slinné žlázy, slinivka břišní a játra.

#### 3.1.1 Dutina ústní (*cavum oris*)

Dutina ústní je nejkranialnější část trávicí soustavy (Reece 2011).

Silné a citlivé pysky probírají a uchopují potravu, která je pak uškubnuta řezáky a posunuta dál do ústní dutiny (Higgins & Martin 2013).

Jazyk je svalový orgán pokrytý sliznicí a používaný pro posun potravy v dutině ústní (Reece 2011). Obsahuje svalová vlákna orientovaná třemi směry, což zajišťuje velkou pohyblivost jazyku. Jazyk nejen potravu posunuje na žvýkací plošky třenových zubů a stoliček, ale slouží také jako píst, kterým je sousto zatlačováno přes hltan do jícnu (Reece 2011).

V ústní dutině dochází k promísení přijaté potravy se slinami. Sliny potravu změkčují, zvlhčují, lubrikují a připravují ji na její další cestu trávicím traktem (Higgins & Martin 2013). Na rozdíl od lidí koňské sliny neobsahují enzymy. Za to se v nich nachází hydrogenuhličitan, který napomáhá vyrovnávat kyselost žaludku. Denní produkce slin je přímo úměrná počtu žvýkacích pohybů a je přibližně 10-12 l.

Pomocí zubů se mechanicky rozmělnuje potrava drcením na zubních ploškách (Reece 2011). Aby mohl kůň bez problému přijímat krmivo, je zapotřebí zdravý a úplný chrup. V chrupu koně jsou mohutně vyvinuté řezáky i stoličky, které mají charakter hypselodontních zubů (Marvan 2017), což znamená že z původně dlouhého zuby je vidět pouze část korunky. Zbytek zuby je hluboko pod dásní. Zub je potravou obrušován asi o 2-3 mm za rok. V dnešní době rychlost obrušování záleží na typu potravy. Pokud kůň přijímá převážně měkké krmivo a tráví méně času pastvou, může docházet k nepravidelnému nebo nedostatečnému obrušování. Kvůli tomu mohou vznikat háky, rampy, vředy, poraněné tváře, bolestivé dásně, a dokonce i špatné postavení čelisti (Higgins & Martin 2013). Výskyt těchto problémů může být pro koně velice bolestivý, ovlivnit jeho ochotu k práci a může způsobovat potíže s příjmem potravy. Z toho důvodu je potřeba, aby byl koňský chrup kontrolován alespoň jednou ročně veterinářem nebo koňským zubařem.

#### 3.1.2 Hltan (*pharynx*)

Hltan je trubice, která tvoří spoj mezi dutinou ústní, jícnem, dutinou nosní a hrtanem. Je umístěn za dutinou ústní a vede z něj celkem 7 otvorů (do dutiny ústní, dva do nosních dutin, dva do Eustachových trubic, hrtanu a jícnu).

Potravě je během průchodu hltanem zabráněno vstupu do hrtanu a nosních dutin reflexně a mechanicky v důsledku dějů při polykání (Reece 2011).

### 3.1.3 Jícen (*esophagus*)

Jícen je svalová trubice spojující hltan a žaludek (Reece 2011). Prochází jícnovým otvorem v bránici a v břišní dutině ústí do žaludku. Na hltanovém konci je uzavřen jícnovým kruhovým svěračem a zůstává rovněž uzavřen při vstupu do žaludku podkovovitým svěračem (Reece 2011).

Sousto je jícnem posouváno svalovými kontrakcemi, tzv. peristaltickými pohyby. Dutina jícnu je v klidu uzavřená a sliznice vytváří uvnitř jícnu řasy. Ty se během průchodu sousta jícnem vyrovnají (Reece 2011).

Svalovina jícnu je tvořena příčně pruhovanou svalovinou uspořádanou kruhově i podélně. Tento typ svaloviny je v posledním úseku jícnu nahrazen svalovinou hladkou.

### 3.1.4 Žaludek (*ventriculus, gaster*)

Žaludek je rozšířenou částí trávicí trubice tvořící vakovitý orgán. Je uložen v břišní dutině mezi jícnem a střevem. Slouží ke shromažďování a přechodnému zadržování potravy a zároveň v něm začíná trávení (Reece 2011). U koně hovoříme o žaludku jednodukomorovém složitým, tzn. žaludek se skládá pouze z jednoho oddílu, který je vystlán dvěma typy sliznice – žláznatou a bezžláznatou kutánní sliznicí.

Žaludek můžeme rozdělit na tři hlavní části. Místo, kde vstupuje jícen do žaludku, nazýváme česlo (*cardia*). Za ním se nachází střední část žaludku, kterou tvoří dno žaludku (*fundus*) a tělo žaludku. Poslední částí je vrátníková předsíň (*antrum pylori*). Na tu navazuje vlastní vrátník (*pylorus*), který uzavírá ústí do dvanáctníku.

Vnitřní stěna žaludku je pokryta sliznicí. Žaludek koně je v první třetině vystlán bezžláznatou kutánní sliznicí, ta je oddělena výrazným zřaseným okrajem sliznice od zbylých dvou třetin pokrytých sliznicí žláznatou. V té můžeme najít různé typy žaludečních žláz. Můžeme je dělit dle stavby, uložení a sekretu na tři skupiny – kardiální žlázy, vlastní žaludeční žlázy, pylorické žlázy (Marvan 2017). Kardiální žlázy vylučují sekret bohatý na hlen. Vlastní žaludeční žlázy jsou složeny z buněk hlavních, krycích a vedlejších. Hlavní buňky produkují enzym pepsinogen. Krycí buňky vylučují kyselinu chlorovodíkovou (kyselina solná, HCl) nebo její stavební součásti (Reece 2011). Vedlejší buňky tvoří hlen. Pylorické žlázy, které se nachází ve vrátníkové části žaludku secernují hlen a hormon gastrin.

Žaludek koně je poměrně malý. Tvoří přibližně 8-10 % trávicího systému a jeho obsah je asi 9-15 litrů. Je přizpůsoben pro příjem potravy v malých dávkách v průběhu celého dne. Tomu odpovídá i fakt, že se postupně přijímaná potrava v žaludku neposouvá, ale vrství a její část odchází do tenkého střeva už během krmení. Potrava proto v žaludku zůstává velice krátkou dobu (přibližně 2 hodiny).

Tvorba žaludeční šťávy u koní není spouštěna příjmem potravy, ale probíhá neustále i když je žaludek prázdný. Denně se proto může vyloučit až 30 litrů žaludečních šťáv. Zvláštností u koně je neutrální až zásadité pH žaludeční šťávy, což je způsobeno nízkým obsahem kyseliny chlorovodíkové. Díky tomu jsou v pylorické části žaludku ideální podmínky pro trávení sacharidů pomocí mikroorganismů.

Bílkoviny jsou z největší části tráveny na dně žaludku, kde je žaludečními žlázami vylučován pepsinogen a kyselina chlorovodíková. Takto natrávená a částečně zpracovaná polotekutá hmota vstupuje do tenkého střeva a nazýváme ji zažitina neboli chymus.

### 3.1.5 Tenké střevo (*intestinum tenue*)

Tenké střevo je nejdůležitější úsek trávicí soustavy pro trávení a vstřebávání. Jeho celková délka u koně je 15-30 metrů. Morfologicky a funkčně ho můžeme rozdělit na dvanáctník, lačník a kyčelník (Marvan 2017).

Dvanáctník (*duodenum*) je první částí tenkého střeva. Jeho délka dosahuje přibližně 1 m. Do dvanáctníku ústí vývody pankreatu. Pankreatická šťáva se významně podílí na trávení. Dále zde vyúsťují žlučové vývody, které do dvanáctníku přivádí žluč vytvořenou v játrech. Obě tyto šťávy spolu se šťávou střevní jsou rozhodujícím faktorem při chemických přeměnách a při využití živin z tenkého střeva.

Lačník (*jejunum*) je nejdělsí a z hlediska trávení a vstřebávání také nejdůležitější úsek střeva (Marvan 2017). U koně je dlouhý přibližně 17-28 metrů a tvoří dlouhé kličky. Glukóza, aminokyseliny, mastné kyseliny, glycerol, vitaminy a minerály se z lačníku vstřebávají do krevního oběhu, kde je využijí buňky nebo odkud je zachytávají a ukládají játra (Higgins 2013).

Kyčelník (*ileum*) je nejkratším úsekem tenkého střeva. Od lačníku se odlišuje tím, že netvoří kličky. Na jeho konci se nachází kyčelníkový svěrač, který uzavírá vyústění do slepého střeva. Jeho hlavní funkcí je vstřebávat živiny a ovládat průchod částečně natrávené potravy do slepého střeva (Higgins & Martin 2013).

Vnitřní stěna střeva vytváří klky, což jsou malé výběžky, ve kterých nalezneme síť lymfatických cév a krevních kapilár. Úkolem střevních klků je zvětšit povrch střeva a tím zlepšit vstřebávání přijatých živin.

### 3.1.6 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

V tlustém střevě dochází jak k chemickému trávení živin, tak ke trávení biologickému. Jeho délka je přibližně 8-9 metrů a jeho objem dosahuje 130-150 l. Můžeme jej rozdělit na tři morfologicky i funkčně odlišné části a to: slepé střevo, tračník a konečník.

Slepé střevo (*caecum*) je první částí tlustého střeva s charakteristickým slepým zakončením (Marvan 2017). Leží na pravé straně břišní dutiny. U koně má slepé střevo objem až 50 litrů a tvoří velký rezervoár potravy. Pomocí mikroorganismů zde dochází k rozkladu nestrávené celulózy a vláknitých zbytků potravy na látky, které je slepé střevo schopné vstřebat. Druhové složení mikroorganismů se odlišuje dle konkrétního diety koně. Z toho důvodu je potřeba změny v dietě dělat postupně. Fermentovaná potrava ze slepého střeva postupuje do tračníku.

Tračník (*colon*) můžeme rozdělit dle průběhu na vzestupný (u koně označován také jako velký), příčný a sestupný. Velký tračník je dlouhý 3-4 metry a jeho šířka bývá mezi 10-35 cm. Příčný a sestupný tračník jsou úzké úseky tlustého střeva, které dosahují délky 3 m (Marvan 2017).

Stěny slepého střeva a tračníku v sobě mají výdutě (haustra), ty jsou vytvořeny přítomností kruhové a podélné vrstvy hladké svaloviny. Tyto výdutě pojmu značný objem střevního obsahu, zadržují tráveninu v tlustém střevě delší dobu a tím napomáhají k intenzivnějšímu bakteriálnímu trávení.

Konečník (*rectum*) je koncovým úsekem sestupného tračníku, procházejí pánví. Slouží k hromadění nestrávených zbytků potravy a k formování výkalů. Jedná se o část poměrně roztažitelnou. Postupně se rozšiřuje v konečnickovou výduť (*ampulla recti*), která se kaudálně zužuje v řitní kanál (*canalis analis*) (Marvan 2017). Řitní kanál je uzavřen řitním otvorem (*anus*), který je tvořen dvěma svěrači.

### 3.1.7 Slinivka břišní (*pancreas*)

Slinivka břišní neboli pankreas je žláza, protáhlého tvaru, kterou tvoří několik laloků. Radíme ji mezi velké žlázy trávicího traktu. Můžeme ji rozdělit na tři části: tělo slinivky, které leží na dvanáctníku, levý a pravý lalok. Slinivkou prochází vrátnicová žíla.

Žláznatý parenchym slinivky dělíme dle stavby a funkce na endokrinní část a exokrinní. Funkcí endokrinní části je tvorba hormonů, jež se odehrává v Langerhansových ostrůvcích, které se skládají ze dvou typů buněk. Alfa buňky produkují hormon glukagon, zatímco beta buňky tvoří hormon inzulin. Část exokrinní je zodpovědná za tvorbu pankreatické šťávy. Základními stavebními a funkčními jednotkami této části jsou sekreční aciny. Jedná se o váčky vystlané vrstvou sekrečních buněk. Ze slinivky je pankreatická šťáva odváděna dvěma vývody do dvanáctníku. Jedná se o vývod slinivkový a vývod přídatný slinivkový.

Pankreatická šťáva obsahuje všechny enzymy potřebné pro štěpení bílkovin, lipidů a sacharidů. Dále díky obsahu hydrogenuhličitanu neutralizuje kyselinu chlorovodíkovou v žaludečním obsahu po vstupu do dvanáctníku, stejně jako kyseliny vznikajících při fermentaci obsahu v tlustém střevě.

### 3.1.8 Játra (*hepar*)

Játra jsou největší žlázou těla. Krev, která cirkuluje v jaterních sinusoidách pochází ze dvou zdrojů. Okysličená krev pro výživu jaterních buněk je dodávána jaterní tepnou, zatímco vrátnicovou (portální) žílou do jater přichází krev z žaludku, střev, sleziny a slinivky břišní.

Játra zastávají mnoho funkcí. Podílí se na metabolismu bílkovin, sacharidů, lipidů, železa a vitamínů. Ukládá se zde glykogen, železo, některé vitamíny a minerály. Tvoří se zde vitamíny (A a D), žluč a dochází k produkci tepla. Důležitá je také jejich detoxikační funkce. Nachází se zde velká část makrofágového obranného systému, který tvoří Kupfferovy buňky. Tyto buňky mají vysokou fagocytární aktivitu a odstraňují cizorodé materiály z krve.

## 3.2 Živiny ve výživě vytrvalostních koní

Živiny jsou chemicky definované sloučeniny potřebné k výživě organismu, které zvíře získává z vnějšího prostředí. Tyto látky jsou zapotřebí k zajištění základních životních procesů, mezi které řadíme trávení, pohyb, udržení tělesné teploty, růst a rozmnožování. Pro tyto procesy organismus využívá část přijatých živin, která neodešla ve výkalech z těla (Zeman 2006).

Živiny mají v organismu tři základní funkce. Funkci stavební, kterou plní především bílkoviny tvořící základ živé hmoty zvířete. Funkci energetickou zastupují především sacharidy a tuky, které dodávají energii využívanou k udržení tělesné teploty a pro průběh všech fyziologických dějů. A funkci biokatalytickou, tyto živiny se podílejí na řízení všech metabolických dějů. Můžeme sem zařadit vitamíny, minerální látky, a především stopové prvky. Funkce živin se z velké části prolínají.

Živiny můžeme rozdělit na látky energetické, neenergetické a látky účinné. Mezi látky energetické zařazujeme bílkoviny a tuky. Jedná se o látky, které organismu poskytují energii. Látkami neenergetickými jsou voda a minerální látky, které jsou důležité při výstavbě těla. Poslední skupinou jsou látky účinné, které řídí látkovou přeměnu a pomáhají udržovat dobrý zdravotní stav.

Dle chemického složení dělíme živiny na anorganické (voda, minerální látky) a organické (dusíkaté látky, lipidy, sacharidy a vitamíny) (Blažková et. al. [b.r.]).

### 3.2.1 Voda

Voda je nejdůležitější složkou organismu. Tvoří 65-75 % hmotnosti koňského těla, u hříbat dokonce až 80 % (Frape 2010). Množství celkové vody v těle závisí na pohlaví, věku a především na schopnosti ukládat tuk. Obsah vody se s rostoucím věkem snižuje a dochází ke zvýšenému ukládání tuku (Zeman 2006; Reece 2011).

Voda v organismu je přítomna přímo či nepřímo při každém fyziologickém procesu. Plní funkci transportního média pro živiny, metabolity, enzymy a hormony, odvádí z organismu konečné produkty metabolismu, podílí se na tepelně regulačních procesech (zabraňuje přehřátí při námaze, zabezpečuje rovnoměrné rozdělení tepla v těle, odvádí přebytky tepla odpařováním), podmiňuje průběh trávicích a vstřebávacích procesů. Je součástí trávicích šťáv, všech sekretů, hormonů, enzymů. (Zeman 2006, Davies 2009).

Celkovou tělesnou vodu můžeme rozdělit na dvě části. Intracelulární (nitrobuněčná) tekutina tvoří asi 70 % celkového množství vody v organismu dospělého zvířete. Extracelulární (mimobuněčná) tekutina zahrnuje tkáňový mok, krevní plazmu, mozkomíšni mok, nitrooční tekutinu, sekrety gastrointestinálního traktu, moč aj. a tvoří asi 30 %. (Frape 2010, Reece 2011).

Vodu, kterou zvířata dostávají můžeme rozdělit na exogenní (pitná voda, voda obsažená v krmivech) a endogenní (oxidační) vodu. Endogenní voda se tvoří v důsledku rozpadu organických látek v organismu (Zeman 2006).

Hlavním zdrojem vody pro hospodářská zvířata je pitná voda. Musí být zdravotně nezávadná a dostatečně chladná. Příliš chladná voda způsobuje zbytečnou ztrátu tepelné energie a může dojít k nachlazení dýchacích cest zvířete. Optimální teplota pitné vody se pohybuje v rozmezí 8–15 °C (Kroulík 1989, Zeman 2006). Část přijímané vody tvoří tzv. vegetační voda, což je voda obsažená v krmivech. Obsah této vody v krmivech se pohybuje mezi 10-95 %. V jadrných a suchých krmivech je obsah vody 12-16 % (Zeman 2006).

Kůň potřebuje přijmout 2-3 litry vody na 1 kg sušiny. To odpovídá denní spotřebě 20-40 l vody. Teplota prostředí, laktace a pracovní zátěž přímo ovlivňují příjem vody. (Dušek et al. 2011) Zvýšení okolní teploty z 15 na 20 °C zvyšuje spotřebu vody o 15-20 %. Práce, v závislosti na své náročnosti, zvýší požadavky na příjem vody o 20-300 % z důvodu zvýšených ztrát vody z plic a kůže. (Frape 2010).

Voda je z těla vylučována výkaly, močí, dýcháním a kůží. Množství vody vylučované výkaly je z velké části ovlivněno typem a stravitelností krmiva, prostředím a fyzickou aktivitou zvířete. Přesto jsou ztráty vody touto cestou nejvýraznější a pohybují se v rozmezí 20-53 ml/kg hmotnosti. Ztráta vody močí se pohybuje v rozmezí 4-29 ml/kg a je také hodně ovlivněna dietou zvířete, teplotou prostředí, fyzickou aktivitou, ale i přístupem k vodě nebo zdravím gastrointestinálního traktu zvířete.

Ke ztrátám tepla u koní dochází odpařováním vody dýcháním a pocením. K odpařování tepla, a tím ke ztrátě tekutin, dochází pasivní difúzí z kůže a plic, zatímco pocení je aktivní proces, který je zahájen zvýšením teploty tělesného jádra a zahrnuje sekreci tekutin potními žlázami. K pocení dochází při termoneutralitě, ale výrazně se zvyšuje, když je tělesná teplota zvýšena v reakci na námahu nebo zvýšenou okolní teplotu (Lindinger 2008). Rozdělení celkových ztrát tepla odpařováním u trénovaných koní je asi 23 % dýcháním a 70 % a více pocením (Kingston et al. 1997).

Ztráta tepla (tekutiny) dýcháním u nepracujícího koně se mění s okolní teplotou a vlhkostí. U koně v tréninku se ztráty tekutin zvyšují s délkou práce. Ztráta tekutin dýcháním představovala 19 % až 30 % celkových ztrát tepla vypařováním u trénovaných koní. (Hodgson et al 1993, Kingston et al 1997).

Pasivní ztráta vody vypařováním z kůže u koní při teplotách mezi 5 až 20 °C byla odhadnuta na asi 8,5 litrů za den (Morgan et al 1997), ale u trénovaných koní se celkové ztráty

tekutin pocením zvyšují úměrně délce a intenzitě zátěže a podmínkám prostředí (McCutcheon & Geor 1998).

### 3.2.2 Sacharidy

Sacharidy jsou hlavní složkou krmiv hospodářských zvířat a zároveň společně s tuky nejdůležitějším zdrojem energie (Zeman et al. 1997). V krmivářské terminologii hovoříme o vláknině a bezdušičkatých látkách výtažkových (BNLV), do nichž zahrnujeme především sacharidy a zpravidla tvoří více než 50 % sušiny organické hmoty krmiv rostlinného původu (Zeman 2006). Sacharidy tvoří přibližně 65-80 % hmotnosti sušiny krmiv rostlinného původu (Kroulík 1989). Jako nejdůležitější sacharidy pro výživu hospodářských zvířat, pokud jde o množství a význam, jsou škrob, cukry a celulóza. (Zeman 2006)

Sacharidy dělíme dle počtu uhlíků v molekule na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy.

Z monosacharidů má rozhodující význam glukóza. Jedná se o sacharid v krmivech minimálně zastoupený. Organismus ho získává především štěpením polysacharidů (Zeman 2006). Glukóza je nezbytná jako hlavní zdroj energie pro mozek, pro správnou funkci nervových buněk a slouží jako anaerobní zdroj energie během svalové práce.

Disacharidy jsou kombinacemi dvou molekul monosacharidů. Z disacharidů je v krmivech často obsažena sacharóza, kterou můžeme najít v trávě, luštěninách, cukrové řepě i mrkvi. Koncentrovaným zdrojem sacharózy je melasa s obsahem až 50 % cukru (Kroulík 1989). Pro hříbata má z disacharidů velký význam laktóza obsažená v mateřském mléce.

Polysacharidy jsou nejvýznamější skupinou energetických krmiv. Škrob je produkován ve všech rostlinách, ale je primárním zásobním sacharidem v obilovinách, letních trávách a luštěninách. Škrob podléhá enzymatické hydrolýze v tenkém střevě koní, ale může být rychle fermentován. Obsah škrobu v rostlinách je ovlivněn ročním obdobím a slunečním zářením. Zdrojem škrobu ve výživě koní jsou především obiloviny, např. oves, ječmen (Davies 2018). Stravitelnost škrobů v tenkém střevě lze zvýšit mačkáním nebo tepelnou úpravou obilovin (Meyer & Coenen 2003). Celulóza je základní podpůrnou látkou rostlinné buňky. Čistá celulóza se vyskytuje v rostlinách zcela výjimečně. V krmivech bilancujeme celulózu s dalšími látkami, a to především pod pojmem vláknina (Zeman 2006).

Vláknina je směs látek sestávajících z celulózy, hemicelulóz a nestravitelných inkrustujících látek, zejména ligninu, kutinu, křemičitanů atd. (Zeman 2006). Vláknina ve výživě zvířat plní tyto funkce: vyvolává pocit nasycení zvířat, podporuje peristaltiku střev, limituje příjem a stravitelnost krmiva. Stravitelnost krmiva vláknina ovlivňuje vzájemným poměrem sacharidů (hemicelulóz a celulóza) k ligninu. Z krmiv má vysoký obsah vlákniny zejména obilná sláma (40-50 %), seno přestárých porostů (25-32 %), oves (10 %) (Kroulík 1989). Určité množství vlákniny je bezpodmínečně nutné pro každou kategorii koní. U sportovních koní je vhodné zařazovat do krmné dávky kvalitní, v raném vegetačním stádiu sklizené leguminózy, které mají odpovídající množství vlákniny. Pro koně je vhodný obsah hrubé vlákniny 0,4 kg na 100 kg živé hmotnosti. Sportovní koně by ale neměli přijímat více než 0,43 kg vlákniny na 100 kg živé hmotnosti (Dušek et al 2011).

Optimální zastoupení sacharidů ve výživě zvířat je základním předpokladem pro dosažení požadované produkce, zachování zdraví zvířat a reprodukce (Zeman 2006).

### 3.2.3 Lipidy

Tuky jsou sloučeniny glycerolu a mastných kyselin, patří k nejkonzentrovanějším zdrojům energie. Oproti sacharidům a bílkovinám obsahují více než dvojnásobné množství energie (Dušek et al. 2011). Hlavními úlohami lipidů v organismu jsou výstavba buněčných membrán (cholesterol a fosfolipidy), dále tvoří zásobní energetický substrát (triacylglyceroly) a fungují jako pohotový a vydatný zdroj energie (mastné kyseliny).

Tuky jsou emulgovány v tenkém střevě prostřednictvím žluči, působením lipázy dochází k jejich štěpení na mastné kyseliny a glycerol. Tyto látky jsou následně vstřebány (Meyer & Coenen 2003).

Lipidy se skládají především z mastných kyselin. Ty rozdělujeme podle počtu uhlíků a nasycených nebo nenasyčených dvojných vazeb na nasycené a nenasyčené mastné kyseliny. Nasycené mastné kyseliny neobsahují žádnou dvojnou vazbu ve svém řetězci. Mohou být syntetizovány v organismu, a proto patří mezi neesenciální mastné kyseliny. Slouží jako rychlý a pohotový zdroj energie. Řadíme sem kyselinu laurovou, myristovou, palmitovou a stearovou. Nenasyčené mastné kyseliny obsahují ve svém řetězci jednu nebo více dvojných vazeb. Monoenové nenasyčené mastné kyseliny jsou palmitoolejová a olejová. Obsahují jednu dvojnou vazbu a patří mezi neesenciální mastné kyseliny. Polyenové nenasyčené mastné kyseliny obsahují dvě nebo více dvojných vazeb. Nazýváme je esenciální mastné kyseliny, jelikož je organismus většinou není schopen syntetizovat. Podle umístění první dvojně vazby je dále dělíme na omega-3 (n-3) a omega-6 (n-6) mastné kyseliny (Zeman 2006). Pro koně považuje za esenciální kyselinu  $\alpha$ -linolenovou (n-3) a kyselinu linolovou (n-6). Tyto kyseliny je vhodné do krmné dávky zařadit ve formě rostlinného oleje, např. slunečnicového, řepkového nebo lněného.

Dle Mendlíka (1999) krmení tuku během tréninku zlepšuje výkonnostní parametry. Doporučuje se krmit doplňkový tuk 3-4 hodiny před zátěží. Důležitá je adaptace trávicího traktu na zkrmovaný tuk. Ta proběhne přibližně do jednoho týdne.

### 3.2.4 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou pro organismus nenahraditelné. Charakterem se jedná o stavební živiny. Část z nich může být, za určitých podmínek, využita jako energetický zdroj, byť je jejich využití k tomu účelu nevýhodné (Dušek et al. 2011). Z výživářského hlediska je můžeme rozdělit na nebílkovinné dusíkaté sloučeniny a bílkoviny (Zeman 2006).

Nebílkovinné dusíkaté látky jsou různorodé svým chemickým složením s velmi kolísavým obsahem dusíku a označujeme je jako aminy. Ve větším množství je nalezneme především v rostlinných krmivech (Dušek et al. 2011).

Bílkoviny jsou organické makromolekuly složené z řetězců jednotlivých aminokyselin, které jsou spojeny peptidickými vazbami. Při trávení jsou bílkoviny, pomocí enzymů, rozštěpeny na oligopeptidy a volné aminokyseliny. Po rozštěpení dochází k absorpci jednotlivých aminokyselin. Absorbované aminokyseliny jsou dopravovány do jater, kde dochází k syntéze bílkovin, desaminaci či přepravě aminokyselin do svalů. Nejvýznamnější cestou pro vyloučení dusíku z těla je moč (Zeman 2006).

Aminokyseliny můžeme rozdělit na esenciální a neesenciální. Neesenciální aminokyseliny, na rozdíl od esenciálních, dokáže organismus syntetizovat sám v dostatečné míře. Přesto v případě že je postradatelných (neesenciálních) aminokyselin málo, klesá intenzita proteosyntézy. Důsledkem toho může dojít ke zhoršení výkonů sportovních koní (Dušek et al. 2011).

Esenciální aminokyseliny, organismus vyšších živočichů s jednoduchým žaludkem, nedokáže syntetizovat v dostatečné míře. Proto je třeba je koním dodávat v krmné dávce. Jako



esenciální aminokyseliny označujeme lyzin, methionin, fenylalanin, tryptofan, histidin, leucin, izoleucin, threonin, valin. Stačí, aby z esenciálních aminokyselin chyběla jediná, a výstavba všech bílkovin je omezena (Meyer & Coenen 2003).

Z důvodu, že potřeba aminokyselin u koní není ještě dostatečně známá, používáme jako ukazatel stravitelné dusíkaté látky pro koně (SNLk). Potřeba stravitelných dusíkatých látek je plně závislá na složení těla a věku koně (Dušek et al. 2011). Koncentrace dusíkatých látek v 1 kg sušiny krmné dávky by měla být 8,5 % (NRC 1989).

Při pracovním zatížení koně nepotřebují vyšší přívod dusíkatých látek v krmné dávce nad záchovnou. U této kategorie se již předpokládá úplný vývin organismu (Dušek et al. 2011). Dle NRC (1989) předpoklad, že množství bílkovin během svalového zatížení (tréninku) klesá a je potřeba jej doplnit na původní stav, je nesprávný. Poslední výzkumné práce ukazují, že vysoké dávky proteinu v krmných dávkách zatěžovaných koní mohou záporně ovlivnit optimální výkon koně vzhledem ke zvýšené srdeční činnosti, dýchání a pocení. Potřeba dusíkatých látek by v běžné praxi měla být pokryta zvýšenou dávkou jaderných krmiv (Dušek et al. 2011). U intenzivně pracujících koní není vhodné zvyšovat koncentraci dusíkatých látek nad 10 % v 1 kg sušiny krmné dávky (NRC 1989).

Dusíkatých látek musí být dostatek v každodenní krmné dávce. Na rozdíl od sacharidů či tuků se totiž jejich přebytek neukládá v podobě tělního tuku, ale tělo opouští. Jejich nedostatek může zapříčinit zpomalení růstu či nedostatečný vývoj u mladých koní, snížení plodnosti či snížení produkce mléka u klisen (NRC 1978). Nadbytek dusíkatých látek způsobuje přetížení detoxikační kapacity jater (Zeman 2006). Z toho důvodu může ohrozit koně s oslabenou funkcí jater nebo ledvin, kteří nemohou účinně metabolizovat amoniak na močovinu a dochází ke zvýšení jeho koncentrace v krvi (Ralston 1990).

### 3.2.5 Energie

Organismus potřebuje stálý přísun energie k udržení tělesné teploty, správné funkce orgánů, tvorbu nových tkání a k pohybu. Potřebnou energii získává zvíře z potravy (Meyer & Coenen 2003).

Koně jsou poměrně dobře schopni využívat všechna leguminózní krmiva díky stavbě svého trávicího ústrojí. V tenkém střevě je využívána většina energetické složky krmiva (škrob, cukry, tuky, částečně bílkoviny). Lehce rozpustné glycidy (tzv. pohotová energie) jsou absorbovány přes střevní stěnu a v játrech jsou využity k výrobě glukózy a dalších jednoduchých cukrů. Zbývající energie je uvolňována pomocí bakterií celulolytického kvašení v tlustém střevě. Stravitelnost jednotlivých druhů glycidů je ovlivněna druhem krmiva, vegetačním stádiem rostlin a obsahem ligninu a pohybuje se v rozmezí 38-80 %.

V různých zemích se využívají různé systémy hodnocení a míry požadavků na energii koní. V České republice se používá jednotka SEk, která označuje stravitelnou energii pro koně a vyjadřuje se v megajoulech. Stravitelnou energii můžeme vyjádřit jako rozdíl mezi příjmem brutto energie a energií vyloučenou ve výkalech.

Zásobování energií je nejčastějším a nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím vysokou výkonnost koní, protože denní záchovná potřeba energie, potřeba energie na tvorbu tělesného tepla a u sportovních koní na jejich výkon, je poměrně vysoká (Dušek et al. 2011).

Energetický požadavek vychází z minimální potřeby nutné k udržení bazálního metabolismu (krevní oběh, dýchání, vylučování, příjem potravy a trávení). Potřeba stravitelné energie pro koně o hmotnosti 500 kg pro bazální metabolismus se pohybuje v rozmezí 62,50-68,56 MJ (Dušek et al. 2011). Toto však platí pro termoneutrální zónu (u dospělých koní -15 °C až +25 °C). Tolerance vůči chladu je u koní výrazně vyšší než vůči horku, zejména v kombinaci vysoké teploty a vysoké vlhkosti. Pokud teplota klesne pod -15 °C, stoupá celková potřeba energie o 2,5 %. Pokud teplota překročí horní kritickou hranici, potřeba energie rovněž

stoupá, neboť se aktivují regulační mechanismy zajišťující výdej tepla z organismu (zvýšené prokrvení kůže, pocení). Kromě vnějších faktorů prostředí ovlivňují potřebu energie také individuální vlivy jako plemeno, věk, temperament, délka a hustota srsti či síla vrstvy podkožní tkáně. Potřeba energie pro záchovu, také zřetelně stoupá u koní intenzivně krmených a trénovaných (Meyer & Coenen 2003).

ATP (adenosintrifosfát) je hlavním zdrojem energie pro kosterní svalovinu. Během prvních několika sekund po zahájení práce se energie uvolňuje výhradně tímto způsobem. K syntéze ATP přispívá energeticky bohatý kreatinfosfát (CP). Vzhledem k malému množství obou těchto látek ve svalech, dojde po krátké době práce k jejich vyčerpání (Zeyner 2008). Další energii syntéze ATP a CP poskytuje glukóza uvolňovaná štěpením glykogenu uloženého ve svalech.

Energetický metabolismus můžeme rozdělit na aerobní a anaerobní (Martin-Rosset 2008). Aerobní látková výměna probíhá za přítomnosti kyslíku a při štěpení jedné molekuly glukózy vznikne 38 molekul ATP. Jedná se o proces pomalejší, ale energeticky výhodnější. Anaerobní látková výměna probíhá za nepřítomnosti kyslíku a štěpením jedné molekuly glukózy vznikají pouze 2 molekuly ATP. V tomto případě se jedná o proces glykolýzy, kdy je glukóza přes kyselinu pyrohroznovou přeměněna na kyselinu mléčnou.

Způsob získávání energie závisí na stupni prokrvení svalové tkáně, a tedy přísunu kyslíku. Při rychlém cvalu (30-40 km/h) vzniká již během 1-2 minut kyslíkový dluh a energie se musí získávat anaerobním způsobem. Tím se zvyšuje obsah kyseliny mléčné ve svalech. Přestože je kyselina mléčná průběžně odbourávána v játrech, při její nadprodukci dochází k příznakům únavy. Při pomalejším pohybu převažuje aerobní štěpení glukózy. Ta se z počátku uvolňuje z glykogenu. Při déletrvajícím zátěži dochází k odbourávání mastných kyselin nejdříve z intramuskulárního tuku, poté i z tukových rezerv organismu (Meyer & Coenen 2003).

Aby vytrvalostní kuň mohl provádět práci po delší dobu, musí být ATP resyntetizováno stejnou rychlostí, jakou je spotřebováno (Duren 1998).

Výše energetických požadavků u sportovních koní je podmíněna mnoha faktory: typem práce, intenzitou a délkou trvání práce, kondicí, tréninku koně, stupni únavy, teplotě prostředí a charakteru podkladu. Významným faktorem je také živá hmotnost jezdce a jeho schopnosti (Dušek et al. 2011). V praxi je nemožné spočítat množství potřebné energie dle objemu vykonané práce. Z toho důvodu se práce koní dělí na práci lehkou, středně těžkou a těžkou. Zvýšenou potřebu energie poté uvádíme v procentech z energie pro záchovu. Spolehlivým kritériem pro správné dodání energie ve výživě pracovních koní je kontrola hmotnosti a sledování výživného stavu, neboť potřeba energie se liší, i při stejných výkonech, u jednotlivých zvířat vzhledem k temperamentu, trénovanosti, schopnosti využití krmiva atd. (Meyer & Coenen 2003)

### 3.2.6 Minerální látky

Minerální látky jsou důležitou složkou výživy zvířat. Jsou nepostradatelné pro správný vývoj kostry, zúčastňují se tvorby různých enzymů, hormonů, vitamínů, hemoglobinu a jsou důležitým faktorem při látkové výměně (Kroulík 1989). Dále regulují osmotický tlak v buňkách a působí na koloidní stav bílkovin (Dušek et al. 2011). V živočišném organismu tvoří 3-5 % tělní hmoty (Zeman 2006).

Zabezpečení optimálního množství minerálních látek je jednou z důležitých zásad výživy koní. Aby mohly plnit svou funkci, musejí být obsaženy v dostatečném množství a v požadovaném poměru. Pokud jsou minerální látky podávány v neodpovídajících nadměrných dávkách, dochází k přetěžování organismu koně, neboť může vzniknout deficit jiných vzájemně antagonistických prvků i přes jejich odpovídající množství v krmné dávce (Dušek et al. 2011).

### 3.2.6.1 Makroprvky

Makroprvky jsou minerální látky, které jsou v organismu obsaženy ve větším množství. Patří sem vápník, fosfor, draslík, sodík, hořčík, chlór a síra.

**Vápník (Ca) a fosfor (P)** jsou prvky v živočišném těle zastoupenými nejvíce. Přibližně 99 % množství vápníku v těle je uloženo v kostech. Zbylé 1 % je ve svalech a tělních tekutinách (Coenen 2013). Množství vápníku v krvi ovlivňují parathormon, který jeho obsah zvyšuje, a kalcitonin, který má opačnou úlohu. Při nízkých hladinách vápníku v krvi dojde k jeho mobilizaci z kostí. V případě nadměrného příjmu bývá převážná většina přebytečného vápníku vyloučena přes ledviny močí (Meyer & Coenen 2003).

Z celkového množství fosforu je asi 80-90 % rozněž uloženo v kostech, zbytek je obvykle ve formě fosfoproteinů v měkkých tkáních a krvi (Dušek et al. 2011). Účastní se téměř všech metabolických procesů v organismu, včetně tvorby a přenosu buněčné energie (Vervuert 2008a).

Jejich hlavní rolí je udržení stability a funkce kostní tkáně, oba jsou nepostradatelní pro krevní oběh, přenos nervových vzruchů ke svalovým vláknům a pro přeměnu energie ve svalech.

Nedostatek vápníku se projevuje poruchami tvorby kostí, pokles hladiny vápníku může také způsobit tetanické křeče. Nedostatek fosforu snižuje žravost koně a dochází k jeho hubnutí (Štrupl et al. 1983).

Potřeba vápníku a fosforu u koní je dána jejich pracovním využitím (Dušek a et al. 2011). Pracující koně mají zvýšenou potřebu vápníku i fosforu, neboť dochází k vylučování malého množství obou těchto prvků potem a trusem, vzhledem k vyššímu příjmu krmiva (Meyer & Coenen 2003). Coenen (2013) uvádí, že pro pracujícího koně je dostačující 1,5násobek standardní denní potřeby vápníku, zatímco množství fosforu u dospělých koní není potřeba navyšovat.

Dostatečný přísun vápníku lze zajistit krměním senem leguminóz (jetel, vojtěška, vičenec) v množství přes 2 kg denně. Příjem dostatečného množství fosforu je při běžném krměním zajištěn, neboť koně jsou schopni trávit fytnifosfor, který tvoří asi 75 % celkového množství fosforu v krmných dávkách složených z obilí (Meyer & Coenen 2003). Dle Hintz & Schryver (1972) je vysoce dostupný zdroj vápníku a fosforu např. vápenec, fosforečnan vápenatý a fosforečnan sodný. Dušek et al. (2011) uvádí, že optimální poměr Ca:P v krmné dávce je 1:1.

**Hořčík (Mg)** v organismu zvířat tvoří asi 0,05 % živé hmotnosti. Z toho asi 74 % je uloženo v kostře a zubech, 25 % ve svalech a 1 % v extracelulárních tekutinách (Kroulík 1989). Hořčík je důležitý pro funkci mnoha enzymů, především v nervové a svalové tkáni (Meyer & Coenen 2003). Má významnou úlohu v intracelulárních katalýzách, spolupůsobí při syntéze tuků, bílkovin a nukleových kyselin (Dušek et al. 2011).

Nedostatek hořčíku v těle způsobuje ztrátu chuti k jídlu, nervozitu až vznětlivost, pocení, svalový třes, zrychlené dýchání, křeče (Frape 2010).

Na rozdíl od vápníku a fosforu nebyla zaznamenána vyšší potřeba hořčíku u pracujících koní (Vervuert 2008a).

V záchovné krmné dávce stačí cca 18 mg hořčíku na 1 kg živé hmotnosti zvířete. Potřebné denní množství hořčíku bývá v běžné praxi zajištěno v podobě obilných zrn, produktů po zpracování obilí a sena leguminóz (Meyer & Coenen 2003). Vyšší obsah hořčíku mají extrahované šroty, pšeničné otruby, vojtěškové a jetelové seno (Kroulík 1989).

**Sodík (Na)** je jedním z elektrolytů a je významný především v regulaci osmotického tlaku krve a k udržení acidobazické rovnováhy organismu (Kroulík 1989). Spolu s draslíkem se účastní na přenosu vzruchu v nervové tkáni a smršťování svalových vláken. Asi jedna třetina sodíku je uložena v chrupavkách a kostře, asi 18 % je uloženo v kůži a zbylé množství se nachází v extracelulárním prostoru (Dušek et al. 2011).

Projevy nedostatku sodíku jsou olizování předmětů, požívání zeminy na pastvě, nechutenství, úbytek hmotnosti, snížená výkonnost a zhušťování obsahu střev.

Pro záchovu stačí koni denní dávka 20 mg/kg živé hmotnosti. Příjem sodíku bývá u koní často nedostatečný i pro potřebu záchovy, neboť mnoho krmiv ho obsahuje jen nepatrné množství. Větší množství obsahuje jen krmná řepa a krmiva z ní pocházející např. melasa (Meyer & Coenen 2003).

**Chlor (Cl)** stejně jako sodík patří k elektrolytům (Coenen 2013). Je obsažen především v krvi, podkožním vazivu, svalech a játrech (Kroulík 1989). Chlor je kritický pro metabolismus vody, pracovní kapacitu svalů, funkci ledvin a sekreci žaludeční kyseliny (Frape 2010).

Nedostatek chloru způsobuje nechutenství, negativně působí na trávení a resorpci bílkovin (Kroulík 1989).

V případě, že jsou splněny požadavky na sodík, je velmi nepravděpodobné, že by mohl nastat nedostatek chloru v organismu (Frape 2010).

Při intenzivnějším pohybu potřeba sodíku i chloru významně stoupá kvůli jejich intenzivním ztrátám potem (za hodinu se v 10 ml potu vyloučí přibližně 30 mg Na a 55 mg Cl/kg živé hmotnosti). Celková potřeba sodíku a chloru pracujících koní je kvůli vyplavování těchto prvků potem velice proměnlivá a nelze ji spolehlivě pokrýt jen běžnými krmivy. Je tedy vhodné dát koním k dispozici solný liz. Koním, kteří se při zátěži hodně potí se ještě do krmiva přidává kamenná sůl (Meyer & Coenen 2003).

**Draslík (K)** je třetím prvkem patřícím o skupiny elektrolytů. Jedná se o hlavní kationt intracelulárního prostoru (Dušek et al. 2011). Je nezbytný pro regulaci osmotického tlaku buněk, aktivaci řady enzymů podílejících se na glykolýze i na oxidativní fosforylaci. Přibližně 90 % draslíku v těle je obsaženo v intracelulárních prostorech, především ve svalové tkáni (Meyer & Coenen 2003).

Nedostatek draslíku v krmné dávce může způsobit nechutenství a snížení rychlosti růstu. V případě hypokalémie (snížení obsahu draslíku v krevní plazmě) můžeme pozorovat svalovou dystrofii a ztuhlost kloubů. Hypokalémie může být příležitostně způsobena přetrvávajícími průjimy či nadměrným podáváním hydrogenuhličitanu sodného (Frape 2010).

Denní potřeba draslíku se pohybuje kolem hodnoty 50 mg/kg živé hmotnosti. Obsah draslíku v krmivu by měl odpovídat obsahu vápníku, což odpovídá rozmezí 4-6 g/kg sušiny krmiva. U pracujících koní dochází k výraznému nárůstu denní potřeby draslíku z důvodu vylučování potem a močí. Může dojít až navýšení potřebné dávky na 10 g/kg živé hmotnosti. I tato hodnota je naplněna ve většině krmných dávek obsahujících objemná krmiva, jelikož obsahují 10-30 g draslíku/kg sušiny. U jadrných krmiv se obsah draslíku pohybuje v rozmezí 5-10 g/kg sušiny (Meyer & Coenen 2003).

**Síra (S)** je součástí některých důležitých aminokyselin (methionin, cysteinu). Je nezbytná pro tvorbu disulfidických vazeb v keratinu. Díky těmto vazbám dochází k vytvoření terciálních struktur proteinu, které zajišťují jedinečnou sílu kopytní rohoviny.

Nedostatek síry je nepravděpodobný, i bez použití minerálních suplement, z důvodu průměrného obsahu síry v píci (Coenen 2013).

Potřeba síry u koní není dostatečně známa. Předpokládá se, že zkrmovaná biologicky plnohodnotná bílkovina obsahuje nejméně 0,15 % síry, což by mělo být dostatečné množství (Dušek et al. 2011).

### 3.2.6.2 Mikroprvky

Mikroprvky jsou prvky vyskytující se v organismu ve velmi malých množstvích. Mnohé z nich jsou pro zvířata nepostradatelné (Zeman 2006). Z hlediska důležitosti pro organismus se dělí na životně důležité (železo, zinek, mangan, kobalt, jód), funkčně prospěšné (molybden,

fluór, selen), funkčně neznámé nebo sporné (hliník, arzen, chróm, zlato, nikl, křemík, titan, uran, vanad, cín) a toxické (olovo, rtuť, kadmium) (Kroulík 1989).

**Železo (Fe)** se v organismu uplatňuje při přenosu kyslíku jako katalyzátor oxidačních procesů (Dušek et al. 2011). Je nepostradatelný pro tvorbu hemoglobinu a myoglobinu. Z celkového množství železa v organismu koně se nachází přibližně 60 % v hemoglobinu a 20 % v myoglobinu (Meyer & Coenen 2003). Velká část železa je uložena v játrech a slezině jako ferritin (zásobní forma, protein) (Vervuert 2008a).

Denní dávka železa u dospělých koní by neměla klesnout pod 40 mg na 1 kg krmné dávky, u hříbat se doporučuje dávka 50 mg železa na 1 kg krmné dávky (NRC 1989). Potřeba železa je zvýšena při začínajícím tréninku (zvýšení počtu červených krvinek) a u koní silně se potících, neboť dochází k vylučování železa potem (Meyer & Coenen 2003). Většina přírodních krmiv, kromě mléka, je poměrně bohatým zdrojem železa, i když dostupnost může být sporná. Nedostatky jsou nepravděpodobné, pokud kůň není chudokrevný z důvodu silného napadení parazity (Frape 2010).

**Zinek (Zn)** je nepostratelný pro funkci enzymů podílejících se na metabolismu sacharidů a bílkovin, a také pro regeneraci epitelu kůže a sliznic (Meyer & Coenen 2003). Dále se podílí na produkci, skladování a sekreci některých hormonů (testosteron, inzulin, kortikosteroidy) (Vervuert 2008a). Jako součást enzymů je zapojen do mnoha buněčných procesů. Nejvýznamnější je jeho role v replikaci DNA a RNA (Coenen 2013). Napomáhá také normálnímu vývoji plodu a růstu organismu (Dušek et al. 2011). Nachází se v játrech, spermatu, svalech, kůži a žíních (Zeman 2006).

Nedostatek zinku v krmné dávce vede ke snížení chuti k jídlu a rychlosti růstu u mláďat (Frape 2010). Dále způsobuje strupovité útvary na kůži, parakeratózu (ztluštění kůže), dochází k vypadávání srsti a zvýšené náchylnosti k infekcím (Meyer & Coenen 2003).

Zinek přicházející do organismu v krmné dávce se vstřebává z 30-60 % (Dušek et al. 2011). Pokud je obsah zinku kolem 35 mg na 1 kg sušiny, je potřeba zinku pro koně saturována. Při vyšším obsahu kyseliny fytnové v krmivu (obilná zrna) a vyšších dávkách vápníku a mědi je potřeba počítat i se zvýšenou potřebou zinku (Meyer & Coenen 2003).

**Mangan (Mn)** je nezbytným prvkem při látkové přeměně. Je součástí enzymů nebo aktivuje jejich činnost. Zasahuje do metabolismu bílkovin a glycidů. Významný je také pro syntézu vitamínů, hemoglobinu, pro tvorbu kostní tkáně a svalů (Dušek et al., 2011).

Příznaky nedostatku manganu nejsou známy (Meyer & Coenen 2003). Neexistuje žádný důkaz, že by stav fyzické kondice či množství pravidelné práce měnilo požadavky na množství manganu v krmné dávce (Coenen 2013).

Potřeba manganu se podle pozorování uskutečněných u jiných zvířat odhaduje na 40 mg/kg sušiny. Zásobení organismu manganem je většinou krmnou dávkou zajištěno. Seno travní zpravidla obsahuje více manganu než seno vojtěškové (Meyer & Coenen 2003).

**Měď (Cu)** je nepostradatelná pro tvorbu nervové a pojivové tkáně, krve, pigmentu a správný vývoj kostí (Meyer & Coenen 2013). Má velký význam při vstřebávání železa, spolupodílí se na biosyntéze či aktivaci některých hormonů, enzymů a vitamínů. Ovlivňuje reprodukci u klisen a působí na činnost endokrinních žláz (Dušek et al. 2011). Tři čtvrtiny celkové mědi v těle se vyskytují ve svalech, játrech a krvi. Játra představují zásobárnu mědi, přičemž jsou díky tomu nejvíce náchylná k toxikóze (Coenen 2013).

Při nedostatku mědi dochází u rostoucích hříbat k anemii a poruchám ve vývoji kostry, u březích klisen k nedostatečnému ukládání mědi v játrech plodu, u starších koní lze očekávat náchylnost k praskání cévních stěn a ztrátu pigmentace (Meyer & Coenen 2003). Frape (2010) uvádí, že koně nejsou tak citliví na klinické příznaky nedostatku mědi, ale byly popsány příznaky jako je eroze kloubní chrupavky, u rodičích klisen poté anémie či krvácení.

Obsah mědi v krmné dávce by se měl pohybovat u odstavených hříbat a březích klisen kolem 10 mg/kg sušiny. U ostatních koní poté v rozmezí 8-10 mg/kg sušiny (Meyer & Coenen 2003).

**Kobalt (Co)** je jedním z mikroprvků, jehož přítomnost a funkce v organismu je spojována a vázána na další prvky, hlavně železo a měď. Společně tvoří skupinu krve tvorných minerálií (Kroulík 1989). Je stěžejním prvkem při mikrobiální syntéze vitamínu B<sub>12</sub> (Frape 2010).

Nedostatek kobaltu tedy způsobuje deficit vitamínu B<sub>12</sub>, což vyvolává anémii, změny na kůži a pozastavení růstu. Příznaky vyvolané nedostatkem kobaltu u koní nejsou známé (Frape 2010).

Denní potřeba kobaltu pro dospělého koně (cca 0,1 mg/kg sušiny) je zpravidla zajištěna běžným krmením (Meyer & Coenen 2003). Nejlepším zdrojem kobaltu je zelená píce (Kroulík 1989).

**Jód (I)** je nerozlučně spojován s činností štítné žlázy a jejími hormony, které řídí látkovou výměnu celého organismu (Meyer & Coenen 2003). Hormony štítné žlázy jsou důležité pro bazální metabolismus, růst a obnovu tkání a další fyziologické procesy jako jsou línání nebo práce (Tomasi et al. 1998, Ciloglu et al. 2005, Vezina et al 2009).

Primární i sekundární nedostatek jódu se u dospělých koní projevuje nejdříve tvorbou strumy, v pokročilejším stádiu nechutenstvím, letargií a vypadáváním srsti.

Množství jódu potřebné pro dospělého koně je cca 0,2 mg/kg sušiny krmiva (Meyer & Coenen 2003). U zatěžovaných koní (tréninky, dostihy, laktace), kdy stoupá úroveň metabolismu, zákonitě stoupá i potřeba jódu na množství 3 mikrogramy na 1 kg živé hmotnosti (Dušek et al. 2011). Obsah jódu v krmivech je přímo závislý na jeho obsahu v půdě nebo vodě (Kroulík 1989) a dle oblasti pěstování může být obsah jódu v krmivech nedostačující. Jako krmné doplňky se proto doporučují jódované soli, například jodičnan draselný, který se nerozkládá tak snadno jako jodid draselný (Meyer & Coenen 2003).

**Selen (Se)** spolu s vitamínem E chrání buněčné stěny před škodlivými peroxidy. Zatímco vitamin E jako antioxidant brzdí tvorbu peroxidů, selen inaktivuje jejich enzym glutathionperoxidázu (Meyer & Coenen 2003). V malém množství je nepostradatelný pro tkáňové dýchání (Dušek et al. 2011). Významný je také pro rozvoj svalové tkáně u koní (Zeman 2006). Většina selenu se nachází ve svalech, kostech, kůži. Při zvýšeném příjmu, přetížení či otravě selenem dochází k jeho ukládání ve tkáních jater a ledvin (Coenen 2013). Selen snižuje oxidační schopnost, ale není podloženo, že by obsah selenu zvyšoval výkon vytrvalostního koně (Hagget et al. 2009).

Při nedostatku selenu vzniká svalová dystrofie (Zeman 2006). Marginální, subklinický nedostatek selenu především oslabuje imunitu. U starších koní nejsou příznaky vyplývající jednoznačně z nedostatku selenu známy (Meyer & Coenen 2003).

Základní požadavek na množství selenu v krmné dávce byl stanoven na 0,1 mg/kg sušiny (NRC 2007). Připouští se, že potřeba selenu může být vyšší, pokud je organismus vystaven náročné práci. Selen je možné doplňovat v organické či anorganické podobě (Dunnett & Dunnett 2008).

Při množství nad 2 g selenu na 1 kg sušiny se jedná o chronickou otravu. Její projevy jsou kroužkovité zaškrcení kopyt, vyzouvání kopyt, vypadávání žíní z hřívky a ocasu a malátnost (Meyer & Coenen 2003).

### 3.2.7 Vitamíny

Vitamíny lze popsat jako organické sloučeniny, které jsou potřebné v nepatrných množstvích pro základní životní funkce (např. jako kofaktory pro metabolické reakce nebo pro imunitní reakce) (Zeyner & Harris 2013). V organismu nejsou ani zdrojem energie, ani

stavebními látkami (Dušek et al. 2011) Vitamíny jsou velmi heterogenní, a to jak z hlediska jejich chemické složení a jejich metabolická funkce (Zeyner & Harris 2013).

Potřeba vitamínů u koní závisí na jejich věku, zátěži, zdraví, obsahu vitamínů v krmivu a jejich syntéze ve střevě (Meyer & Coenen 2003).

Zařazením kvalitních krmiv do krmné dávky, např. vysoce kvalitní píce, která je dostatečným zdrojem vitamínů, by měla být pokryta záchovná potřeba těchto látek. Ovšem u koní zátěžových – sportovních a dostihových v maximálním tréninku – je potřeba zvýšená, vzhledem k intenzivní práci. Z toho důvodu je třeba do krmné dávky doplnit vitamínový přídatek, který tento rozdíl pokryje (Dušek et al. 2011).

Vitamíny klasifikujeme dle jejich rozpustnosti na vitamíny rozpustné v tucích tzv. lipofilní (A, D, E, K) a vitamíny rozpustné ve vodě neboli hydrofilní (B komplex, C (Zeyner & Harris 2013).

Vitamíny rozpustné v tucích musí být koním dodávány v dostatečné dávce v krmivu, vitamin K a vitamíny rozpustné ve vodě se ve velkém množství tvoří ve střevě. Vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích závisí i na podílu tuku v krmné dávce (Meyer & Coenen 2003).

### 3.2.7.1 Lipofilní vitamíny

#### Vitamin A (retinol)

Látky ze skupiny karotenoidů, které po svém enzymantickém rozkladu získávají aktivitu vitamínu A, nazýváme provitamíny A. Nejdůležitějším z nich je beta-karoten, který je na vitamin A přeměňován ve střevní sliznici (Meyer & Coenen 2003).

Vitamin A je nezbytný pro imunitu, buněčnou diferenciaci, údržbu epiteliálního povrchu dýchacích cest a gastrointestinálního traktu, stejně jako pro růst, rozmnožování, zrak a kvalitu kopyt (Saastamoinen & Harris 2008).

V živočišném těle se vitamin A nachází v játrech, ledvinách, v plicích a tukových zásobách.

Nedostatek vitamínu A se projevuje snížením chuti až úplným nechutenstvím. Dochází ke snížení až zastavení růstu, šerosleposti, xeroftalmii (vysychání spojivky a rohovky oka), keratinizaci rohovky a kůže, dýchacím potížím, abscesům v podčelistní žláze, poruchám reprodukce a snížení imunity organismu (Dušek et al. 2011). Meyer & Coenen (2003) jako příznaky nedostatku vitamínu A uvádí také kulhání a snížení kvality rohoviny kopyt, čímž se rohovina stává náchylnější ke štěpení.

Dlouhodobé předávkování vitaminem A může vyvolávat atrofie kůže, vypadávání srsti, dekalifikaci kostí, fraktury a hyperostózu (Dušek et al. 2011)

V přirozeném krmení pro koně se vitamin A vůbec nevyskytuje. Zvířata si jej tvoří z beta-karotenu, který je obsažen ve všech zelených rostlinách. Pokud koně dostávají čerstvé zelené krmení, mají potřebné množství beta-karotenu, a tím i vitamínu A zajištěno.

Koně mají schopnost ukládat si zásoby vitamínu A do jater, mohou tedy přečkat jeho nedostatek po 2–6 měsících v závislosti na okolnostech (Saastamoinen & Harris 2008).

NRC (2007) doporučuje denní dávku vitamínu A pro koně v zátěži v rozmezí 45 a 90 IU/kg tělesné hmotnosti. Zkratka IU značí mezinárodní jednotku.

#### Vitamin D (kalciferol)

Vitamin D má dvě formy, vitamin D<sub>2</sub> (ergokalciferol) a vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol) (Zeyner & Harris 2013). Vitamin D<sub>2</sub> je přítomen v rostlinách. Vzniká z prekursoru působením slunečního záření. Z toho důvodu je přítomen ve vysokých koncentracích v odumřelých listech a v seně sušeném na slunci. Vitamin D<sub>3</sub> vzniká v kůži z prekursoru účinkem slunečního záření

(Meyer & Coenen 2003). Vitamin D hraje důležitou roli v metabolismu vápníku a fosforu a v menší míře v metabolismu hořčíku (Saastamoinen & Harris 2008).

Při nedostatku vitamínu D se objevuje křivice či lomivka (Kroulík 1989). Nadbytek vitamínu D vyvolává mobilizaci minerálních látek (především Ca, P) z kostí a jejich následné ukládání do měkkých tkání v procesu kalcifikace (Frape 2010).

Doporučená denní dávka vitamínu D se v literatuře pohybuje v rozmezí 5-13 IU/kg živé hmotnosti. Dodnes ovšem nebyly požadavky na vitamin D u koní stanoveny (Saastamoinen & Harris 2008).

### **Vitamin E ( tokoferol)**

Vitamin E zahrnuje skupinu sloučenin známých jako tokoferoly a tokotrienoly. Alfa-tokoferol je biologicky neaktivnější a odpovídá za téměř všechnu aktivitu vitamínu E v živé tkáni.

Vitamin E a C spolu s bilirubinem, glutathionem a kyselinou močovou tvoří hlavní neenzymatický antioxidační obranný systém (Zeyner & Harris 2013). Tokoferoly chrání buněčné i subcelulární membrány před kyslíkovými radikály. Proto jsou nezbytné pro stavbu a funkci různých orgánů, zejména srdečního a kosterního svalstva.

Nedostatek vitamínu E vede primárně k narušení propustnosti buněčných stěn a zvýšení potřeby kyslíku, sekundárně pak k degenerativním změnám zejména svalstva. Při nedostatku vitamínu E v kombinaci se selenem klesá tvorba protilátek (Meyer & Coenen 2003).

GEH (1994) a Meyer (1996) doporučují denní dávku pro dospělé koně 1-2 mg/kg živé hmotnosti. Dále navrhují, že pro koně soutěžící či v intenzivním tréninku může být vyžadována denní dávka 4 mg/kg živé hmotnosti.

Bohatým zdrojem vitamínu E jsou rostlinné oleje nebo zelená píce a travní siláž (Saastamoinen & Harris 2008).

### **Vitamin K (fylochinon)**

Hlavní funkcí vitamínu K je srážení krve, kde je nutný k aktivaci řady srážecích faktorů. Má však také roli v aktivaci několika dalších proteinů v těle, včetně těch nacházejících se v kůži a kostech (Saastamoinen & Harris 2008).

Nedostatek vitamínu K se u koní neprojevuje, protože si ho dokážou syntetizovat ve střevě činností mikroorganismů (Dušek et al. 2011).

Pro vitamin K u koní nebyly stanoveny žádné dietní požadavky, neboť jeho syntéza střevními bakteriemi a jeho příjem z kvalitní píce by měly být dostatečným zdrojem pro všechny zdravé koně (Saastamoinen & Harris 2008).

Z běžných krmiv je na vitamin K bohaté hlavně zelené krmení (Meyer & Coenen 2003).

## **3.2.7.2 Hydrofilní vitamíny**

### **Vitamin B (B-komplex)**

Vitamíny B-komplexu jsou ve vodě rozpustné vitamíny syntetizované střevními mikroorganismy a jsou taktéž přítomné v dostatečném množství v běžných krmivech (kromě vitamínu B<sub>12</sub>) (Linerode 1967). Tyto dva zdroje jsou obvykle dostatečné pro naplnění potřebné denní dávky dospělých koní.

Vitamíny B jsou kofaktory v energetickém (sacharidovém a lipidovém) metabolismu a napomáhají transportu např. při syntéze ATP, díky čemuž jsou důležité ve výživě sportovních koní (Saastamoinen & Harris 2008).



**Vitamin B<sub>1</sub> (thiamin)** je zapojen do metabolismu sacharidů a je zvláště důležitý pro funkci nervového systému. Vysoké koncentrace thiaminu můžeme najít v myokardu, játrech a mozku (Zeyner & Harris 2013).

Při nedostatku vitamínu B<sub>1</sub> můžeme pozorovat snížený příjem potravy, lekavost, nekoordinované pohyby a malátnost (Meyer & Coenen 2003). Příznaky nadbytku tohoto vitamínu nebyly zdokumentovány (Zeyner & Harris 2013).

Potřebné množství vitamínu B<sub>1</sub> se u koní udává v rozmezí 3-5 mg/kg sušiny. Pro koně vystavené vysoké zátěži se doporučuje dávka 4-5 mg/kg sušiny, hlavně v případě, že krmná dávka je tvořena velkým podílem jaderného krmiva a menším podílem vlákniny (Meyer & Coenen 2003).

Denní požadavky na vitamin B<sub>1</sub> jsou obvykle splněny bez potřeby suplementace, protože obiloviny a produkty z obilných zrn jsou na thiamin bohaté, stejně jako na další vitaminy skupiny B (McMeniman et al., 1995). Nejbohatším zdrojem thiaminu jsou pivovarské a pekařské kvasnice, které obsahují 150-160 mg/kg (Saastamoinen & Harris 2008).

**Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)** působí jako prekurzor pro koenzymy flavinadeninmononukleotid (FAM) a flavinadenindinukleotid (FAD). Tyto koenzymy jsou potřebné pro tvorbu několika enzymů, podílí se na syntéze ATP, metabolismu lipidů, dehydrataci aminokyselin a oxidačně-redukčních reakcích (Rivalin 2001).

Nedostatky riboflavinu u koní nebyly hlášeny, vzhledem k jeho syntéze ve střevě koně a obsahu v píci (Saastamoinen & Harris 2008). K vytvoření nadbytku pravděpodobně při zkrmování běžného krmení nedojde (Zeyner & Harris 2013).

Doporučená denní dávka pro koně v zátěži se široce liší od 0,05 do 0,13 mg/kg živé hmotnosti (NRC 2007; GEH 2007; Meyer 1996).

**Vitamin B<sub>3</sub> (niacin)** hraje velkou roli v energetickém metabolismu. V krmivech ho nalezneme ve vázané formě a z toho důvodu je poměrně nedostupný (McDowell 1989). Kromě syntézy ve střevě (Linerod 1967), může být niacin syntetizován v játrech z tryptofanu.

Nedostatek tohoto vitamínu nebyl zaznamenán a nebyly stanoveny žádné dietní požadavky (Saastamoinen & Harris 2008). INRA (1990) doporučuje 0,4 mg/kg tělesné hmotnosti pro koně v intenzivní práci.

**Vitamin B<sub>5</sub> (pantotenová kyselina)** v koenzymu A reguluje přeměnu kyseliny octové v citrátovém cyklu (Zeman 2006).

NRC (2007) neuvádí žádná doporučení ohledně potřeby kyseliny pantotenové, ale INRA (1990) navrhla 0,16 mg/kg živé hmotnosti.

Kyselina pantotenová se nachází ve větší míře ve vojtěšce a jetelovinách (Kroulík 1989). Zvířatům se může přidávat pantotenát vápenatý, který je rozpustný ve vodě (Zeman 2006).

**Vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxin)** je nezbytný k přeměně aminokyselin a syntéze bílkovin, je koenzymem dekarboxyláz a transamináz (Zeman 2006).

Stejně jako u vitamínu B<sub>5</sub> NRC (2007) neuvádí žádná doporučení ohledně potřeby pyridoxinu, ale INRA (1990) navrhuje 0,04 mg/kg živé hmotnosti.

Pyridoxin se vyskytuje v rostlinných i živočišných krmivech (Kroulík 1989).

**Vitamin B<sub>7</sub> (biotin, vitamin H)** má význam v přeměně glycidů a tuků (Zeman 2006). Je přijímán téměř všemi typy buněk. Buňky jej přeměňují na karboxybiotin, který je součástí široké skupiny enzymů. Kvůli aktivitě těchto enzymů se biotin podílí na syntéze mastných kyselin, glukoneogenezi a metabolismu aminokyselin (Zeyner & Harris 2013). Biotin může také hrát důležitou roli při genové expresi a biotinylnaci histonů, která je nezbytná pro buněčnou proliferaci, a tedy pro zdravý růst a obnovu všech tělesných tkání. Zejména pro kvalitu kopyt, srsti a stejně tak pro reprodukční a nervový systém.

Biotin je syntetizován střevními mikroorganismy. Je také přítomen v různých krmivech s relativně vysokými hladinami např. u vojtěšky (0,2 mg/kg sušiny) a ovsu (0,11-0,39 mg/kg sušiny), nejnižší hladina se vyskytuje v kukuřici (Saastamoinen & Harris 2008).

Dle Comben et al. (1984) jsou pro udržení zdravých kopyt koně zapotřebí 2-3 mg biotinu/100 kg živé hmotnosti.

Saastamoinen & Harris (2008) uvádí, že v současné době není stanoven žádný horní limit denní dávky biotinu, ale nedoporučují podávat koním více než trojnásobek výše doporučených dávek. Důkaz nedostatku biotinu u koní nebyl publikován.

**Vitamin B<sub>9</sub> (kyselina listová, folát)** se uplatňuje při přenosu jednouchlíkatých radikálů. Je nezbytná při syntéze aminokyselin a nukleových kyselin (Zeman 2006). Kyselina listová může být syntetizována střevními mikroorganismy (Carrol et al. 1949).

Literatura uvádí doporučené denní množství kyseliny listové 0,55 mg/kg sušiny pro dospělé koně nepracující, v lehké nebo střední zátěži. Pro koně v intenzivní práci je uváděna hodnota okolo 1,7 mg/kg sušiny.

Mezi vhodné zdroje kyseliny listové patří pivovarské kvasnice, zelená píce a pšeničné otruby (Saastamoinen & Harris 2008).

**Vitamin B<sub>12</sub> (kyanokobalamin)** má význam při zrání a prodlužování životnosti červených krvinek, při využívání bílkovin (Zeman 2006), je také důležitý pro využití (utilizaci) krmiv (Saastamoinen & Harris 2008).

Vitamin B<sub>12</sub> je ve značném množství syntetizován a absorbován ve střevě koně, ale není obsažen v krmivu (Linerode 1967).

Nedostatek vitamínu B<sub>12</sub> u koní nebyl pozorován (Linerode 1967; NRC 2007).

Cuncha (1991) uvádí, že potřeba vitamínu B<sub>12</sub> je zvýšená u koní, kteří jsou krmeni velkým množstvím obilnin, neboť obilniny způsobují zvýšenou produkci kyseliny propionové. INRA (1990) udává denní potřebu pro koně v intenzivní práci 0,44 mg/kg tělesné hmotnosti.

### **Vitamin C (kyselina L-askorbová)**

Vitamin C nemá u koně charakter vitamínu, neboť může být v dostatečném množství syntetizován v játrech (Zeman 2006). Může působit přímo jako antioxidant, ale navíc může recyklovat nebo regenerovat další složky antioxidačního systému, zejména vitamín E (Goldfarb 1993).

Příznaky typické pro nedostatek vitamínu C nebyly u koní popsány (Zeyner & Harris 2013). Denní dávky vyšší než 20 g vitamínu C/kg živé hmotnosti podávané po dobu 8 měsíců neměly žádný viditelně negativní efekt (Snow et al. 1987). Ovšem Wood et al. (1990) upozorňuje, že nadměrná dávka kyseliny askorbové může pro metabolismus působit jako okyselující prostředek.

Vzhledem ke schopnosti syntézy vitamínu C u koní nebyla doporučená denní dávka stanovena. Stresové situace či infekce mohou snížit schopnost tvorby vitamínu C a tím se může jeho požadavek navýšit (Saastamoinen & Harris 2008).

## **3.3 Krmiva používaná ve výživě vytrvalostních koní**

### **3.3.1 Objemná krmiva**

Objemná krmiva tvoří převážnou část krmné dávky koní (Dušek et al. 2011). Jsou charakteristická tím, že obsahují v 1 kg sušiny menší koncentraci živin, vyšší obsah vody a průměrný nebo vyšší obsah vlákniny. Dále je pro ně typický vysoký obsah alkalických prvků (Ca, K, Na, Mg).

Dle obsahu sušiny je rozdělujeme na suchá (seno, krmná sláma), šťavnatá (zelená píce, pastevní porost, siláž) a vodnatá (brukvovité pícniny) (Zeman 2006).

Objemné krmivo lze spásat nebo krmit po sklizni v čerstvé, nebo častěji konzervované formě (Lindberg 2013). Nejčastěji používaná objemná krmiva pro koně jsou píce (seno, siláž, senáž) různého botanického složení (trávy, luštěniny, byliny) a sláma (NRC 2007).

### 3.3.1.1 Zelená píce

Zelená píce se skládá z nadzemních částí rostlin, jejichž růst ještě nebyl dokončen. Dle původu se dělí na zelenou píci z trvalých travních porostů a zelenou píci z polí (Meyer & Coenen 2003). Výživná hodnota závisí na botanickém složení a optimálním vegetačním stádiu rostlin v období sklizně (Zeman 2006).

Stravitelnost organické hmoty je 65-75 %. Stárnutím dochází ke snížení stravitelnosti organické hmoty, využitelnosti živin a nárůstu hrubé vlákniny. Také se zhoršuje chuť a dochází ke snížení příjmu potravy.

Při nadměrném krmení zelenou píci se ve větší míře tvoří plyny a mohou se objevovat kolikové příznaky. U sportovních koní se nedoporučuje zkrmovat velké množství zelené píce jednak pro přetížení trávicího ústrojí, ale také kvůli snížené činnosti dýchacího ústrojí, na které vzniká tlak. Následuje nástup únavy a zvýšené pocení.

V krmných dávkách zelených krmiv je nejvíce používána vojtěška, jetel a luční tráva ve formě pastvy (Dušek et al. 2011).

### 3.3.1.2 Seno

Seno je základním a nepostradatelným krmivem pro zimní období (Dušek et al. 2011) Jako seno se všeobecně označuje sušená zelená píce z luk a pastvin (Meyer & Coenen 2003).

Kvalitním senem lze nahradit až 50 % potřeby minerálních látek, ale také energie a stravitelných dusíkatých látek. Kvalita a výživná hodnota sena závisí na druhu a botanickém složení píce, vegetačním stádiu, pořadí seče, způsobu sklizně, době zavadání, technologii dosoušení, způsobu a době skladování.

Nejkvalitnější seno lze připravit pouze z píce sklizené v optimální vegetační zralosti. U vojtěšky je to období butonizace, u jetele v počátku květu a z travních porostů na počátku metání.

Pro zhodnocení kvality sena je důležitý nejen obsah živin a energie, ale také smyslové posouzení. Posuzujeme barvu, vzhled, vůni, strukturu (vzhled a jemnost). Seno nesmí být vizuálně plesnivé či obsahovat příměsi, např. hlínu, plevel (Zeman 2006)

Seno pro koně by mělo obsahovat více než 20 % vlákniny (Meyer & Coenen 2003) a obsah vody by měl být do 14 %, neboť při tomto obsahu vody ustává nežádoucí mikrobiální činnost (Zeman 2006).

Seno se zkrmuje až po „vypocení“, tj. 5-6 týdnů po naskladnění, kdy již není nebezpečí vzniku kolik.

Denní spotřeba sena pro dospělého koně je 8-12 kg, u hříbat 3-9 kg (Dušek et al. 2011).

### 3.3.1.3 Okopaniny

Okopaniny jsou šťavnatá, lehce stravitelná glycidová krmiva s vysokou výživnou hodnotou (Zeman 2006). Lehce stravitelný škrob a cukry slouží jako pohotová energie. Okopaniny v krmné dávce zlepšují trávení a využití živin organismem. Ovšem vysoké dávky okopanin působí u koní projímavě (Dušek et al. 2011). Okopaniny zkrmujeme očištěné bez hlíny a cizích příměsí, nesmí být nahnílé nebo namrzlé.

**Krmná mrkev** má výborné dietetické účinky a příjemnou chuť (Dušek et al. 2011). Dietetický význam spočívá především v příznivém složení rozpustných sacharidů a vysokém obsahu beta-karotenu (Zeman 2006). Je využívána pro krmení hříbat, březích a kojících klisen,

sportovní a dostihové koně (Dušek et al. 2011). Pro koně, kteří nejsou zvyklí na konzumaci mrkve, je vhodné mrkev podávat krájenou, aby se předešlo riziku udušení (Frape 2010). Doporučená denní dávka je 5 kg na 100 kg živé hmotnosti (Dušek et al. 2011).

**Krmná řepa** se u koní zkrmuje zpravidla strouhaná. Dávka pro koně je 5 kg na kus a den. Častěji je ale využívána cukrová krmná řepa.

**Cukrová krmná řepa** obsahuje vysoké množství cukru, jehož využitelnost je asi 85 %. Používá se v krmných dávkách jako zdroj pohotové energie (Dušek et al. 2011). Těžce pracující koně snášejí dobře množství 2-3 kg denně na 100 kg živé hmotnosti.

Po zbavení cukru v cukrovárném průmyslu se zbytkové řepné jádro suší a prodává se jako sušené řízky. Řízky obsahují převážně pektiny a malé množství cukru (Meyer & Coenen 2003). Cukrovarské řízky obsahují tzv. „super vlákninu“ vykazující vysokou stravitelnost. Asi 70 % je fermentováno a využito pro energetickou potřebu (Dušek et al. 2011). Řízky vykazují podobnou energetickou hodnotu jako oves. Konec je rádi přijímají a v omezeném množství je dobře snášejí. Před podáním je třeba řízky namočit do vody (1:4) alespoň po dobu jedné hodiny, jelikož pektiny silně bobtnají. Při krmení v suchém stavu existuje riziko ucpání jícnu nebo dilatace a ruptury žaludku. Tažným koním se denně může podávat až 1 kg/100 kg živé hmotnosti. Případně je možné podávat řízky ve směsi, kde by měly tvořit maximálně 8-10 % (Meyer & Coenen 2003).

### 3.3.2 Jadrná krmiva

Jadrná krmiva jsou charakterizována vyšším obsahem energie, nižším obsahem vlákniny (méně než 18 %) a vyšším obsahem kyselinotvorných prvků (P, Cl, S apod.). Slouží k doplnění živin, které nebyly uhrazeny objemnými krmivy, a k výrobě doplňkových a kompletních směsí (Zeman 2006). Jadrná krmiva jsou důležitou součástí krmné dávky sportovních koní, neboť slouží k doplnění zvýšených energetických požadavků (Lindberg 2013).

#### 3.3.2.1 Obiloviny

Obiloviny se vyznačují vysokým obsahem škrobu, ovšem důležité rozdíly jsou ve struktuře škrobu. Množství bílkovin je cca 10 % a obsah tuku se pohybuje v rozmezí 2-5 %. Jsou dobrým zdrojem vitamínu B (kromě B<sub>12</sub>) a E, avšak jsou chudé na obsah minerálních látek, zejména na vápník (Meyer & Coenen 2003). Fosfor je vázán ve formě kyseliny fytové a, vzhledem k absenci enzymu fytázy u koní, je špatně dostupný (Zeman 2006).

**Oves** je tradičním jadrným krmivem v krmných dávkách koní. Jeho dietetický účinek spočívá v alkaloidu aveninu, glykosidu koniferinu. Oproti ostatním obilovinám má oves vysoký obsah vlákniny (10-11,6 %) a tuku (4,5-5,5 %). Doporučuje se zkrmovat mačkaný (Dušek et al. 2011). Při odstranění pluch dojde k poklesu obsahu vlákniny a výraznému zvýšení obsahu škrobu, čímž se zvýší energetická hodnota alepší stravitelnost. Tím se loupání ovsa jeví jako nejlepší způsob, jak zlepšit nutriční hodnotu (Särkijärvi & Saastamoinen 2006).

**Ječmen** obsahuje asi 5 % vlákniny (Meyer & Coenen 2003) a kolem 11 % dusíkatých látek (Zeman 2006). Oproti ovsu má vyšší obsah energie (1 kg ovsa odpovídá cca 0,9 kg ječmene) Kvůli tvrdosti a nízké stravitelnosti škrobu musí být ječmenná zrna šrotována nebo tepelně ošetřena (Meyer & Coenen 2003). Šrotováním se využitelnost všech organických živin zvyšuje o 10-16 %. Ječmen u koní zvyšuje spíše přírůstkovou hmotnost než výkon. Při vysokých dávkách ječmene je u koní riziko vzniku trávicích poruch (kolik), obzvláště u koní na ječmen postupně nenavyklých (Dušek et al. 2011).

**Kukuřice** má vysokou energetickou hodnotu, ale nízký obsah dusíkatých látek, včetně esenciálních aminokyselin (zejména tryptofanu) (Dušek a kol. 2011). 1 kg ovsa odpovídá a v energetické hodnotě cca 0,85 kg kukuřice. Kvůli nízké precekální stravitelnosti škrobu musí

být před zkrmováním jemně šrotována, lépe tepelně ošetřena (Meyer & Coenen 2003). Její energetický potenciál je využíván zejména ve směsích pro koně (Dušek et al. 2011).

### 3.3.2 Olejníny

Olejníny jsou bohatým zdrojem bílkovin, fosforu, hořčiku a mají vysokou energetickou hodnotu (Martin-Rosset et al. 2015). Často obsahují antinutriční látky, které mohou ve větších dávkách nepříznivě ovlivnit zdraví zvířat. Z toho důvodu jsou využívány v menším rozsahu (Zeman 2006).

**Lněné semínko** obsahuje 30-45 % tuku, který se skládá převážně z nenasycených mastných kyselin a 22-27 % bílkovin (Zeman 2006). Má příznivý vliv na trávení, díky vysokému podílu slizu bobtnajícího ve vodě. Díky tomu mohou lněná semínka vázat ve střevě vysoké množství vody a potáhnout sliznici žaludku a střev ochranným filmem (Meyer & Coenen 2003). Lněné semínko je také ceněno pro zlepšení stavu srsti a kůže (Frape 2010). Není vhodné podávat lněná semínka v suchém stavu. Nejvhodnější úpravou je povaření, kdy dojde ke zničení enzymu linázy, která uvolňuje z glykosidů kyanovodík toxický pro koně (Zeman 2006). Denní dávka by měla být omezena na 0,3 kg/100 kg živé hmotnosti (Martin-Rosset et al. 2015). V běžné praxi je součástí teplého krmiva, tzv. mash (Dušek et al. 2011)

### 3.3.3 Průmyslová krmiva

Otruby obsahují převážně obalové části zrna. Ve srovnání s obilovinami mají nižší energetickou hodnotu, vyšší obsah vlákniny a minerálních látek (Zeman 2006).

Pšeničné otruby mají obsah hrubé vlákniny asi 10-12 % (Martin-Rosset et al. 2015). Zkrmujeme je obvykle ve směsi s dalšími krmivy, často ve formě mashe (voda, pšeničné otruby, mačkaný oves, lněné semínko a NaCl), z důvodu jejich schopnosti vázat vodu (Frape 2010; Dušek et al. 2011). Neměly by tvořit více než 20-30 % krmné dávky, neboť by mohlo dojít k dysbalanci poměru vápník/fosfor (Martin-Rosset et al. 2015).

### 3.3.4 Oleje (tuky)

Tuky živočišné nebo rostlinné jsou nyní běžně součástí jídelníčku koní, zejména těch využívaných pro vytrvalostní ježdění (Martin-Rosset et al. 2015). Ve výživě vysoce výkonných koní se zvyšuje podávání tuku k doplnění energie (1 g tuku dodává dvakrát více energie než 1 g škrobu). Přijatelnost tuků je u jednotlivých koní rozdílná (Meyer & Coenen 2003). Jsou dobře stravitelné a zejména rostlinné tuky, přimíchané do krmné směsi, koně poměrně dobře přijímají.

Tuky a oleje snadno oxidují a jsou náchylné ke žluknutí. Z toho důvodu výrobci krmiv přidávají antioxidanty do krmiv obsahujících tuky (Martin-Rosset et al. 2015).

V první řadě se doporučují kukuřičný, sójový, slunečnicový nebo lněný olej. Koně by se na přísadku oleje v krmivu měli postupně navykat. Obecně doporučená dávka je 2 dl na den pro koně s návykem alespoň 10 týdnů (Dušek et al. 2011).

**Lněný olej** se získává lisováním za studena. Obsahuje velké množství vitamínu E a až 60 % omega-3 esenciálních mastných kyselin. Kyselinu alfa-linolenovou (ALA) si organismus koně nedokáže sám vytvořit. Díky obsahu této kyseliny pomáhá zlepšovat kondici, výkonnost, kvalitu srsti a kopyt.

**Rýžový olej** pomáhá ke zvýšení výkonnosti koně a lepšímu hospodaření s energií. Obsahuje gama oryzanol, který pozitivně působí na růst svalové hmoty.

**Ostropěstřecový olej** se získává z plodů ostropěstřce mariánského lisováním za studena. Obsahuje přibližně 60 % kyseliny linolové a vysoký obsah vitamínu E. Příznivě ovlivňuje stav kůže a srsti, podporuje trávení a díky obsahu silymarinu podporuje správnou funkci jater.

### 3.3.5 Krmné směsi

Krmné směsi jsou průmyslově namíchaná jadrná krmiva. Skládají se z přirozených jadrných krmiv obohacených specifickými krmivými a doplňky (Dušek et al. 2011). Výhody krmných směsí spočívají ve specifickém, kontrolovaném složení živin, účelovém zpracování a přípravě, lehké manipulaci s nimi a vysoké hygienické kvalitě (Meyer & Coenen 2003).

Obsah organických živin, minerálních látek, vitamínů a ostatních účinných látek musí odpovídat fyziologickým potřebám jednotlivých kategorií koní podle jejich zaměření a využití (Dušek et al. 2011).

Krmné směsi obvykle rozlišujeme na kompletní krmiva a doplňková krmiva. Kompletní krmiva obsahují všechny potřebné živiny v dostatečném množství k pokrytí požadavků. Tím mohou zcela nahradit tradiční krmnou dávku. Doplňková krmiva se nejčastěji používají jako náhrada tradičních koncentrovaných krmiv (např. oves) pro lepší vyvážení píce (Martin-Rosset et al. 2015).

Směsi mohou být volné (vločkované, drobené, „müsli krmivo“) nebo peletované. Lisováním se usnadní transport, skladování a distribuce, zabrání se oddělování částí krmiva a redukuje obsah zárodků (Meyer & Coenen 2003).

Kompletní krmné směsi se u nás nevyrábí. V zahraničí se využívají ve výživě dostihových koní (Dušek et al. 2011).

Tabulka 1: Vlastnosti kompletních a doplňkových krmných směsí v % (Martin-Rosset et al. 2015)

Krmná směs	Hrubý protein	Hrubá vláknina	Popeloviny
Kompletní	11-14	15-20	10-12
Doplňková	13-20	7-17	8-15

### 3.3.6 Doplnky stravy

Doplňky stravy jsou sloučeniny (sacharidy, aminokyseliny, elektrolyty atd.) krmené jednotlivě nebo ve směsích. Pomáhají vyrovnat dočasné změny nutričního stavu.

**Elektrolyty** jsou sloučeniny, které vedou elektrický proud v případě, že jsou rozpuštěny ve vodě. Nejdůležitějšími elektrolyty pro koně jsou sodík, draslík, chlor, vápník a hořčík. Ve formě iontů se zapojují do mnoha základních buněčných funkcí, svalových stahů a přenosů nervových vzruchů.

U sportovních koní dochází k výrazným ztrátám elektrolytů během práce, neboť jsou vylučovány potem. Důsledkem toho může docházet k narušení iontové rovnováhy v organismu. Z důvodu těchto zvýšených ztrát je třeba tyto prvky doplnit uměle. Elektrolyty je vhodné koním podávat během závodu i v průběhu sezóny. Elektrolyty bývají ve formě prášku, roztoku či pasty. Obvykle jsou všechny formy obohaceny o vitamíny, minerální látky a cukry.

## 3.4 Jezdecké disciplíny

Jezdecký sport je velmi variabilní a zahrnuje celkem 7 základních disciplín – parkur, drezuru, všestrannost, spřežení, voltiž, reining a endurance (vytrvalost). Patří sem, ale i pony sport a parajezdectví.

### 3.4.1 Česká jezdecká federace (ČJF)

V České republice zastřešuje jezdecký sport a uvedené disciplíny Česká jezdecká federace. Jedná se o národní sportovní svaz. Česká jezdecká federace je členem Mezinárodní jezdecké federace (FEI), Evropské jezdecké federace (EEF), Českého olympijského výboru (ČOV) a České unie sportu (ČUS).

Česká jezdecká federace zodpovídá za organizaci jezdeckých národních i mezinárodních soutěží na území České republiky, distribuci finančních zdrojů, registraci jezdců, funkcionářů a koní a vytváření právního rámce jezdeckého sportu.

V roce 2018 registrovala ČJF celkem 18512 členů v 1590 sportovních klubech. Aktivní sportovní licenci vlastnilo 7950 sportovců a 8356 koní. Počet aktivních hobby jezdců činil 3500 a 3800 koní (koně a jezdci bez sportovní licence). Soutěžilo se celkem na 750 závodech a ve zhruba 10 000 soutěžích ve všech disciplínách.

Účelem ČJF je:

- je propagovat jezdecký sport ve společnosti,
- rozvíjet jezdecký sport v oblasti rekreačního, výkonnostního a vrcholového jezdeckého sportu ve všech jeho formách,
- prosazovat zájmy jezdeckého sportu na úrovni ústředních orgánů státní správy a místních samospráv a působit na tvorbu všech právních norem týkajících se jezdeckého sportu,
- spolupracovat s národními sportovními svazy a federacemi ostatních států
- připravovat a zabezpečovat reprezentaci České republiky ve všech disciplínách jezdeckého sportu
- zajišťovat organizaci a řídit mistrovské soutěže a mezinárodní závody v České republice (ČJF 2016)

### 3.4.2 Parkur

Parkurové skákání se řadí mezi olympijské disciplíny. V současné době se jedná o nejrozšířenější disciplínu.

Skoková soutěž je soutěží, při které se za různých podmínek prověřuje dvojice – Sportovce a koně na parkuru s překážkami. Jestliže se Sportovec dopustí určitých chyb, např. poboření překážky, zastavení před překážkou, překročení časového limitu apod., je penalizován. Vítězem soutěže se stává Sportovec, který dostal nejnižší počet trestných bodů nebo dokončil parkur v nejkratším čase nebo získal v určitém typu soutěže nejvyšší počet bodů (ČJF 2022a).

### 3.4.3 Drezura

Drezura je jezdecká disciplína zařazená i na olympijských hrách, a to už od roku 1912. Jde o dokonalý soulad mezi jezdcem a koněm, kdy kůň na téměř neviditelné pobídky jezdce dělá určité cviky, pohybuje se do stran ve všech třech chodech (krok, klus, cval). Jezdec a kůň se pohybují v drezurním obdélníku a provádí cviky dané v drezurní úloze. Drezurní úlohy mají různou obtížnost. Správnost provedených cviků hodnotí rozhodčí rozmístění po obvodu

obdélníku. Každý cvik je hodnocen známkou 0-10. Výsledek je přepočítán na procenta. Vyhrává dvojice s nejvyšším počtem procent.

#### **3.4.4 Všestrannost**

Soutěž všestranné způsobilosti (původní název military) je od roku 1912 taktéž zařazena mezi olympijské disciplíny. Jedná se o dvou až tří denní zkoušku, která zahrnuje drezuru, terénní jízdu (kros) a parkur. V terénní zkoušce dvojice překonává vytyčenou dráhu, na které jsou umístěny pevné přírodní skoky, seskoky a překážky s vodou. Nepřekonání skoku, vybočení, pád apod. je penalizováno trestnými body, případně i vyloučením. Vítězem je jezdec s nejnižším součtem trestných bodů ze všech tří zkoušek.

#### **3.4.5 Spřežení**

V soutěžích spřežení startují v ČR kategorie – dvojspřeží pony, jednospřeží, dvojspřeží a čtyřspřeží koní.

Kompletní soutěže spřežení jsou tří denní a skládají se ze tří zkoušek – drezury, maratonu a překážkové jízdy.

V drezurní zkoušce se jezdí v drezurním obdélníku. Hodnotí se přesnost předvedení předem dané drezurní úlohy a celkový dojem.

Maraton se skládá ze 2-3 úseků, ve kterých musí jezdcí absolvovat několik technických překážek. Překážky se skládají určitých prvků, které musí jezdec projet ve stanoveném pořadí. Každá překážka nabízí několik variant průjezdu. Úkolem jezdce je zvolit nejrychlejší variantu. V maratonu se hodnotí dodržení stanoveného času v jednotlivých úsecích a dosažené časy v jednotlivých překážkách.

Při překážkové jízdě jezdcí na kolbišti projíždí mezi páry kuželů, na kterých jsou umístěny míčky. Shození míčků či nedodržení stanoveného času je penalizováno.

Vítězem soutěže se stává jezdec s nejnižším součtem trestných bodů ze všech tří zkoušek.

#### **3.4.6 Voltíž**

Voltíž neboli gymnastika na neosedlaném koni je sportovní disciplína spojující harmonii koně a jezdce s uměleckým a sportovním zážitkem. Soutěží se v kategorii jednotlivců, dvojic nebo skupin.

Soutěžící obvykle předvádí dvě sestavy (povinnou a volnou) na cválajícím koni. Povinná sestava má různé cviky, které musí cvičenec předvést. Každý cvik je ohodnocen známkou 0-10.

Voltížní kůň se pohybuje na kruhu o průměru 15-20 metrů a je ovládán lonžérem. U výkonu koně se hodnotí chod a fyzická připravenost, poslušnost, reakce na lonžéra, cvičence a celkový dojem.

#### **3.4.7 Reining**

Reining je často popisován jako westernová forma drezury, neboť pro správné provedení úlohy je zapotřebí dokonalý soulad jezdce s koněm, který se musí nechat ochotně vést téměř nezatelnými pobídkami.

Úkolem dvojice je předvést zadanou úlohu složenou z kruhů, přeskoků, spinů, stopů, rollbacků, couvání a prodlev. Jedná se o dynamickou disciplínu předváděnou ve cvalu, kdy rychlost musí být pod dokonalou kontrolou a nesmí být na úkor přesnosti (Jezdectví pro všechny 2017)



### 3.4.8 Vytrvalost (Endurance)

Vytrvalostní jízda neboli endurance je disciplínou prověřující schopnost jezdce bezpečně provést svého koně terénní jízdou s ohledem na jeho kondici, trať, vzdálenost, terén, počasí a čas. Jezdec musí perfektně znát svého koně, jeho tempo a správně využít jeho vlastností a schopností v terénu. Soutěž se skládá z určitého počtu etap (kol) v závislosti na délce trati, například trať o délce 100-119 km musí mít minimálně 3 kola. Délka každého kola musí být minimálně 20 km a maximálně 40 km.

Na konci každého kola jsou veterinární kontroly. Ve veterinární kontrole je posuzována kondice koně nutná k pokračování v soutěži na základě tepové frekvence, metabolické stability, posouzení chodů a celkového stavu. V případě, že kůň nevyhoví v některém z parametrů, je ze soutěže vyloučen.

Tepová frekvence je prvním posuzovaným parametrem ve veterinární prohlídce. K měření tepové frekvence ve všech závodech musí být kůň předveden s tepovou frekvencí ne vyšší než:

- 64 tepů za minutu do 15 minut po průjezdu cílové čáry každého kola,
- 64 tepů za minutu do 20 minut po průjezdu cílové čáry posledního kola.

Po každém kole (kromě kola posledního) musí mít koně povinnou přestávku. Délka povinné přestávky musí odpovídat poměru 1 minuta přestávky na 1 km délky kola, tj. například při délce kola 35 km musí být přestávka v délce minimálně 35 minut.

Trať by měla zahrnovat technicky náročné faktory s ohledem na povrch, terén, nadmořskou výšku a směr. Aby bylo tohoto cíle dosaženo, měla by trať obsahovat přirozeně se vyskytující nebo uměle vytvořené prvky, jako jsou stezky, příkopy, strmá stoupání a klesání, vodní přechody. Pro stručné a přesné vyjádření popisu charakteru trati soutěže je zaveden kód složený z čísla a písmene, který vyjadřuje obtížnost a druh terénu a je vždy uveden v rozpisu závodu spolu s typy terénu a výškovými rozdíly (ČJF 2022b).

Endurance soutěže se dělí na šest různých stupňů obtížnosti dle délky trati viz. Tabulka 2:

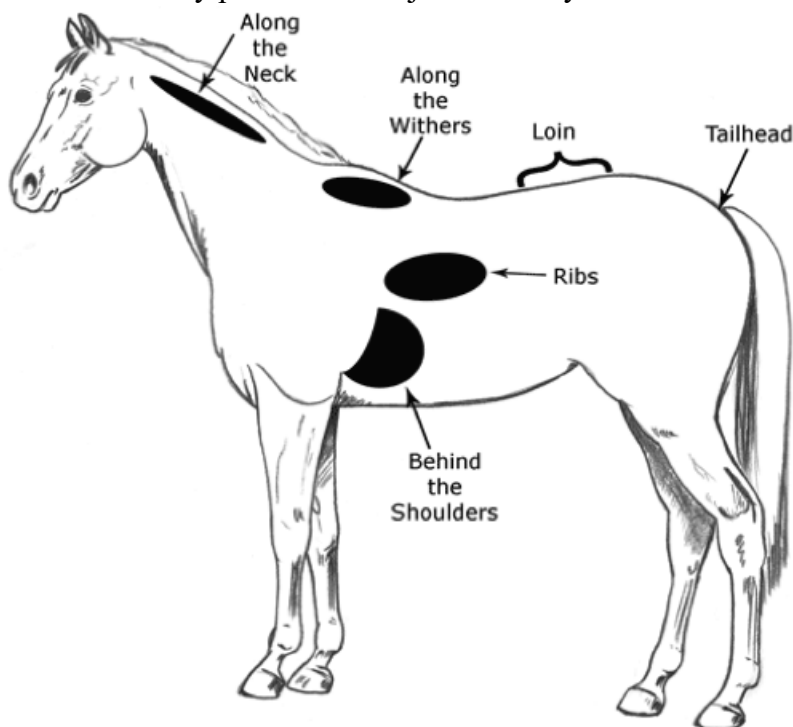
Tabulka 2: Stupně obtížnosti endurance soutěží

stupeň	průměrná vzdálenost v jednom dni (km)		
	jednodenní	dvoudenní	tří- a vícedenní
<b>T</b>	140 a více	90-100	70-80
<b>ST</b>	100-139	70-89	50-69
<b>S</b>	80-99	50-69	
<b>L</b>	55-79		
<b>Z</b>	40-54		
<b>ZM</b>	do 39		

### 3.5 Body condition score

Body condition score (BCS) je dobrým indikátorem zdraví koně. Hodnotíme stupeň krytí tuku a tělesnou kondici koně. Bodovací systém lze využít k posuzování tělesné kondice a zdraví všech kategorií koní (Brady et al. 2014), i když původně byl navržen k odhadnutí reprodukčního potenciálu klisen (Henneke et al. 1983).

Anatomické lokality pro hodnocení jsou uvedeny na obrázku 1.



Obrázek 1: Anatomické lokality pro hodnocení BCS (<http://feedxl.com/newsletters/1-why-body-condition-score.html>)

Hodnotitel koně posuzuje vizuálně i pohmatem. Pohmatem se hodnotí krytí tukem v anatomických lokalitách uvedených na obrázku. Vhodné je koně posuzovat i v pohybu, kdy lze dokonale zhodnotit krytí tukem v oblasti žeber. V zimě je vizuální hodnocení náročnější a z toho důvodu je těžší i hodnocení tělesné kondice.

V závislosti na tom, co kůň dělá je optimální skóre mezi 4-6. Skóre vyšší než 6 či nižší než 4 poukazuje na zdravotní či metabolické problémy a může ovlivnit výkonnost zvířete.

Henneke et al. (1983) vytvořili následující tabulku pro hodnocení BCS u koně.

Tabulka 3: Hodnocení BCS u koně

SKÓRE	POPIS KONDICE
1 - extrémně vyhublý	Extrémně vyhublý kůň. Kostra kohoutku, ramen a šíje jsou snadno pozorovatelné. Velmi zřetelné trnové výběžky, žebra, kořen ocasu a kyčelní hrboly. Chybí veškerý podkožní tuk.
2 - výrazná vyhublost	Kůň je vyhublý. Trnové výběžky jsou mírně pokryty tukem. Příčné výběžky bederních obratlů, kořen ocasu a kyčelní hrboly jsou zřetelné. Struktury kohoutku, ramen a krku jsou slabě rozeznatelné.
3 - vyhublý	Asi polovina trnových výběžků je kryta tukem, ale jsou snadno rozeznatelné. Příčné výběžky neznatelné. Žebra jsou mírně kryta tukem, zůstávají dobře viditelná. Kořen ocasu je výrazný, ale nelze vizuálně identifikovat jednotlivé obratle. Kyčelní hrboly snadno rozeznatelné, ale zaoblené. Struktura kohoutku, ramen a krku je výrazná.
4 - lehká kondice	Krk, kohoutek a ramena jsou zaoblené. Mírný hřeben na krku, rozeznatelný slabý obrys žeber. U kořene ocasu znatelná mírná vrstva tuku, kyčelní hrboly jsou neznatelné.
5 - střední kondice	Žáda jsou plochá (výběžky jsou neznatelné a nelze promáčknout), žebra vizuálně neznatelná, snadno nahmatatelná. Okolo kořene ocasu se tvoří tuk. Krk a ramena plynule splývají s tělem. Trnové výběžky v oblasti kohoutku jsou zaobleny.
6 - mírná nadváha	Tuk se začíná ukládat podél krku, kohoutku a za ramenem. Žebra jsou hmatatelná, tuk přes žebra působí jako houbovitý. Na zádech může být mírná rýha. Tuk kolem kořene ocasu je měkký.
7 - nadváha	Tuk je uložen podél krku, kohoutku a za ramenem. Žebra hmatatelná, mezi nimi patrná tuková tkáň. Znatelná štěpená (louplá) záď. Tuk okolo kořene ocasu je měkký
8 - obezita	Ztluštělý krk, okolí kohoutku a za ramenem je vyplněno tukem. Žebra obtížně hmatatelná. Znatelná štěpená záď, tuk okolo kořene ocasu je velmi měkký. Tuk uložen po vnitřní straně stehen.
9 - extrémní obezita	Krk, kohoutek, oblast za rameny a okolo kořene ocasu jsou vybouleny tukem. Přes žebra nerovnoměrně uložené vrstvy tuku. Uprostřed hřbetu výrazná rýha. Pohmatem zjevný tuk na zádi. Vnitřní strana stehen tře o sebe.

## 3.6 Výživa vytrvalostních koní

Vytrvalostní sport je asi nejnáročnější z atletických jezdeckých disciplín, neboť koně musí urazit vzdálenosti dlouhé až 160 km v jediný den, v případě vícedenních závodů i vzdálenosti větší. V minulosti měly závody tendenci být na delší vzdálenosti a relativně pomalé rychlosti, např. vítěz závodu v Berlíně v roce 1892 ujel 597 km průměrnou rychlostí 8,4 km/h, ale v poslední době, zejména na mezinárodní úrovni, se objevuje trend velmi vysokých závodních rychlostí. Například vítěz World Equine Endurance Championship 2005 v Dubaji překonal trať dlouhou 160 km průměrnou rychlostí 22,5 km/h. Vítěz World Equestrian Games (WEG) 2010 dokončil závod s průměrnou rychlostí 21 km/h. Navíc tři nejlépe umístěné dvojice WEG 2010 dokončily poslední kolo závodu rychlostí 30 km/h.

Tyto vysoké pracovní nároky představují několik výzev pro vytrvalostní koně. Za prvé, z důvodu vysokých energetických nároků může dojít k vyčerpání zásob substrátu (zejména glykogenu ve svalích a játrech), což má za následek pokles výkonnosti. Za druhé, dochází k výrazným ztrátám vody a elektrolytů (zejména sodíku a chloridu), jelikož odpařování potu je hlavním mechanismem pro odvod tepla z těla koně během práce. Neschopnost vyrovnat ztráty vody a elektrolytů může být dalším potenciálním důvodem špatného výkonu a vyřazení ze závodu. Navíc dehydratace a iontová nerovnováha zvyšuje riziko rozvoje metabolických problémů.

V průzkumu koní, kteří se účastnili 16 závodů na úrovni CEI nebo CEN ve Francii, v závislosti na jízdě odhadem 50 % koní bylo diskvalifikováno a 10 % muselo být ošetřeno (Robert 2004). Pro kulhání bylo vyřazeno přibližně 40 % koní a 41 % koní bylo eliminováno z metabolických důvodů. Nejčastějšími klinickými diagnózami byla dehydratace (~26 %) a kolika (~17 %). Lze tvrdit, že vhodný nutriční management může pomoci snížit výskyt metabolických problémů, které mají za následek diskvalifikaci nebo potřebují zásah veterinárního lékaře (Harris 2013).

Výběr krmiv je třeba upravit individualitě koně a ovlivňuje jej řada faktorů, např. temperament, ustájení (pasevní nebo boxové), úroveň tréninku, soutěží i preference jezdce. Neexistuje přesný návod, jak krmit vytrvalostního koně, ale existuje několik obecných zásad, které by měly být brány v potaz při skládání krmné dávky.

### 3.6.1 Energie

U sportovních koní je přísun energie ze stravy rozhodující pro udržení tělesné hmotnosti a kondice, stejně jako pro uložení a dostupnost substrátů potřebných pro svalovou práci. Existují důkazy, že zdroj energie z potravy může ovlivnit skladování a využití substrátů používaných jako palivo pro svalovou práci, zejména glykogen a tuk (Harris 2013).

Body condition score může ovlivnit výkon během vytrvalostní jízdy. V jedné studii koní, kteří se účastnili dvoudenního závodu na 240 km bylo průměrné BCS 4,7 a procento tělesného tuku, odhadované z ultrazvukového posouzení tloušťky záďového tuku, bylo 7,8 % (Lawrence et al. 1992). Mezi nejlepšími finalisty byl odhadovaný tělesný tuk ~6,5 % tělesné hmotnosti, zatímco u koní, kteří nedokončili, tvořil tuk průměrně 11 % tělesné hmotnosti.

V další studii u koní, kteří dokončili 160 km Tevis Cup, bylo průměrné BCS měřené před jízdou 4,5. Koně s BCS nižším než 3 závod nezvládli dokončit (Garlinghouse & Burrill 1999). Koně vyloučení z metabolických důvodů měli průměrné BCS 2,9 ve srovnání s BCS 4,5 u koní diskvalifikovaných z nemetabolických důvodů jako kulhání. Autoři této studie uvedli, že v těžších závodech jako je Tevis Cup, koně s BCS <3 mohou být znevýhodněni z důvodu nižších energetických zásob oproti koním s vyšším BCS. Problémy však můžou nastat i u koní s BCS > 6, díky zvýšené hmotnosti a ztíženému odvodu tepla (Garlinghouse & Burrill 1999; Langlois & Robert 2008).

Barnes et al. (2010) ve své studii 160 km závodu v Austrálii uvádí že koně, kteří byli vyřazeni z metabolických důvodů před jízdou vážili méně než koně, kteří závod dokončili.

Obecně tedy platí, že krmné dávky pro vytrvalostní koně by měly cílit na BCS kolem 4-4,5 (Harris 2013).

Výkon vytrvalostního koně je závislý na dostupnosti substrátu pro syntézu ATP. Energie uložená ve formě svalového a jaterního glykogenu, intramuskulárních a tukových triglyceridů spolu s krmivem přijatým v průběhu závodu, poskytne energii pro svalové kontrakce (Duren 1998). Bylo odhadnuto, že kůň o váze 450 kg má kolem 1400-2800 g svalových triglyceridů, 40 000 g tukových triglyceridů, 3000-4000 g svalového glykogenu (1-2 % hmotnosti kosterního svalstva) a 100-200 g jaterního glykogenu (Harris 1997).

Energetické požadavky pro koně jsou nejčastěji vyjádřeny v megakaloriích (Mcal) nebo v megajoulech (MJ) stravitelné energie, kde 1 Mcal = 4,184 MJ. U vytrvalostních koní závisí energetické požadavky nejen na délce trvání a intenzitě práce, ale také na podmínkách prostředí, terénu, hmotnosti jezdce a vybavení, schopnostech jezdce, zdatnosti koně atd. (Harris 1997; NRC 2007). Dle NRC (2007) se množství stravitelné energie na záchovu pro koně o hmotnosti 450 kg pohybuje v rozmezí 13,6-16,3 Mcal/den (~57-68 MJ/den). Pagan & Hintz (1986) uvádí, že u koně o hmotnosti 450 kg (plus 75 kg hmotnost jezdce a vybavení) pracujícího 3 hodiny ve středním klusu (~250 m/min) měl být odhadovaný dodatečný požadavek na stravitelnou energii 15 Mcal (63 MJ). Tím pádem celkový požadavek na energii za daný den tvoří ~29-31 Mcal (~120-130 MJ). NRC (2007) používá násobitel (1,9) nad hodnotu potřebnou na záchovu pro odhad energetických požadavků vytrvalostních koní, kteří spadají do kategorie vysoké pracovní zátěže. V této kategorii je hodnota energie pro záchovu u koně o hmotnosti 450 kg vyšší, odhadem 31 Mcal/den.

V americkém průzkumu závodníků aspirujících na mezinárodní úroveň, byl odhadovaný denní příjem stravitelné energie (z píce a doplňkových krmiv) během tréninku 24 Mcal pro koně průměrné postavy s hmotností 460 kg. Nicméně mnoho z koní v tomto průzkumu bylo ustájeno pastevně a odhad nezohledňoval příjem stravitelné energie z pastvy (Crandell 2002).

Čtyři hlavní zdroje (Harris 1997) energie u koně jsou:

- Fermentovatelná vláknina (zahrnuje celulózu, hemicelulózu a pektiny): není trávena pomocí enzymů, ale fermentace probíhá pomocí mikroorganismů v zadním střevě
- Hydrolyzovatelné sacharidy (např. jednoduché cukry a škroby): jsou tráveny pomocí enzymů na hexózy, které se vstřebávají v tenkém střevě nebo jsou rychle fermentovány v zadním střevě (tj. slepém a tlustém střevě)
- Oleje/tuky: ačkoli se koně vyvíjeli na dietách s nízkou koncentrací olejů a tuků, jsou schopni strávit a využít až 20 % krmné dávky ve formě oleje, pokud jsou na olej vhodně navykáni
- Protein: není primárně krmem jako zdroj energie, protože metabolismus aminokyselin na využitelnou energii je oproti metabolismu sacharidů a tuků neefektivní

Různá krmiva obsahují různá množství hrubé energie. Účinnost převodu z hrubé na využitelnou nebo čistou energii se také značně liší (Martin-Rosset et al. 1994), a to jak mezi krmivy, tak mezi jednotlivými zvířaty.

### 3.6.2 Píce

Píce by měla být základem stravy pro všechny koně. Ve výše uvedeném americkém průzkumu krmných praktik (Crandell 2002), asi 80 % koní mělo 24 hodin denně přístup na pastvu. V průměru 78 % krmné dávky tvořila píce, což je ve srovnání s jinými sportovními koňmi výrazně vyšší (např. u dostihových koní tvoří píce maximálně 30 % krmné dávky). Předpokládá se, že k udržení zdraví, správné funkce zadního střeva, snížení rizika vzniku

žaludečních vředů a abnormálního chování, je zapotřebí zahrnout dlouhostonkaté objemné krmivo. Ačkoli v současné době neexistuje žádný dohodnutý požadavek na množství vlákniny v krmné dávce (Goodwin et al. 2002; Shirazi-Beechey 2008). Autoři v současné době doporučují minimálně 1,5 % živé hmotnosti dlouhostonkatého objemného krmiva.

Vláknina může během vytrvalostní jízdy dodávat energii absorpcí těkavých mastných kyselin (acetát, propionát) produkovaných fermentací, která pokračuje dlouho poté, co byla vláknina požitá. Kyselina propionová, vznikající při fermentaci v zadním střevě, je také důležitým substrátem pro glukoneogenezi (Ford&Simmons 1985).

Některé zdroje vlákniny (např. řepné řízky) mohou zvětšit velikost rezervoáru tekutiny tlustého střeva, který může představovat až 8-10 % tělesné hmotnosti a 10-20 % celkového obsahu sodíku, draslíku a chloru v těle koně (Parsons et al. 2011). Tím funguje jako rezervoár vody i elektrolytů, což může pomoci k udržení hydratace během práce (Meyer & Coenen 1989).

Meyer & Coenen (1989), ve studii na ponících při práci s nízkou intenzitou, uvedli že se může z trávicího traktu, během 2-3 hodin zátěže, absorbovat přibližně 10 litrů vody, 19 g Na a 10 g Cl. Tím dochází potenciálně ke kompenzaci části vody a elektrolytů vyloučených pocením během vytrvalostních jízd (Geor & Harris 2005). Nicméně potenciální výhody diety s vysokým obsahem vlákniny, s ohledem na zlepšení rovnováhy vody a elektrolytů, je třeba zvážit s možnými energetickými nevýhodami spojenými s vyšší hmotností zadního střeva. Vytrvalostní koně běžně konzumují různé zdroje vlákniny včetně píce či řepných řízků (Kronfeld 2001).

### 3.6.3 Jadrná krmiva

Kvalitní píce nemusí být, při vytrvalostním tréninku a soutěžích, dostatečným zdrojem k udržení tělesné hmotnosti a kondice. Z toho důvodu jsou běžně využívány některé obiloviny. Crandell (2002) ve svém průzkumu uvádí, že průměrné množství bylo 2,27 kg/den. Nicméně koně na vyšší úrovni a tréninku budou pravděpodobně vyžadovat vyšší množství.

Škrob, hydrolyzovatelný sacharid, je hlavní složkou obilných zrn. Doporučení, s ohledem na příjem škrobu v dávce, byly v posledních letech z různých důvodů sníženy (např. spojitost se zvýšeným rizikem výskytu žaludečních vředů) ze 4 na 1 g/kg tělesné hmotnosti (Luthersson et al. 2009; Vervuert et al. 2009). Je také vhodné omezit velikost jednotlivých porcí jadrného krmiva na maximálně 1,5 kg pro koně o hmotnosti 450 kg.

### 3.6.4 Oleje

Rostlinné oleje jsou energeticky bohaté, neobsahují škrob ani cukr a můžou poskytnout další výhody včetně snížení produkce tepla, snížení množství krmiva potřebného k dosažení požadovaného energetického příjmu a možné behaviorální výhody (Harris & Kronfeld 2003; NRC 2007).

Zajímavý je potenciál krmné dávky, doplněné olejem, poskytnout přímou výkonnostní výhodu. Koně s krmnou dávkou obsahující 12 % tuku (s přídatkem 9 % kukuřičného oleje) absolvovali trasu 67 km horským terénem za 8-10 hodin. Jejich výkon byl lepší a měli vyšší koncentraci glukózy v krvi než koně krmení kontrolní dietou s obsahem tuku 3 % (Slade et al. 1975).

Následné studie prokázaly, že suplementace olejem je charakterizována, v závislosti na dávce, zvýšením aktivity lipoproteinové lipázy a, v některých zprávách, zvýšením aktivity citrát syntázy a beta-hydroxyacyl-CoA-dehydrogenázy kosterního svalstva (Dunnett et al. 2002). Tyto změny enzymové aktivity mohou vést ke zvýšenému příjmu a oxidaci volných mastných kyselin v kosterním svalstvu (Pagan et al. 2002). Treiber et al. (2008) uvádí že koně, navyknutí na příjem doplňkového krmiva bohatého na olej a vlákninu, spotřebovali během práce méně glukózy, než koně krmení doplňkovým krmivem bohatým na škrob. Teoreticky by zlepšení

oxidace lipidů a úspora využití glukózy v plazmě, mělo vést k úspoře svalového glykogenu a tím ke zlepšení či prodloužení výkonu (Harris 2013).

Ideální typ a množství rostlinného oleje pro doplnění stravy koně nebyl určen. Jakýkoli doplňkový olej by měl být zaváděn pomalu (po dobu alespoň 14-21 dnů), aby se zabránilo střevním problémům (Kronfeld et al. 2004). Pro vytrvalostního koně v těžkém tréninku/závodě by dle doporučení, měl rostlinný olej tvořit 5-8 % z celkové krmné dávky. Olej by měl být ve stravě zařazen několik týdnů až měsíců před soutěží, aby byly optimálně využity jeho benefity (Pagan et al. 2002).

S výjimkou vitamínu E, rostlinné oleje nedodávají jiné živiny. Proto je důležité krmit stravou, ve které byl přírůstek oleje vyvážen s ohledem na ostatní živiny. Zvýšená oxidace tuků, ke které dochází při submaximální zátěži po přidání tuku do krmné dávky, pravděpodobně zvýší produkci volných peroxylových radikálů a tím i potřebu antioxidantů v krmné dávce (Dunnet et al. 2002). Harris (2013) doporučuje přírůstek vitamínu E 1-1,5 IU na 1 ml přidaného rostlinného oleje.

### 3.6.5 Proteiny

Požadavky na bílkoviny u vytrvalostních koní mohou být vyšší než záchovná hodnota kvůli svalovému vývoji, regeneraci svalových vláken a k doplnění dusíku ztraceného potem. Přesné požadavky na množství bílkovin u sportovních koní nejsou známy. Aktuální doporučení NRC (2007) uvádí 1,26 g hrubého proteinu/kg živé hmotnosti pro záchovu plus 0,089-0,354 g hrubého proteinu/kg živé hmotnosti v závislosti na zátěži a ztrátách dusíku potem. Harris (2013) doporučuje krmit 2,0-2,5 g hrubého proteinu/kg tělesné hmotnosti denně.

Diety s vyšším obsahem proteinu mohou být nežádoucí kvůli působení nadbytku bílkovin ve stravě na produkci tepla a acidobazickou rovnováhu (Graham-Thiers et al. 2000).

U rostoucích a sportovních koní je důležitá kvalita a povaha podávaných bílkovin (NRC 2007). Nicméně podrobné informace pro vytrvalostní koně nejsou aktuálně k dispozici. Pro začátek se doporučuje zvážit obsah lysinu, případně threoninu, ve stravě sportujících koní. Doporučená denní dávka lysinu, pro vytrvalostní koně ve vysoké zátěži, je 0,08-1,0 g/kg živé hmotnosti. Dobrým zdrojem lysinu je sojová mouka či vločky. Z píce je dobrým zdrojem např. vojtěška (Harris 2013).

### 3.6.6 Antioxidanty

U sportovních koní je zvýšená produkce volných radikálů v důsledku zvýšené aktivity xanthinoxidázy během anaerobního cvičení, degradace purinových nukleotidů a částečné redukce kyslíku při oxidativní fosforylaci. Marlin et al. (2005) navrhuje, že pokud produkce volných radikálů překročí kapacitu přirozených obranných mechanismů, může hrát roli při poškození svalů a únavě.

Systém přirozené antioxidační obranyschopnosti je v těle přítomen, aby pomáhal čelit poškození způsobenému volnými radikály. Jeho součástí jsou například vitamín E a C, stejně jako enzym glutathion peroxidáza, která obsahuje selen. Glutathion peroxidáza snižuje produkci hydroxylových radikálů, vitamín E vychytává volné radikály a vitamín C asistuje při redukci tokoferoxyl radikálů vznikajících při reakci vitamínu E. Navíc vitamín E pomáhá blokovat peroxidaci lipidů a může také tvořit důležitou součást membránové struktury (Harris 2013).

Všichni koně, ale zvláště vytrvalostní nebo koně ve vysoké zátěži, potřebují vitamín E a selen. Přírůstek antioxidantů, nad hodnoty doporučené NRC (2007), může být cenný před a během závodu (Hargreaves et al. 2002; Williams et al. 2004). Harris (2013) doporučuje, pro koně o hmotnosti 450 kg, podávat přibližně 2000 IU vitamínu E a ~2 mg selenu denně. V celkové denní dávce by selen neměl překročit 1 mg/100 kg živé hmotnosti.

### 3.6.7 Voda a elektrolyty

Odpařování vody z dýchacích cest a odpařování potu jsou hlavními mechanismy pro odvod přebytečného tepla, které vzniká v důsledku využívání substrátu v průběhu práce (Jose-Cunilleras 2004). Rozvoj hypertermie, narušení homeostázy vody, elektrolytů nebo narušení acidobazické homeostázy může přispět k vyřazení koně ze soutěže z důvodu tzv. metabolického selhání (Fielding et al. 2009).

Množství vyprodukovaného potu závisí na podmínkách prostředí, povaze vykonávané práce (která závisí také na terénu a schopnostech jezdce) a zdatnosti zvířete (Jose-Cunilleras 2004). Celkové ztráty vody během vytrvalostního cvičení lze dobře odhadnout dle měření ztrát tělesné hmotnosti, v případě že není koni poskytnuta voda či strava a vezmeme v úvahu ztráty močí a výkaly (Kingston et al. 1999). Studie, které měřily ztrátu tělesné hmotnosti koní ve vytrvalostních soutěžích, uvádí že úbytek váhy na konci soutěže tvořil 2-7 % celkové tělesné hmotnosti (Schott et al. 1997, 2006; Barton et al. 2003; Barnes et al. 2010). Bez ohledu na délku a trvání soutěže, byl úbytek váhy na konci závodu ~5 % tělesné hmotnosti, navzdory tomu, že koni byla v průběhu povinných přestávek nabídnuta voda a různá krmiva k doplnění tekutin, elektrolytů a substrátu.

Zdá se, že k vyšším ztrátám tělesné hmotnosti u koní přispívají dva faktory. Za prvé, koňský pot je v průběhu dlouhodobého cvičení izotonický. Tím koně ztrácí větší množství elektrolytů v každém litru potu. V důsledku toho osmolalita plazmy stoupá pomaleji a k vyvolání pocitu žízně dochází později. Za druhé, zásoby tekutin v koňském střevě tvoří 8-10 % tělesné hmotnosti. Tím má kůň větší zásobu tekutin, které mohou být použity k nahrazení tekutin ztracených potem (Harris 2013).

Ve studiích, kdy byl úbytek hmotnosti měřen několikrát v průběhu soutěže, bylo zjištěno, že k větší části úbytku váhy dochází během první poloviny soutěže (Schott et al. 1997, 2006; Barton et al. 2003). Protože pocení pokračuje po celou dobu práce, udržování tělesné hmotnosti, v pozdějších fázích závodu, se nejlépe vysvětluje tím, že příjem tekutin a krmiva odpovídá svou rychlostí ztrátám tekutin. Toto tvrzení je podpořeno zjištěním, že dobrovolný příjem vody u koní byl vyšší v pozdějších fázích vytrvalostního zátěžového testu na běžícím pásu (Kingston et al. 1997; Düsterdieck et al. 1999).

Za hodinu stálého klusu a cvalu, v mírných klimatických podmínkách, může kůň ztratit 5-7 litrů potu (McCutcheon et al. 1995; Kingston et al. 1997). Při vysoké vlhkosti a teplotě okolí se může množství vyprodukovaného potu blížit až k 10-12 l/hod (McCutcheon et al. 1995). Koňský pot obsahuje 2,5-3,0 g Na<sup>+</sup> (110-130 mmol), 4,3-5,0 g Cl<sup>-</sup> (120-140 mmol) a 1,2-1,6 g K<sup>+</sup> (30-40 mmol) na litr potu (McCutcheon et al. 1995; Kingston et al. 1997). Při práci tedy vytrvalostní koně mohou pocením ztratit 500-1000 mmol Na<sup>+</sup> za hodinu. Z toho důvodu mají podstatně větší požadavky na doplnění těchto ztrát stravou (McCutcheon & Geor 1996).

Během dvouhodinového zátěžového testu na běžeckém pásu, který měl simulovat třídní závod v chladném a suchém počasí byly ztráty elektrolytů odhadnuty přibližně na 1700 mmol Cl<sup>-</sup> a 400 mmol K<sup>+</sup> (McCutcheon & Geor 1996). Tyto odhadované hodnoty se při stejném zátěžovém testu, avšak prováděném za vyšší teploty a vlhkosti, téměř zdvojnásobily. Je tedy zřejmé že vytrvalostní koně, pravidelně pracující v horkém a vlhkém klimatu, vyžadují ve stravě doplněk soli k vyrovnání vyloučených elektrolytů.

Mnoho jezdců se aktivně pokouší nahradit tyto ztráty během soutěže například nabídnutím vody s obsahem elektrolytů k napojení či orálním podání elektrolytových past nebo kaší.

Výzkumy řeší, zda podávání elektrolytů zvyšuje množství dobrovolně přijaté vody. Koně absolvovali simulovaný vytrvalostní závod na běžeckém pásu o délce 60 km během kterého jim byla několikrát nabídnuta voda k napojení. Polovina koní výzkum absolvovala bez přídavku elektrolytů, druhé polovině byla před a během běhu orálně podána elektrolytová pasta. Koně bez přídavku elektrolytů vyprodukovali přibližně 25 kg potu a napájením doplnili přibližně 13



l vody. Koně s přidavkem elektrolytů vypili odhadem 23 litrů vody, čímž nahradili téměř všechnu tekutinu ztracenou pocením. Tito koně také začali pít dříve než koně bez přidavku elektrolytů. V této studii bylo koním podáno 175 g NaCl a 55 g KCl, což byly předpokládané ztráty v 25 l potu. Toto je mnohem vyšší dávka, než je obvykle používána během závodů. Přesto nebyly pozorovány žádné nežádoucí účinky způsobené podáním vysokých dávek elektrolytů (Düsterdieck et al. 1999).

Stále ovšem zůstává nejasné, zda přidavek elektrolytů může zlepšit výkon vytrvalostního koně. K prozkoumání účinku přidavku elektrolytů na výkon, byly porovnány časy jízdy na 80 km ve skupině vytrvalostních koní, kterým bylo orálně podána kaše obsahující NaCl a KCl. Koním byla podána dávka odpovídající množství elektrolytů obsažených ve 30 l potu (vysoká dávka) nebo dávka odpovídající množství elektrolytů obsažených v 10 l potu (nízká dávka). V časech jízdy, ani jiných faktorech hodnocených subjektivně, nebyl žádný rozdíl. Studie však byla limitována mírnými klimatickými podmínkami a využitím neelitních koní (Sampieri et al. 2006).

Většina komerčních krmiv neposkytuje adekvátní množství sodíku a draslíku pro koně s vysokými ztrátami potu během tréninku. Pro koně v malé nebo žádné zátěži je vhodné poskytnout solný blok. Pro koně ve vysoké zátěži je doporučeno poskytnout sypkou sůl (buď přidat do krmiva nebo v samostatné nádobě). Pro zjednodušení lze vytrvalostním koním přidat 28 g soli do jadrného krmiva, jednou až dvakrát denně dle množství tréninku a potu, spolu s velkým množstvím píce. Kůň by měl být na sůl v krmivu postupně navykán (Harris 2013).

### **3.6.8 Doporučení před závodem**

Vytrvalostní kůň by do závodu měl vstupovat plně hydratovaný s optimálním množstvím jaterního i svalového glykogenu a ve vhodné kondici. Pohybový trénink zvyšuje množství glykogenu ve svalech a do určité míry ovlivňuje metabolické vlastnosti svalů.

Trénink by měl být 4-5 dní před závodem lehký, což v kombinaci s pravidelným krmením pomůže zajistit, aby byly zásoby glykogenu doplněny.

Příjem píce by měl být před závodem vysoký a podávaná píce by měla být kvalitní. Krmná dávka by měla obsahovat dostatek antioxidantů a mikroživin (minerální látky a vitaminy). V tomto období se nedoporučuje zavádět změny v krmné dávce.

Vysoce glykemické krmivo podané večer před závodem může pomoci doplnit zásoby jaterního glykogenu. Je však důležité nepřetěžovat trávicí kapacitu tenkého střeva.

Koním by mělo být poskytnuto malé množství kvalitní píce 1-3 hodiny před závodem. Podání elektrolytů přibližně 2 hodiny před závodem může být prospěšné v případě, že má kůň k dispozici dostatek vody. Tři hodiny před závodem by koním neměla být podávána jadrná krmiva, avšak podání řezanky či pasení může být výhodné.

### **3.6.9 Doporučení během závodu**

Voda by měla být koním během jízdy, zejména v horkém počasí, podávána často (např. každých 30-40 minut). V ideálním případě by měli být koně naučeni pít pokaždé, když je jim voda nabídnuta.

Elektrolyty mohou být přidávány do krmiva, pokud to koně neodradí od jídla. Alternativou je podání elektrolytových kaší či pasty poté, co kůň zkonsumuje vodu a krmivo. Podání těchto hypertonických elektrolytových past je kontraindikováno u koní, kteří nechťejí pít nebo jsou náchylní na žaludeční vředy. Kromě sodíku, draslíku a chloridu, můžeme koni poskytnout malé množství vápníku a hořčíku.

U koní se během závodu nedoporučuje podávat sacharidové doplňky, neboť byly hlášeny negativní účinky těchto doplňků (např. pomalejší pokles tepové frekvence ve veterinárních kontrolách).

Neexistují žádná přesná pravidla, jak krmit koně v průběhu závodu. Důležité je hlavně to, aby kůň jedl. Určitě by ale měl mít dostatek pitné vody a podávaná krmiva by měla být kvalitní a kůň by na ně měl být navyknutý.

Chuť k jídlu je ukazatelem celkového zdraví a příjem krmiva může pomoci k udržení správné motility gastrointestinálního traktu. Zkonzumované krmivo může podpořit výkon poskytnutím energie, případně vody a elektrolytů.

Oblíbené je podávání mashe či jiných druhů kaší obsahujících například vojtěšku, obiloviny, rýžové či pšeničné otruby a melasu. Samozřejmostí je seno (často namáčené). Bylo také doporučeno spásání trávy, pokud o něj kůň jeví zájem.

### **3.6.10 Doporučení po závodě**

Vodu koni podáváme okamžitě po závodě. Pokud kůň ochotně pije, může mu být podána další dávka elektrolytů (ideálně v krmivu). Koni poskytneme seno a následně můžeme nabídnout jadrná krmiva nebo mash/kaši.

Během 24 hodin po závodě je vhodné podat elektrolytový doplněk s obsahem draslíku. V následujících dnech po závodě podáváme běžnou krmnou dávku a koně pracují jen zlehka, například chůze a pohyb po pastvině (Harris 2013).

## 4 Závěr

V této práci jsem se věnovala tématu výživy koní zaměřených na vytrvalostní disciplíny. Cílem práce bylo sepsat odlišnosti a nové poznatky ve výživě vytrvalostních koní.

Výsledky jsou následující. Kůň je přirozeně adaptován na kontinuální příjem potravy, na což by měl být brán zřetel v managementu krmení. Krmná dávka vytrvalostních koní se během roku skládá až z 80 % z píce nebo pastvy oproti ostatním sportovním koním (např. u dostihových koní tvoří objemová krmiva max 30 % krmné dávky). K prevenci žaludečních vředů je vhodné používat píci s dlouhými stonky.

Velikost krmné dávky záleží na výkonnosti a zátěži. Vytrvalostní koně mají zvýšené nároky na živiny, obzvláště energii. Hlavním zdrojem energie je pro ně vláknina, ze které je během její fermentace postupně uvolňována energie.

Dalším zdrojem energie jsou rostlinné oleje, které poskytují výhody jako je snížení produkce tepla a snížení množství krmiva potřebného k dosažení energetického příjmu. Doplněk oleje v krmné dávce má potenciál poskytnout přímou výkonnostní výhodu, neboť může zvýšit enzymatickou aktivitu, tím zvýšit příjem a oxidaci volných mastných kyselin a snížit spotřebu glukózy z krve. Což by mělo vést k úspoře svalového glykogenu a tím ke zlepšení či prodloužení výkonu. Do krmné dávky by oleje měly být zaváděny postupně, ideálně několik měsíců před závody. Obvykle není potřeba doplňovat dávku o proteiny, neboť vysoké dávky proteinu mohou ovlivnit produkci tepla a acidobazickou rovnováhu.

Vytrvalostní koně mají zvýšené nároky na obsah antioxidantů z důvodu zvýšené produkce volných radikálů při anaerobním cvičení. Je tedy vhodná suplementace vitamínu E a selenu. Zvýšené nároky na vitamin E jsou i v případě suplementace rostlinnými oleji, jelikož zvýšená oxidace tuků zvyšuje produkci volných radikálů.

Výraznou odlišností oproti ostatním disciplínám je průběžné krmení vytrvalostních koní během povinných přestávek závodu. Během těchto přestávek je jim nabízena voda, seno a doplňkové krmivo, které závisí na individuálních návycích koně. Toto doplňkové krmivo je vhodné obohatit o elektrolyty (např. sypká směs nebo elektrolytová pasta).

Dle výše zmíněných faktů je zřejmé, že vhodnou výživou lze ovlivnit výkonnost koní a předejít metabolickým potížím.

## 5 Literatura

- Blažková K, Výborná A, Čermáková J. [b.r.]. Výživa a krmivářství. Střední škola dostihového sportu a jezdeckví, Praha.
- Barnes, A., Kingston, J., Beeton, S., et al., 2010. Endurance veterinarians detect physiologically compromised horses in a 160 km ride. *Equine Vet J* 42 (suppl. 38), 6–11
- Barton, M.H., Williamson, L., Jacks, S., et al., 2003. Body weight, hematologic findings, and serum and plasma biochemical findings of horses competing in a 48-, 83-, or 159-km endurance ride under similar terrain and weather conditions. *Am J Vet Res* 64, 746–753.
- Carroll, F.D., H. Goss and C.E. Howell, 1949. The synthesis of B vitamins in the horse. *J. Anim. Sci.* 8. Pages 233-254 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. *Nutrition of the exercising horse*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Ciloglu, F., Peker, I., Pehlivan, A., et al., 2005. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. Pages 190-223 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Coenen. 2013. Macro and trace elements in equine nutrition. Pages 190-223 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Comben, N., R.J. Clark and D.J.B. Sutherland, 1984. Clinical observation on the response of equine hoof defects to dietary supplementation with biotin. *Vet. Rec.* 115.
- Crandell, K., 2002. Trends in feeding the American Endurance horse. In *Proceedings of the 2002 Kentucky Equine Research Equine Nutrition Conference*, Kentucky.
- Česká jezdecká federace. 2016. Stanovy České jezdecké federace. Česká jezdecká federace, Praha. Available from [http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/zakladni/2018/Stanovy\\_overene.pdf](http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/zakladni/2018/Stanovy_overene.pdf) (accessed duben 2022)
- Česká jezdecká federace. 2022. Skoková pravidla 2022. Česká jezdecká federace, Praha. Available from [http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/pravidla/skokova-pravidla/2022/Skoky\\_2022\\_20220401\\_FINAL.pdf](http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/pravidla/skokova-pravidla/2022/Skoky_2022_20220401_FINAL.pdf) (accessed duben 2022)
- Česká jezdecká federace. 2022. Pravidla vytrvalosti 2022. Česká jezdecká federace, Praha. Available from [http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/pravidla/pravidla-vytrvalosti/2022/Vytrvalost\\_2022\\_20220401\\_FINAL.pdf](http://www.cjf.cz/files/stranky/dokumenty/pravidla/pravidla-vytrvalosti/2022/Vytrvalost_2022_20220401_FINAL.pdf) (accessed duben 2022).
- Davies Z. 2009. *Introduction to Horse Nutrition*. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Davies Z. 2018. *Equine science*. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Düsterdieck, K.F., Schott II, H.C., Eberhart, S.W., et al., 1999. Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 km endurance ride. *Equine Vet J Suppl* 18, 418–424.
- Dunnett, C., Marlin, D.J., Harris, R.C., 2002. Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolic adaptation. *Equine Vet J Suppl* 34, 75–80.

- Duren Stephen. 1998. Feeding the endurance horse. Kentucky Equine Research. Kentucky.
- Dušek J, Misař D, Müller Z, Navrátil J, Rajman J, Tluchoř V, Žlumov P. 2011. Chov koní. Brázda, Praha.
- Fielding, C.L., Magdesian, K.G., Rhodes, D.M., et al., 2009. Clinical and biochemical abnormalities in endurance horses eliminated from competition for medical complications and requiring emergency medical treatment: 30 cases (2005–2006). *J Vet Emerg Crit Care* 19, 473–478.
- Ford, E.J.H., Simmons, H.A., 1985. Gluconeogenesis from caecal propionate in the horse. *Br J Nutr* 53.
- Frape D. 2010. Equine nutrition and feeding. Wiley-Blackwell, Ames.
- Garlinghouse, S.E., Burrill, M.J., 1999. Relationship of body condition score to completion rate during 160km endurance races. *Equine Vet J Suppl* 30.
- GEH, 1994. Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. In: DLG – Futtertabellen – Pferde. Universität Hohenheim. Frankfurt: 94. Pages 233-254 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Geor, R., Harris, P.A., 2005. Nutritional management of endurance horses. In: Harris, P.A., Mair, T.S., Slater, J.D. (Eds.), *Equine Nutrition for All. Proceedings of the 1st BEVA & WALTHAM Nutrition symposium*, Harrogate, UK.
- Goodwin, D., Davidson, H.P.B., Harris, P., 2002. Foraging enrichment for stabled horses: effects on behaviour and selection. *Equine Vet J* 34.
- Graham-Thiers, P.M., Kronfeld, D.S., Kline, K.A., et al., 2000. Dietary protein level and protein status in Arabian horses during interval training and repeated sprints. *J Equine Vet Sci* 20 (8), 516–521. Pages 272-288 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Hagget E., Magdesian G., Maas J., Puschner B., Higgins J., Fiack G., Whole blood selenium concentrations in endurance horses. *The Veterinary journal*. 2009, Issue 186, pages 192-196.
- Hargreaves, B.H., Kronfeld, D.S., Waldron, J.E., et al., 2002. Antioxidant status and muscle cell leakage during endurance exercise. *Equine Vet J Suppl* 34, 116–121.
- Harris, P.A. 1997. Energy sources and requirements of the exercising horse. *Annu Rev Nutr* 17.
- Harris, P.A., Kronfeld, D.K., 2003. Influence of dietary energy sources on health and performance. In: Robinson, N.E. (Ed.), *Current Therapy in Equine Medicine 5*. WB Saunders Co., Philadelphia, pp. 698–704.
- Harris P. A., Schott H.C. 2013. Nutritional management of elite endurance horses. Pages 272-288 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Higgins G, Martin S. 2013. Pohyb a výkon koně: anatomie. Metafora, Praha.

- Hintz HF, Schryver HF. 1972. Availability to Ponies of Calcium and Phosphorus from Various Supplements. *Journal of Animal Science* 34:979-980.
- Hodgson, D.S., McCutcheon, L.J., Byrd, S.K., et al., 1993. Dissipation of metabolic heat during exercise. *J Appl Physiol* 74.
- INRA. 1990. *L'Alimentation des Chevaux*. W. Martin-Rosset (ed.). INRA Publications, Paris: 232. Jaeschke, G. and H. Keller, 1978. Beitrag zum Ascorbinsäurestatus des Pferdes. 2. Mitteilung: Klinische Aspekte und Mangelsituationen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 91. Pages 233-254 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. *Nutrition of the exercising horse*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Jezdectví pro všechny. 2017. Jezdecké disciplíny. Available from <https://www.jezdectviprovsechny.cz/jezdecke-discipliny/> (accessed duben 2022).
- Jose-Cunilleras, E., 2004. Abnormalities of body fluids and electrolytes in athletic horses. In: Hinchcliff, K.W., Kaneps, A.J., Geor R.J. (Eds.), *Equine Sports Medicine and Surgery*. Elsevier, London. pp. 898–917
- Kingston, J., Geor, R.J., McCutcheon, L.J., 1997. Use of dew-point hygrometry, direct sweat collection and measurements of body water losses to determine sweating rates in exercising horses. *Am J Vet Res* 58.
- Kingston, J.K., McCutcheon, L.J., Geor, R.J., 1999. Comparison of three methods for estimation of exercise-related ion losses in sweat of horses. *Am J Vet Res* 60 (10), 1248–1254.
- Kronfeld, D., 2001. Body fluids and exercise: replacement strategies. *J Equine Vet Sci* 21.
- Kronfeld, D.S., Holland, J.L., Rich, V., et al., 2004. Fat digestibility in *Equus caballus* follows increasing first order kinetics. *J Anim Sci* 82, 1773–1780.
- Kroulík, Josef. *Výživa a krmivářství: učebnice pro střední odborná učiliště*. Praha: SZN, 1989. Živočišná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- Langlois, C., Robert, C., 2008. Epidemiology of metabolic disorders in endurance racing horses. *Pratique Veterinaire Equine Editions du Point Veterinaire* 157.
- Lawrence, L.M., Jackson, S., Kline, K., et al., 1992. Observations on body weight and condition of horses in a 150 mile endurance ride. *J Equine Vet Sci* 12.
- Lindberg JE. 2013. Feedstuffs for horses. Pages 319-331 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Lindinger, M.I., 2008. Sweating, dehydration and electrolyte supplementation: challenges for the performance horse. In: *Proc 4th Eur. Equine Nutr. Health Congress*.
- Linerode, P.A. 1967. Studies on the synthesis and absorption of B-complex vitamins in the horse. *Proc. of 13th Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* vol. 13. Pages 233-254 in

- Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Luthersson, N., Nielsen, K.H., Harris, P., et al., 2009. Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome in 201 horses in Denmark. *Equine Vet J* 41 (7), 625–630.
- Marlin, D.J., Dunnett, C.E., Deaton, C.M., 2005. The role of antioxidants. In: Harris, P.A., Mair, T.S., Slater, J.D. (Eds.), *Proceedings of the 1st BEVA & Waltham Nutrition Symposia*. Equine Veterinary Journal Ltd, Newmarket, pp. 39–48
- Martin-Rosset, W., Vermorel, M., Doreau, M., et al., 1994. The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livestock Production Sci* 40, 37–56.
- Martin-Rosset W. 2008. Energy requirements and allowances of exercising horses. Pages 103-138 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Marvan F. 2017. Morfologie hospodářských zvířat. Brázda, Praha.
- McCutcheon, L.J., Geor, R.J., Hare, M.J., et al., 1995a. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Vet J Suppl* 20, 153–157.
- McCutcheon, L.J., Geor, R.J., 1996. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs hot ambient conditions: implications for ions supplementation. *Equine Vet J Suppl* 22, 54–62.
- McCutcheon, L.J., Geor, R.J., 1998. Sweating. Fluid and ion losses and replacement. *Vet Clin North Amer Equine Pract* 14.
- McMeniman, N.P., J.R. Thornton and K.F. Dowsett, 1995. Effect of grain type and supplementation on performance of exercising horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 18. Pages 233-254 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Mendlík, J. (1999): Ergogenika ve výživě koní. Pohořelice.
- Meyer, H., Coenen, M., 1989. Influence of exercise on the water and electrolyte content of the alimentary tract. In: 11th Conference of the Equine Nutrition and Physiology Symposium, Stillwater, OK. Equine Nutrition and Physiology Society, Savoy, IL.
- Meyer, H., 1996. *Pferdefütterung*. 3. Aufl. 1996. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Germany, 205 pp. Pages 233-254 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Meyer H, Coenen M. 2003. Krmení koní: současné trendy ve výživě. Ikar, Praha.
- Morgan, K., Ehrlemark, A., Sallvik, K., 1997. Dissipation of heat from standing horses exposed to ambient temperature between –3 and 37°C. *J Therm Biol* 22.
- National Research Council (NRC). 1989. *Nutrient Requirements of Horses*. The National academies press, Washington D.

- National Research Council (NRC). 2007. Nutrient Requirements of Horses. The National academies press, Washington D. C.
- Pagan, J.D., Hintz, H.F., 1986. Equine energetics. II. Energy expenditure in horses during submaximal exercise. *J Anim Sci* 63, 822–830.
- Pagan, J.D., Geor, R.J., Harris, P.A., et al., 2002. Effects of fat adaptation on glucose kinetics and substrate oxidation during low intensity exercise. *Equine Vet J Suppl* 34, 33–38.
- Parsons, A.M., Nielsen, B.D., Shcott, H.C., et al., 2011. Effects of fiber type, particle size and soak time on water hydration and estimated potential water releasing capacities of roughages fed to horses. *J Equine Vet Sci* 31, 261.
- Ralston SL. 1990. Clinical Nutrition of Adult Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 6:339-354.
- Reece WO. 2011. Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat. Grada, Praha.
- Rivalin, R.S., 2001. Riboflavin. In: Bowmen, B.A., Russel, R.A. (Eds.), Present knowledge in nutrition. Washington D.C.: ILSI Press. Pages 168-189 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.
- Robert, C., 2004. Risk factors for horses developing metabolic troubles in long distance endurance rides: update of epidemiological data collected at French endurance rides. In: *Proceedings of International Endurance Veterinary Seminar, Newmarket*.
- Saastamoinen M. T., Harris P.A. 2008. Vitamin requirements and supplementation in athletic horses. Pages 233-254 in in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. *Nutrition of the exercising horse*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Sampieri, F., Schott, H.C., Hinchcliff, K.W., et al., 2006. Effects of sodium chloride and potassium chloride supplementation on endurance horses competing in 80 km rides. *Equine Vet J Suppl* 36, 19–26.
- Särkijärvi S, Saastamoinen M. 2006. Feeding value of various processed oat grains in equine diets. *Livestock Science* 100:3-9.
- Schott, H.C., McGlade, K.S., Molander, H.A., et al., 1997. Body weight, fluid, electrolyte, and hormonal changes in horses during and after recovery from 50- and 100-mile endurance rides. *Am J Vet Res* 58, 303–309.
- Shirazi-Beechey, 2008. Molecular insights into dietary induced colic in the horse. *Equine Vet J* 40 (4), 414–421.
- Slade, L.M., Lewis, L.D., Quinn, C.R., et al., 1975. Nutritional adaptations of horses for endurance performance. *Proceedings of the Equine Nutrition and Physiology Symposium, Pomona, CA*. Equine Nutrition and Physiology Society, Savoy, IL, p. 114.
- Snow, D.H., Gash, S.P., Cornelius, J., 1987. Oral administration of ascorbic acid to the horse. *Equine Vet Sci* 9. Pages 168-189 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. *Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance*. Elsevier, Oxford.



- Štrupl, J., Lerche, F., Waksmundský, S. (1983): Chov koní.1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství.
- Tomasi, T.E., Hellgren, E.C., Tucker, T.J., 1998. Thyroid hormone concentrations in black bears (*Ursus americanus*): hibernation and pregnancy effects. Pages 190-223 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance. Elsevier, Oxford.
- Treiber, K.H., Geor, R.J., Boston, R.C., et al., 2008. Dietary energy source affects glucose kinetics in trained Arabian geldings at rest and during endurance exercise. *J Nutr* 138, 964–970.
- Vervuert I. 2008a. Major mineral and trace element requirements and functions in exercising horses. Pages 207-218 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. (Vervuert 2008a)
- Vervuert, I., Voigt, K., Hollands, T., et al., 2009. Effect of feeding increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses of healthy horses. *Vet J* 182, 67–72.
- Vezina, F., Gustowska, A., Jalvingh, K.M., et al., 2009. Hormonal correlates and thermoregulatory consequences of molting on metabolic rate in a northerly wintering shorebird. Pages 190-223 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance. Elsevier, Oxford.
- Williams, C.A., Kronfeld, D.S., Hess, T.M., et al., 2004. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. *J Anim Sci* 82, 588–594.
- Wood, T., Weckman, T.J., Henry, P.A., et al., 1990. Equine urine pH: normal population distributions and methods of acidification. *Equine Vet J* 22. Pages 168-189 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance. Elsevier, Oxford.
- Zeman L. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press, Praha.
- Zeyner A. 2008. Energy providing nutrient sources. Pages 277-294 in Saastamoinen MT, Martin-Rosset W, editors. Nutrition of the exercising horse. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Zeyner A, Harris PA. 2013. Vitamins. Pages 168-189 in Geor RJ, Harris PA, Coenen M, editors. Equine Applied and Clinical Nutrition: Health, welfare and performance. Elsevier, Oxford.



