

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



## **Topinambur ve výživě koní**

Diplomová práce

**Autor diplomové práce: Dana Sudová**

**Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Alois Kodeš, CSc.**

© 2014 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Topinambur ve výživě koní" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Aloisovi Kodešovi, CSc. za odborné vedení a ing. Jaromíru Kvačkovi za poskytnutí potřebných materiálů.

# Topinambur ve výživě koní

## Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit biologickou odezvu zvířat na krmnou dávku se studovaným topinamburem a jeho účinnou látkou, inulinem.

Biologická zkouška proběhla na březích klisnách v odštěpném závodě národního hřebčína Kladruby nad Labem, ve Slatiňanech. Do experimentu (sestaveny dvě skupiny zvířat - Kontrolní, Pokusná) bylo zařazeno 6 identických dvojic klisen. Ty byly vybírány dle podobného termínu porodu, věku a živé hmotnosti. Krmná dávka byla sestavena ze složky objemné, pro obě skupiny stejná, a jadrné. Ta se lišila pouze v doplňkové směsi, kde byly pokusné skupině zařazeny úsušky nadzemní části topinamburu v množství 30%. Experimentální sledování začalo 3 měsíce před plánovaným porodem, kdy byly klisny zváženy a následně jim byla podávána sestavená krmná dávka. Další vážení proběhlo po porodu a poslední vážení bylo u narozených hříbat.

Pokud budeme hodnotit pozitivní vliv topinamburu na průběh hmotnosti klisen a jejím nárůstem, tak při sledování takový efekt zaznamenán nebyl, jelikož všechny sledované váhové parametry byly ve prospěch kontrolní skupiny. Avšak pokud bychom hodnotili pozitivním vlivem snížení možných rizik u vysokobřezích klisen či zlepšení dietetické hodnoty krmné dávky zařazením nadzemní části topinamburu, zcela jistě by efekt zaznamenán byl. Bylo totiž zjištěno, že topinambur (nat) obsahuje menší množství proteinu i energie a tím snižuje možné riziko kolikových stavů ve vysokém stupni březosti. Také byl prokázán vysoký podíl vlákniny, což má, kromě nižší energetické hodnoty, příznivý vliv na zažívání a vylučování zbytků potravy - defekaci. Obsah inulinu v nadzemní části byl oproti hlízám topinamburu nepatrný, nicméně probiotický vliv nebyl vyloučen.

Použití této diety by mohlo být cílené také u klisen, které mají problémy s nadměrným tloustnutím v závěru březosti a následně těžkým porodem či velkými hříbaty při narození. Také se touto dietou předejde střevní kolice, jelikož dochází k menšímu nárůstu plodu.

S ohledem na dané poznatky lze dietu s topinamburem doporučit pro zlepšení dietetické hodnoty krmné dávky pro klisny, jež mají problémy s těžkými porody v závislosti na velikosti hříbat a nadměrnému tloustnutí.

**Klíčová slova:** topinambur, inulin, výživa koní, prebiotika, probiotika, krmiva, trávení koní

# Jerusalem artichoke in the diet of horses

## Summary

This diploma thesis aims to assess a biological reaction to ration including Jerusalem artichoke and its active substance of inulin.

The Jerusalem artichoke was tested in branch of National Stud of Kladruby seated in Slatiňany. In the experiment (two groups - Controlled Group and Tested Group) included 6 identical pair of pregnant mares, were created. The mares had been paired according to similar criteria, which were date of birth, age and live weight. The ration consisted of bulk part (same for both groups) and kernel part, which differed in supplemental blend. The Tested Group was given supplemental blend containing 30% of Jerusalem artichoke. The test commenced 3 months before planned date of birth when the mares were weighed and fed by the respective ration. The mares were then weighed after giving birth. The foals were weighed as well.

No increase of Jerusalem artichoke in weight were detected. All weight parameters were in favour of the Controlled Group. On the other hand, when assessing decrease of risk of highly pregnant mares or improvement in dietetic values, the positive effect of Jerusalem artichoke was noticed. It has been discovered that leaves of Jerusalem artichoke contains a smaller amounts of protein and energy which lower a risk of ileus in high pregnancy. In addition, a high portion of roughage has been detected. The roughage has a positive effect on digestion and excretion. Inulin content in shoots was compared Jerusalem artichoke tiny tubers. The inulin content in leaves is negligible in comparison with tuber of Jerusalem artichoke, however the probiotic effect was not excluded.

This type of diet may be intentionally used for mares, which has problem with excessive weight gain at the end of pregnancy and consecutive difficult birth giving or too big foals at birth. The diet may prevent ileus as the foal fetus does not grow so much.

Considering the above mentioned facts, can recommend this type of diet in order to improve nutritional values of ration for mares which has problems with difficult birth giving due to size of foals and excessive weight gain.

**Keywords:** Jerusalem artichoke, inulin, nutrition of horses, prebiotics, probiotics, feed, digestion of horses

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce a hypotéza.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Topinambur hlíznatý – obecné informace .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Historie.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Charakteristika .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Chemické složení.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Pěstování a skladování.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Využití topinamburu .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Probiotika a prebiotika.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Fyziologie trávení koní.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Dutina ústní .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Hltan.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Jícen.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Žaludek .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Tenké střevo .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.6</b>	<b>Tlusté střevo .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.7</b>	<b>Konečník .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Krmení koní.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Objemná krmiva .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.1</b>	<b>Suchá objemná krmiva .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4.1.2</b>	<b>Zelená píče.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1.3</b>	<b>Krmné okopaniny .....</b>	<b>24</b>

3.4.1.4	Siláže .....	25
3.4.2	Jadrná krmiva .....	25
3.4.2.1	Obilniny .....	25
3.4.2.2	Luštěniny .....	27
3.4.2.3	Olejniny .....	27
3.4.2.4	Jadrná krmiva průmyslová .....	27
3.4.3	Minerální krmiva .....	29
4	Materiál a metodika .....	31
4.1	Ověřovaný materiál a předmět výzkumu .....	31
4.2	Schéma biologické části experimentu .....	35
4.3	Metodiky laboratorních rozborů .....	36
4.4	Organizace pokusu .....	37
4.5	Sledované parametry .....	39
4.6	Zpracování výsledků .....	39
5	Výsledky .....	40
5.1	Výsledky laboratorních analýz nadzemní části a hlíz topinamburu .....	40
5.2	Vliv zařazeného úsušku topinamburu do jadrné směsi na celkovou nutriční hodnotu krmné dávky březích klisen .....	42
5.3	Vliv úsušku nadzemní části topinamburu na cenu jadrné směsi pro březí klisny .....	43
5.4	Intenzita vývoje hmotnosti klisen v závěrečné fázi březosti .....	45
5.5	Vliv pokusné diety na hmotnost narozených hříbat .....	49
6	Diskuse .....	51
6.1	Vzájemné porovnání nutriční hodnoty topinamburu a základních okopanin .....	51
6.2	Topinambur a jeho vliv na krmnou dávku .....	54

<b>6.3</b>	<b>Možnosti ovlivnění hmotnosti klisen a hříbat.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Závěr a doporučení .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>58</b>



# 1 Úvod

Topinambur je využíván jak v lidské výživě (hlízy), tak ve výživě zvířat (hlízy i nať). Hlízy jsou pro krmné účely využívány čerstvé, sušené či pařené a nať se zkrmuje v čerstvé formě (poskytuje až dvě seče ročně), ve formě granulí, jako součást krmných směsí či silážovaná (zvedá mléčnou produkci krav i jiných zvířat). Jeho zásobní látkou je inulin, což je polysacharid, který ovšem není trávicími enzymy hydrolyzovatelný, a proto prochází žaludkem i tenkým střevem aniž by došlo ke změně. K mikrobiální fermentaci dochází až v tlustém střevě, kde napomáhá pomnožení symbiotické mikroflóry, což je nazýváno prebiotickým efektem.

Všechny tyto vlastnosti by se daly využít ve výživě koní, kde je neustálá snaha zlepšovat a zvyšovat úroveň výživy koní v závislosti na zátěži koně či na jeho fyziologickém stavu.

Důvodem výběru tohoto tématu byla snaha zjistit, zda by se dali využít pozitivní vlastnosti topinamburu v krmné dávce koní, zejména u vysokobřezích klisen. Toto období zahrnuje možná rizika, která by se díky zařazení topinamburu do krmné dávky mohla minimalizovat. Jedná se zejména o kolikové stavy, nadměrné tučnění klisen, těžké porody a velké úbytky hmotnosti při porodu.

## 2 Cíl práce a hypotéza

Vlastním cílem této práce bylo:

- Vyhodnotit biologickou odezvu zvířat na krmnou dávku se studovaným topinamburem a jeho účinnou látkou inulinem.

Smyslem dané práce bylo prohloubení poznatků o možném krmivovém využití topinamburu ve výživě koní. Proto byly v našem experimentu, chemicky a biologicky testovány pracovní hypotézy ( $H_1 - H_5$ ):

- $H_1$  – koncentrace inulinu je v celé rostlině topinamburu stejná
- $H_2$  – zařazení 30% úsušků nadzemní části topinamburu do jadrné směsi v závěrečné části březosti klisen živinově významně ovlivní nutriční hodnotu celé krmné dávky
- $H_3$  – úsušky topinamburu mohou zlevnit jadrnou krmnou směs pro klisny
- $H_4$  – topinambur v krmné dávce březích klisen pozitivně ovlivní vývoj jejich hmotnosti
- $H_5$  – topinambur v krmné dávce březích klisen pozitivně ovlivní hmotnost narozených hříbat

## 3 Literární přehled

### 3.1 Topinambur hlíznatý – obecné informace

Topinambur hlíznatý (*Helianthus Tuberosus*) patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), rodu Slunečnice (*Helianthus L.*) (Suková, 2003).

#### 3.1.1 Historie

Topinambury pocházejí z Mexika, z území indiánského kmene *Topinambus*. Ze své původní domoviny se nejprve rozšířily podél amerického pobřeží do Spojených států amerických a do Kanady (Honsová, 2012). Tam ho používali jako zeleninu a krmení pro dobytek (Šácha, 2007). Do Evropy se dostala v roce 1616, kdy byl dovezen do Anglie a tam také započala jeho pouť po Starém kontinentu. Největšího rozmachu dosáhly topinambury hned ve svých začátcích v 17. století, kdy se rozšířily do Francie, Německa a odtud také k nám, kde byli ve větší míře pěstovány za třicetileté války (Vejevoda, 2012).

#### 3.1.2 Charakteristika

Je to vytrvalá rostlina s hlízovitým oddenkem, lodyhou přímou lysou nebo drsně chlupatou, nahoře větvenou. Listy většinou vstříčné, vejčité, v křídlatý řapík zúžené, hrubě pilovité, zašpičatělé, na líci drsné, na rubu bělavě pýřité, horní o něco menší. Uspořádání květů je do malého úboru (4 – 8 cm) s velkým počtem žlutých kvítků. Období květu je od srpna do října. V našich klimatických podmínkách semena nedozrávají, proto se množí výhradně vegetativně – z hlíz. Výška rostliny je 50 - 250 cm. Hlízy jsou většinou nepravidelné s bílou nebo červenou slupkou, mají nepravidelný tvar s kulovitými výběžky, kde se nacházejí vegetační očka (Čepl a kol., 1997). Mají nepravidelný, spíše protáhlý tvar trochu připomínající brambory. Existuje hned několik odrůd, jejichž šlechtěním se zabývají hlavně ve Francii a v Německu (Vejevoda, 2012).

V České Republice můžeme narazit na dvě původní odrůdy, bílou a červenou, přičemž se každá liší jak složením, tak i výnosností a hmotností. Obecně je známo, že hlízy obsahují velké množství tělu prospěšných látek. Nejvýznamnější z nich je cukr inulin, který při

konzumaci není rozkládán v tenkém, ale až v tlustém střevě, kde svými prebiotickými účinky podporuje trávení (VeJVoda, 2012).

Hlízy vynikají vysokou mrazuvzdorností, avšak vzhledem k jemné slupce se za standardních podmínek špatně skladují (maximálně dva až čtyři týdny) a rychle vysychají, protože nemají korkovou vrstvu (Kasal, 2001).

### **3.1.3 Chemické složení**

Hlízy topinamburu obsahují průměrně 80% vody, 15% sacharidů, 2% bílkovin a zbytek tvoří popeloviny (Fernández at al., 2010). Prugar (2008) uvádí, že mají podobný obsah sušiny jako brambory (15 – 25%). Na rozdíl od brambor, jejichž zásobní látkou je polysacharid škrob a základní stavební jednotku tvoří glukóza, hlízy topinamburu obsahují směs polysacharidů – inulin (Černý, 2003).

#### **3.1.3.1 Inulin**

Tvoří 7 – 30% čerstvé hmoty, jeho molekula se skládá z lineárního řetězce *D-fruktózy* a z jedné koncové molekuly *D-glukózy* (Fernández at al., 2010).

Inulin působí v trávicím traktu jako vláknina, která gelovitě bobtná a způsobuje rychlý a intenzivní pocit nasycení, aniž by vyvolala vylučování inzulínu (Suková, 2003).

Inulin není trávicími enzymy hydrolyzovatelný, a proto prochází beze změn žaludkem i tenkým střevem. Až v tlustém střevě je mikrobiálně fermentován, dochází ke štěpení na kratší řetězce, a napomáhá pomnožení užitečných střevních bakterií rodu *Bifidus*. Ty syntetizují vitamíny skupiny B a podporují vstřebávání některých důležitých iontů (Ca, Fe) (Fernández at al., 2010). Suková (2003) uvádí, že pravidelný příjem inulinu tak pozitivně ovlivňuje střevní mikroflóru.

### 3.1.3.2 Pektinové látky, organické kyseliny a vitamíny

Pektinové látky (asi 11% sušiny topinamburu), které byly poprvé získány právě z hlíz topinamburu (před 200 lety). Při styku se sloučeninami těžkých kovů, pesticidy, radioaktivními látkami působí pektinové látky profylakticky a také snižují ukládání tuku v cévách (Hamoun, Lachman, 2010).

Organické kyseliny zastupují především kyselina citronová, malonová, jantarová, jablečná, fumarová. Tvoří 6 – 8% sušiny (Fernández at al., 2010).

Topinambur je polyvitaminová plodina s bohatým zastoupením vitamínu B-komplexu (především niacinu), askorbové kyseliny (vitamin C) a  $\beta$ -karotenu (provitamin vitamínu A). Obsahuje též cenný biotin (vitamin H). Topinambur také aktivně akumuluje křemík z půdy, patří ke „křemíkofilním“ rostlinám (sušina obsahuje asi 8% křemíku). Tento snadno vstřebatelný prvek je nezbytný pro zajištění pevnosti kostní tkáně, tvorbu kolagenu a vstřebávání dalších prvků (Fernández at al., 2010).

### 3.1.3.3 Minerální látky

Význam topinamburu spočívá nejen ve vysokém obsahu inulinu, ale i vysokém obsahu draslíku, železa a dalších prvků (Suková, 2003).

#### **Tabulka č. 1:**

#### **Obsah minerálních a stopových prvků v topinamburu (Suková, 2003)**

<b>Prvek</b>	<b>Obsah</b>
Draslík	657,0 mg/100 g
Fosfor	155,4 mg/100 g
Hořčík	14,4 mg/100 g
Vápník	29,4 mg/100 g
Olovo	6,3 µg/100 g
Kadmium	1,1 µg/100 g
Nikl	16,0 µg/100 g
Chrom	84,0 µg/100 g
Měď	0,12 µg/100 g
Zinek	0,40 µg/100 g
Mangan	0,28 mg/100 g
Železo	2,1 mg/100 g
Bór	0,21 MG/100 g
Selen	0,25 µg/100 g

**Poznámka:** Hodnoty stanovené v Landesanstalt für Pflanzenbau v Rheinstetten v SRN jako střední hodnota z 16 odrůd a míst původu

Například draslík je nezbytný pro správnou funkci svalů, včetně srdečního. Vápník, hořčík a fosfor se vzájemně doplňují jako stavební kameny pro tvorbu kostí a zubů. Bór, měď, mangan a zinek plní důležité úkoly v látkové výměně těla a orgánů (Fernández at al., 2010).

### 3.1.4 Pěstování a skladování

Topinambur je mnohem náročnější na vláhu než brambory. V sušších podmínkách sice kvete, hlízy jsou však malé a pro konzum nepoužitelné. Vyšší výnosy dává v kypré, chlévském hnojem a průmyslovými hnojivy obohacené půdě. Optimální jsou lokality s hodnotami pH 6,0 až 7,5 (Vogel, 1996).

Podle Strašila (2002) lze k topinamburu aplikovat stájová hnojiva, nejčastěji chlévský hnůj v dávce kolem  $30\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , nebo kejdu skotu do dávky  $90\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ , případně kejdu prasat v dávce  $110\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ . Minerální P,K hnojiva se aplikují před zimní hlubokou orbou v závislosti na zásobě půdních živin, předplodině apod. Dusíkatá hnojiva se aplikují na jaře po smykování a vláčení. Nejvyšší doporučené dávky jsou až 140 kg N, 50 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 150 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , při pěstování na hlízy v dávce 70-80 kg N, 90 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 60-120 kg  $\text{K}_2\text{O}$  na hektar. Porosty pěstované na zelenou hmotu se hnojí rovněž podle násobenosti půd živinami.

Dle Thomsena (1949) již dřívější studie ve Francii a v Německu (před rokem 1949) vykazují vysoký podíl požadavků na hnojení draslíkem.

Forejtová (2008) udává, že se hlízy vysazují časně z jara do řádků do hloubky deseti centimetrů a sponu třicet pět krát padesát centimetrů. Ukládají se do hloubky 10 – 12 centimetrů. Vysoký porost topinamburů je možno také využít jako ochranu choulostivých nebo subtilních rostlin. Při nedostatku hlíz se topinambury mohou pěstovat z hlíz, které se nakrájí na kousky, ale tak, aby na každém zůstalo jedno očko.

Hlavní růst hlíz je od července do října (Stolzenburg, 2003) a sklizeň je prováděna od listopadu do března/dubna před začátkem nového růstu hlíz. Po tom, co listy opadají, zkrátí se stonky pro snadnější sklizeň (Berger et al., 2004). Kasal (2001) informuje, že podzimní sklizeň je pracná a velice obtížná, protože je z hlíz a kořenů utvořen kompaktní bal. Výhodou však je, že v této době je v hlízách nejvyšší obsah inulinu s optimálním poměrem glukosy a fruktosy. Naopak sklizeň na jaře je mnohem snadnější, jelikož dojde přes zimu k narušení kořenového celku, hlíz a půdy mrazem (Kasal, 2001). Výnosy dosahují asi 600 t/ha hlíz, při optimálních podmínkách až 800 t/ha, při sklizni na zahradě může být dosaženo výnosu 2-3  $\text{kg}/\text{m}^2$  (Vogel, 1996).

Na rozdíl od brambor hlízy topinamburu jsou odolné vůči mrazu po celou dobu, co jsou v zemi, až do  $-30^\circ\text{C}$ . Po sklizni obvykle zůstává část menších hlíz v zemi, čímž dochází k samoobnovení porostu. Vogel (1996) udává, že je možné pěstovat topinambur několik let po sobě na stejném stanovišti. Pokud se však v následujícím roce změní půdní osev, musí se

pečlivě vybrat všechny hlízy. V případě, že v půdě nějaké hlízy zůstanou, je nutné na jaře aplikovat na vzešlý porost Roundup (Vejvoda, 2012).

Pokud je topinambur pěstován pro nadzemní část, tzn. kvůli stonku, který je používán ke krmení nebo silážování, sklizeň je prováděna jednou až dvakrát do roka, počátkem července a v říjnu. To je možné díky vysoké schopnosti regenerace. Pokud jsou hlízy pěstovány na vysoký obsah inulinu, nedoporučuje se kombinovaná sklizeň natě a hlíz, jelikož se ze stonku do hlíz přemísťuje až 30% cukrů (Kára, 2005).

Kára (2005) informuje o skladování hlíz topinamburu, jehož cílem je udržet kvalitu co nejbližší té, v jaké byly sklizeny, aniž by došlo k nadměrným ztrátám. Hlízy snadno vysychají a za běžných podmínek není ideální skladovat je déle než 14 dní. Proto se doporučuje sklizeň sadbových hlíz až na jaře. Prugar (2008) poukazuje na to, že jarní sklizeň může být obtížná, jelikož dochází ke změně poměru fruktosy a glukosy. Postupně se zvyšuje podíl glukosy a hlízy jsou vhodnější pro produkci ethanolu místo přípravy fruktosových sirupů.

### **3.1.5 Využití topinamburu**

Topinambur má v dnešní době všestranné využití – pěstuje se jako krmivářská, potravinářská i jako energetická plodina (Vejvoda, 2012).

**Krmivářská plodina** – Zvířatům je možné zkrmovat hlízy čerstvé, sušené nebo pařené. Nať je možné podávat v čerstvé formě (až dvě seče), silážovaná nebo ve formě granulí jako surovina pro výrobu krmných směsí (Čepl, 1997).

**Potravinářská plodina** – Ceněny jsou hlavně hlízy topinamburu, a to především pro vysoký obsah inulinu, který z topinamburu činí nízkoenergetickou dietní potravinu. Působí jako vláknina, příznivě účinkuje na snižování hladiny cukru v krvi. Blahodárně působí zejména ve stravě diabetiků a osob s jakkoliv oslabenou slinivkou břišní (Fernández et al., 2010). Kasal (2001) podotýká, že lze hlízy konzumovat vzhledem k jejich mrazuvzdornosti v průběhu zimy syrové i jako součást salátů, lze sterilovat, používat do polévek a dušených jídel. Dále je možné využití na výrobu dřeně a bylinných likérů. Šťávu lze používat při výrobě mléčných výrobků či nealkoholických nápojů. Také lze vyrábět topinamburový sirup, který se využívá jako sladidlo s označením DIA výrobku. Při redukčních dietách je doporučována konzumace hlíz topinamburu, jelikož zlepšují peristaltiku střev a zvyšují pocit sytosti (Kasal, 2001).



**Energetická plodina** – Vzhledem k dobré rostoucí vlastnosti a vysoké produkci biomasy může být topinambur použit jako energetická plodina (Vogel, 1996). Lze konstatovat, že topinambur hlíznatý je na základě provedených testů možné výhodně použít jako substrát pro výrobu obnovitelné energie ve formě bioplynu (Škoda et al., 2009).

### **3.2 Probiotika a prebiotika**

Probiotiky je nazývána skupina živých mikroorganismů, které mohou mít prospěšný vliv na hostitele bez ohledu na jejich vnitřní nutriční hodnotu. Zástupci této skupiny jsou především bakterie mléčného kvašení, zvláště rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Výhodou probiotik je, že procházejí horní částí gastrointestinálního traktu (GIT) bez poškození a podílejí se tak na kolonizaci střeva společně s přirozenou střevní mikroflórou, se kterou společně chrání vnitřní prostředí GIT před patogenními mikroorganismy produkcí antimikrobiálně působících látek (především kyseliny mléčné, kyseliny octové, peroxidu vodíku) (Hronek et al., 2009).

Složení gastrointestinální mikroflóry má významný vliv na zdravotní kondici a užitkovost. Probiotika jsou doplňkem mikroflóry, která je určena ke stimulaci a vytváření prospěšných bakterií ve střevě a zpomalování šíření patogenů. To může být využito jako metoda pro zvyšování užitkovosti a redukci výskytu nemocí u hospodářských zvířat (Moore, 2004).

Fuller (1997) uvádí, že probiotikům jsou připisovány rozličné účinky, v praxi je snaha podáváním těchto látek zlepšit buď užitkovost, nebo zdravotní stav hospodářských zvířat. Jako možné účinky probiotik uvádí Fuller (1997): větší odolnost proti infekčním onemocněním, zvýšení růstových vlastností, zlepšení konverze krmiv, lepší trávení potravy, lepší vstřebávání živin, poskytnutí esenciálních živin, zvýšení produkce a kvality mléka, zvýšení produkce a kvality vajec a zvýšení kvality jatečně opracovaného masa.

Prebiotika bývají definována jako nestavitelné potravní ingredience, které příznivě ovlivňují hostitele prostřednictvím selektivní stimulace jedné či omezené skupiny bakterií v tlustém střevě, což přispívá ke zlepšení zdravotního stavu hostitelského organismu. Podmínkou bifidogenního efektu prebiotik je přítomnost bifidogenních bakterií v tlustém střevě, schopnost uvedených bakterií fermentovat dodávané prebiotikum. Ve srovnání s

probiotiky tedy nepřímou cestou ovlivňují mikroflóru trávicího traktu (Gibson a Roberfroid, 1995).

Bláha a Víšek (2008) udávají, že prebiotika jsou nestavitelné látky, jejichž konzumace má příznivý fyziologický účinek na hostitele selektivní stimulací růstu nebo aktivity některých kmenů střevní mikroflóry. Produkty, které kombinují prebiotika a bioaktivní bakterie, produkující kyselinu mléčnou, nazýváme synbiotika. Někdy jsou jako prebiotika označovány prakticky všechny oligosacharidy a polysacharidy (včetně dietní vlákniny), ale ne všechny sacharidy lze označit jako prebiotika a je třeba, aby potravina splnila následující kritéria:

1. odolnost k trávení a vstřebávání
2. schopnost podstoupit fermentaci mikroflórou, která kolonizuje zažívací trakt
3. selektivní stimulaci růstu resp. aktivity jednoho nebo více kmenů střevní mikroflóry.

Jsou vymezena jako látky jiných než potravinových živin, které upravují rovnováhu mikroflorní populace prostřednictvím podpory růstu prospěšných bakterií a tím zajišťují zdravější střevní prostředí. Oligosacharidy se přirozeně vyskytují v potravinách: sójové boby, řepkové semeno a luštěniny obsahují  $\alpha$ -alactooligosaccharidy (GOS); obiloviny obsahují fruktooligosacharidy (FOS), mléčné výrobky mají trans-galactooligosaccharides (TOS) a buněčné stěny kvasinek obsahují mannanoligosaccharides (MOS). Jsou také vyráběny komerčně (McDonald et al., 2011).

### **3.3 Fyziologie trávení koní**

K zachování života a zajištění požadované produkce zvířat je nutné, aby zvířata získávala pro své tělesné funkce nezbytné živiny z potravy. Laickým pohledem se má za to, že potrava po přijetí a spolknutí je již uvnitř organismu a úkol zajištění jednotlivých tkání živinami je již splněn. Trávicí soustava (mimo jater a slinivky břišní) je však dutá trubice začínající dutinou ústní a končící konečníkem tlustého střeva. Proto musí po příjmu potravy následovat procesy, které potravu rozmělní na menší částice pomocí mechanického, chemického a biologického zpracování, aby se jednotlivé živiny z přijaté potravy mohly dostat – přestoupit – přes střevní bariéru do krve nebo lymfy a odtud k dalším orgánům. Trávení je proces mechanického a chemického zpracování jednotlivých složek potravy jejich rozštěpením na složky schopné resorpce (vstřebání). Například bílkoviny na aminokyseliny, tuky na glycerol a mastné kyseliny (Bílek et al., 1955).

Trávicí ústrojí koně je tvořeno: dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké střevo, tlusté střevo a konečník (Meyer, Coenen, 2002).

### **3.3.1 Dutina ústní**

Dutina ústní je nejkraniálnější část trávicí soustavy. Je to místo, kde dochází k příjmu potravy a kde začíná její mechanické zpracování. Potrava je přijímána pomocí pysků, zubů a jazyka, např. při pastvě. Spolu s mechanickým rozrušením přijaté potravy zde dochází k jejímu promíchání se slinami. Denní produkce slin závisí na druhu a konzistenci krmiva a pohybuje se mezi 20 a 40 litry. Sliny zvlhčují sliznici dutiny ústní, čímž zabraňují jejímu vysychání a chrání ji před mechanickými poraněními hrubými částicemi krmiva. Zvlhčují sousto a usnadňují tak jeho polknutí, obsahují enzym ptyalin, který štěpí škrob na maltózu, a v podstatě tak zahajují proces trávení. Sliny koně dále obsahují menší množství amylasy – enzymu podílejícího se na trávení karbohydrátů a bikarbonátu, který funguje jako pufr. Zuby a jazyk jsou orgány, které napomáhají mechanickému zpracování potravy v dutině ústní (Adam, 2010).

Mléčný chrup koně má celkem 28 zubů, trvalý 40 v případě hřebce a 36 v případě klisny. Kůň přijímané krmivo velmi důkladně rozmělní. Na jedno sousto vykoná kůň 30 – 60 žvýkacích pohybů trvajících 25 - 50 vteřin. Počet žvýkacích pohybů je určován chutí zvířete a složením přijímaného krmiva. Např. 1 kg ovsa kůň zpracuje v průměru za 10 – 20 minut, 1 kg sena za půl až tři čtvrtě hodiny. Při celodenní pastvě vykoná kůň přibližně 60tis žvýkacích pohybů (Adam, 2010).

Jazyk je svalový orgán pokrytý sliznicí a používaný pro manipulaci s potravou v dutině ústní. Jazyk lze dobře mikroskopicky rozlišit od ostatních svalových tkání, protože obsahuje svalová vlákna orientovaná třemi směry. Tato prostorová orientace svalových vláken dodává jazyku jeho velkou pohyblivost. Jazyk nejen potravou posunuje na žvýkací plošky třenových zubů a stoliček, ale slouží také jako píst, kterým je sousto zatlačováno přes hltan do jícnu. Jazyk u některých zvířat napomáhá vytvoření sousta vhodné velikosti a jeho vpravení do dutiny ústní (Bílek et al., 1955).

### **3.3.2 Hltan**

Hltan je trubice, která komunikuje s horními dýchacími cestami. Je umístěn za dutinou ústní a vedou z něho otvory do dutiny ústní (ústní úžina), dvou nosních dutin, dvou 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. Eustachovy trubice spojují hltan s dutinou středního ucha, což umožňuje vyrovnávání tlaku vzduchu mezi středouším a vnější atmosférou. Zabraňuje se tak prohýbání ušního bubínku vlivem změn tlaku vzduchu (MEyer, Coenen, 2002).

### **3.3.3 Jícen**

Jícen je svalová trubice spojující hltan a žaludek. Ve svém průběhu prochází hltan hrudníkem v mediastinálním (středohrudním) prostoru, kde je vystaven změnám nitrohrudního tlaku. Jícen nakonec prochází otvorem v bránici a v dutině břišní vstupuje do žaludku. Potrava a voda jsou v jícnu transportovány pomocí peristaltických vln, které vznikají činností jeho svalových vrstev. Jícen je obvykle na hltanovém konci uzavřen staženým jícnovým kruhovým svěračem. Jícen zůstává rovněž přirozeně uzavřený při vstupu do žaludku (česlo, cardia), pod ostrým úhlem. To má za následek nemožnost posunu potravy při přeplněném žaludku – kůň nemůže zvracet. Dutina jícnu je v klidu smáčknutá a sliznice vytváří uvnitř jícnu řasy. Během průchodu sousta jícnem se řasy vyrovnají, takže jícen se nemusí příliš rozšiřovat a napínat. Jícnem mohou procházet překvapivě velké předměty, které snadno roztáhnou jícnové řasy, sliznici a podslizniční vazivo. Takové předměty však mohou v jícnu uváznout v místech zúžení jícnu (například při vstupu jícnu do dutiny hrudní) (Bílek et al., 1955).

### **3.3.4 Žaludek**

Žaludek slouží ke shromažďování a přechodnému zadržování potravy, jejímu promíchání se žaludeční šťávou a zároveň v něm začíná trávení. Denně se v žaludku koně vyloučí asi 30 litrů trávicích šťáv. Zvláštností u koně je nízký obsah kyseliny chlorovodíkové v žaludečné šťávě (0,14 %), která má spíše zásadité až neutrální pH. To vytváří v horní části žaludku dobré podmínky pro trávení sacharidů. Naopak bílkoviny jsou z velké části tráveny až ve spodních částech žaludku, kde je vylučovaná kyselina chlorovodíková a pepsinogen. Kapacita žaludku koně je ve srovnání s ostatními býložravci velmi malá. Tvoří pouze 8 % z celkového objemu trávicího traktu. U 500 kg vážícího koně má žaludek objem 9 l. Protože žaludek hraje významnou roli v trávení mléka, je kapacita žaludku mladých hříbat relativně větší než u dospělých koní (Adam, 2010).

Vstup jícnu do žaludku tvoří česlo (cardia), na které navazuje dno žaludku (fundus), které má vydutý, kopulovitý tvar klenby. Dno žaludku přiléhá k tělu žaludku. Tyto části dohromady vytvářejí střední část žaludku. Střední část se nejvíce zvětšuje při naplnění žaludku. Další částí žaludku je předsíň vrátníku (antrum pylori) pokračující do vlastního vrátníku (pylorus), což je zúžená část žaludku vstupující do dvanáctníku. Vnitřní povrch žaludku je pokryt sliznicí s různými typy žaludečních žlázek. Tyto různé typy žláznaté sliznice se pak nacházejí v určitých úsecích žaludku jako oblasti kardiální, vlastní žaludeční sliznice a pylorická sliznice. Oblast sliznice dna žaludku zahrnuje prostor mezi sliznicí česla (nejblíže k němu) a oblastmi pylorické sliznice (v okolí vrátníku) (Hanák, 2008).

### **3.3.5 Tenké střevo**

Obsah žaludku se po zpracování dostává do tenkého střeva. Tenké střevo je dlouhé 15 – 22 m, o průměru 7 – 10 cm a jeho kapacita je zhruba 40- 50 l. Charakteristickým rysem je zřasení střevní sliznice, které lze pozorovat při otevření střevní dutiny. Řasy střevní sliznice jsou pokryty klky a epitelové buňky, které pokrývají klky mají své vlastní mikrokilky. Mikrokilky představují největší zvětšení vnitřního povrchu střeva a vytvářejí kartáčový lem. Popsané zvětšení vnitřního povrchu dodává tenkému střevu 600krát větší plochu vnitřního povrchu než při hladkém a válcovitém povrchu srovnatelného objemu (Adam, 2010).

Tenké střevo se skládá ze tří částí, které se v kaudálním směru od žaludku nazývají dvanáctník, lačnick a kyčelník. Dvanáctník vytváří kličku tím, že se ohýbá z levé strany na pravou. Ke kličce dvanáctníku přiléhá slinivka břišní neboli pankreas (Hanák, 2008).

Trávenina je v tenkém střevě míchána s pankreatickou šťávou a žlučí a dochází zde k trávení sacharidů, tuků a bílkovin. Protože kůň nemá žlučník, plyne žluč do tenkého střeva plynule přímo z jater. Žluč obsahuje minerální látky a slouží k neutralizaci kyselé tráveniny během jejího průchodu tenkým střevem. Žluč také podporuje trávení tuků. Rozklad probíhá v počátečním úseku tenkého střeva (Bílek et al., 1955).

Většina trávicích a resorpčních procesů u zvířat, která nepotřebují přijatou potravu složitě a intenzivně fermentovat, probíhá v tenkém střevě. V tenkém střevě dochází k absorpci vitamínů A, D, E a K a většiny minerálních látek, obzvláště vápníku a z větší části i fosforu (Adam, 2010).

### **3.3.6 Tlusté střevo**

V tlustém střevě se uskutečňuje bakteriální rozklad a zpětné vstřebávání elektrolytů a vody. Tlusté střevo lze rozdělit do dvou částí – slepého vaku tlustého střeva a kolonu – vlastního tlustého střeva (Adam, 2010).

Slepý vak tlustého střeva (slepé střevo) měří u 500 kg vážícího koně 0,9 – 1,2 m a má objem 25 – 30 l. Je uloženo v pravé polovině dutiny břišní. V místě nazývaném malé zakřivení na hlavě slepého střeva vstupuje jedním otvorem do slepého střeva kyčelník a druhým otvorem ze slepého střeva vystupuje velký tračník až ke svému konci - konečníku, který je zakončen řitním otvorem (anus). Ústí kyčelníku uzavírá silný svěrač, který brání návratu obsahu slepého střeva do střeva tenkého. Při otvoru do tračníku je slizniční řasa fungující jako chlopeň a slabý svěrač (Bílek et al., 1955).

Vlastní tlusté střevo je u dospělého koně o hmotnosti 500 kg dlouhé cca 3 – 3,7 m o průměru 20 – 25 cm a pojme 50 – 60 l obsahu. Dochází zde k další absorpci natrávené vlákniny a karbohydrátů (Adam, 2010).

Ve slepém vaku i vlastním tlustém střevě žijí miliardy bakterií, kvasinek a prvoků, kteří štěpí částičky potravy a přeměňují je na využitelné zdroje energie, mikrobiální protein, vitamíny skupiny B a plyny. Dochází zde především k fermentaci vlákniny, celulózy, nestrávených proteinů a sacharidů. Syntéza bakteriálního proteinu a vitamínů je omezena v případě, že je koni předkládána vysoce koncentrovaná dieta, nebo že je kůň pod vlivem stresu či vysoké fyzické zátěže. Těmto koním by proto měla být předkládána krmná dávka obsahující vysoce kvalitní protein a přídavek vitamínů skupiny B (Meyer, Coenen, 2002).

### **3.3.7 Konečník**

Je to poslední oddíl tlustého střeva, zavěšený na poměrně krátkém okruží. Bývá dlouhý asi 20 – 30 cm. Probíhá pod páteří přímočaře k řitnímu otvoru, před nímž se ampulovitě rozšiřuje. Řitní otvor je uzavírán dvěma do sebe vloženými svalovými prstenci, z nichž zevní svěrač řiti je tvořen svalovinou příčně pruhovanou, svěrač vnitřní pak nahlučenou svalovinou hladkou (Bílek et al., 1955).

## 3.4 Krmení koní

Krmiva jsou zvířaty zkonsumovatelné substráty, obsahující dostupné plastické živiny a energii. Po stránce fyziologické je to směs živin, t. j. stravitelných a využitelných látek nezbytných k normálnímu životu zvířete, k zajištění jeho tělesné energie, vývinu tepla, přírůstku tělesné hmoty, popř. plodu a k tvorbě jiných užitečných produktů.

Krmiva, používaná k výživě koní, rozdělujeme do několika skupin:

- podle původu na krmiva rostlinná, živočišná (mléko kravské či kozí) a minerální
- podle koncentrace živin v jednotce váhové na krmiva objemná a jadrná
- podle způsobu nabývání na krmiva statková a krmiva průmyslová (Bílek et al., 1955).

### 3.4.1 Objemná krmiva

Objemná krmiva jsou méně živinově koncentrovaná a zahrnují krmiva čerstvá, sušená nebo jiným způsobem konzervovaná (Bílek et al., 1955).

#### 3.4.1.1 Suchá objemná krmiva

Sláma je balastní krmivo a její hlavní uplatnění je jako podestýlka. Jako krmivo je chudá na prakticky veškeré stravitelné živiny a díky její lignifikované a proto nepříliš stravitelné vláknině může být příčinou obstipačních (zácpových) kolik (Bílek et al., 1955).

Za nejpříjemnější k výživě koní můžeme považovat travní slámu, která bohužel bývá často vydávána za seno. Její stravitelnost a obsah živin je na úrovni zhruba poloviny až dvou třetin sena, proto její cena by tomu měla odpovídat. Od sena ji rozeznáme zejména podle vybledlejší, slámové barvy, tvrdších, zdřevnatělých stébel, výskytu zralých semen a vymláčených stébel. Je přísně jednodruhová - jílková, bojínková, kostřavová atd. Jetelová a vojtěšková sláma obsahují velmi vysoké množství vlákniny a jsou spíše mechanickým zasyčovadlem (Bílek et al., 1955).

Rozdíl mezi senem a slámou je v době sklizně (sekání) porostů. Nikoliv však kalendářní, ale fenologické. Zatím co seno je sklízeno (sekáno), když je rostlina mladá a ještě buď vůbec nemá semena (doba kvetení a metání) nebo je má nezralá ( mléčná či mléčně vosková), sláma se sklízí, když už je rostlina na konci své vegetační (životní) fáze. Stébla jsou

odumřelá, s vysokým obsahem pevných opěrných a podpůrných látek, což se projeví nejen na stravitelnosti živin a obsahu energie, ale i na chuti. Kvalita sena záleží na mnoha faktorech.

Rozhodující jsou:

- 1) rostlinné složení
- 2) fenologické stáří rostlin v době seče
- 3) kvalita půdy, množství a vzájemný poměr dostupných živin
- 4) počasí při sklizni
- 5) sušina sklizené hmoty
- 6) způsob sklizně
- 7) uskladnění

- 1) Nejvhodnější rostlinné složení je blízké kvalitnímu pastevnímu porostu, s pestrým zastoupením převážně travin, méně jetelovin a bylin.
- 2) Optimální doba sklizně se určuje podle převládajících rostlinných druhů. Vhodná je u travin doba metání a těsně po ní, u jetelovin ve fázi tvorby květů až začátku kvetení. Časnější sklizeň se hůře suší, má menší výnos a méně vhodný poměr živin. Starší porost má zase nižší chutnost i stravitelnost.
- 3) Co chybí v půdě, nemůže se objevit v rostlinách. Proto pravidelné doplňování živin do půdy je nezbytné.
- 4) Jeden déšť, i vydatný, nedokáže seno zcela znehodnotit. Mnohem horší jsou časté drobné přeháňky, které nutí nechat pokos dlouho na poli či louce. Pak dochází nejprve k vydýchání cukrů (úbytek energie), pak k růstu plísní (rozvoj mykotoxinů - jedů) a rozkladu bílkovin.
- 5) Hmota se sušinou pod 80 % není vhodná ke skladování, neboť hrozí nebezpečí samovznícení nebo nechtěné fermentace (zapaření) a zejména masivní rozvoj plísní.
- 6) Lisované seno musí mít při sklizni vyšší sušinu než seno volné, které může ještě část vlhkosti odpařit, zatímco uvnitř balíku tato možnost není. Zejména nebezpečné jsou byliny s tlustými stvoly a stonky (lopuchy), které prosychají mnohem pomaleji než traviny a tvoří vhodné podmínky pro rozvoj plísní.
- 7) Kvalitní seno je pouze pod střechou, všechno ostatní je jen krátkodobé a riskantní, s velkými ztrátami (Drásal, 2010).



### 3.4.1.2 Zelená píce

Za nejhodnotnější zelenou píci považujeme čerstvě sklizenou vojtěšku, jeteloviny, jetelotravní, vojtěškotravní i luskovinoobilné směsky a luční porosty. Obsah živin a jejich stravitelnost je závislá na složení porostu (podíl trav a jetelovin, druhová skladba porostu – jílky, srhy, bojínky aj.), vegetačním stádiu (mladý porost před květem, kvetoucí porost, odkvetlý porost), obsahu živin v půdě, srážkách a místních specifických klimatických podmínkách a na zatížení pastviny (počet zvířat na ha pastviny) (Bílek et al., 1955).

V krmných dávkách koní se zelená píce nejlépe uplatňuje jako jejich doplněk, tedy v úměrných dávkách 10 – 25 kg zelené hmoty pro dospělého koně. Výhradní krmení koní zelenou píci jako píci objemnou je přípustné v době jejich menší zaměstnanosti. V době, kdy koně vykonávají těžkou práci (sportovní, dostihoví, tažní), neposkytuje tato šťavnatá píce koním dostatečný zdroj živin pro pracovní energii. Kromě toho se také koně krmení vysokými dávkami zelené píce značně potí. To je způsobeno sníženou činností dýchacího ústrojí, na které vzniká tlak (Bílek et al., 1955).

### 3.4.1.3 Krmné okopaniny

Z krmných okopanin je pro koně nejhodnotnější krmná mrkev, bohatá na zdravotně významné vitamíny. Má nízký obsah sušiny, 10 - 25 %, nízký obsah dusíkatých látek a vlákniny, jen asi 1 % a velmi nízký obsah tuku, asi 0,1 %. Hlavní živinou je sacharóza, která představuje asi 8 %. Základním požadavkem při zkrmování řepy je, že znečištění nesmí přesáhnout 5%. Chutností a specificky dietetickými účinky prospívá zdraví koní. Vysoký obsah karotenu, 40 mg / kg ji předurčuje ke krmným účelům pro hříbata, březí a kojící klisny, sportovní a dostihové koně (Dušek et al., 2007).

Rovněž krmné řepy jsou pro koně krmivem dieteticky příznivý, podávají se jim v úměrných dávkách v závislosti na pracovním výkonu 2 – 5 kg / 100 kg živé hmotnosti za den. Proti mrkvi jsou šťavnatější (vodnatější), tedy s nižší sušinou, měkčí, ale ovšem menší krmné hodnoty. Krmné řepy jsou dobrým krmivem pro tažné koně, neboť cukr v nich obsažený je výborným zdrojem pracovní energie. Mimo to v zimním období při krmení většími dávkami méně hodnotných objemných krmiv jsou rozkrouhané řepy a mrkve zchutňující složkou, významnou i po stránce vitaminologické (Dušek et al., 2007).

Krmné brambory mají z okopanin největší krmnou hodnotu. Koním se doporučuje zkrmovat nejlépe pařené. Při krmení většího množství syrových brambor bývají koně postiženi vyrážkami a záněty kůže. Obsahují inhibitory trypsinu a solaninu, tím omezují stravitelnost škrobu v tenkém střevě a žaludku. Doporučené dávkování je udáváno do 2 kg / 100 kg živé hmotnosti na den pracovním koním. Hříbatům a klisnám není vhodné zkrmovat brambory (Meyer, Coenen, 2002).

#### **3.4.1.4 Siláže**

Silážovanou zelenou pící dobré jakosti, dokonale mléčně zkvašenou, lze krmit koně v omezených dávkách. U jezdeckých koní se doporučuje množství 2 – 4 kg kukuřičné siláže na 100 kg živé hmotnosti denně. Na siláž je nutno koně navykat postupně zvyšovanými dávkami. U hříbat a mladých koní je třeba zvláštní opatrnosti. Hříbata v růstu potřebují vyšší obsah proteinu, proto jsou vhodné jetelotravní siláže, které obsahují více než 30% sušiny (Meyer, Coenen, 2002).

### **3.4.2 Jadrná krmiva**

Do jadrných krmiv zahrnujeme zrniny - obiloviny, luštěniny a olejniny. V poměru ke svému objemu obsahují hodně živin a mají tedy vysokou krmnou hodnotu. Jadrná krmiva průmyslová zahrnují zbytky a vedlejší produkty potravinářského průmyslu (Bílek et al., 1955).

#### **3.4.2.1 Obilniny**

Oves je nejtradičnější a pravděpodobně stále nejrozšířenější jadrné krmivo pro koně. Oves má vyšší obsah vlákniny než většina ostatních jadrných krmiv (10 – 12 % oproti 2 – 5 % u ostatních obilovin), avšak nižší hladinu stravitelné energie. Obsahuje zvláště značné množství tuku – 4,5 – 5,5 % (z obilnin po kukuřici nejvíce). Pro koně je oves snadno stravitelný a má dobrý dietetický účinek. Plevy ovesa obsahují alkaloid avenin, glykosid koniferin a další látky působící mírně dráždivě na nervový systém, což může dělat z ovesa krmivo nevhodné pro určité typy koní. Běžná praxe je zkrmování ovesa mačkaného. Mačkaný

oves je vhodný zejména pro hřibata, staré koně, koně kteří mají potíže s trávením a pro intenzivně sportovně zatěžované koně. Mačkáním se zvyšuje stravitelnost, avšak déle než 24 hodin namačkaný oves rychle ztrácí obsah živin a energie. Namačkaný oves také rychle žlukne. Z tohoto důvodu není vhodné používat oves namačkaný do zásoby. Výhodnou ovsa je malá náchylnost k plísnovým infekcím (Meyer, Coenen, 2002).

Kukuřice je energeticky bohaté, chutné jadrné krmivo. Je obvykle méně chutná než oves, ale je přijímaná raději než ostatní jadrná krmiva. Pro lepší stravitelnost je vhodné zkrmovat ji ve formě šrotu nebo drcenou. Kukuřice má vysokou energetickou hodnotu ale velmi nízký obsah vlákniny a dusíkatých bílkovin. To ji předurčuje pro krmení koní těžce pracujících. Pro krmení koní dostihových je výbornou vlastností její tlumivý účinek na dráždivost nervové soustavy. Nízké je zastoupení esenciální aminokyseliny lysinu. Bílkoviny mají nízké množství nepostradatelných mastných kyselin. Při stejné objemové hmotnosti poskytuje kukuřice zhruba 2x více energie než oves. Při zkrmování velmi vysokých dávek kukuřice může docházet k okyselení obsahu zadního úseku tlustého střeva a to z důvodu vysoké produkce volných mastných kyselin a kyseliny mléčné (Dušek et al., 2007).

Ječmen má poměrně vysokou biologickou hodnotu. Je obvykle koni hůře přijímán než oves a kukuřice a z tohoto důvodu není obvykle zkrmován samotný, ale ve směsích. Na ječmen je třeba koně postupně navykat. Při jeho jednorázových vysokých dávkách je nebezpečí vzniku trávicích poruch (kolik). Zrno ječmene je tvrdé a z tohoto důvodu se podává šrotovaný případně vařený. Mezi nevýhody ječmene patří nízký obsah esenciálních aminokyselin, zvláště lysinu, a nízký obsah vlákniny (Adam, 2011).

### 3.4.2.2 Luštěniny

Bob koňský je pro koně z luštěnin nejvhodnějším bílkovinným krmivem. Obsahuje 19,5 % stravitelných bílkovin a kolem 26 – 28 % dusíkatých látek. Používá se jako přídatkové krmivo k doplnění krmné dávky chudé bílkoviny a také v době těžších prací. Jeho stravitelnost se zvyšuje šrotováním. Ve velkých dávkách způsobuje nadýmání a zácpu, proto se doporučuje přidávat do směsi v maximálním množství do 10 % nebo do 0,5 kg (Bílek et al., 1955).

Krmný hrách má vyšší biologickou hodnotu bílkovin než bob. Do krmných dávek se zařazuje v množství do 10 %. Vysoké dávky působí obžíravě a nadýmavě. Tradičně je používán spíše do krmných dávek chladnokrevných koní (Bílek et al., 1955).

### 3.4.2.3 Olejniny

Lněné semeno má 18 % stravitelných bílkovin a je z olejin jediným krmivem vhodným pro koně. Vařené nebo horkou vodou spařené slizovatí a v tomto stavu působí dieteticky velmi blahodárně na trávicí ústrojí koně. Podává se v malých dávkách (do jednoho kg) hlavně klisnám před porodem a během první fáze laktace, kdy posiluje vyčerpaný organismus klisny. Také je podáván koním nemocným katarom trávicího ústrojí, koním zesláblým a zotavujícím se. Často je lněné semeno součástí tzv. „mash“ krmiva, připraveného povařením mačkaného ovesa, pšeničných otrub, lněného semene a kuchyňské soli (Bílek et al., 1955).

### 3.4.2.4 Jadrná krmiva průmyslová

Cukrovarské řízky sušené (řepné pelety) jsou vhodným energetickým krmivem. Mají vysoký obsah pro koně velmi dobře stravitelné vlákniny. Obsahují relativně vysoké množství vápníku, ale jsou chudé na fosfor a vitamíny skupiny B. Řepné pelety jsou vhodné jako částečná náhrada jadrného krmiva. Do krmné dávky se zařazují v množství do 2 kg. Řepné pelety jsou silně bobtnavé a proto je nutné je před podáváním namočit. Pokud by byly podávány suché, hrozilo by jejich nadměrné nabobtnání v žaludku koně a jeho dilatace až ruptura (Adam, 2011).

Otruby jsou vedlejším produktem mlýnského zpracování zrna. Pšeničné otruby jsou tvořeny zbytky zrna, slupkami, semennými obaly a někdy i klíčky. Mají velmi nízkou objemovou hmotnost – cca 0,25 kg/l. To je zhruba poloviční hodnota než u ovsa a čtvrtinová než u kukuřice. Pšeničné otruby mají poměrně vysokou energetickou hodnotu – srovnatelnou s ovsem, vysoký obsah kyseliny listové, niacinu (vitamínu B3), vitamínu B1 a B6. Nevýhodou pšeničných otrub je nevyhovující poměr vápníku a fosforu, kdy obsah fosforu je více jak 3x vyšší než obsah vápníku. Při jejich vyšším zastoupení v krmné dávce (více jak 2 kg – tj. objemově více jak cca 8 l) je proto třeba upravovat minerální rovnováhu krmné dávky přidáním vhodného zdroje vápníku nebo vhodného minerálního doplňku s vyrovnaným poměrem těchto minerálů. Koňmi jsou pšeničné otruby obvykle velmi dobře přijímány a mohou sloužit i pro zchutnění krmné dávky. Pšeničné otruby jsou velmi vhodným krmivem pro březí a laktující klisny, pro koně v rekonvalescenci a pro koně ve špatné kondici. Společně s lněným semínkem se používají i do tzv. „mashů“ (Adam, 2011).

Sladový květ jsou usušené kořínky sladovnického ječmene – odpad ze sladoven. Sladový květ představuje bílkovinné krmivo s příznivými dietetickými účinky. Obsah bílkovin je poměrně vysoký, v průměru se pohybuje okolo 26 %, příznivé je i vysoké zastoupení esenciální aminokyseliny lysinu. Poměrně vysoký je i obsah tuku, který obvykle dosahuje 13 %. Sladový květ obsahuje vitaminy A, B1, B2, B6, kyselinu pantotenovou, nikotinovou, nikotinamid, biotin, inositol, kyselinu listovou, vitamíny C, D a E. Přítomny jsou i proteolytické a amylolytické enzymy. Významné je množství fosforu, draslíku a mědi. Sladový květ je vhodné zařadit do krmné dávky koní v množství 0,5 kg až max. 3 kg denně. Vhodné je jeho zkrmování koním nemocným a koním v rekonvalescenci. Sladový květ je vhodné krmit i klisnám v laktaci. Pro jeho hygroskopické vlastnosti je vhodné zkrmovat sladový květ zvlhčený (Adam, 2011).

Melasa je tmavohnědý produkt sirupovité konzistence, který zbývá po výrobě cukru. Je bohatá na cukr, ale poměrně těžko stravitelná. Tradičně obsahuje kolem 75 % sušiny. Melasa má nízký obsah dusíkatých látek, minerálních látek i vitamínů. Používá se především pro zchutňování krmných dávek nemocných nebo těžko krmitelných koní. Tekutá melasa se snadno kazí, a proto je třeba dbát na její pečlivé skladování. Na trhu jsou k dispozici tzv. melasová krmiva, což je melasa smíchaná s některým z nasávacích materiálů - nejčastěji s pšeničnými otrubami nebo krmnou moukou (Adam, 2011).

### 3.4.3 Minerální krmiva

Správné zastoupení minerálních látek v krmné dávce je třeba kontrolovat a upravovat podle složení krmiv v krmné dávce, a to přidáváním minerálních krmiv (Bílek et. al, 1955).

Krmný vápenec – Krmný vápenec (uhličitan vápenatý) je zdrojem vápníku. Tento prvek je v organismu zvířat nejrozšířenější, asi 99 % se nachází v kostech a zubech. Zbytek se nachází v plazmě, v tkáňovém moku a v měkkých tkáních (Tluchoř, 2001). Vápník se resorbuje převážně v tenkém střevě, tento proces probíhá aktivně a ovlivňuje ho dostatečná acidita střevního obsahu, hladina vitamínu D, obsah fosfátů nebo oxalátů v krmivech a parathormon. Resorbovaný vápník se vylučuje výkaly a močí. Jeho zvýšené vylučování močí je znakem dekalifikace kostí. Vápník je také vylučován některými živočišnými produkty, jako je mléko. Hladinu vápníku ovlivňuje sekrece hormonů parathormonu a kalcitoninu spolu s účinky vitamínu D (Chroust, 2013).

Z fyziologického hlediska se vápník uplatňuje při tvorbě a mineralizaci kostí a zubů, má význam při metabolismu ostatních minerálních látek (Mg, P, Na, Al, Zn, Mn), aktivuje nebo inhibuje mnoho enzymů, aktivuje některé hormony, má význam pro permeabilitu (propustnost) buněčných membrán, uplatňuje se v procesu srážení krve a při svalové kontrakci. Největší obsah vápníku v krmivech pro koně obsahuje vojtěškové seno ( $16,7 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a luštěninová sláma ( $13,2 \text{ g.kg}^{-1}$ ) (Štrupl et al., 1983).

V zimním krmném období, v němž se krmí hodně vlákniny, se využití vápníku snižuje a zvyšuje se jeho spotřeba. Organismus tráví vápník společně s fosforem a ukládá ho převážně v kostní tkáni (Zeman et al., 1997).

Hypokalcémie - snížená hladina vápníku v krvi - je onemocnění, které vzniká při odstranění štítné žlázy, rachitidě, osteomalácii, mléčné horečce, poškození činnosti ledvin, deficitu vitamínu D a poruchách resorpce ve střevě. S věkem zvířat dochází k výraznému snížení ukládání Ca v těle (Berriman, 2008).

Krmná sůl – Krmná sůl je chlorid sodný s malým podílem látek, které jej v přírodě doprovázejí (chloridy a sírany draslíku, vápníku, hořčíku), případně látek, které se při výrobě přidávají jako protispěková přísada (Chroust, 2013).

Oba tyto prvky (sodík i chlór) jsou z organismu koně vylučovány potem, ale především močením. Doplnování chlóru do organismu koně postačuje běžnými krmivky, ale obsah sodíku je dosti malý. Jeho dlouhodobý nedostatek vyvolává nechut' k jídlu, u mladých koní opožďení v růstu a u klisen nižší produkci mléka. Pokud nastane deficit sodíku v organismu koně, projeví se to naježenou srstí, nadměrným pocením a rychlým nástupem únavy (Zeman et al., 1997). Nutí je to k vyhledávání zdroje soli (lížou žlaby, ploty...).

Potřeba soli je individuální u každého koně, proto by měl být zajištěn stálý přístup k minerálním lizům (Berriman, 2008).

Nabízí se v tržních druzích kamenná standard, kamenná jemná, kamenná střední, kamenná hrubá, kamenná lisovaná – Liz N, vakuová a přírodní kamenná kusová k lízání.

Krmná surovina – chlorid sodný - je určena k přidávání do různých krmných směsí k zajištění příjmu chloridu sodného (NaCl) u dobytka (skot, prasata, ovce), ale i u drůbeže a koní. Krmná sůl vakuová se používá při přípravě krmiv pro zvířata stejně jako kamenná. Přidává se do krmných dávek v pevném stavu, v množství podle druhu zvířete a druhu připravovaného krmiva. U 500 kg koně je doporučená denní dávka 25 – 50 g (Chroust, 2013).

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Ověřovaný materiál a předmět výzkumu

#### a/ Topinambur

Rostliny byly získány při sklizni polí Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě, ve stanici Valečov. Celá rostlina byla rozdělena na dvě části – nadzemní a podzemní, které byly samostatně usušeny na sušárně firmy Fritagra Žižkov. Reprezentativní vzorky úsudků ze stonků a hlíz byly podrobeny rozborům v laboratoři ÚKZÚZ, pracoviště Havlíčkův Brod, ke zjištění základních nutričních charakteristik. Úsušky nadzemní části topinamburu byly navíc zařazeny do doplňkové krmné směsi a dále do krmných dávek březích klisen Starokladrubských vraníků, ke sledování jejich biologické odezvy.

#### b/ Krmná dávka

V biologickém experimentu bylo sledováno 12 vysokobřezích klisen Starokladrubských vraníků o průměrném věku přibližně 12 let. Za sledované období, které proběhlo v posledních třech měsících březosti, klisny obou skupin přijímaly stejnou krmnou dávku, která v průměru dosahovala hodnot uvedených v tabulce č. 2:

#### Tabulka č. 2:

##### Průměrné zastoupení jednotlivých složek v krmných dávkách

KRMIVO	MNOŽSTVÍ V KG
Luční seno	6,9
Jetelotravní siláž	3,1
Mash	1,3
Doplňková směs (K resp.P)	1,0
Pšeničná sláma na dosycení	2,2
Minerální liz	Ad libitum



Mash, jehož dávka i složení bylo pro všechny klisny chované ve Slatiňanech stejné, je charakterizováno v tabulce č. 3:

**Tabulka č. 3:**

**Zastoupení jednotlivých krmiv v mashi**

<b>KRMIVO</b>	<b>MNOŽSTVÍ V KG</b>
Oves	0,5
Ječmen	0,5
Lněné semeno	0,1
Ostropestřec mariánský	0,2
<b>CELKOVÁ DÁVKA MASHE</b>	<b>1,3</b>

**c/ Doplnkové (kontrolní, pokusné) krmné směsi**

Doplnkové krmné směsi, jejichž receptura je uvedena níže (tabulka č. 4), sloužily jako nosič studovaných topinamburových úsušků, garantující jejich příjem v krmných dávkách sledovaných zvířat. Tyto směsi byly vyrobeny ve výrobně krmných směsí (VKS) Ubušínek, firma Uhlíř – Faulhammer s. r. o.

**Tabulka č. 4:**

**Komponentní složení kontrolní a pokusné doplňkové směsi**

<b>KOMPONENTY:</b>	<b>Zastoupení komponentů v KS, v %</b>	
	<b>Kontrolní jadrná směs (K – DS)</b>	<b>Pokusná jadrná směs (P – DS)</b>
Úsušky stonků topinamburu	-	30
Úsušky jablečných výlisků	28	18
Úsušky svatojánského chleba (karob)	30	10
Úsušky vojtěšky	28	28
Lapilex XP	10	10
Monophos 80	4	4
<b>C E L K E M</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Ve srovnání s kontrolní směsí (K - DS), která byla v období našich experimentálních pozorování běžně klisnám zkrmována, prověřovaná pokusná směs (P – DS) byla pouze modifikována a to náhradou části (10%) jablečných výlisků a části karobu (20%) sledovanými úsušky stonků topinamburu.

S ohledem na to, že jsou v receptuře uváděny některé méně známé komponenty, považuji za vhodné uvést jejich charakteristiku.

### **Charakteristika použitých komponentů:**

- Úsušky jablečných výlisků – byly vyrobeny ve firmě Frapo Cz Brno, provoz Horní Chrast u Chrudimi. Jejich deklarované hodnoty (g/kg): N-látky – 68, vláknina – 203, tuk – 48, škrob – 58, jednoduché cukry – 227, organický zbytek – 276.
- Úsušky svatojánského chleba (karob) – dováženo jako komponent do krmných směsí pro králíky, charakteristické minimálním obsahem škrobu, bohatý zdroj vlákniny a pektinu.
- Úsušky vojtěšky – hodnoty v g/kg: N-látky – 164, tuk – 21, vláknina – 257, škrob – 29, jednoduché cukry – 42, organický zbytek – 387. Obsahují 90% sušiny.
- Lapilest XP – výrobce Techna BP 10, Coureon, Francie. Je vyráběn z výlisků vinných hroznů, kakaových a pohankových slupek. Deklarované znaky (g/kg): N-látky – 120, vláknina – 240, tuk – 55, škrob – 58, cukry – 26,5, organický zbytek – 427,5.
- Monophos 80 – fosforečnan vápenatý

## 4.2 Schéma biologické části experimentu

**Tabulka č. 5:**

**Uspořádání srovnávacího krmného pokusu**

Charakteristika krmného zásahu	Sledované skupiny zvířat:	
	K - kontrolní	P - pokusná
Objemná krmná dávka	Složení i dávka shodná	Složení i dávka shodná
Mash	Složení i dávka shodná	Složení i dávka shodná
Doplňková směs	Dávka shodná, v DS topinambur nepřítomen	Dávka shodná, v DS topinambur zastoupen v podílu 30%

Jak je patrné (tabulka č. 5), biologická testace sledovaného krmiva proběhla formou jednofaktoriálního, dvouskupinového srovnávacího krmného pokusu. U porovnávaných skupin zvířat (K - kontrolní, P - pokusná) byl jedinou neznámou krmný efekt úsušků nadzemní části topinamburu v jadrné doplňkové směsi na cenu a účinnost celé krmné dávky pro klisny Starokladrubských vraníků.

### 4.3 Metodiky laboratorních rozborů

Chemické analýzy studovaných vzorků byly provedeny v souladu s přijatými metodikami pro zkoušení a posuzování krmiv (Kacerovský a kol., 1990). Tzn., že stanovení proběhla takto:

- Sušina – vysoušení při 105°C
- N – dle Kjeldahla
- Dusíkaté látky – výpočtem,  $NL = N \times 6,25$
- Tuk – extrakcí dle Soxhleta
- Vlákna – dvoustupňovou, kyselou a zásaditou hydrolýzou na přístroji Fibertec
- Popeloviny – mineralizací při 550°C
- Bezdušičkaté látky výtahové – výpočtem z procentického obsahu živin  
( $BNLV = 100 - \text{voda} - NL - \text{tuk} - \text{vlákna} - \text{popeloviny}$ )
- Organické živiny – výpočtem  
( $OH = NL + \text{tuk} + \text{vlákna} + BNLV$ )
- $BNVL = \text{škrob} + \text{cukry} + \text{organický zbytek}$
- Škrob – titrační metodou dle Šorla
- Jednoduché cukry – polaritickou metodou
- Organický zbytek – výpočtem  
( $OZ = BNLV - \text{škrob} - \text{cukry}$ )
- Stravitelná energie – výpočtem  
( $SEK = 11100 + 3,8 \times NL + 18,4 \times \text{vlákna} - 0,2 \times \text{vlákna}^2$ )

#### 4.4 Organizace pokusu

Sledování probíhala v odštěpném závodě národního hřebčína Kladruby nad Labem, ve Slatiňanech. Byly zde vytvořeny shodné podmínky pro obě pozorované skupiny zvířat s optimální ošetrovatelskou péčí, mikroklimatickými podmínkami a technikou krmení.

K pokusu bylo vybráno šest identických dvojic klisen Starokladrubských vraníků. Zařazování do skupin (kontrolní a pokusná) probíhalo na základě věku zvířat, jejich hmotnosti a termínu ohřebení. Tabulka č. 6 popisuje podrobnosti o sledovaných zvířatech v kontrolní skupině a tabulka č. 7 ve skupině pokusné.

**Tabulka č. 6:**

##### **Kontrolní skupina zvířat**

<b>Jméno</b>	<b>Dvojice č.</b>	<b>Věk (roky)</b>	<b>Hmotnost (kg)</b>	<b>Termín porodu (rok 2013)</b>
Selandia	1	16	701	14.5.
Montila	2	12	691	1.6.
Evoluta	3	9	676	29.5.
Capeta	4	12	712	2.6.
Encella	5	8	626	22.6.
Sorga	6	11	676	29.6.

**Tabulka č. 7:**

**Pokusná skupina zvířat**

<b>Jméno</b>	<b>Dvojice č.</b>	<b>Věk (roky)</b>	<b>Hmotnost (kg)</b>	<b>Termín porodu (rok 2013)</b>
Manida	1	12	696	29.5.
Isca	2	16	619	2.6.
Canbera	3	9	672	2.6.
Xantome	4	13	741	2.6.
Cantilela	5	23	636	22.6.
Falena	6	8	664	5.5.

Krmná dávka, která byla podávána sledovaným klisnám v období březosti, byla sestavena ze složky objemné a jadrné (mash, doplňkové směsi – K – DS a P - DS).

Objemná krmná dávka byla pro obě skupiny sledovaných zvířat naprosto stejná a byla složena z 6,9kg lučního sena, 3,1kg jetelotravní siláže a 2,2kg pšeničné slámy na dosycení. Množství i složení mashe v krmné dávce se také shodovalo. Tzn., že oběma skupinám bylo zkrmováno 0,5kg ovsu, 0,5kg ječmene, 0,1kg lněného semene a 0,2kg ostropestře mariánského. Základem doplňkové směsi K – DS byl karob (30%), úsušky jablečných výlisků (28%) a úsušky vojtěšky (28%). Hlavní složku doplňkové směsi P –DS tvořily granulované úsušky stonků topinamburu (30%).

Během sledování byl zvířatům ad libitně poskytnut minerální liz, který sloužil k pokrytí potřeb makroprvků.

Voda pro napájení byla zvířatům poskytnuta v ad libitním množství prostřednictvím automatických napáječků na stěnách boxů.

Tři měsíce před termínem porodu klisen byla započata sledování. Všechna zvířata byla zvážena a do krmné dávky byly zařazeny doplňkové směsi.

V tomto období došlo k upravení krmné dávky. Z původního množství jadrných krmiv byly odebrány 2/3 a jetelotravní siláž byla vypuštěna úplně.

Sledování bylo ukončeno vážením klisen do 24 hodin po porodu a vážením narozených hříbat.

## **4.5 Sledované parametry**

- živinové složení jednotlivých částí topinamburu
- nutriční hodnota krmné dávky po zařazení topinamburu
- hmotnost narozených zvířat
- poporodní hmotnost klisen
- ceny doplňkových směsí

## **4.6 Zpracování výsledků**

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny (součty, průměry, relativní hodnoty...). Konečné výsledky byly souhrnně sestaveny do tabulek a grafů.



## 5 Výsledky

### 5.1 Výsledky laboratorních analýz nadzemní části a hlíz topinamburu

**Tabulka č. 8:**

Porovnání živinového složení jednotlivých částí topinamburu (g.kg<sup>-1</sup>)

Obsah živin (g/kg)	Nadzemní část topinamburu stonek			Podzemní část topinamburu hlíza		
	Čerstvá hmota	Horkovzdušný úsušek	Absolutní sušina	Čerstvá hmota	Horkovzdušný úsušek	Absolutní sušina
Sušina	168	879	1000	210	881	1000
Voda	832	121	-	790	119	-
Organická hmota	146,7	767,4	873,0	197,4	828,1	940,0
Popeloviny	21,3	111,6	127,0	12,6	52,9	60,0
N-látky	15,4	80,5	91,6	19,2	80,6	91,5
Tuk	3,7	19,6	22,3	2,9	12,1	13,8
Vláknina	40,7	212,8	242,1	9,4	39,3	44,6
BNLV	86,9	454,4	517,0	165,9	696,1	790,1
Škrob	-	-	-	6,3	26,3	29,9
Jednoduché cukry	9,0	47,4	53,9	134,8	565,6	642,0
Organický zbytek	77,8	407,0	463,1	24,8	104,2	118,2

**Poznámka:** Jednoduché cukry, včetně inulinu

Výsledky laboratorních analýz nadzemní části a hlíz topinamburu je uvedeno v tabulce č. 8. Je zde patrné, že nadzemní část topinamburu obsahuje mnohem více vlákniny než je tomu u hlízy. V absolutní sušině tvoří vláknina u nadzemní části 24,2% a u hlízy pouze 4,5%. Obsah dusíkatých látek je v obou částech rostliny téměř stejný (91,6 g/kg). Nepatrný rozdíl se

objevuje i v množství tuku. Nadzemní část obsahuje 22,3 g/kg a hlíza 13,8 g/kg. Škrob je samozřejmě obsažen pouze v podzemní části, jelikož je to zásobní orgán rostliny.

Největší rozdíl však tvoří zastoupení jednoduchých cukrů v rostlině. Tyto jednoduché cukry jsou udávány včetně inulinu. Stonek rostliny obsahuje 5,39% jednoduchých cukrů, oproti tomu hlíza topinamburu je tvořena cukry až z 64,2%.

**Tabulka č. 9:**

**Porovnání relativních hodnot obsahu základních živin v nadzemní části – stoncích topinamburu (pokusně sledované) a podzemní části – hlízách topinamburu (kontrolní)**

Sledované živiny	Index	
	Hlíza topinamburu	Stonek topinamburu
Organická hmota	100	93
Popeloviny	100	212
N-látky	100	100
Tuk	100	162
Vláknina	100	543
BNLV	100	65
Škrob	100	0
Cukry, včetně inulinu	100	8
Organický zbytek	100	392

Porovnání jednotlivých živin v nadzemní části – stonku a podzemní části – hlíze topinamburu udává také tabulka č. 9 z hlediska relativních hodnot. Jak je vidět, ve studovaném komponentu (stonek topinamburu) je více než dvakrát více popelovin, téměř dvakrát více tuku, čtyřikrát více organického zbytku, pětinasobně vlákniny, než v hlízách. Stonky naopak obsahují nepatrné množství - zhruba dvanáctkrát méně jednoduchých cukrů, včetně inulinu.

## 5.2 Vliv zařazeného úsušku topinamburu do jadrné směsi na celkovou nutriční hodnotu krmné dávky březích klisen

**Tabulka č. 10:**

**Základní živinová charakteristika doplňkových směsí**

ŽIVINY:	Obsah živin v g . kg <sup>-1</sup> (MJ . kg <sup>-1</sup> )		INDEX (K-DS = 100)
	K – DS	P – DS	
Sušina	887	869	97,9
Voda	113	131	115,9
N-látky	152	125	82,2
Tuk	57	28,6	50,1
Vláknina	79,9	110	137,7
Popel	60,7	90,4	148,9
BNLV	537,4	515	95,8
SEk	11,87	11,18	94,2

Tabulka č. 10 udává základní živinovou charakteristiku doplňkových směsí pro kontrolní a pokusnou skupinu zvířat. Rozdíl v těchto dvou směsích tvoří pouze množství tuku, N-látek a obsah vlákniny. Menší množství N-látek v doplňkové směsi u pokusné skupiny je v pořádku, jelikož ve vyšším stupni březosti by mohlo velké množství N-látek způsobovat kolikové střevní stavy. Pokusná doplňková směs obsahuje 110 g/kg vlákniny, což zlepšuje nutriční hodnotu krmné dávky. Vláknina totiž bezprostředně ovlivňuje stravitelnost živin. Vyvolává pocit nasycení, podporuje peristaltiku trávicího ústrojí a má příznivý vliv na rozvoj střevní mikroflóry.

Živinovou charakteristiku průměrných krmných dávek následně udává tabulka č. 11. Zde je patrné, že obsah všech základních živin v krmné dávce u kontrolní skupiny a zároveň u skupiny pokusné je téměř shodný. Avšak obsah živin pokusné krmné dávky se jeví v obsahu sušiny, N-látek a vlákniny nepatrně lepší než u krmné dávky kontrolní.

**Tabulka č. 11:**

**Základní živinová charakteristika průměrných krmných dávek**

ŽIVINY:	Obsah živin v g . kg <sup>-1</sup> (MJ . kg <sup>-1</sup> )		INDEX (K-KD= 100)
	Kontrolní – KD	Pokusná – KD	
Sušina	10 197	10 215	100,2
N-látky	1 011	1038	102,6
vláknina	2 923	2 953	101,0
SEk	98,05	97,36	99,3

### **5.3 Vliv úsušku nadzemní části topinamburu na cenu jadrné směsi pro březí klisny**

Výpočet byl proveden v závislosti na množství a zastoupení jednotlivých složek v kontrolní a pokusné doplňkové směsi, jelikož zbylé složky krmné dávky jsou neměnné.

#### **Cena za kg:**

- Úsušky stonků topinamburu – 6,40 Kč
- Úsušky jablečných výlisků – 3,60 Kč
- Úsušky svatojánského chleba (karob) – 6 Kč

### **Kontrolní doplňková směs:**

Kontrolní doplňková směs byla složena - úsušky vojtešky, Lapilex XP, Monophos 80 – v obou směsích je zastoupeno stejné množství.

V této směsi nebylo podáváno žádné množství úsušků stonků topinamburu

Komponenty, jež byly v obou směsích zastoupeny v různém množství, byly zastoupeny 0,28kg úsušky jablečných výlisků a 0,30kg úsušky svatojánského chleba.

#### Výpočet:

- 0,28kg – úsušky jablečných výlisků  
( $0,28 \times 3,60 = 1,008$  Kč)
- 0,30kg – úsušky svatojánského chleba (karob)  
( $0,3 \times 6 = 1,8$  Kč)

Po sečtení obou položek bylo zjištěno, že celková cena měnících se složek v kontrolní doplňkové směsi dosahovala 2,808 Kč/kg.

### **Pokusná doplňková směs:**

Pokusná doplňková směs byla složena - úsušky vojtešky, Lapilex XP, Monophos 80 – v obou směsích stejné množství.

V této směsi bylo obsaženo 30% úsušků stonků topinamburu (0,30kg).

Komponenty, které byly v obou směsích v jiném množství, zde byly zastoupeny 0,18kg úsušky jablečných výlisků a 0,10kg úsušky svatojánského chleba.

#### Výpočet:

- 0,30kg – úsušky stonků topinamburu  
( $0,3 \times 6,4 = 1,92$  Kč)
- 0,18kg – úsušky jablečných výlisků  
( $0,18 \times 3,6 = 0,648$  Kč)
- 0,10kg – úsušky svatojánského chleba (karob)  
( $0,1 \times 6 = 0,6$  Kč)

Součtem těchto položek bylo zjištěno, že celková cena dosahovala 3,168 Kč.

### Porovnání:

Cena doplňkové směsi bez topinamburu (2,808 Kč) < cena doplňkové směsi s úsušky stonků topinamburu (3,168 Kč)

Vliv úsušku nadzemní části topinamburu na cenu jádrné směsi pro březí klisny nebude nijak zvlášť významný. Jedná se o rozdíl 0,36 Kč na jednom kilogramu směsi.

Pokud by byly do krmné směsi zařazeny hlízy topinamburu, cena by vzrostla téměř osminásobně (1kg úsušků hlízy topinamburu stojí 75 Kč).

## 5.4 Intenzita vývoje hmotnosti klisen v závěrečné fázi březosti

V tabulce č. 12 a 13 je zaznamenán vývoj hmotnosti klisen jak u kontrolní skupiny, tak u skupiny pokusné. Během experimentu proběhla dvě vážení, která se uskutečnila na začátku pokusu a následně po porodu.

### Tabulka č. 12:

#### Živé hmotnosti u kontrolní skupiny v kg

Jméno	Dvojice č.	Skupina	Hmotnost na začátku pokusu	Poporodní hmotnost	Poporodní hmotnost + hříbě
Selandina	1	K	701	675	745
Montila	2	K	691	670	735
Evoluta	3	K	676	655	720
Capeta	4	K	712	688	756
Encela	5	K	626	610	670
Sorga	6	K	676	645	720
Průměr	X	X	680,3	657,2	724,3
Index	X	X	100	100	100

**Tabulka č.13:****Živé hmotnosti u pokusné skupiny v kg**

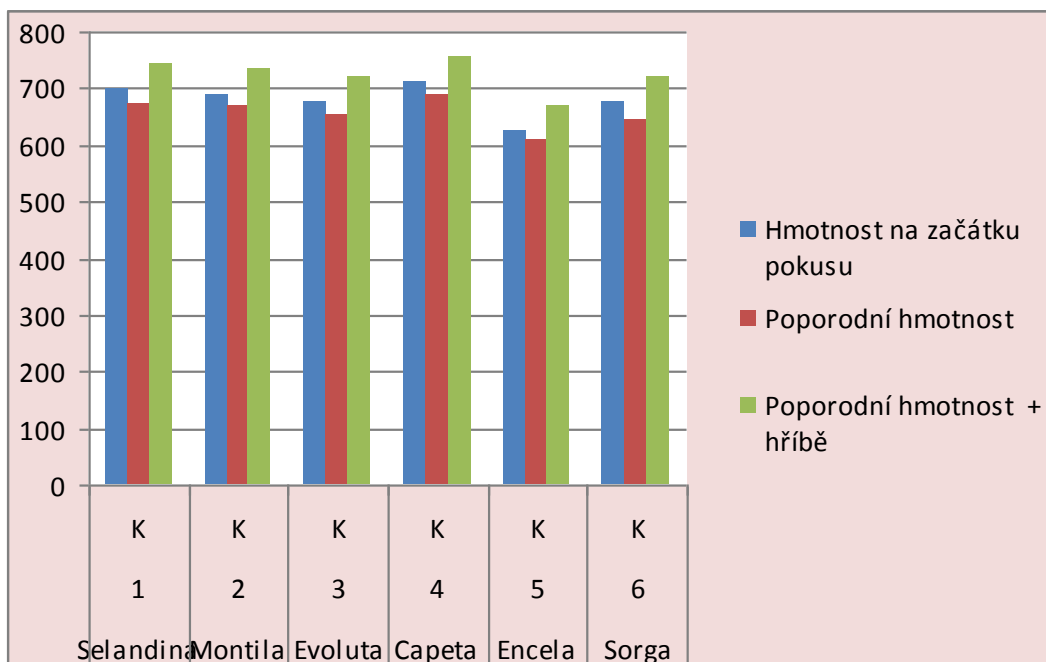
<b>Jméno</b>	<b>Dvojice č.</b>	<b>Skupina</b>	<b>Hmotnost na začátku pokusu</b>	<b>Poporodní hmotnost</b>	<b>Poporodní hmotnost + hříbě</b>
Manida	1	P	696	670	740
Isca	2	P	619	605	663
Canbera	3	P	672	655	716
Xantine	4	P	741	725	785
Cantanela	5	P	636	610	680
Falena	6	P	664	640	708
Průměr	X	X	671,3	650,8	715,3
Index	X	X	98,7	99	98,8

Z grafů č. 1 a 2 je patrné, že poporodní hmotnosti ve srovnání s hmotnostmi při porodu jsou vyšší u skupiny pokusné než u skupiny kontrolní. Došlo tedy k menšímu úbytku hmotnosti po porodu. To je v rámci diety s použitým topinamburem vítáno.

Jak vidíme z tabulek č. 12 a 13 a následně z grafů č. 1 a 2, u pokusné skupiny došlo k menšímu nárůstu hmotnosti během březosti než u kontrolní skupiny. To je však dle vyjádření chovatelů v pořádku a cílené v důsledku použité diety obsahující topinambur. Touto dietou se předejde střevní kolice hlavně ve vysokém stupni březosti (je menší nárůst plodu).

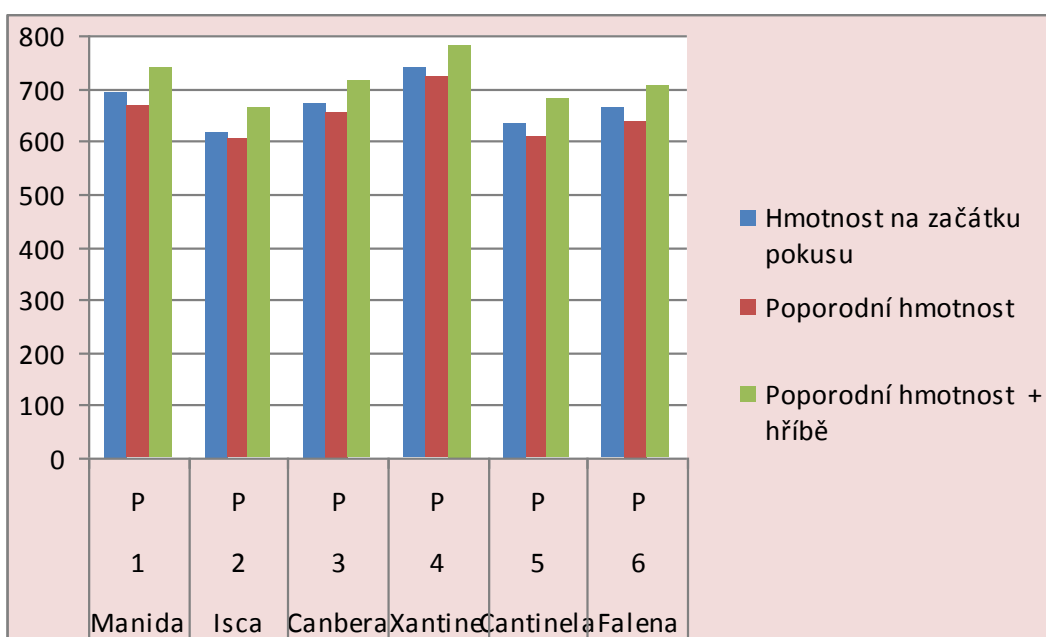
**Graf č.1:**

**Živé hmotnosti u kontrolní skupiny v kg**



**Graf č. 2:**

**Živé hmotnosti pokusné skupiny v kg**





**Tabulka č. 14:**

**Suma statistických veličin, zobrazující dynamiku hmotnosti klisen**

**1) Na začátku pokusu**

Skupina	Počet (n)	Průměrná hmotnost na začátku pokusu v kg ( $\bar{x}$ )	Směrodatná odchylka (s)	Rozptyl ( $s^2$ )	Variační koeficient %
Kontrolní	6	680,3	27,49	755,56	4
Pokusná	6	671,3	39,80	1583,89	5,9

**2) Po porodu**

Skupina	Počet (n)	Průměrná poporodní hmotnost v kg ( $\bar{x}$ )	Směrodatná odchylka (s)	Rozptyl ( $s^2$ )	Variační koeficient %
Kontrolní	6	657,2	25,2	635,14	3,8
Pokusná	6	650,8	40,35	1628,47	6,2

**3) Po porodu + hříbě**

Skupina	Počet (n)	Průměrná poporodní hmotnost + hříbě v kg ( $\bar{x}$ )	Směrodatná odchylka (s)	Rozptyl ( $s^2$ )	Variační koeficient %
Kontrolní	6	724,3	27,49	902,16	3,7
Pokusná	6	715,3	39,80	1583,89	5,5

**Poznámka k tabulce č. 14 :**

Statistickou prověrkou posuzovaných dat byly u všech tří souborů a skupin zjištěny velice vyrovnané hodnoty ( $\bar{x}$ , V), což znamená, že mezi kontrolní a pokusnou skupinou nebylo prokázáno signifikantních rozdílů ( $P > 0,05$ ).

## 5.5 Vliv pokusné diety na hmotnost narozených hříbat

**Tabulka č. 15:**

**Hmotnost narozených hříbat v kontrolní skupině**

<b>Jméno klisny</b>	<b>Dvojice č.</b>	<b>Skupina</b>	<b>Hmotnost hříbat v kg</b>
Selandia	1	K	70
Montila	2	K	65
Evoluta	3	K	65
Capeta	4	K	68
Encela	5	K	60
Sorga	6	K	75
Průměr	X	X	67,2
Index	X	X	100

**Tabulka č. 16:**

**Hmotnost narozených hříbat v pokusné skupině**

<b>Jméno klisny</b>	<b>Dvojice č.</b>	<b>Skupina</b>	<b>Hmotnost hříbat v kg</b>
Manida	1	P	70
Isca	2	P	58
Canbera	3	P	61
Xantine	4	P	60
Cantina	5	P	70
Falena	6	P	68
Průměr	X	X	64,5
Index	X	X	96

**Tabulka č. 17:**

**Suma statistických veličin, zobrazující dynamiku hmotnosti hřibat**

<b>Skupina</b>	<b>Počet (n)</b>	<b>Průměrná hmotnost hřibat v kg (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Směrodatná odchylka (s)</b>	<b>Rozptyl (<math>s^2</math>)</b>	<b>Variační koeficient %</b>
Kontrolní	6	67,2	4,67	21,81	6,9
Pokusná	6	64,5	4,96	24,58	7,7

**Poznámka k tabulce č. 17:**

Zjištění vyrovnaných hodnot ( $\bar{x}$ , V) znamená, že mezi kontrolní a pokusnou skupinou nebylo prokázáno signifikantních rozdílů (**P>0,05**).

Při sledování hmotností narozených hřibat byly zaznamenány nižší hmotnosti u pokusné skupiny oproti skupině kontrolní. Průměrná hmotnost narozených hřibat u kontrolní skupiny byla 67,2 kg a u pokusné skupiny dosáhla hmotnost průměrné hodnoty 64,5 kg.

Pokud by však měli úsušky stonků topinamburu tyto účinky na hmotnosti narozených hřibat, mohli bychom ji u starokladrubských koní používat cíleně. Jelikož se u tohoto plemene obecně rodí velká hřibata a jsou těžší porody. Touto dietou bychom těmto problémům předešli.

Potvrzení těchto výsledků by však vyžadovalo další biologické studie a provedení množství biologických pokusů s většími sledovanými skupinami.

## 6 Diskuse

### 6.1 Vzájemné porovnání nutriční hodnoty topinamburu a základních okopanin

Z tabulky č. 18 je patrné, že pro porovnání hlízy topinamburu byly vybrány hlízy brambor, krmné řepy, cukrovky, mrkve a krmné tykve. Tyto okopaniny byly porovnávány z hlediska obsahu N – látek, tuku, vlákniny a BNVL.

Při porovnání obsahu dusíkatých látek bylo největší zastoupení u krmné tykve, dvakrát více než v ostatních komponentech ( $172,2 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Mrkev obsahovala  $95,3 \text{ g.kg}^{-1}$ , krmná řepa  $97,2 \text{ g.kg}^{-1}$ , hlíza topinamburu  $91,5 \text{ g.kg}^{-1}$  a brambory  $73 \text{ g.kg}^{-1}$ . Nejmenší zastoupení N – látek bylo zjištěno u cukrovky ( $62,3 \text{ g.kg}^{-1}$ ).

Nejvíce tuku bylo zjištěno u krmné tykve ( $81,3 \text{ g.kg}^{-1}$ ), dále u mrkve ( $22,4 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a topinamburu ( $13,8 \text{ g.kg}^{-1}$ ). V ostatních okopaninách byl obsah tuku menší. V indexovém znění oproti topinamburu byl rozdíl u brambor 22, u krmné řepy 62 a u cukrovky 41.

Vláknina byla nejvíce obsažena v krmné tykvi ( $137,7 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a v mrkvi ( $100,2 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Topinambur obsahoval vlákniny  $44,6 \text{ g.kg}^{-1}$  a v indexovém porovnání s bramborami byl rozdíl 28, s krmnou řepou 154 a cukrovkou 117.

Největší obsah dusíkatých látek byl zjištěn u brambor ( $849 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a u cukrovky ( $822,2 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Nebyli však zaznamenány velké rozdíly u ostatních komponentů. Rozdíl v indexovém znění brambor a topinamburu byl 93, u krmné řepy 87, u mrkve 81 a u krmné tykve 61.

Největší rozdíl u těchto okopanin byl však v obsahu inulinu. Ten je zastoupen pouze v topinamburu.

Tabulka č. 19 zaznamenává podobné porovnání, ale u nadzemních částí. Nutriční hodnoty N – látek, tuku, vlákniny a BNVL byly zjišťovány u topinamburu, krmné řepy, cukrovky, mrkve a kopřivy.

V porovnání s ostatními komponenty obsahoval topinambur nejméně N – látek ( $91,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ). V indexovém znění je rozdíl u krmné řepy 177, u cukrovky 144, u mrkve 158 a u kopřivy 314.

Nejméně tuku bylo zjištěno u kopřivy ( $15,1 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a nejvíce u cukrovky ( $185 \text{ g.kg}^{-1}$ ). U topinamburu byl zaznamenán obsah  $22,3 \text{ g.kg}^{-1}$ .

V obsahu vlákniny bylo nejvíce zaznamenáno u topinamburu ( $242,1 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Indexový rozdíl s krmnou řepou byl 52, s cukrovkou 41, s mrkví 69 a s kopřivou 72.

V topinamburu je také nejvyšší obsah BNVL (517 g.kg<sup>-1</sup>). Naopak nejmenší zastoupení BNVL bylo zjištěno u cukrovky (45,7 g.kg<sup>-1</sup>).

Největší rozdíl u těchto okopanin byl však v obsahu inulinu. Ten je zastoupen pouze v topinamburu. V hlízách je ho dvanáctkrát více než v nadzemní části.

**Tabulka č. 18:**

**Obsahu živin v hlízách**

<b>KRMIVO hlízy</b>	<b>Obsah živin g . kg<sup>-1</sup> sušiny</b>	<b>Index obsahu živin</b>					
<b>N-látky</b>							
Topinambur	91,5	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>94</b>	<b>146</b>	<b>96</b>	<b>53</b>
Brambory	73,0	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>117</b>	<b>77</b>	<b>42</b>
Krmná řepa	97,2	<b>106</b>	<b>133</b>	<b>100</b>	<b>156</b>	<b>102</b>	<b>56</b>
Cukrovka	62,3	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>36</b>
Mrkev	95,3	<b>104</b>	<b>130</b>	<b>98</b>	<b>152</b>	<b>100</b>	<b>55</b>
Krmná tykev	172,2	<b>188</b>	<b>235</b>	<b>193</b>	<b>276</b>	<b>181</b>	<b>100</b>
<b>Tuk</b>							
Topinambur	13,8	<b>100</b>	<b>460</b>	<b>162</b>	<b>242</b>	<b>61</b>	<b>17</b>
Brambory	3,0	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>52</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
Krmná řepa	8,5	<b>62</b>	<b>283</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>38</b>	<b>10</b>
Cukrovka	5,7	<b>41</b>	<b>190</b>	<b>67</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>7</b>
Mrkev	22,4	<b>162</b>	<b>747</b>	<b>263</b>	<b>392</b>	<b>100</b>	<b>28</b>
Krmná tykev	81,3	<b>589</b>	<b>2710</b>	<b>956</b>	<b>1426</b>	<b>362</b>	<b>100</b>
<b>Vláknina</b>							
Topinambur	44,6	<b>100</b>	<b>159</b>	<b>65</b>	<b>85</b>	<b>45</b>	<b>32</b>
Brambory	28,0	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>41</b>	<b>54</b>	<b>28</b>	<b>20</b>
Krmná řepa	68,5	<b>154</b>	<b>245</b>	<b>100</b>	<b>131</b>	<b>68</b>	<b>50</b>
Cukrovka	52,2	<b>117</b>	<b>186</b>	<b>76</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>38</b>
Mrkev	100,2	<b>225</b>	<b>358</b>	<b>146</b>	<b>192</b>	<b>100</b>	<b>73</b>
Krmná tykev	137,7	<b>309</b>	<b>492</b>	<b>201</b>	<b>264</b>	<b>137</b>	<b>100</b>
<b>BNLV</b>							
Topinambur	790,1	<b>100</b>	<b>93</b>	<b>107</b>	<b>96</b>	<b>115</b>	<b>153</b>
Brambory	849,0	<b>107</b>	<b>100</b>	<b>115</b>	<b>103</b>	<b>124</b>	<b>164</b>
Krmná řepa	735,7	<b>93</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>107</b>	<b>142</b>
Cukrovka	822,2	<b>104</b>	<b>97</b>	<b>112</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>159</b>
Mrkev	686,0	<b>87</b>	<b>81</b>	<b>93</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>133</b>
Krmná tykev	517,1	<b>65</b>	<b>61</b>	<b>70</b>	<b>63</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

(Zeman et al., 1995)

**Tabulka č. 19:****Obsah živin v nati**

<b>KRMIVO stonek, nat', skrojky</b>	<b>Obsah živin g . kg<sup>-1</sup> sušiny</b>	<b>Index obsahu živin</b>				
<b>N-látky</b>						
Topinambur	91,6	<b>100</b>	<b>57</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>32</b>
Krmná řepa	161,7	<b>177</b>	<b>100</b>	<b>123</b>	<b>112</b>	<b>56</b>
Cukrovka	132,0	<b>144</b>	<b>82</b>	<b>100</b>	<b>91</b>	<b>46</b>
Mrkev	144,6	<b>158</b>	<b>89</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>50</b>
Kopřiva	287,4	<b>314</b>	<b>178</b>	<b>218</b>	<b>199</b>	<b>100</b>
<b>Tuk</b>						
Topinambur	22,3	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>12</b>	<b>70</b>	<b>148</b>
Krmná řepa	27,0	<b>121</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>84</b>	<b>179</b>
Cukrovka	185,0	<b>830</b>	<b>685</b>	<b>100</b>	<b>578</b>	<b>1225</b>
Mrkev	32,0	<b>143</b>	<b>119</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>212</b>
Kopřiva	15,1	<b>68</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>47</b>	<b>100</b>
<b>Vláknina</b>						
Topinambur	242,1	<b>100</b>	<b>194</b>	<b>242</b>	<b>146</b>	<b>139</b>
Krmná řepa	125,0	<b>52</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>75</b>	<b>72</b>
Cukrovka	100,0	<b>41</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>57</b>
Mrkev	166,3	<b>69</b>	<b>133</b>	<b>166</b>	<b>100</b>	<b>95</b>
Kopřiva	174,6	<b>72</b>	<b>140</b>	<b>175</b>	<b>105</b>	<b>100</b>
<b>BNLV</b>						
Topinambur	517	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>1131</b>	<b>105</b>	<b>140</b>
Krmná řepa	469,7	<b>91</b>	<b>100</b>	<b>1027</b>	<b>95</b>	<b>127</b>
Cukrovka	45,7	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Mrkev	492,0	<b>95</b>	<b>105</b>	<b>1077</b>	<b>100</b>	<b>133</b>
Kopřiva	369,9	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>809</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

(Zeman et al., 1995)

## 6.2 Topinambur a jeho vliv na krmnou dávku

Při porovnání obsahu živin v krmných dávkách (kontrolní i pokusné) bylo zjištěno, že obsah jednotlivých živin se pohyboval téměř na stejné úrovni. To znamená, že množství sušiny se prakticky nelišilo, pouze obsah vlákniny a N- látek byl o něco větší v pokusné krmné dávce.

Co se týče obsahu živin v doplňkových směsích, je jasně patrné, že pokusná krmná dávka se zařazeným topinamburem obsahovala menší množství N – látek, což je ve vyšším stupni březosti žádoucí v závislosti na možných kolikových stavech. Také bylo zjištěno, že pokusná krmná dávka obsahovala téměř dvakrát méně tuku, což také můžeme považovat za velmi žádoucí v závislosti na nadměrném tučnění v této fázi březosti a následném těžkém porodu. Také obsah vlákniny byl v pokusné krmné dávce ve větší míře než v kontrolní.

Porovnáním živinového složení jednotlivých částí topinamburu (hlíza, nať) bylo zjištěno, že hlíza obsahuje oproti nati dvanáctkrát více inulinu. To znamená, že v nati bylo zastoupeno jen nepatrné množství této zásobní látky. Můžeme se tedy domnívat, že proto nebyl zjištěn pozitivní nárůst hmotnosti březích klisen, jako tomu bylo při ověřování účinku hlíz topinamburu. (Kateřina Mikešová, pozn. autora) Avšak prebiotický vliv inulinu, i když v tomto malém zastoupení, není zanedbatelný. Jeho účinkem dochází k tvorbě vhodného prostředí pro růst probiotické mikroflóry v tlustém střevě.

Pozitivní zjištění však bylo v obsahu vlákniny v nati topinamburu. Zastoupení této živiny v nadzemní části se pohybovalo kolem 24 % oproti pouhým 4,5 % v hlízách. To znamená, že by zkrmováním nadzemní části mohlo být pozitivně ovlivněno zažívání potravy a vylučování.

### **6.3 Možnosti ovlivnění hmotnosti klisen a hříbat**

Po vyhodnocení sledovaných parametrů v tomto pokusu (hmotnosti klisen a hříbat) bylo zjištěno, že všechny váhové ukazatele byly ve prospěch kontrolní skupiny. To znamená, že po zařazení nadzemní části topinamburu do krmné dávky vysokobřezích klisen nebyl zaznamenán nárůst hmotnosti klisen ani větší hmotnosti narozených hříbat jako tomu bylo při pokusu, kde byly do krmné dávky zařazeny hlízy topinamburu. (Kateřina Mikešová, pozn. autora)

Avšak toto zjištění bychom mohli brát jako velmi žádoucí, jelikož při této dietě nedochází k nadměrnému tloušťnutí a předejde se tím také střevním kolikám, jelikož je menší nárůst plodu.

Také by tato dieta mohla být vítána u klisen, které rodí velká hříbata a jsou proto velmi těžké a rizikové porody. Zařazením nadzemní části topinamburu by došlo k menšímu nárůstu plodu a tím by byly porody jednodušší.



## 7 Závěr a doporučení

Smyslem zpracovaného tématu této diplomové práce bylo naplnit její cíl, kterým bylo vyhodnocení biologické odezvy zvířat na krmnou dávku se zastoupením sušené natě topinamburu a její účinné prebiotické složky – inulin. Testováno bylo celkem pět pracovních hypotéz se záměrem, získat informace z neprozkoumané oblasti – možného krmivářského využití topinamburu ve výživě březích klisen a tak předcházet častým problémům (tučnění, porody, zabřezávání) těchto zvířat. K tomu byl zorganizován experiment, jehož sledování probíhala:

- Na polích VÚB v Havlíčkově Brodě (odběr vzorků hlíz a natě topinamburu),
- V provozu firem Fritagra Nižkov a VKS Ubušínek (sušení suroviny a míchání DS),
- V laboratoři ÚKZÚZ Havlíčkův Brod (chemické rozbor),
- V odštěpném závodě národního hřebčína Kladruby nad Labem, ve Slatiňanech (březi klisny Starokladrubských vraníků).

Chemické analýzy studovaných vzorků byly provedeny v souladu s přijatými metodikami pro zkoušení a posuzování krmiv (KACEROVSKÝ, O. a kol., 1990). Krmné dávky pro kontrolní i pokusnou skupinu zvířat respektovaly živinové a energetické potřeby z tuzemských doporučení (ZEMAN, L., a kol., 2007). Biologická testace sledovaného krmiva proběhla formou jednofaktoriálního, dvouskupinového srovnávacího krmného pokusu, ve kterém u porovnávaných skupin zvířat (Kontrolní, Pokusná) byl jedinou neznámou krmný vliv úsušků nadzemní části topinamburu v jadrné doplňkové směsi, na cenu a účinnost celé krmné dávky.

Po vyhodnocení získaných výsledků byly zjištěny:

1./ Velké rozdíly v živinovém složení sušiny nadzemní a podzemní části topinamburu. Konkrétně ve stoncích bylo přibližně dvakrát více popelovin i tuku, čtyřikrát více organického zbytku a pětinasobné množství vlákniny, než v hlízách. Naopak, ve stoncích, oproti hlízám, bylo zjištěno nepatrné množství (zhruba dvanáctkrát méně) jednoduchých cukrů, včetně inulinu. Tím byla vyvrácena hypotéza ( $H_1$ ) o rovnoměrném rozmístění inulinu v celé rostlině.

2./ Doplnková směs s 30 % podílem úsušků stonků topinamburu obsahovala menší množství proteinu, tuku, BNLV i energie a podstatně vyšší obsah vlákniny a minerálií, než doplnková směs bez topinamburu. Daná skutečnost, s ohledem na nižší dávkování jaderných krmiv klisnám tři měsíce před porodem, neovlivnila obsah živin v celé krmné dávce. Tímto byla vyvrácena hypotéza (H<sub>2</sub>) o významném ovlivnění nutriční hodnoty krmné dávky sledovaným krmným zásahem.

3./ Po podrobné kalkulaci s aktuálními cenami komponentů, zařazených v jaderné směsi, bylo zjištěno, že pokusná doplnková směs s 30 % zastoupením topinamburu na úkor úsušků jablečných výlisků a úsušků svatojánského chleba, byla na jednom kilogramu o 0,36 Kč dražší než kontrolní doplnková směs bez topinamburu. Tím byla vyvrácena hypotéza (H<sub>3</sub>) o možném zlevnění krmné směsi pro klisny s obsahem topinamburu.

4./ Vyhodnocení biologického experimentu se zkrmováním úsušků topinamburu klisnám v závěrečné fázi březosti naznačilo, přes nesignifikantní rozdíly, tendenci možné regulace jejich nadměrného tučnění a těžších průběhů porodu. Tím by byla potvrzena hypotéza (H<sub>4</sub>) o pozitivním ovlivnění vývoji jejich hmotnosti.

5./ Sledováním hmotností narozených hříbat bylo zjištěno, že se při zkrmování sledovaných dávek topinamburu klisnám rodila menší hříbata než tomu bylo u kontrolní skupiny, což je právě u Starokladrubských vraníků žádoucí jev. Tím byla vyvrácena hypotéza (H<sub>5</sub>) o „pozitivním“ zvýšení hmotnosti narozených hříbat.

Pro praxi lze na základě těchto poznatků doporučit zkrmování 300 g granulovaných úsušků nadzemní části topinamburu vysokobřezím klisnám, které mají problémy s velkým nárůstem plodu a s následně těžkým porodem, jako je tomu u Starokladrubských koní.

## 8 Seznam použité literatury

- Adam, M. Objemná a koncentrovaná krmiva. Napajedlastud.com [online] 2011. [cit. 2014–02-15]. Dostupné z www: <<http://napajedlastud.com/cs/mdl/info/objemna-a-koncentrovana-krmiva-1>>.
- Adam, M. Trávicí ústrojí koně. Napajedlastud.com [online] 2010. [cit. 2014–02-15]. Dostupné z www: <<http://napajedlastud.com/cs/mdl/info/travici-ustroji-kone>>
- Bárta, J. Diviš, J. 2008. Topinambur. In: Prugar et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s. Praha. 327 s. GIBSON, G.R.;
- Bílek et al. 1955. Speciální zootechnika, díl druhý – chov koní. Praha. 849 s.
- Berger, C. 2004. Topinambur. In: Gemüse Garten. Ulmer Verlag. 270 s.
- Berriman, E. Horse welfare: nutrition and feeding. Optimail.com.au [online] 2008-06-01 [cit. 2014–03-30]. Dostupné z www: <<http://optimail.com.au/berrime/feeding.htm>>.
- Bláha, V. Víšek, J. 2011. Význam prebiotik v potravě. Practise 8. 25 – 28 s.
- Čepl, J., Vacek, J., Bouma, J. 1997. Technologie pěstování a užití topinamburu. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 20 s.
- Černý, I. 2003. Okopaniny: Cukrová repa, Čakanka obyčejná, Topinambur, Zemiaky. Ústav vedecko-technických informací pre pôdohospodárstvo v Nitre. Bratislava. 146 s.
- Drásal, M. Objemná krmiva. Lasard.cz [online]. 2010-12-18 [cit. 2014–03-30]. Dostupné z www: <[http://lasard.cz/objemna\\_krmiva.asp?id=pos1](http://lasard.cz/objemna_krmiva.asp?id=pos1)>.
- Forejtová, I. Znáte topinambury, židovské brambory? Abecedazahrady.cz [online] 2008-6-28 [cit. 2014–01-28]. Dostupné z www: <<http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/znate-topinambury-zidovske-brambory>>.
- Fuller, R. 1997. Probiotics for farm animals. In: GW Tannock (ed). Probiotics – A Critical Review. Horizont Scientific Press. England. 15 – 22 s.
- Hamoun, K., Lachman, J. 2010. Topinambur hlíznatý – *Helianthus tuberosus* L. In: Fernández, C. E., Viehmannová, I., Lachman, J., Hamoun, K., Pulkrábek, J., Brunerová, L. (ed): Netradiční plodiny pro diabetiky. Grada Publishing. 29 – 49 s.
- Hanák, J., Kulichová, E. 2008. Krmení a výživa koní. Praha. 140 s.

- Honsová, H. Topinambur lze využít k mnoha účelům. Biom.cz [online]. 2012-07-23 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topinambur-lze-vyuzit-k-mnoha-ucelum>>.
- Hronek, M. 2009. Probiotika a prebiotika v profylaxi a terapii poruch GIT a v prevenci karcinogeneze. Medicína pro praxi. 6 (2). 66 – 68 s.
- Chroust, J. Sůl krmná, vápenec krmný jemně mletý. Zetrashop.cz [online]. 2013 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z www: <<http://www.zetrashop.cz/krmnesuroviny/sulkrmna-mleta50kg%5B400%20005%5D?itemIdx=11>>
- Kasal, P. 2001. Topinambur – znovuobjevená plodina. Úroda. 2 (1). 23 – 25 s.
- Kára, J. 2005. Energetické rostliny: Technologie pro pěstování a využití. Výzkumný ústav zemědělské techniky. Praha. 81 s.
- Kvaček, J., 2013. Závěrečný protokol úkolu kobyly – KO/12. Havlíčkův Brod. 9 s.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G. 2011. Animal Nutrition. Pearson. Harlow. 692 s..
- Škoda, A. 2009. Topinambur hlíznatý jako substrát pro bioplynové stanice. Energie 21. 6/09.
- Moore, J. 2004. The use of probiotic in the calf: An overview. Cattle practice. 12. 125 – 128 s.
- Meyer, H., Coenen, M. 2002. Pferdefütterung. 4. Neubearbeitete Auflage. Parey Buchverlag im Blackwel Wissenschafts. Berlin. 254 s.
- Prugar, J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Praha. 325 s.
- Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotic. Critical review. American Institute of Nutrition. 1401-1412 s.
- Suková, I. Složení topinamburu a výživový význam. Agronavigator.cz [online]. 2003-10-12 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z www: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=147&ch=13&typ=1&val=21016>>.
- Stolzenburg, K. 2003. Topinambur – gesunde Knolle, Wiederentdecktes Wintergemüse, In: Gemüse. 11. 24 – 26 s.

- Stražil, J. Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.) - netradiční alternativní plodina pro průmyslové a energetické využití. Biom.cz [online]. 2002-03-04 [cit. 2014-03-30]. Dostupné z www: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topinambur-hliznatyhelianthus-tuberosus-l-netradicni-alternativni-plodina-pro-prumyslove-a-energetickevyuziti>>.
- Štrupl, J., Lerche, F., Waksmundský, S. 1983. Chov koní. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 416 s.
- Thompsen, H., C. 1949. Jerusalem Artichoke. In: Vegetable Crops. London. 250 s.
- Topinambur a vaše zdraví. Fytosal.cz [online]. [cit. 2013-09-17]. Dostupné z www: <<http://fytosal.cz/cs/Topinambur-a-Vase-zdravi>>
- Vejvoda, M. Topinambur hlíznatý. Kralikar.cz [online] [cit. 2014-01-28]. Dostupné z www: <<http://kralikar.cz/index.php/krmiva-a-krmeni/item/31-topiny>>.
- Vogel, G. 1996. Handbuch des speziellen Gemüsebaus – Topinambur. 367 s.
- Zeman, L., Hodboď, P., Mendlík, J. 1997. Výživa a technika krmení koní. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 57 s.
- Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossmann, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doležal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Michele, P., Zemanová, D., Šiske, V. (1995) : Katalog krmiv. VÚVZ Pohořelice. 465 s. ISBN 80-901598-3-4
- Zeman, L., a kol. 2007. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro koně. VÚVZ Pohořelice. 84 s.