

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



**Přehled problémů spojených s odmítáním sena u browser
přežvýkavců chovaných v zoologických zahradách**
Bakalářská práce

Autor práce: Malá Kateřina
Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Přehled problémů spojených s odmítáním sena u browser přežvýkavců chovaných v zoologických zahradách" 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8. 4. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D, mému vedoucímu práce za rady, které mi poskytl a za ochotu s jakou se mi věnoval. Dále bych ráda poděkovala Ing. Petře Bolechové, mé konzultantce, která mi poskytla podklady, cenné rady a v neposlední řadě mi dělala korekci textu. Ráda bych také poděkovala Michaele Kochové za trpělivost, podporu a rady ohledně práce s PC technikou a v neposlední řadě své rodině za podporu a poskytnutý čas na vypracování bakalářské práce.

Přehled problémů spojených s odmítáním sena u browser přežvýkavců chovaných v zoologických zahradách

Souhrn

Přežvýkavci jsou velkou skupinou chovanou v zoologických zahradách. Jakožto býložravci, se rozdělují do tří skupin na základě potravní specializace či preference. Dlouhodobě zažitá terminologie je dělí na browsery (okusovače), grazery (spásače) a skupinu mezi těmito dvěma, intermediáty. Toto rozdělení má své opodstatnění v jimi přijímané potravě. Browser přežvýkavci se ve volné přírodě živí téměř ze sta procent okusem. Toto krmivo jim poskytuje veškeré nutriční potřeby a dokáže je plně uspokojit. Jejich trávicí trakt je na příjem tohoto krmiva zcela uzpůsoben. V zoologických zahradách je okus, z důvodu jeho nedostatku a ekonomické náročnosti jeho sklizně, konzervace a skladování, nahrazován vojtěškovým senem nebo dokonce senem travním. Tato náhražka potravy není příliš vhodná již s ohledem na její odlišné fyzikální faktory, nehledě na zcela jiné koncentrace nutričních látek. Tyto odlišnosti vedou browser přežvýkavce ke sníženému přijímání sušené píce a dávají přednost koncentrovaným granulovaným krmivům, která jim jsou předkládána ve většině případů ad libitum. Takto poskládaná krmná dávka nedokáže pokrýt nutriční potřeby browser přežvýkavců, a ti se dostávají do negativní energetické bilance. To je způsobeno především nízkým příjmem vlákniny v píci, které nepřijímají dostatek. Takto živená zvířata hubnou, nemají tukové zásoby pro období zimy, nadměrně se jim opotřebovává dentice a často to dojde až k úmrtí jedinců. Tato práce se bude snažit nastínit odlišnost jednotlivých skupin přežvýkavců na základě jejich potravní specializace, s čímž úzce souvisí odlišnosti v nutričním složení jejich potravy a následné možné důsledky nevhodného krmení těchto jedinců chovaných v zoologických zahradách.

Klíčová slova: přežvýkavci, objemná krmiva, nutriční hodnota, browser, grazer, intermediát

Overview of the problems associated with the rejection of hay at the zoo farmed browser ruminants

Summary

Ruminants are a large group kept in zoos. As herbivores, are divided into three groups based on food specialization or preference. Long-term maneuvering terminology is divided into browsers (animals preferring browse), grazers (animals eating grass) and the group between the two intermediates. This division has its justification in their food intake. Browser ruminants in the wild feed nearly one hundred percent of browse. This food gives them all the nutritional needs and is able to fully satisfy. Their digestive tract is to receive this feed completely adapted. In zoos is browse, because of its scarcity and economic demands of his harvest, preservation and storage, replaced by alfalfa hay or grass hay even. This food supplement is already not very suitable with regard to its different physical factors, despite the completely different concentration of nutritional substances. These differences lead to decreased browser ruminants receiving dried fodder and concentrated prefer pelleted feeds, which are referred to them in most cases, ad libitum. Thus folded ration can not meet the nutritional needs of ruminants browser, and they get into a negative energy balance. This is mainly due to the low fiber intake in the forage, which do not receive enough. Thus nourished animals lose weight, have not fat reserves for the winter season, they are excessively worn dentition and often it occurs to death of individuals. This paper will try to outline the differences between individual groups of ruminants based on their food specialization, which is also closely related to differences in the nutritional composition of their diet and subsequent possible consequences of inappropriate feeding these individuals kept in zoos.

Keywords: ruminants, bulk and roughage feeds, nutrition value, browser, grazer, intermediate

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Zařazení přežvýkavců	11
3.2 Rozdělení přežvýkavců podle typu přijímané potravy.....	11
3.2.1 Grazer („spásač“).....	13
3.2.1.1 Potravní ekologie grazerů.....	14
3.2.2 Browser („okusovač“).....	14
3.2.2.1 Potravní ekologie browserů.....	14
3.2.3 Intermediate („intermediáti“).....	15
3.3 Anatomické a fyziologické aspekty jednotlivých skupin přežvýkavců	15
3.3.1 Browser.....	16
3.3.1.1 Dutina ústní	16
3.3.1.2 Bachor (<i>rumen</i>).....	17
3.3.1.3 Bachorový obsah	17
3.3.1.4 Čepeć (<i>reticulum</i>)	17
3.3.1.5 Kniha (<i>omasum</i>)	18
3.3.1.6 Tenké a tlusté střevo	18
3.3.1.7 Retenční čas	18
3.3.2 Grazer.....	19
3.3.2.1 Dutina ústní	19
3.3.2.2 Bachor.....	19
3.3.2.3 Bachorový obsah	19
3.3.2.4 Čepeć	20
3.3.2.5 Kniha	20
3.3.2.6 Retenční čas	20
3.4 Vybraní browseři chováni v zoologických zahradách	21
3.4.1 Los evropský (<i>Alces alces</i>)	21
3.4.2 Žirafa (<i>Giraffa camelopardalis</i> spp.).....	21
3.4.2.1 Potrava ve volné přírodě.....	21
3.4.2.2 Potrava v lidské péči.....	22
3.5 Objemná krmiva.....	23
3.5.1 Zelená píće (tráva)	23

3.5.2	Siláž	24
3.5.3	Seno	25
3.5.3.1	Druhy sena	25
3.5.3.2	Skłizeň a konzervace sena	26
3.5.3.3	Składování sena	27
3.5.3.4	Hodnocení kvality sena	27
3.5.3.4.1	Rostlinný druh	28
3.5.3.4.2	Stupeň zralosti rostlin	29
3.5.3.4.3	Olistění sena	30
3.5.3.4.4	Barva sena	31
3.5.3.4.5	Velikost stonků a křehkost sena	32
3.5.3.4.6	Cizorodé příměsi a toxiny v seně	32
3.5.3.4.7	Zápach/ vůně sena	33
3.5.3.4.8	Chemické složení sena	33
3.5.4	Senáž	33
3.5.5	Okus	34
3.5.5.1	Druhy okusu	34
3.5.5.2	Technologie krmení okusu	34
3.5.5.3	Nutriční kvalita okusu	35
3.5.5.4	Antinutriční látky v okusu	36
3.5.5.5	Sekundární metabolity rostlin	36
3.5.5.5.1	Éterické oleje	36
3.5.5.5.2	Fenoly	37
3.5.5.5.3	Glykosidy	37
3.5.5.5.4	Saponiny	37
3.5.5.5.5	Taniny	37
3.5.5.6	Konzervace okusu	37
3.5.5.6.1	Sušení	37
3.5.5.6.2	Lyofilizace (vakuové vymrazení)	37
3.5.5.6.3	Silážování	38
3.6	Problémy spojené s odmítáním a přijímáním sena	38
3.6.1	Granulovaná píče a vláknitá krmiva vedlejších produktů	39
3.6.2	Atrofie podkožního tuku u žiraf	40

3.6.3	Pěnová tympanie	40
3.6.4	Bachorová acidóza	41
3.6.4.1	Doporučení	42
3.6.5	Laminitida	43
3.6.6	Opotřebení zubů.....	43
3.6.7	Urolitiáza	45
3.6.8	Zastavení/blokace knihy	46
3.6.9	Přerůstání kopytní rohoviny.....	47
3.6.10	Ztráta tělesné kondice	47
3.6.11	Fytobezoáry	47
4	Závěr.....	48
5	Seznam použité literatury.....	49
6	Přílohy	60

1 Úvod

Přehled problémů s odmítáním sena browser přežvýkavci neboli okusovači je úzce spjat s typem přijímané potravy. Ve volné přírodě se browser přežvýkavci živí okusem. V chovech v lidské péči je okus nahrazován senem. Druhů sena je několik, ale nejčastěji je dostupné seno travní, v lepším případě seno vojtěškové. Z hlediska fyzikálních vlastností krmiv, se okus a seno od sebe zásadně liší. Seno, jakožto náhrada přirozené potravy, není vhodné pro trávicí trakt browser přežvýkavců, jelikož na jeho příjem nejsou adaptováni, a působí jim značné problémy. U browser přežvýkavců to vede k neochotě přijímat seno ve své krmné dávce, a tím dochází k nedostatečnému příjmu vlákniny. Tato strategie může vést až k úmrtí jedinců. Literatura popisuje mnoho případů u žiraf *Giraffa camelopardalis* spp., jež jsou striktními browsery, které uhynuly z důvodu nedostatečných tukových zásob. Dále jsou žirafy často postihovány pěnovou tympanií, kdy dochází k poruše trávicích procesů v bachoru. Není výjimkou ani přerůstání kopytní rohoviny u losů evropských *Alces alces*, kteří trpí na nevyváženost letní a zimní krmné dávky. Zoologické zahrady se tuto skutečnost snaží zlepšit podáváním granulovaných krmiv, která mají ovšem vliv na omezení přirozených životních projevů a také na vysoké riziko spojené s acidózou bachorového obsahu nebo vznik laminitidy. Ze studií vyplývá, že nejlepším řešením tohoto problému by bylo navrátit se k přirozenému potravnímu zdroji a tudíž browser přežvýkavcům zajistit okus jakožto jediný zdroj potravy. Nutriční požadavky browser přežvýkavců dokáže okus zcela pokrýt, ale nutriční složení sena, zvláště sena travního, se zásadně liší od nutričního složení okusu. Není tedy možné udržovat browser přežvýkavce pouze na dietě složené ze sena. Vždy by měl okus tvořit alespoň třetinu denní krmné dávky. Tento požadavek se však nedaří zajistit a zvířata tudíž strádají. Tato práce se bude snažit nastínit důvody, které zabraňují browser přežvýkavcům přijímat seno a možné následky nedostatečného příjmu vlákniny v potravě.

2 Cíl práce

Cílem této práce je vyhodnocení nutričního složení krmné dávky a jejího vlivu na příjem krmiva.

3 Literární rešerše

3.1 Zařazení přežvýkavců

Podle Hassanin et Douzeryho (2003) je podřád přežvýkavci (*Ruminantia* Scopoli, 1777) největší skupinou kopytníků obsahující více než 190 druhů zvířat. Jejich přirozené rozšíření je téměř celosvětové, kromě Austrálie a Antarktidy. Obecně řadíme přežvýkavce mezi sudokopytníky *Cetartiodactyla* Montgelard, Catzeflis & Douzery, 1997. Rozlišujeme 6 čeledí z řádu sudokopytníků, které jsou přežvýkavé: kančilovití (*Tragulidae* Milne-Edwards, 1864), kabarovití (*Moschidae* Gray, 1821), vidlorohovití (*Antilocapridae* Gray, 1866), jelenovití (*Cervidae* Goldfuss, 1820), žirafovití (*Giraffidae* Gray, 1821) a turovití (*Bovidae* Gray, 1821).

Přežvýkavci jsou kraniální fermentoři s velkým rozčleněným předžaludkem, který zahrnuje bachor s čepcem následovaný knihou. V bacheru jsou přítomné mikroorganismy, které pomáhají při trávení (Van Soest, 1994). Přežvýkavci přežvykují nebo znovu žvýkají tráveninu. To jim umožňuje usnadnit redukci velikosti přijímaných částic potřebnou pro následující trávicí procesy. Celková kapacita žaludku je mnohem větší u přežvýkavců, než je tomu u nepřežvýkavých (Church, 1988).

Rychlost průchodu tráveniny předžaludkem je závislá, na rozdíl od nepřežvýkavých býložravců, na neschopnosti průchodu velkých částic knihou (Hume, 1989).

Dokud nejsou částice tráveniny dostatečně malé pro průchod knihou a následně zbytkem trávicího traktu, zůstávají v bacheru a čepci dokud nejsou stráveny nebo není jejich velikost zredukována přežvýkáním na příslušnou velikost. Takovéto prodloužení retenčního času umožňuje efektivnější trávení vlákniny. Ovlivňuje to také detoxikaci sekundárních metabolitů (př. taniny) některých rostlin (McArthur et al., 1993).

Přežvýkavci jsou považováni za anaerobní kraniální fermentory. Trávení u nich probíhá v předžaludcích a žaludku za přítomnosti mikroorganismů (Hofmann, 1989; Van Soest 1994).

3.2 Rozdělení přežvýkavců podle typu přijímané potravy

Potravní návyky býložravců jsou rozdílné a zahrnují interakce mezi druhy rostlin, selektivitou a tolerancí rostlinné rozmanitosti. Nepřežvýkaví i přežvýkaví býložravci jsou rozdělení dle typu přijímané potravy (Van Soest, 1996).

Přežvýkavci se dají dělit podle jejich stravovacích návyků. Hofmann et Stewart (1972) dělí přežvýkavce na tři skupiny (Obr. 1). První skupinou jsou převážně přežvýkavci, kteří se živí hlavně objemným krmivem bohatým na vlákninu (grass eaters-spásači). Druhá skupina

přezvýkavců vyhledává především šťavnaté byliny a třetí skupina se dokáže podle ročního období a aktuální potravní nabídky „přepínat“ z první skupiny na druhou. Proto třetí skupina dostala název intermediáti (Intermediates). Takto rozdělené skupiny dostaly pojmenování okusovači (Browser) a spásači (Grazer). Okusovači se živí raději dvouděložnými rostlinami a dávají přednost dřevitým dvouděložným rostlinám, větvím a listí před bylinami. Oproti tomu spásači dávají přednost nedřevitým rostlinám a zvláště jednoděložným rostlinám-trávě. Hofmann (1989) vylučuje, že by se dali přezvýkavci rozdělit na základě velikosti těla. Velikost těla podle něj neovlivňuje výběr nebo preferenci přijímané potravy, ani fyziologii trávení.

Hofmann et Stewart (1972) šli v rozdělení těchto základních tří skupin ještě dál. Každou skupinu dále rozdělili na podskupiny podle preferovaného typu potravy.

I. Grazeři

- a) Grazeři specializovaní na požívání vlákniny
- b) Grazeři specializovaní na požívání čerstvé trávy (závislé na obsahu vody)
- c) Grazeři suchých regionů

II. Browseři

- a) Browseři specializovaní na požívání listů stromů a keřů
- b) Browseři specializovaní na požívání ovocných a dvouděložných (stromy, keře, rostliny odlišné od trav) rostlin

III. Intermediáti

- a) Intermediáti preferující trávu
- b) Intermediáti preferující rostliny odlišné od trav, listy keřů a stromů.

O několik let později Hofmann (1989) rozděluje přezvýkavce do tří skupin odlišných na základě morfologicko-fyziologických rozdílů. Stanovuje okusovače, spásače a skupinu, která je přechodná mezi těmito dvěma možnostmi (Intermediate). Na základě svých pokusů také stanovuje procentuální zastoupení těchto tří skupin ve volné přírodě. Okusovačů je 40 %, spásačů 25 % a intermediátů 35 %.

Hofmann (1989) ve své studii uvádí, že mnoho druhů se dokáže „přepnout“ z pozice okusovače na pozici spásače v závislosti na ročním období nebo na kočovném způsobu života. Tyto druhy řadí do již zmíněné přechodné skupiny intermediátů.

Langer (1988) rozděluje přežvýkavce podle stupně nebo míry herbivorie na stupnici od 1 do 6, která je paralelní s rozdělením podle Hofmanna.

Bodmer (1990) argumentuje, že „koncentrovaní selektoři“ by měli být rozděleni na „browsersy“ a „plodožravé“. Své rozdělení přežvýkavců staví na množství zelené píce (trávy) v krmné denní dávce.

Clauss et al. (2006a) rozděluje ve své studii přežvýkavé dle procentuálního zastoupení trávy v jejich přírodní krmné dávce. Ze studie pana Van Wierena (1996) vyplývá, že browseři mají ve své přirozené krmné dávce 0-10 % trávy. Grazeři se pohybují v rozmezí 49-95 % a intermediáti se podle ročních období a podmínek pohybují v rozmezí 28-74 % trávy v přirozené krmné dávce.

Nově bylo navrženo oddělit používanou nomenklaturu rozdělení býložravců na grazery, browsersy a intermediáty podle stupně potravní selekce na selektivní a neselektivní býložravce. A dále podle morfofyziologické charakteristiky předžaludků na „losí typ“ (nestratifikovaný obsah bachoru, homogenní rozvrstvení papil v bachoru, pomalý průchod tráveniny předžaludky) a „kravský typ“ (více stratifikovaný obsah bachoru, heterogenní papilace bachoru, rychlejší průchod tráveniny předžaludky; Clauss et al., 2010).

3.2.1 Grazer („spásač“)

Slovo „grazer“ znamená podle Hofmanna (1989) zvířata, která se pasou a jejich hlavní složkou potravy je vláknina. V překladu je nazýváme „spásači“. Jejich procentuální zastoupení ve volné přírodě je okolo 25 %, a tím tvoří nejmenší část. Spásači jsou charakterističtí svou adaptací na travnaté plochy, kde vyhledávají potravu bohatou na buněčné stěny rostlin. Do této skupiny patří domestikované druhy, jako je tur domácí *Bos primigenius taurus* (Linnaeus, 1758), ovce *Ovis Linnaeus*, 1758 nebo buvol domácí *Bos bubalis* Linnaeus, 1758. Z divoce žijících zástupců sem patří například banteng *Bos javanicus* d'Alton, 1823. Cirkadiánní rytmus spásačů je charakteristický dlouhým časem stráveným spásáním, poté následuje dlouhé přežvykování a nakonec fáze odpočinku.

Mezi striktní grazery řadíme z volně žijících druhů: bizon *Bison bison* (Linnaeus, 1758), muflon *Ovis orientalis musimon* Pallas, 1811, jelen milu *Elaphurus davidianus* (Milne-Edwards, 1866), antilopa vraná *Hippotragus niger* (Harris, 1838), bahnivec severní *Redunca redunca* (Pallas, 1767), pakůň běloocasý *Connochaetes gnou* (Zimmermann, 1780; Burchell, 1870; Van Wieren, 1996).

3.2.1.1 Potravní ekologie grazerů

Grazeři spásají především louky nebo trvalé travní porosty, které vytváří souvislou pokrývku země. Jsou schopni vybírat si pastvu, kde mohou najít nejvyšší nebo nejmladší, a tím více nutričně bohaté porosty (Langvatn et Hanley, 1993). Při konzumaci okusu jsou schopni se vyrovnat s jeho fyzikální odlišností a nečiní jim problémy ho strávit (Clauss et al., 2003a).

3.2.2 Browser („okusovač“)

Browserů je podle Hofmannovy studie (1989) více jak 40 % z dnešní žijící populace přežvýkavců. Browser neboli „koncentrovaný selektor“ je mnohem méně vybaven na trávení rostlinné vlákniny než grazer. Browseři jsou perfektně adaptovaní na trávení lehce stravitelné vlákniny dostupné v rostlinných buňkách. Jejich selektivní výběr rostlin je založen na olfaktorických podnětech. V této skupině nenajdeme žádné domestikované druhy. Jejich cirkadiánní rytmus ve vegetačním období je založen na často se opakujících periodách krmení, obvykle střídající se s krátkými periodami přežvykování. Celkově mají vyšší frekvenci krmných period než grazeři.

Van Soest (1996) řadí všechny malé přežvýkavce mezi potravní selektory. Někteří velcí přežvýkavci jsou browseři např. žirafa *Giraffa camelopardalis* spp. (Linnaeus, 1758), ale jsou mnohem méně vybíraví, než je tomu u malých přežvýkavců. Pro svou velkou tělesnou základnu jsou více tolerantní k méně kvalitnímu okusu.

Termín „browser“ se nepoužívá pouze u přežvýkavců. Mezi browsery řadíme také nepřežvýkavé býložravce jako je nosorožec dvourohý *Diceros bicornis* (Linnaeus, 1758) nebo tapíra *Tapirus* spp. (Brisson, 1762). Mezi browsery jsou také řazeny listožravé opice (Nijboer et al., 2012).

Mezi striktní browsery patří: los evropský *Alces alces* (Linnaeus, 1758), srnec obecný *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758), jelenec běloocasý *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780), žirafa *Giraffa camelopardalis* spp., kudu velký *Tragelaphus strepsiceros* (Pallas, 1766), nosorožec dvourohý (černý) *Diceros bicornis*, tapír čabrakový *Tapirus indicus* Desmarest, 1819 (Van Wieren, 1996).

3.2.2.1 Potravní ekologie browserů

Nutriční kvalita okusu a velikost soust závisí na dané části rostliny. Browseři si vybírají mezi listy na větvičkách, keři s velkým olistěním nebo nejsilnějšími větvemi. Jejich potravní nabídka není tak homogenní jako u grazerů (Shipley et al., 1998).

Browseři jako koncentrovaní selektoři jsou neschopní tolerovat vysoký obsah vlákniny v krmné dávce, a proto jsou omezení na dietu, která obsahuje nízké koncentrace vlákniny

(Van Soest, 1996). Kapacita předžaludku a anatomické nedostatečnosti jsou limitujícím faktorem browserů a mají za následek neochotu přijímat seno v krmné dávce (Clauss et al., 2002a).

Volně žijící browser přežvýkavci se přirozeně vyhýbají konzumaci zelené píce. Browser přežvýkavci jsou limitováni vyrovnat se s fyzikálními vlastnostmi zelené píce (trávy; Caluss et al., 2003).

V zoologických zahradách jsou krmeni vojtěškovým senem nebo vojtěškovým senem v kombinaci s travním senem (Cheek, 1991).

3.2.3 Intermediate („intermediáti“)

Tato skupina zahrnuje zhruba 35 % populace ze všech druhů přežvýkavců. Intermediáti jsou typičtí svou potravní neutralitou a dokáží se přesouvat mezi dříve zmíněnými dvěma skupinami. Všichni jsou typičtí svou výraznou selektivitou v oblasti stravy. Přijímají smíšenou stravu, ale nepřijímají travu s dlouhými stébly. Vykazují pozoruhodnou krátkodobou nebo sezónní anatomickou adaptaci na změny v kvalitě píce. Když píce zestárne a obsahuje mnoho ligninu, tyto přežvýkavci se přeorientují na browsery nebo pojídají padané ovoce a semena. Nakonec přeorientují svůj metabolismus a příjem potravy. Ve výsledku se jim sníží možnost trávení vláknité píce, jak tomu bylo u grazerů. Do této skupiny patří z domestikovaných druhů koza domácí *Capra aegagrus hircus* Linnaeus, 1758 (Hofmann, 1989).

Van Soest (1996) potvrzuje adaptabilitu intermediátů na okus i zelenou píci. Intermediáti jsou schopni přijímat velmi širokou škálu různých druhů rostlin. Potvrzuje, že tato skupina se orientuje podle dostupnosti zelené píce a sezónnosti rostlin, a tím jsou mnohem všestrannější. Zelenou píci obvykle pojídají nezralou, a jakmile píce dozrává, tak se tato zvířata zaměřují na okus.

Mezi intermediáty se řadí například: impala *Aepyceros melampus* (Lichtenstein, 1812), antilopa losí *Taurotragus oryx* (Pallas, 1766), jelen evropský (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758; Van wieren, 1996).

3.3 Anatomické a fyziologické aspekty jednotlivých skupin přežvýkavců

Hofmann (1972) dělí přežvýkavce podle komplikovaného složeného žaludku. Přežvýkavci mají 3 komory předžaludků a vlastní žaludek slez (abomasum). Toto anatomické uspořádání má velkou souvislost s funkcí předžaludku a typem přijímané potravy. Tyto okolnosti vedly k rozdělení přežvýkavců, ale i nepřežvýkavých, do tří skupin podle typu přijímané potravy.

Přežvýkavci se nedají dělit podle velikosti těla a jejich tělesné hmotnosti. Existují značné rozdíly v těchto veličinách v rámci každé ze tří skupin (Hofmann, 1989).

Hofmann (1989) říká, že koncentrovaní selektoři (Browseři) jsou zcela jasně odlišní od grazerů, a to ve všech fyziologicky důležitých částech trávicího traktu (Tab. 1). Tato rozdílnost je dána především rozdílnou potravní ekologií a odlišnou preferencí diety.

3.3.1 Browser

Velikost a tvar pysků odráží typ přijímané potravy. Pro browsery jsou typické delší pysky a větší možnost rozevření úst. Toto uspořádání umožňuje uchopit větev a zdrhnout z ní pouze listí. Zároveň je to obranný mechanismus vůči poranění pysků a následně i dásní (Hofmann, 1989). U browserů je typický užší čumák (Janis et Erhardt, 1988). U všech přežvýkavců je typická neúplná dentice. Jejich jazyk je velmi bohatý na chuťové papily a oproti grazerům mají o 33 % delší pohyblivou část jazyka. Povrch jazyka je jemný. U žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) a nosorožce dvourohého (*Diceros bicornis*) je vyvinut delší jazyk a pysky s chápavou tendencí (Hofmann, 1989). Žvýkácí svaly jsou méně vyvinuty (Clauss et al., 2008). Velikost řezáků není homogenní. Dolní řezáky jsou postavené vzpřímeně a mají šálkovitý tvar, střední řezáky jsou širší než postranní (Janis et Ehrhardt, 1988).

3.3.1.1 Dutina ústní

Z pozorování a výzkumů pana Hofmanna (1989) vyplývá, že afričtí browser přežvýkavci mají mnohem větší slinné žlázy (Obr. 2) než je tomu u grazerů, a to z několika důvodů:

- 1) Větší slinné žlázy jim poskytují větší množství tekutiny, která ředí přijímanou potravu, a tím se redukuje retenční čas.
- 2) Produkce většího podílu řídkých bílkovinných serózních slin umožňuje lepší štěpení dvouděložných rostlin a rozpouštění rozpustných živin a buněčných těl rostlin.
- 3) Nadprodukce slin slouží k překonání obranných bariér ze strany rostlin. Rostliny obsahují fenolové sloučeniny, které vytváří nerozpustné komplexy s proteiny. Takto vzniklé taniny jsou pro většinu přežvýkavců nestravitelné. Browseři díky nadprodukcí slin a vysokému obsahu HCl ve slizu, jsou schopni tyto komplexy do určitého množství trávit.

Robbins et al. (1995) porovnal velikost slinných žláz mezi přežvýkavci a potvrdil, že browseri mají více tkáně produkující sliny, kromě kudu velkého *Tragelaphus strepsiceros*. Touto jedinou výjimkou odporoval Hofmannově teorii.

3.3.1.2 Bachor (*rumen*)

Browseri mají na sliznici všech částí bachoru rozsáhlou a hustou síť papil (Obr. 3). Tyto papily zvětšují povrch bachoru až 22x a jsou rozvrstveny rovnoměrně. Epitel bachoru je značně zrohovatělý (Hofmann et Stewart, 1972). Tloušťka bachorových papil a kapacita předžaludku závisí na množství zelené píce obsažené v přirozené krmné dávce (Clauss et al., 2003a). Papily v bachoru dokáží reagovat na kvalitu rostlin svým zvětšováním nebo zmenšováním povrchu. V suchých obdobích nebo v zimě, doprovázených snížením stravitelnosti rostlin, se sníží zásobení papil krví, a tím dojde ke zmenšení jejich resorpčního povrchu, a to o 30 % až 50 %. Browseri mají výhodu ve své potravní specializaci, že i v období sucha dokáží kompenzovat a pokrýt své nutriční potřeby. Většina celulózy je strávena v bachoru (Hofmann, 1989). Van Wieren (1996) dodává, že vláknina je u browserů trávena méně efektivně než u grazerů.

3.3.1.3 Bachorový obsah

Z výsledků studie Clausse et Lechner-Dolla (2001) vyplynulo, že selektivita částic v bachoru neroste s rostoucí vahou těla. Bylo ovšem prokázáno, že grazeři mají větší schopnost třídění částic v bachoru a jejich rozvrstvení podle velikosti a hrubosti částic. U browserů byla pozorována homogenní trávenina v bachoru, tudíž se zde nejednalo o stratifikaci bachorové tráveniny (Clauss et al., 2001a). Homogenní obsah bachoru se jeví zpěněný, bez oddělené vrstvy plynu, částic, tekutiny a usazenin (Obr. 4). Vyšší viskozita tekutiny zapříčiňuje zachycení molekul plynů a tím vytváří zpěněný obsah. Těkalé mastné kyseliny jsou na základě homogenního obsahu tráveniny v bachoru rozmístěny rovnoměrně, tudíž jsou i papily rovnoměrně rozvrstveny. Rychlost průchodu tekutiny bachorovou tráveninou je malá (Clauss et al., 2009b).

Bachorový obsah je mnohem hustší a obsahuje méně vody, zvláště ve ventrální části bachoru (Clauss et al., 2009d). Bachorové pilíře a jejich svalstvo nejsou u browserů výrazně vyvinuté (Caluss et al., 2003).

3.3.1.4 Čepec (*reticulum*)

Velikost čepece je mnohonásobně větší než velikost knihy (Hofmann et Stewart, 1972; Hofmann, 1989). Čepec, umístěný mezi bachorem a knihou, má hlavní roli v separaci částic tráveniny. Typické jsou pro něj hřebeny vyrůstající ze sliznice, které vytváří voštinový vzor

(Obr. 5). Výška čepcových hřebenů je dána potravní specializací přežvýkavce (Obr. 6). U browserů jsou hřebeny podstatně nižší než u grazerů (Clauss et al., 2009d).

3.3.1.5 Kniha (*omasum*)

Kniha je převážně považována za orgán, který absorbuje vodu, těkavé mastné kyseliny, minerály a elektrolyty (Holtenius et Björnhag, 1989). Clauss et al. (2006b) potvrdil rozdílnou velikost knihy (Obr. 7) u jednotlivých typů přežvýkavců (browseri mají menší knihu než grazeři) a shledal, že kniha browserů obsahuje méně listů prvního a třetího řádu, a neobsahuje žádné listy řádu čtvrtého. Přežvýkavci, kteří mají dietu chudou na obsah vlákniny v nativní krmné dáve, mají prokazatelně menší resorpční plochu knihy.

3.3.1.6 Tenké a tlusté střevo

Tenké a tlusté střevo je velmi důležité pro trávení, zvláště pro tvorbu energie. Většina browserů, živících se například akáciemi (*Acacia* sp.), by nebyla schopna přežít, kdyby nemohli spoléhat na produkci energie tlustým střevem (Hofmann, 1989).

V porovnání s domestikovanými grazery má tato skupina prokazatelně kratší tenké střevo (Pérez et al., 2009). Browseri spolu s intermediáty mají mnohem delší tlusté střevo (Obr. 8; Hofmann, 1989; Woodall et Skinner, 1993). Délka tlustého střeva souvisí s jejich malou knihou, která nemá takové možnosti absorpce vody a elektrolytů. Tato absorpce tudíž probíhá v tlustém střevě. Spirála tlustého střeva je u browserů a intermediátů velmi bohatá, jelikož se musí poskytnout dostatečný čas a plocha na absorpci vody a elektrolytů (Hofmann, 1989). Výsledný poměr mezi tenkým a tlustým střevem je malý (Pérez et al., 2009). Z délky tlustého střeva podle Clauss et al. (2006) vyplývá, že browser přežvýkavci mají delší retenční čas tekutin než je tomu u grazerů.

3.3.1.7 Retenční čas

Hofmann (1989) udává, že browseri mají kratší retenční čas tráveniny oproti grazerům. Zastává názor, že je to dáno méně vláknitou stravou, která je lépe stravitelná a zaživačím traktem projde tudíž rychleji. Clauss et Lechner-Doll (2001) se domnívají, že rychlost trávení závisí na velikosti těla, nikoli na typu přijímané potravy. Podle jejich studie mají browseri mnohem užší rozsah velikosti zadržovaných částic v bacheru a čepci. Částice jimi zadržované mají velikost 1,14-1,80 mm. Gordon et Illius (1994) odporují Hofmannovy (1989) a tvrdí, že potravní specializace nemůže ovlivňovat rychlost trávení. Clauss et Lechner-Doll (2001) zjistili, že vyšší rychlost retenčního času tráveniny u browserů má vliv na mikrofaunu bacheru. V bacheru browserů objevili z řad nálevníků (*Ciliophora* Doflein, 1901) pouze rychle rostoucí druhy *Ciliata* Couch, 1832.

3.3.2 Grazer

Grazeři mají krátké pysky a malou možnost rozevřít ústa. Toto uspořádání má za následek udržet přijímanou píci v ústech a zabránit jejímu ztracení při šubavých pohybech hlavou. Povrch jejich jazyka je značně zrohovatělý, a to jim umožňuje uchycení trsu trávy a jeho uškubnutí. Grazeři mají až o 50 % větší podíl chuťových pohárků na povrchu jazyka. Tato zvláštnost je dána množstvím druhů trav a rostlin, které přijímají. Umožňuje jim rozlišovat složky obsažené v rostlinách. Olfaktorická determinace rostlin je pro ně nepraktická a neekonomická (Hofmann, 1989). Grazeři mají většinou široký čumák s dolními řezáky, což jim znemožňuje spásat nižší travní porost, který je nejvíce bohatý na živiny. Pro grazeře je typická jednotná výška řezáků (Janis et Ehrhardt, 1988).

3.3.2.1 Dutina ústní

Grazeři mají oproti browserům značně menší slinné žlázy (Obr. 2). Hofmann (1989) se domnívá, že je to dáno delším retenčním časem, kdy je trávenina zadržována v předžaludku.

3.3.2.2 Bachor

Velikost bachoru je uzpůsobena na rychlý příjem potravy s vysokým obsahem vlákniny. Bachor zadržuje tráveninu podstatně delší čas než je tomu u browserů, tudíž je i mnohem větší. U grazerů je bachor osazen papilami velmi nerovnoměrně a resorpční papily jim naprosto chybí. Tato situace je kompenzována zrohovatělým epitelem sliznice bachoru, který má funkci resorpční i metabolickou (Hofmann et Stewart, 1972). Sliznice dorzálního a ventrálního vaku bachoru je bez papil (Obr. 3). Papily rostou na základě těkavých mastných kyselin. Přítomnost plynu v dorzálním a ventrálním vaku bachoru může zabránit akumulaci těkavých mastných kyselin v těchto místech, a proto se zde nevyskytují žádné papily (Clauss et al., 2009a). Bachor je u nich velmi vrstevnatý a členitý (Clauss et al., 2010). Grazeři spolu s intermediáty mají značně vyvinuté bachorové pilíře i jejich svalový základ. To jim umožňuje efektivní stratifikaci bachorového obsahu (Clauss et al., 2003a). Stejně jako browseri dokáží jejich i tak málo početné papily reagovat na kvalitu přijímané potravy a měnit velikost své resorpční plochy. Činí jim ovšem velké potíže změna v kvalitě píce. Ve vegetačním období jsou schopni uložit velké množství tuku (více jak 40 %), ale v období sucha, kdy je většina trav vysoce lignifikována, rychle ztrácejí na váze. Grazeři jsou schopni strávit v bachoru až 80 % přijatých sacharidů (Hofmann, 1989).

3.3.2.3 Bachorový obsah

Hlavní úlohu v třídění částic tráveniny má tekutina, která umožňuje jejich sedimentaci nebo vztlak (Clauss et al., 2010). U grazerů bylo pozorováno, že obsah bachoru obsahuje mnohem více tekutiny (Clauss et al., 2009b). Vyšší obsah tekutiny v bachorové trávenině

umožňuje pohyb nebo třídění částic na základě jejich hustoty. Grazeři mají rychlejší průchod tekutiny předžaludky, a tím se snižuje koncentrace těkavých mastných kyselin v bachoru (Clauss et al., 2009c). Stratifikace bachorové tráveniny je důvodem k efektivnějšímu trávení vlákniny (Pérez-Barbería et al., 2004).

Grazer přežvýkavci mají vyvinuté mnohem sofistikovanější třídění bachorového obsahu. To jim zajišťuje mnohem efektivnější využití vláknité píce (Clauss et Lechner-Doll, 2001). Bachorová trávenina je stratifikovaná a rozdělená do jednotlivých vrstev (Obr. 4). Nad vrstvami tráveniny se tvoří plyn (CO_2 , CH_4). Pod vrstvou plynů je tekutina. Stratifikace bachoru umožňuje jemným částicím sedimentovat (kal) nebo hrubším částicím plavat na povrchu (Clauss et al., 2009b).

3.3.2.4 Čepce

Malý čepce je následován velkou knihou, která obsahuje mnoho listů různých velikostí (Hofmann et Stewart, 1972; Hofmann, 1989). U grazerů, kteří disponují mnohem větším a objemnějším bachorem, než je tomu u browserů, se vyvinuly i větší čepcové hřebeny (Obr. 5). Výška čepcových hřebenů je dána mírou přijímané píce. Čím více přežvýkavec přijme píce, tím jsou jeho čepcové hřebeny vyšší. Z mnoha studií je známo, že čepce má třídící funkci. Drobné částice mají tendenci sedimentovat, velké částice, které převážně plavou, jsou čepcem poslány na přežvýkání, následné spolknutí a opět do bachoru (Clauss et al., 2010). U grazerů je třídící funkce čepce z velké části podporována bachorem (Clauss et al., 2009d).

3.3.2.5 Kniha

Velikost knihy (Obr. 7) souvisí s množstvím píce obsažené v krmné dávce přežvýkavců. Z výsledků Hofmanna (1989) vyplývá, že grazeři mají v důsledku velké knihy vcelku redukované a málo spirálovitě stočené tlusté střevo (Obr. 8). Je to dáno schopností knihy absorbovat většinu vody a elektrolytů.

3.3.2.6 Retenční čas

Hofmann (1989) tvrdí, že grazeři mají delší retenční čas oproti browserům. Clauss et Lechner-Doll (2001) stanovily ve své studii velikost zadržovaných částic v bachoru grazerů na 1,56-3,80mm. Robbins et al. (1995) si myslí, že míra trávení vlákniny není rozlišitelná mezi browsery a grazery. Tomuto názoru odporuje Van Wieren (1996), který shledal vyšší míru trávení vlákniny u grazerů. Píce přijímaná grazery vyžaduje delší čas na strávení než je tomu u okusu (Hummel et al., 2006b).

3.4 Vybraní browseři chovaní v zoologických zahradách

3.4.1 Los evropský (*Alces alces*)

Los evropský (*Alces alces*) je browser přezvýkavec a největší z čeledi Cervidae (Hofmann, 1989). Jeho strava ve volné přírodě je rozdělena dle ročních období a zvláště se liší během léta a zimy. V létě přijímá los evropský (*Alces alces*) ve volné přírodě vrbu (*Salix* sp.), drobné keře z čeledi růžovitých (Rosaceae L.), břízu (*Betula* sp.), keře borůvek (*Vaccinium myrtillus*) aj. V zimě je jeho strava založena zvláště na jehličnanech (*Pinophyta* sp.), jejich jehličích a větvičkách, dále se živí keříky borůvek (*Vaccinium myrtillus*; Röken, 2010).

Dospělý los evropský (*Alces alces*) vážící zhruba 350-400 kg sní při ad libitní stravě v lidské péči v létě 6 kg koncentrovaného granulátu určeného pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) (CP 20 %), 1,5 kg nasekaného vojtěškového sena (CP 15 %) a limitované množství okusu. V zimě dospělý los (*Alces alces*) v lidské péči sní ad libitně 4 kg standardních koncentrovaných granulí (CP 10 %), 1 kg nasekaného vojtěškového sena (CP 14 %), 1 kg řepných řízků (CP 6 %) a větve borovice s jehličím (Röken, 2010).

Clauss (2011) říká, že okus je hlavním limitujícím faktorem pro losy (*Alces alces*) chované v lidské péči.

Los (*Alces alces*) byl zařazen mezi browsery o velkém tělesném rámci a byla u něj zaznamenána neochota přijímat seno (Clauss et Dierenfeld, 2008).

3.4.2 Žirafa (*Giraffa camelopardalis* spp.)

3.4.2.1 Potrava ve volné přírodě

Rozšíření žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) ve volné přírodě je závislé na zdrojích potravy. Mezi hlavní zdroj potravy patří mnoho druhů rostlin z čeledi Combretaceae (keřovité vrby (*Salix* sp.) a rod *Terminalia*) a mnoho druhů rostlin z čeledi Mimosoideae (akácie (*Acacia* sp.) a albízie (*Albizia* sp.)), které jim poskytují většinu okusu (Pellew, 1984). Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) se živí převážně okusem stromů a keřů mnoha druhů rostlin, ale i přesto jsou velmi vybíravé. Přes sto druhů okusu bylo zařazeno do jejich jídelníčku a jejich výběr druhů záleží především na místní a sezónní nabídce (Estes, 1991).

Hlavním faktorem, který ovlivňuje preferenci rostlinného druhu u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) je podle Kingdona (1984) přítomnost aromatických substancí, množství a velikost listů na dané rostlině, tvar trnů a dostupnost vybraného keře či stromu.

Dospělí býci konzumují 19 kg suchého nebo 66 kg čerstvého okusu denně. Krávy zkonsumují 16 kg suchého a 58 kg čerstvého okusu za den. Z podílu tělesné hmotnosti to u býků vychází na 1,6 % a u krav na 2,1 % (Pellew, 1984).

Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) selektují vysoce nutričně bohaté listy (Kingdon, 2013).

Úzký mulec, flexibilní horní ret a dlouhý chápavý jazyk žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) umožňují obrát listy z větví a dokonce selektovat jednotlivé lístky z trnitých větviček (Jolly, 2003).

3.4.2.2 Potrava v lidské péči

Ve většině zoologických zahrad jsou žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) krmeny granulemi, vojtěškovým senem, větvemi okusu a malým množstvím ovoce a zeleniny. Koncentrované granule jsou vyráběny z obilí a jejich zrn, doplněné vitamíny a minerály. Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.), jakožto browseři, vyžadují vysoký podíl proteinů v krmné dávce v rozmezí 15-25 % CP a vojtěškové seno s 15-20 % CP. Objem předkládaného krmiva by měl být v poměru k tělesné hmotnosti zvířat okolo 1,5-2 %. Okus by měl být předkládán co nejčastěji a v co možná nejvyšších dávkách (Jolly, 2003).

Lintzenich et Ward (1997) udávají optimální poměr pro zkrmování vojtěškového sena v kombinaci s granulovaným krmivem 60 : 40 nebo v poměru 70 : 30.

Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) chované v lidské péči, při krmení sena jako jediného zdroje potravy, nedosahují požadovaného ani doporučeného množství přijatého sena a jejich příjem se pohybuje v rozmezí 0,89 % až 0,45 % z tělesné váhy při nabídce vojtěškového a travního sena (Foose, 1982).

Druhy okusu zkrmované v zoologických zahradách žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) jsou akácie (*Acacia* sp.), eukalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt), vrba (*Salix* sp.), jilm (*Ulmus* sp.), korálovka (*Coprosma* sp.), fík (*Ficus* sp.), slivoň (*Prunus* sp.), palma (*Areaceae* sp.) atd. (Jolly, 2003).

Samozřejmě je doplnit krmnou dávkou o solné lizy, čerstvou pitnou vodu a vitamín E (Jolly, 2003).

Krmná dávka v Kolmarden Zoo pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) je složena z granulí o vysokém podílu proteinů doplněných vojtěškovým senem nasekaným na menší vlákna. Takto upravená krmná dávka zabraňuje žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) vyselektovat nutričně bohaté granule a nutí je, aby zkonsumovali vše. Čas strávený krmením zabere žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) 6-12 hodin za den. Restrikce granulovaného koncentrovaného krmiva a jeho podávání v malých dávkách umožňuje udržet pH bacheru

v optimu. Díky této krmné dávce nebyla v Kolmarden Zoo diagnostikována acidóza bachorového obsahu (Röken, 2010).

Pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) je doporučeno snížit v krmné dávce obsah hrubých bílkovin, cukrů a škrobů a oproti tomu zvýšit příjem a množství vlákniny (Hummel et Clauss, 2006).

3.5 Objemná krmiva

Stanton (2014) dělí objemná krmiva podle obsahu sušiny na šťavnatá (zelená píče, siláže, okopaniny), suchá (seno, sláma, plevy) a vodnatá (brukvovité pícniny, vodnice atd.). Šťavnatá krmiva charakterizuje jako krmiva, která jsou buď spásána v čerstvém stavu anebo jsou posekána a podávána zvířatům, jako čerstvá posečená píče.

3.5.1 Zelená píče (tráva)

Tráva (Tab. 2) má obecně větší obsah neutrálně detergentní vlákniny (> 64 % NDF) než je tomu u okusu (listy, byliny, leguminózy). Listí obsahuje více ligninu. Tráva, byliny a leguminózy méně. Tráva má nejvyšší naměřené hodnoty produkce plynů při fermentaci. Následována je bylinami a leguminózami (Hummel et al., 2006a).

Tráva se skládá z rostlinných buněk, které jsou tlustší, než je tomu u okusu. Tyto rostlinné buňky se skládají hlavně z pomalu stravitelných rostlinných vláken, jako je celulóza (Demment et Van Soest, 1985).

Píče má vysoký obsah vlákniny, je to materiál, který je velmi špatně štěpen na malá vlákna, která jsou po rozštěpení vysoce stravitelná. Zralé traviny jsou považovány za velmi vláknitou píči. Oproti tomu mladé listy a výhonky obsahují málo vlákniny (Lintzenich et Ward, 1997).

Tráva obsahuje značné množství silic, které vedou ke zvýšenému opotřebení chrupu, a snižují stravitelnost vlákniny u přežvýkavců (Robbins, 1993). Tráva se skládá ze stébel, stonku, pochvy a semen. Pro velké býložravce je během pasení k nerozeznání v rámci druhů. Tímto pro ně tvoří v podstatě homogenní travní směs. Tráva z hlediska výšky porostu vytváří tři úrovně s relativně konstantní hustotou disperze (Jarman, 1974).

Jak již bylo zmíněno tráva má vysoké hodnoty NDF. Hodnota acido-detergentního ligninu (ADL) je nízká (Tab. 3). Trávy mají vyšší obsah hemicelulózy než jakákoli jiná skupina rostlin. Obsah celulózy byl srovnatelný s větvemi, ale byl mnohem vyšší než je tomu u listí a dvouděložných bylin (Codron et al., 2007).

Langer (1988) předpokládá, že zelená píce obsahuje mnohem více vlákniny než je tomu u okusu. Van Soest (1996) říká, že toto tvrzení platí, ale ne univerzálně. Záleží na části rostliny okusu, která je pojídána. Hodnota vlákniny je vyšší v dřevitých částech rostlin.

Vláknina v leguminózách (vojtěška setá *Medicago sativa*) je podle Van Soesta (1996) mnohem bohatší na obsah živin, než trávy.

Zelená píce oproti okusu je mnohem chudší na živiny. Jednoděložné rostliny (zelená píce) jsou mnohem stravitelnější než dvouděložné rostliny (okus; Codron et al., 2007). Některé druhy travin obsahují taniny a jiné sekundární metabolity rostlin, které redukuje stravitelnost píce, ale mnohem více jsou obsaženy v dřevitých rostlinách (Meissner et al., 1999).

V období dešťů mají traviny vyšší míru stravitelnosti sušiny než je tomu u listí stromů. Procentuální zastoupení dusíku v travinách značně roste v průběhu období dešťů (Owen-Smith, 1997).

3.5.2 Siláž

Siláž je proces konzervování čerstvé píce za anaerobních podmínek. Konzervace probíhá na základě obsahu cukrů v píci, z kterých poté vznikají kyseliny. Při konzervaci vzniká, na základě bakteriálního působení, kyselina mléčná. Nejstarším a nejjednodušším procesem výroby siláže je nechat píci zavadnout (35-50 % sušiny), poté ji nařezat a následně napěchovat do silážních jam či věží. Siláže je ovšem možné dělat také z čerstvé (22-26 % sušiny) nebo částečně zavadlé píce (26-35 % sušiny). Nezbytné je vytlačit přítomný kyslík, a tím vytvořit anaerobní podmínky. Následně prodělává píce fermentační procesy, a tím se konzervuje. K co nejrychlejšímu ukončení respiračních procesů rostlinné tkáně je potřeba vytěsnit veškerý kyslík. Následuje proliferace bakterií a rozvoj fermentace za přítomnosti kyselin. Celý průběh fermentace je vysoce závislý na složení píce (druhově méně rozmanitá píce se rychleji a lépe konzervuje), dosaženém pH siláže a dostupnosti kyslíku a vody. Správná konzervace fermentací závisí na přítomnosti kyseliny mléčné, která vzniká bakteriálním působením a stabilizuje siláž na základě nízkého pH (3,6-5; Van Soest, 1994).

Hlavním faktorem ovlivňujícím zdárný průběh konzervace je přítomnost kyslíku. Kyslík podněcuje respirační procesy, následné zahnívání siláže a její samozahřívání. Smozahřívání může vést až ke vznícení siláže. Při špatném průběhu siláže může dojít k následné tvorbě nežádoucích kyselin (např. kyselina máselná) a k znehodnocení výsledného produktu. Nejvyšší siláže mají pH okolo 4,4 (Van Soest, 1994).

Doležal et al. (2013) uvádí, že rozlišujeme bílkovinné, polobílkovinné a glycidové siláže. Toto dělení zohledňuje zvláště obsah živin v dané siláži. Píce vhodná pro siláž může

být: kukuřice (záleží na zralosti klasu), kukuřičná sláma, oves, obilniny, boby, cukrovarské řepné řízky, brambory, vojtěška, jetel, tráva.

3.5.3 Seno

Seno je tradičně definováno jako krmivo nebo píce. Vzniká sušením na vzduchu pomocí slunečního záření, kdy se jeho vlhkost snižuje a vzniká stabilní krmivo vůči okolním podmínkám. Vlhkost se obvykle pohybuje kolem 15 %. Konzervace závisí na prevenci biologických procesů jako je tvorba plísní nebo nežádoucí fermentační procesy v důsledku nedostatku vody. Osmotický tlak je nepochybně inhibiční faktor. Solení je běžným a účinným způsobem kontroly mírně vlhkého sena (Van Soest, 1994).

Konzervace píce je důležitá zvláště pro období zimy a je smyslem pro efektivní chov zvířat v lidské péči. Hlavním cílem konzervace je zachování nutričních kvalit dané píce a jejich stravitelnosti. Pod konzervací píce rozumíme výrobu sena, senáží nebo siláží (Van Soest, 1994).

Seno je základní složkou krmné dávky býložravců chovaných v zoologických zahradách. Jeho kvalita určuje potřebu ostatních krmiv (Duane, 1997).

Van Soest (1996) upozoroval u malých přežvýkavců, kteří jsou považováni za selektory, pouze malý příjem sena (3-22 % z podávané dávky) v umělé krmné dávce. Tito malí přežvýkavci umí vybírat mezi NDF a obsahem živin v buňkách rostlin, kde preferují rychle stravitelné živiny (cukry, bílkoviny, pektiny a škroby). Takovéto rychle stravitelné látky umí pozdržet ve svém trávicím traktu, a tím dosáhnout vyšší účinnosti trávení frakcí těchto látek.

Odmítání sena má vysokou souvislost s množstvím NDF, které když je vyšší množství v sušině krmiva, tak působí na zvířata dojmem nasycení bacheru (Van Soest, 1996). Z výzkumů Clausse et al. (2001b) vyplývá, že u browserů chovaných v zoologických zahradách byl pozorován snížený příjem sena.

3.5.3.1 Druhy sena

Druhové zastoupení rostlin používaných nebo vhodných k výrobě sena se liší dle státu, země, regionu a pro ně vhodných klimatických podmínek (Duane, 1997).

Duane (1997) rozlišuje vojtěškové, vojtěško-travní seno, jetelo-travní seno a travní seno. Oproti tomu Doležal et al. (2013) rozlišuje podle původu seno do 4 skupin: seno čistých jetelovin, seno jetelotravní „sladké“ (vojtěškotráva, jetelotráva), seno travní a luční „polosladké“ a seno „kyselé“ z méně hodnotných až nutričně nekvalitních rostlin.

Vojtěškové seno složené především z vojtěšky seté (*Medicago sativa*) je nejčastěji používané a pěstované seno. Hlavní faktory ovlivňující chemické složení vojtěškového sena

jsou fáze růstu při sklizni, metoda sušení, režim skladování a operační systém. Vojtěška setá (*Medicago sativa*) je obecně rotačně střídána s jinými plodinami (obiloviny), aby doplnila zásoby dusíku v půdě díky své symbióze s hlízkovými bakteriemi. Rozdíl chemického složení byl objeven mezi konvenční a přírodní výrobou sena (Aioanei et Pop, 2013).

U sena z vojtěšky (*Medicago sativa*) byl pozorován porovnatelný fermentační proces, který probíhá u fermentace čerstvého okusu. Rychlost fermentace byla opět vyšší než je tomu u grazerů (Hummel et al., 2006b).

3.5.3.2 Sklizeň a konzervace sena

Sklizeň sena zahrnuje sečení, sušení v řádcích, hrabání a lisování. Sušení probíhá díky expozici sena slunečnímu záření. Délka sušení je závislá na klimatických podmínkách (teplota, vlhkost) a pohybuje se v rozmezí několika dní. Vysoká vlhkost nebo déšť během sušení snižují kvalitu výsledného produktu (Duane, 1997).

Van Soest (1994) popisuje faktory, které ovlivňují ztráty nutriční kvality sena. Během sečení, zavádání a sušení sena jsou ztráty ovlivňovány dýcháním, mikrobiální aktivitou a mechanickou manipulací se senem.

Živiny dosáhnou svého maxima v období tvorby klasu anebo před květem. Tato doba je závislá na klimatických podmínkách a na druhu rostliny (Van Soest, 1994).

Konzervace píce na seno zahrnuje vysychání, které má ukončit biologické procesy rostlin a snižovat aktivitu mikroorganismů. Z tohoto důvodu závisí efektivní konzervace na rychlosti průběhu sušení. Vysoká relativní vlhkost a nízké teploty zpomalují proces sušení (Van Soest, 1994). Obsah sušiny sena by měl být vyšší než 85 % s maximálním obsahem vlhkosti do 14 %, kdy nedochází k nežádoucím bakteriálním procesům (Doležal et al., 2013).

Odstranění vlhkosti teplem nebo jiným způsobem napomáhá sušení nebo je prostředkem přímé přípravy sušených pící. Výchozí materiál musí být vysoce kvalitní, aby následné výdaje na energii a náklady byly rentabilní. Někdy mohou být používány speciální sušičky na seno, které jsou ovšem ekonomicky náročné (Van Soest, 1994).

Rozlišujeme dva základní způsoby sušení sena. První způsob je částečné usušení sena na poli s následným zabalením ještě vlhkého sena, které je v průběhu balení proháněno horkým vzduchem anebo se seno suší volně pomocí mechanického horkovzdušného systému. Tento systém je ovšem vysoce náročný na energii. Druhým způsobem je umělá dehydratace, obvykle prováděna v bubnových sušičkách (Van Soest, 1994). Ztráta živin při dosoušení je závislá na technologii či teplotě vzduchu. Dosoušením teplým vzduchem vzniká ztráta 15-20 % živin. Oproti tomu při sušení na pokose je ztráta živin 30-40 % a za špatného počasí 50-60 % živin (Doležal et al., 2013).

Existují i jiné metody dehydratace píce, které jsou založeny na aplikaci chemických prostředků před sklizní píce na seno (Van Soest, 1994).

Lisování sena drtí rostlinné stonky v pravidelných úsecích a urychluje jejich sušení. Takto slisované stonky sena srovnávají svou rychlost sušení s rychlostí sušení listů rostlin. Listy se suší rychleji než stonky, a tím se stávají křehčími ještě předtím, než se usuší samotné stonky rostlin. Křehké a přeschlé listy jsou potom ztraceny při následujícím hrabání a balení (Duane, 1997).

Podle Doležala et al. (2013) je nutné nechat seno po sklizni 5-8 týdnů fermentovat a až poté je možné jej zkrmovat.

3.5.3.3 Skladování sena

Aby byla kvalita zabaleného sena zachována, mělo by být skladováno ve skladovacích prostorech pod střechou a několik centimetrů nad zemí. Seno by mělo být zelené, listnaté, mít jemné a poddajné stonky, bez plevelných druhů rostlin. V žádném případě by seno nemělo obsahovat cizorodé příměsi a předměty (hmyz, plíseň, půda, provázky, dráty; Duane, 1997).

Horko nebo teplo je často spojeno s mikrobiální aktivitou, zvláště když je seno zabaleno vlhké. Výsledky takového přehřátí mohou být různé. Jestliže je ventilace dostatečná a teplo z balíku sena odvádí přebytečnou vlhkost, konzervaci to pomáhá. Toto platí zvláště u malých balíků, které jsou skladovány volně. Velké balíky (kulaté, kvadratické) ztrácí teplotu a vlhkost méně efektivně a neměly by být používány ve vlhkých oblastech. Potenciální výskyt tepla v balíku se zvyšuje se zvyšující se velikostí balíku, a tím i množství sena v něm slisovaného (Van Soest, 1994).

Snížení nutriční hodnoty nastává při každém tepelném poškození či samozáhřevu, kdy je ztráta živin v rozmezí 10-100 % (Doležal et al., 2013).

3.5.3.4 Hodnocení kvality sena

Kvalita sena může být vysoká, nízká nebo střední. Seno, které má vysoký podíl bílkovin a málo vlákniny je většinou nejvíce ceněno. Faktory životního prostředí ovlivňují růst rostlin a kvalitu sena. Tyto faktory zahrnují teplotu, délku dne, intenzitu slunečního záření, zásobu vody, typ půdy a fertilizaci rostlin. Kvalita sena je dále ovlivněna druhem rostlin, stupněm zralosti při seči (Tab. 4), olistěním, barvou, velikostí stonků a jejich křehkostí (lignifikace), přítomností cizích materiálů a jejich efekty na chemické složení rostlin (Tab. 12), chutností a stravitelností (Duane, 1997). Z krmivářského pohledu je za kvalitní seno považováno takové, které má méně než 26-28 % vlákniny a jeho stravitelnost je nad 70 %. Stravitelnost sena klesá při pozdním pokosu (20 %), zavádání píce na pokosu (5 %),

mechanickým odrolem (20 %) a vysokou vlhkostí nebo samozáhřevem (10-20 %; Doležal et al., 2013).

Hlavním faktorem ovlivňujícím kvalitu sena jsou dýchací/respirační procesy zavádajících a umírajících rostlin. Optimální technologie výroby sena by měla tuto fázi co nejvíce minimalizovat. Respirační fáze zahrnuje rozpouštění cukrů a hydrolýzu bílkovin. Tyto procesy nesnižují stravitelnost, ale vedou k omezení efektivní konzervace a snížení využití živin v bacheru (Van Soest, 1994).

Vojtěškové seno o vysoké kvalitě zvyšuje příjem píce u browser přežvýkavců chovaných v lidské péči (Hummel et al., 2003).

Doležal et al. (2013) zařazuje seno do 4 jakostních tříd dle obsahu dusíkatých látek (NL), vlákniny a energie (Tab. 11).

3.5.3.4.1 Rostlinný druh

Rostliny vhodné k výrobě konzervované sušené píce spadají do dvou čeledí. Bobovité (*Fabaceae* Lind.) zahrnují víceletou tolici setou (*Medicago sativa* L.) neboli vojtěšku a jetel luční (*Trifolium pratense* L.). Lipnicovité (*Poaceae* Bernhart) zahrnují druhy jako: bojínek luční (*Phleum pratense* L.), sveřep bezbranný (*Bromus inermis* Leyss.), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.), srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.), jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.). Ve Spojených státech amerických se používá hybrid z čeledi lipnicovité (*Poaceae*) nazývaný širok súdánský (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf). V některých regionech je používán i oves setý (*Avena sativa* L.), který je obvykle pěstován na zrno. Pro výrobu sena je nutné jej sklízet dřív, a to ve fázi konce sloupkování nebo těsně před počátkem kvetení. Takovýto oves (*Avena sativa*) se sklízí 70-80 dnů od zasetí (Duane, 1997).

Leguminózy jsou charakteristické svou symbiózou s hlízkovými bakteriemi. Tyto bakterie jim poskytují dusík, a činí je nezávislé na zásobách dusíku v půdě. Takovéto seno má vyšší koncentraci hrubé vlákniny oproti senu travnímu. Seno z leguminóz má vyšší koncentrace pektinů, ligninu, vápníku a nižší koncentrace NDF a celulózy. Seno z leguminóz má stejnou koncentraci acidodetrgentní vlákniny (ADF) jako travní seno (Duane, 1997).

Koncentrace hrubých proteinů v travním seně je silně závislá na množství dusíku přítomného v půdě v čase růstu rostlin. V důsledku silného hnojení dusíkem nezralé traviny mohou mít vyšší koncentraci hrubého proteinu, než mají leguminózy. Při nedostatku dusíku v půdě mají zralé traviny při sečení koncentrace hrubého proteinu nižší než 4 % z celkové sušiny (Duane, 1997).

Vojtěškové a jetelové seno má obecně vyšší chutnost. Tento typ sena je konzumován zvířaty chovanými v lidské péči ve vysokém množství a jeho fermentace probíhá rychleji, než je tomu u sena travního (Duane, 1997).

3.5.3.4.2 Stupeň zralosti rostlin

Délka vegetačního období, druh píce a dostupnost vody nebo závlahového systému (a dusíkaté hnojivo u travin) značně ovlivňuje počet sklizní sena za sezónu. V závislosti na přírodních podmínkách, opětovný nárůst píce po seči zabere přibližně šest týdnů. Počet sklizní vojtěšky (*Medicago sativa*) je v rozmezí 3-4 sečí za vegetační období. V závlahových podmínkách může počet sečí dosáhnout 5 (6) za vegetační období. Opětovný nárůst travin je obvykle méně energický, než je tomu u leguminóz. Travní seno je sklizeno v průměru dva až tři krát za rok, v závlahových oblastech až čtyři krát za rok. Doba seče se obecně volí tak, aby se maximalizoval výtěžek stravitelnosti živin (Duane, 1997).

Získání vysoce kvalitního sena s maximálním podílem stravitelných živin se odvíjí od sklizně, která by měla být v optimálním stáří nebo zralosti rostlin (Van Soest, 1994).

Vojtěška (*Medicago sativa*) se sklízí ve fázi butonizace, kdy jsou zřetelné květní pupeny, ale ještě nezačali vykvétat typickou fialovou barvou okvětních lístků. V této fázi je rostlina značně olistěná, její stonky jsou jemnější a pružnější. Sklizeň vojtěšky (*Medicago sativa*) ve fázi na počátku kvetení je charakteristická přítomností pupenů květů, kde se objevují první fialové okvětní lístky. Vojtěška sklizena na seno v plném květu má mnoho fialových květů, méně listů a zřetelně vysoké, dřevité stonky. Vojtěška po odkvětu má mnoho semen, málo listů a vysoké stonky. V první seči má vojtěška (*Medicago sativa*) většinou větší stonky, ale oproti následným sečím jsou tyto stonky jemnější a obsahují méně ligninu. Stonky následných sečí jsou užší, tuhé a obsahují více ligninu (Duane, 1997).

Jetel luční (*Trifolium pratense*) má obdobné fáze zrání s vojtěškou setou (*Medicago sativa*) ovšem jeho květy jsou červené a stonky houstnou dříve (Duane, 1997).

Výnosy stravitelných živin leguminóz jsou obecně optimální v případě, když je vojtěška setá (*Medicago sativa*) sklizena ve fázi pozdní butonizace až do počátku kvetení. Jetel luční (*Trifolium pratense*) je sklizen ve fázi rané butonizace až do poloviny fáze butonizace (Duane, 1997).

Stupeň zralosti, kdy jsou sklizeny traviny na seno (Tab. 9, 10), se dá rozpoznat podle klasu a přítomnosti semen. První seč u většiny trav probíhá v době, kdy se jim začíná tvořit klas. Traviny se obecně sečou před květem. Při dalších sečích již nejsou klasy patrné. Zralé traviny jsou charakteristické baculatými, hnědými semeny, která jdou lehce oddělit od plev (Duane, 1997).

Tab. 9: Vliv vegetační fáze na výživnou hodnotu travního porostu při sklizni (Doležal et al., 2013).

Termín sklizně	Vývojové stádium	Obsah vlákniny v 1 kg sušiny (%)	Stravitelnost organické hmoty (%)
I velmi časný	Před metáním	< 22	> 78
II středně časný	V metání	22-25	73-78
III středně pozdní	Počátek kvetení	26-28	66-72
IV pozdní	Konec kvetení	29-32	60-65
V velmi pozdní	Přestárly porost	> 32	< 60

Data platná pro evropské země.

Tab. 10: Popis seče travního sena v různých fázích zralosti.

Stage of maturity	Definition	Description	Composition of DM, %			Quality standard ^a
			CP	NDF	ADF	
Prebloom	Bud to 1 st flower; from start of stem elongation to just before blooming.	40-50% leaves; green; <5% foreign material; no mold or dust.	>19	<40	<31	Prime
Early bloom	Early to mid-bloom; start of bloom to 1/2 of plants in bloom.	35-45% leaves; light green to green; <10% foreign material; no mold or dust.	17-19	40-46	31-35	1
Mid-bloom	Mid- to full bloom; ½ or more of plants in bloom.	25-40% leaves; yellow green to green; <15% foreign material; no mold or dust.	14-16	47-53	36-40	2
Full bloom	Full-bloom and beyond.	<30% leaves; brown to green; <20% foreign material; no mold or dust.	11-13	54-60	41-42	3

Hay Market Task Force of the American Forage and Grassland Council. Standardy kvality takéž použitelné pro vojtěško-travní sena (Duane, 1997).

Vojtěško-travní seno se sklízí podle zralosti vojtěšky seté (*Medicago sativa*). To samé platí i u jetele lučního (*Trifolium pratense*; Duane, 1997).

3.5.3.4.3 Olistění sena

Množství listů na rostlině je důležité, dokud mají listy vyšší obsah proteinů, minerálů a vitamínů než stonky a stonky mají vyšší hodnoty lehce stravitelné vlákniny. Olistění klesá s rostoucím stářím rostliny. Nejnižší postavené a zároveň nejstarší listy rostliny odumřou

a odpadnou. Ztráta listů během hrabání a balení sena do balíků má za následek snížení kvality výsledného produktu. Toto je regulární problém počasím poškozeného sena, nebo když je seno shrabáno a zabaleno, když je přesušené. Leguminózy jsou náchylné na ztrátu listové hmoty sena markantněji, než je tomu u travin. Problém se ztrátou nutričně hodnotných lístků přetrvává, i když jsou lístky zabaleny spolu se senem. V tomto případě po otevření a při zkrmování balíku dochází k dalším ztrátám olistění (Duane, 1997).

Vysoce olistěné seno z vojtěšky seté (*Medicago sativa*) obsahuje 65 % až 70 % listů. Nadměrná ztráta může způsobit pokles olistění až na 10 až 15 %. Listy a stonky leguminóz si umí udržet kvalitu i po usušení. Oproti tomu kvalita trav po usušení neustále klesá (Duane, 1997).

3.5.3.4.4 Barva sena

Barva je indikací způsobu zacházení se senem a jeho skladováním. Barva sena by se měla blížit barvě nezralých rostlin za šťavnatého stavu, tedy být zelená. Tato zelená barva je ztracena v průběhu sušení, kdy v důsledku slunečního záření seno bledne. Ke ztrátě barvy také dochází při dešťových srážkách v průběhu procesu sušení nebo při fermentaci sena již zabaleného v balících (seno bylo baleno mokré). Dalším důvodem ztráty barvy může být sklizeň přezrálých porostů (Duane, 1997).

Seno, které je již zabaleno v balíku a bylo vystaveno slunečnímu záření, by mělo být světlé pouze na expozičních místech a uvnitř balíku by mělo být stále zelené (Duane, 1997). Van Soest (1994) dodává, že prodloužená expozice sena slunečnímu záření má za následek ztrátu živin. Probíhá ztráta karotenoidů a vitamínu A. Oproti tomu aktivita vitamínu D je zvýšena díky UV záření. Nesaturované tuky, obsažené v listech rostlin, oxidují a polymerují na pryskyřice. Tento proces pokračuje i při skladování baleného sena za přítomnosti kyslíku a odráží se ve snížení obsahu extraktů éterů.

Seno, které bylo v průběhu sušení vystaveno dešťovým srážkám nebo nadměrné mlze, a tím přijalo vlhkost, má změněnou barvu napříč průřezem celého balíku. Takováto ztráta přirozené barvy má za následek ztrátu nutričních vlastností a seno se stává nekvalitním díky vyluhování vodorozpustných živin a vitamínů (Duane, 1997). Vyluhování živin potvrzuje i Van Soest (1994), který dodává, že vyluhování nemusí být tak enormní.

Když je skladování delší než jeden rok, zpočátku velmi kvalitní seno s nepřítomností cizorodých příměsí (plíseň) se stává hnědým, prašným a přesušeným. Takovéto seno by mělo být zkrmováno pouze ve zcela výjimečných situacích, a to pouze dospělým jedincům, nikoli mláďatům. Ovšem jinak by se zkrmování takového sena mělo omezit, jelikož jeho nutriční

hodnoty jsou téměř nulové a je zde vysoké riziko nežádoucích respiračních onemocnění (Duane, 1997).

Hnědé seno s bílým nebo šedým nádechem a zatuchlým zápachem (přítomnost plísně) by nemělo být zkrmováno vůbec. Takovéto seno vzniká, když je baleno příliš mokré. V balíku probíhá proces fermentace, zahřívání a současně se objevuje plíseň. Takto znehodnocené seno je charakteristické svou homogenní strukturou, kdy není možné oddělit jednotlivá stébla od sebe (Duane, 1997).

3.5.3.4.5 Velikost stonků a křehkost sena

Při sklizni zralé píce na seno, která má vysoké stonky se dá obecně předpokládat, že ztráta listů bude nadměrná. Naopak sklizeň nízkých stonků je taktéž nežádoucí. Opětovný růst vojtěšky seté (*Medicago sativa*) během léta, po jedné nebo více dřívějších sečích, může být ovlivněn neobvykle horkým počasím, což má za následek malé, křehké stonky s vysokým stupněm lignifikace. V důsledku toho může být seno méně stravitelné, i když byla vojtěška setá (*Medicago sativa*) sklizena vcelku mladá. Jestliže jsou stonky malé, ale nejsou křehké, lignifikace neproběhla. Seno takové kvality by mělo být stravitelné (Duane, 1997).

3.5.3.4.6 Cizorodé příměsi a toxiny v seně

Cizorodé příměsi mohou být škodlivé, ať už jde o toxiny nebo možnost traumatu či jsou to jednoduše látky, které by neměly být požívány. Kontaminace sena hlínou je nežádoucí, i když je nepravděpodobné, že by způsobila závažné onemocnění. Různé druhy provázků, které se používají na balíkování sena, mohou způsobit destrukci trávicího traktu zvířete. Stejně tak kontaminace ptačím trusem je nevhodná, jelikož může vést k závažným zdravotním komplikacím (Duane, 1997).

Chutnost sena často snižuje přítomnost plevelných rostlin, které však většinou nepůsobí toxicky. Jedovaté rostliny mají ničivý účinek na játra zvířat. Rostliny, které mají osiny na bázi semen, mohou způsobit zdravotní újmu v dutině ústní a trávicím traktu (Duane, 1997).

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*) je chladnomilná víceletá travina, která je náchylná na zamoření endofytickou houbou *Neotyphodium coenophialum* (Morgan-Jones & W. Gams) Glenn, C. W. Bacon & Hanlin. Tato houba z čeledi paličkovitých (*Clavicipitaceae*) vylučuje vazokonstrikční toxin. Postižení přežvýkavci a koně mohou vykazovat snížený růst, horečku, nadměrné slinění, kulhavost, poruchy reprodukce, sníženou produkci mléka a nekrózu a mineralizaci peritoneálního tuku. Takto vzniklé pevné tukové hmoty mohou způsobit klinické onemocnění, v případě, že začnou vyvíjet tlak na zažívací trakt, močovody nebo znemožní proces dýchání (Duane, 1997).

Brouci (*Coleoptera*) jsou další skupinou, která je v seně nežádoucí (Duane, 1997).

3.5.3.4.7 Zápach/ vůně sena

Vůně čerstvě posečeného sena je standardním indikátorem pro srovnání. Plesnivost a přítomnost plísní, kvašení nebo jiný nežádoucí zápach, jsou signálem nepříznivě ovlivněné kvality sena v důsledku nepříznivého počasí nebo špatného skladování v nadměrně vlhkých podmínkách (Duane, 1997).

Plíseň snižuje hodnotu krmiva díky ztrátě stravitelnosti živin, zároveň se snižuje chutnost sena díky nepříjemnému zápachu (Van Soest, 1994).

3.5.3.4.8 Chemické složení sena

Koncentrace sušiny, vlhkosti, hrubého proteinu, neutrálně detergentní vlákniny, acido detergentní vlákniny, ligninu, vápníku a fosforu jsou základními ukazateli kvality sena (Tab. 5; Duane, 1997).

Vláknina je podle Koukolové (2008) komplex sacharidů, který tvoří hlavní složku píce. Sacharidy, jakožto součást rostlinných krmiv, jsou obsaženy v buněčné stěně a buněčné protoplazmě rostlin. Nutriční hodnota píce je tudíž závislá na poměru buněčná stěna : buněčné protoplazmě. Strukturální sacharidy mají vliv na normální funkci bачoru, stimulaci přežvykování, slinění, podíl na pufrovací funkci bачoru a v neposlední řadě ovlivňují příjem píce. Z hlediska stravitelnosti píce rozlišujeme vlákninu neutrálně detergentní (NDF) a acido detergentní vlákninu (ADF). NDF je složena z hemicelulózy, celulózy a ligninu. Její funkcí je mimo jiné poskytování energie pro bачorovou mikroflóru, zajištění správné funkce bачoru a dále ovlivnění plnivosti bачoru. Z toho vyplývá, že vysoké množství NDF v krmné dávce může negativně ovlivňovat (snižovat) příjem krmiva zvířaty, protože tato část krmiva poté tvoří hlavní část obsahu bачoru. ADF je vláknina tvořená celulózą a ligninem. Její hlavní funkce spočívá v ovlivňování ruminace přežvýkavců, jelikož tvoří hůře stravitelnou část rostlin. Acido detergentní lignin (ADL) je nestravitelná frakce vlákniny a pro zvířata nemá nutriční význam.

Pro mnoho druhů browserů se používá vojtěškové seno jako náhrada za okus i přesto, že díky jeho chemickému složení to není nejvhodnější řešení. Chemické složení vojtěškového sena se liší napříč kontinenty (Clauss et Dierenfeld, 2008).

3.5.4 Senáž

Senáž je typem siláže, kdy píce se balí do balíků v zavadlé formě. Balíky jsou opatřeny fólií, která zabraňuje přístupu vzduchu. Z výzkumu, kdy byla porovnávána hodnota a stravitelnost sušeného sena, siláže a senáže vyrobené ze stejné plodiny vyplývá, že sušené

seno má nejvyšší krmnou hodnotu ze tří nabízených krmiv a siláž má krmnou hodnotu nejnižší. Senáž překonala siláž (Gordon et al., 1961).

3.5.5 Okus

Okus je obecný název pro dřevité části stromů nebo keřů (zahrnující listí a pupeny), které jsou používány jako krmení pro browsery (Nijboer et al., 2012). Dvouděložné rostliny, listy a dřevité stonky mají jemnější buněčné stěny a více buněk obsahujících plně stravitelné a rychle fermentovatelné komponenty, jako jsou cukry, bílkoviny a tuky (Bodmer 1990; Gordon et Illius, 1994). Velká část býložravců je přirozeně uzpůsobena na příjem okusu. Jejich trávicí trakt je adaptován na specifické kvality okusu. Z tohoto důvodu je pro browsery travní seno méně vhodné. Okus by měl u browserů tvořit minimálně jednu třetinu denní krmné dávky (Nijboer et al., 2012).

Okus má vysokou kvalitu díky své koncentraci živin. Je složen z dvouděložných rostlin (Codron et al., 2007). Naopak Van Wieren (1996) a Hummel et al. (2006) poznamenávají, že okus, považovaný za potravní zdroj o vysoké kvalitě, může být zavádějící.

Okus zastupuje mnoho druhů rostlin, které se od sebe liší již na pohled a jejich nutriční kvalita je rozdílná (Jarman, 1974).

3.5.5.1 Druhy okusu

Je důležité zkrmovat více druhů okusu. Každý druh zvířete preferuje jiné chutě a snáší jiné látky obsažené v okusu. Je doporučeno střídavě krmit čtyři a více druhů okusu, když krmná dávka obsahuje více jak 25 % okusu (Nijboer et al., 2012).

Pupeny, listy, semena, kůra stromů a keřů obsahují látky, které mají za úkol chránit rostlinu před devastujícím poškozením zvířaty. Tyto látky mají obvykle negativní vliv na chuť okusu a často jsou i jedovaté. Nicméně, koncentrace těchto látek se pohybuje v malých množstvích a většinou nemá negativní vliv na zvíře. Zvířata ve volné přírodě mají možnost vyhnout se nadměrnému požití těchto látek. Zvířata v zajetí by neměla být krmena jedním druhem okusu po delší periodu (Nijboer et al., 2012).

V Evropě je k dispozici více jak 100 druhů vhodných ke zkrmování. Nejvíce používané a zároveň dostupné druhy jsou: javor (*Acer* sp.), lípa (*Tilia* sp.), topol osika (*Populus tremola*), jilm (*Ulmus* sp.), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), vrba (*Salix* sp.), růže (*Rosa* sp.; Nijboer et al., 2012).

3.5.5.2 Technologie krmení okusu

Okus není vhodné pokládat zvířatům na zem. Taková technologie by jen zvýšila možnost kontaminace. Optimální podávání okusu je ve výšce očí zvířete a v závěsu. Takto

podávaný okus lépe simuluje přirozené podmínky a zamezuje se jeho kontaminaci (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.3 Nutriční kvalita okusu

Listy jsou stravitelnější v porovnání s travním senem. Sušina obsažená v čerstvých listech se pohybuje v rozmezí 25-35 % a je mnohonásobně menší než u sena (88 %). Energie obsažená ve 3 kg čerstvého listí se vyrovná energii obsažené v 1 kg sena. Mladé listy obsahují málo ligninu, celulózy a tudíž jsou vysoce stravitelné. Podzimní listí je již staré, s vysokým obsahem ligninu a celulózy a nemělo by být zkrmováno. Obecně platí, že čím je vyšší poměr listů k dřevité hmotě rostliny, tím je nutriční hodnota okusu vyšší. Z toho vyplývá, že nejdůležitější je zkrmovat listy a méně větve (Nijboer et al., 2012).

Jarní listy jsou mnohem více chutné, obsahují více lehce stravitelných cukrů. Podzimní listy jsou méně chutné, obsahují více vlákniny, která je hůře stravitelná. Na druhé straně, zkrmování nadměrného množství jarních listů s vysokým obsahem lehce stravitelných cukrů může vést ke změně mikroflory v předžaludku a následným průjmům (Nijboer et al., 2012).

Okus má menší hodnoty NDF a vyšší hodnoty ADL. Obsah celulózy je obecně nižší, než je tomu u travin. Okus má prokazatelně vyšší hodnoty nestruturních sacharidů než je tomu u travin. Podle Clausse et Dierenfelda (2008) obsahuje okus více proteinů než traviny.

Okus často obsahuje více nestravitelného ligninu, zato méně vlákniny. Dřevité stonky dvouděložných rostlin obsahují mnohem více ligninu než kterákoli píce (Van Soest, 1996). Podle Hummela et al. (2006) obsahuje okus více dusíku, než je tomu u zelené píce. Z toho vyplývá, že okus obsahuje více hrubého proteinu ($CP = \text{dusík} \times 6,25$) a více lépe stravitelných pektinů. Také obsahuje méně vlákniny, která obsahuje více ligninu. Produkce plynů se snižuje s rostoucím obsahem ligninu. Lignin je anaerobně nestravitelný.

Vyšší procentické zastoupení dusíku (N %) pozoroval i Codron et al. (2007), kdy ve své studii porovnával nutriční obsah v rostlinách savan. Okus měl prokazatelně více dusíku než traviny. Nižší zastoupení NDF a ADF měli zvláště listy stromů a dvouděložné rostliny v porovnání s jednoděložnými. Z toho vyplynula vyšší stravitelnost travin, než je tomu u okusu.

Van Wieren (1996) považuje okus za hůře stravitelný potravní zdroj než traviny, jelikož obsahuje více ligninu. Vysoký podíl ligninu v dvouděložných listech rostlin znamená, že stravitelnost sušiny těchto rostlin je nižší než u trav.

Okus obsahuje vyšší podíl rozpustných buněk (Codron et al., 2007). Nevýživné rozpustné buňky mohou redukovat kvalitu okusu, zvláště sekundární metabolity jako jsou

kondenzované taniny, které jsou známé svou schopností srážet proteiny v trávicím traktu přežvýkavců (Robbins et al., 1987).

Stravitelnost vlákniny listí stromů je vyšší v období sucha. V tomto období se stravitelnost okusu neliší od stravitelnosti travin (Owen-Smith, 1997).

3.5.5.4 Antinutriční látky v okusu

Mnoho druhů rostlin užívaných jako okus, obsahuje toxické látky, které mohou snižovat chutnost nebo v krajních případech působit zvířatům zdravotní potíže. Rostliny mají rozvinuté speciální obranné mechanismy, které je mají chránit před nadměrným poškozováním ze strany zvířat. Tyto obranné mechanismy jsou zaměřeny zvláště na hmyz. Pod obrannými mechanismy si lze představit sníženou chutnost, odpudivou vůni, trní nebo jedy obsažené v rostlinách. Toxické látky bývají označovány jako sekundární metabolity rostlin (Nijboer et al., 2012).

Robbins (1993) uvádí, že okus obsahuje fenoly, taniny, které snižují stravitelnost bílkovin, terpeny, které snižují stravitelnost hrubé vlákniny, dále sekundární metabolity a alkaloidy.

Zvířata požívající okus, mají vyvinuté obranné mechanismy vůči toxickým látkám v něm obsaženým. Obecně přežvýkavci se mnohem snadněji vyrovnávají s toxicitou okusu než nepřežvýkaví býložravci. Bakterie v předžaludku přežvýkavců jsou schopné neutralizovat toxické látky obsažené v okusu. Z tohoto důvodu by neměl být zkrmován jeden druh okusu po delší dobu, jelikož existuje možnost kumulace škodlivých látek v organismu zvířete (Nijboer et al., 2012).

Browser přežvýkavci umí produkovat proteiny ve slinách (tanin vázající proteiny), které mohou redukovat efekt toxických látek obsažených v okusu (Clauss et Dierenfeld, 2008).

Byly zaznamenány i pozitivní efekty těchto toxických látek obsažených v okusu. Například jejich antioxidační či anthelmintický účinek nebo jejich schopnost ochránit proteiny přijaté v krmivu před bachorovou degradací a tím posilování trávicích procesů střev. U srnce obecného (*Capreolus capreolus*) byla testována granulovaná krmná dávka s přídatkem taninů. Ta měla za následek zvýšení konverze krmiva a tendenci pro vyšší cirkulaci antioxidantů v těle zvířete (Clauss et al., 2003).

3.5.5.5 Sekundární metabolity rostlin

Nejčastěji používaná klasifikace sekundárních metabolitů rostlin je založena na pěti základních třídách (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.5.1 Éterické oleje

Éterické oleje jsou těkavé, rychle se vypařující substance s výraznou vůní. Nejčastěji se vyskytují v jehličí borovice (*Pinus* sp.), pupenech vrby (*Salix* sp.) a topolu (*Populus* sp.) (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.5.2 Fenoly

Rostlinné fenoly jsou známé především díky salicylátům. Vrby (*Salix* sp.) a topoly (*Populus* sp.) obsahují salicin. Mnoho býložravců tyto sloučeniny ve vysoké koncentraci nesnáší (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.5.3 Glykosidy

Glykosidy jsou jedovaté. Po příjmu se z nich uvolňuje kyselina kyanovodíková. Tyto látky jsou často obsaženy ve slivoních (*Prunus* sp.; Nijboer et al., 2012).

3.5.5.5.4 Saponiny

Saponiny jsou glykosidy se specifickou tvorbou pěny. Vyznačují se hořkou chutí, která zapříčiňuje jejich nízkou požitelnost býložravci (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.5.5 Taniny

Taniny jsou přítomné zvláště v listech, plodech a ovoci (nezralá jablka, žaludy,...), dřevitých částech rostlin a kůře. Býložravci jsou schopni se s nimi vypořádat, ale při vysoké koncentraci se jim raději vyhýbají. Taniny jsou zodpovědné za pokles chutnosti rostlin a následně jejich stravitelnost (zvláště proteinů). Ve vysoké koncentraci způsobují destrukci trávicího ústrojí a ledvin. Čím je rostlina starší, tím více taninů obsahuje, zvláště listy rostlin (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.6 Konzervace okusu

Čerstvý okus je k dispozici od května do října. Dodávku okusu také ovlivňuje hnízdící sezóna ptactva (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.6.1 Sušení

Sušení okusu je vhodné provádět ve stodolách, na půdách nebo ve sklenících. Pro jeho sušení je důležitá teplota a vlhkost vzduchu. Možné je také okus sušit na pokose nebo v umělých sušárnách. Sušení v umělých sušárnách bývá ekonomicky náročnější. Usušený okus by neměl být skladován na přímém slunci ani v dosahu různých škůdců. Při transportu nebo manipulaci s usušeným okusem by se mělo dbát na možné opadávání listů. Velmi dobře přijímaný sušený okus je z malinovníků (*Rubus idaeus*) a ostružin (*Rubus* sp.; Nijboer et al., 2012).

3.5.5.6.2 Lyofilizace (vakuové vymrazení)

Lyofilizace je náhlé zamrazení vakuovaných listů a větviček. Při této metodě se zabráňuje ztrátě kvality okusu. Minimální teplota nutná pro správné zamrazení je $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Optimální teplota pro zamrazování se pohybuje v rozmezí -20 °C až -30 °C. Okus by neměl být v pytlích moc natěsnaný a neměl by být mokrá. Nejlepší způsob pro správný výsledek vysušení mrazem je zabalit okus do vzduchotěsných plastových pytlů, kde může dojít k jeho oxidaci. Tato metoda je velmi ekonomicky náročná. Rozmrazování by mělo probíhat rychle, ale teplota by neměla být moc vysoká, jinak hrozí zčernání listů, což má za následek snížený příjem okusu zvířaty. Takto rozmražený okus by měl být zkrmen do 8 hodin od rozmrazení (Nijboer et al., 2012).

3.5.5.6.3 Silážování

Silážování je způsob, který umožňuje zachovat okus v jeho šťavnaté podobě. Je obecně známo, že silážování probíhá za anaerobních podmínek v silážních jamách přikrytých plastovými plachtami. Okus je stejně jako píce stlačen a zbaven veškerého přítomného vzduchu (Nijboer et al., 2012).

Jiný způsob silážování okusu je nasekat okus na drobné kousky, natlačit jej do barelu a následně jej vzduchotěsně uzavřít. Zbylý vzduch v barelu poslouží bakteriálním procesům. Následně vznikne kyselina mléčná, která způsobí snížení pH. Jakmile pH dosáhne hodnot v rozmezí 4,5-5,5, fermentace se zastaví a siláž je hotova. Když se z nějakého důvodu naruší procesy tvorby siláže, tak se zde vytvoří kyselina máselná. Takto vzniklé prostředí dává možnost růstu bakterií rodu *Clostridium* nebo *Listeria*, které mají velmi špatný vliv na zdraví zvířat (Nijboer et al., 2012).

3.6 Problémy spojené s odmítáním a přijímáním sena

Browseři jsou obecně více citliví na nemoci gastrointestinálního traktu (Clauss et Dierenfeld, 2008; Clauss et al., 2003b), nepřírodně vysoké opotřebení zubů v lidské péči (Clauss et al., 2007) a kratší délku života společně s rychlejším stárnutím než je tomu u grazerů chovaných v lidské péči (Gattiker et al., 2014). Někteří browser přezvýkavci chovaní v lidské péči jsou citliví na sníženou tělesnou kondici spojenou s vyčerpáním tukových zásob, což bylo pozorováno zvláště u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.; Potter et Clauss, 2005), ale také okapi (*Okapia johnstoni* (Sclater, 1901); EAZWV, 2008), losa (*Alces alces*; Clauss et al., 2002b) nebo u antilopy losí (*Taurotragus oryx*; Spengler, 1985).

Poskytování potravy, kterou browseři obvykle přijímají ve volné přírodě-okus, je mnohem náročnější, než zajistit seno. Nedostatek vlákniny z důvodu nedostatku okusu v krmné dávce a nízká přijímatelnost jiné píce, zřejmě způsobuje gastrointestinální problémy u browser přezvýkavců a může vést k acidóze bachorového obsahu (Clauss et Dierenfeld, 2008).

Příjem objemné píce je důležitý pro stimulaci funkce předžaludků u přežvýkavců a jejich normální životní projevy. Bylo zaznamenáno mnoho zpráv dokumentujících nízký příjem sena u browser přežvýkavců chovaných v lidské péči (Taylor et al., 2013).

Kearney et al. (2003) potvrzuje častý výskyt nízkého příjmu sena u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.).

Jedním z důvodů neochoty přijímat seno, zvláště travní, je rozdíl ve fyzikálním utváření okusu a travin či leguminóz, z kterých se seno vyrábí. To vede k rozšířenému odmítání sena u browserů (Clauss et al., 2003b).

Ideálně by měly všechny zoologické zahrady, které chovají browser přežvýkavce, vlastnit plantáže, kde by bylo možné pěstovat okus (Taylor et al., 2013).

Logistické problémy spojené s poskytováním okusu v dostatečném množství, a nízký příjem sena zvířaty chovanými v lidské péči, vedlo k nadměrným zásobám vysoce stravitelných krmiv určených pro browser přežvýkavce, jako jsou granule založené na obilovinách (Clauss et al., 2003a).

Ze studií Kiupela (1988) vyplývá, že nejvíce chorob trávicího traktu se vyskytuje u browser přežvýkavců (Tab. 6).

Caluss (2011) uvádí, že browser přežvýkavci chovaní v lidské péči trpí přijímáním vysokého množství koncentrované potravy nebo velmi malého příjmu sena. To může vést podle Clause et Dierenfelda (2008) k acidóze, laminitidě, abscesům jater, orálním stereotypiím, snížení tělesné kondice nebo špatné konzistenci výkalů. Oproti tomu, když je píce přijímána, dochází k vysokému opotřebením zubů a tvorbě fytobezoárů.

Podle Colvila et al. (2009) je podvýživa velmi známou záležitostí, s následnou chorobností a úhynem, zvláště u zvířat chovaných v lidské péči, jako jsou žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.), na kterých to bylo pozorováno.

Krmná dávka složená z malého podílu píce často vede k vyšší vnímavosti gastrointestinálních poruch trávicího traktu (Gattiker et al., 2014).

3.6.1 Granulovaná píce a vláknitá krmiva vedlejších produktů

Mnoho druhů býložravců je netolerantních k příjmu píce, jako jediného zdroje krmné dávky. Granulovaná píce a vláknitá krmiva z vedlejších produktů limitují nebo zabraňují potravní selekci. Tato spotřeba lignifikované vlákniny, která je v granulích obsažena, tlačí zvířata ke konzumaci rostlin o nízké kvalitě vlákniny, která není obvykle v přirozené krmné dávce přijímána (Van Soest et al., 1995).

Vedlejší produkty obilovin o vysokém podílu vlákniny jako je slad nebo destiláty obilovin, mají vysoký podíl NDF. Většinou jsou krmeny jako bílkovinné doplňky krmné

dávky. Tato krmiva jsou zpracována do malých granulí, které znemožňují selekci rostlin ze strany zvířete. Malé granule mají přísnější požadavek na kvalitu vlákniny, jelikož selekce je znemožněna a zvířata musí přijímat vlákninu o horší kvalitě (Van Soest, 1996).

3.6.2 Atrofie podkožního tuku u žiraf

Žirafa (*Giraffa camelopardalis* spp.) je selektivní browser (Bush, 2003; Hummel et Clauss, 2006). Bachor žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) je anatomicky adaptován na příjem okusu (Clauss et al., 2002a). Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) jako největší žijící přežvýkavý druh, konzumuje velké množství potravy (Clauss et al., 2002a; Hummel et Clauss, 2006). Potravní specializace žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) a jejich vysoké nutriční nároky, z nich dělají obtížně krmitelná zvířata v lidské péči (Clauss et al., 2003a). Ve většině případech chovů žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) v lidské péči, není možné zajistit okus ad libitum, hlavně z důvodu enormního množství potřebného pro splnění nutričních požadavků žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.). Z tohoto důvodu je přirozená krmná dávka v lidské péči nahrazována hlavně senem (Hummel et Clauss, 2006).

Dle reportu EEP pro chov žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) zemřelo od roku 1962 do roku 2003 48 % žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) na podvýživu. Tito jedinci byli vyhublí nebo trpěli špatnou tělesnou kondicí a u většiny byla shledána atrofie podkožního tuku (Tab. 7), která svědčí o negativní energetické bilanci (Clauss et al., 2006c).

Atrofie podkožního tuku u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) indikovala na negativní energetickou bilanci (Clauss et al., 2006c). Vznikla pravděpodobně celkovým nedostatečným příjmem krmiva a růstem energetických výdajů (Hummel et Clauss, 2006). Zimní teploty mohou zvyšovat nárok na energetické výdaje zvířete. Chladné teploty byly naměřeny u většiny případů atrofie podkožního tuku (Colville et al., 2009).

Krmné dávky o nízkém obsahu proteinů hrají důležitou roli pro vznik atrofie podkožního tuku pozorovaného u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) chovaných v lidské péči. Z toho vyplývá, že vysoké dávky proteinů v krmivu jsou pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) nezbytné.

3.6.3 Pěnová tympanie

Pěnová tympanie bachorového obsahu je známé onemocnění u domestikovaného tura domácího *Bos primigenius taurus* (Linnaeus, 1758; Eddy, 2004). Toto onemocnění však nebylo do nedávné doby u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) pozorováno (Colville et al., 2009). *Post mortem* pitva naznačila, že pěnová tympanie bachorového obsahu byla bezprostřední příčinou úmrtí dospělého samce žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.). Další gastrointestinální abnormality ukázaly nedostatečný příjem vlákniny a lehkou bachorovou

acidózu. Zvíře bylo vyhublé (rachitické) se zřetelným úbytkem osvalení a atrofií podkožních zásob tuku. Žirafa (*Giraffa camelopardalis* spp.) měla dodatečné symptomy chronického dýchacího onemocnění, které mohlo zapříčinit ztrátu kondice, a dále akutní exudativní intersticiální pneumonii (Obr. 9; Colville et al., 2009).

Tympanie neboli nadmutí je charakterizováno nadměrnou tvorbou a kumulací plynu v bachoru s následným znemožněním nebo selháním regurgitace (Eddy, 2004). Pěna zabraňuje vypuzení vznikajícího plynu do jícnu (Gelberg, 2007). Smrt nastává v důsledku komprese dutiny hrudní bachorem, kdy dochází ke skřípnutí cév a následnému znemožnění cirkulace krve přes srdce a zvíře se udusí (Eddy, 2004; Gelberg, 2007).

Nedostatek píce v trávenině čepce, bachoru a knihy naznačuje, že příjem strukturované vlákniny byl u žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) velmi chudý (Obr. 9). Stejně tak to může znamenat, že příjem koncentrovaného krmiva byl nepřiměřeně vysoký, což může vést k pěnové tympanii bachorového obsahu (Clauss et al, 2009d). Při nadměrném zkrmování koncentrovaného krmiva dochází k jeho degradaci v bachoru, kde se krmivo rozpadá na malé částičky, které zachycují plynové bubliny produkované bachorovou fermentací, což vede k tvorbě pěny. Koncentrovaná krmiva jsou velmi rychle fermentována, což zvyšuje tendenci k tvorbě pěny (Eddy, 2004).

Navzdory vysoké chutnosti leguminóz by měla být čerstvá vojtěška (*Medicago sativa*) krmena žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) s vysokou opatrností s ohledem na možný vznik pěnové tympanie (Colville et al., 2009). Vojtěška (*Medicago sativa*) by se měla nechat několik dní zavadnout, kdy poklesne obsah proteinů, a až poté zkrmovat s postupným zařazováním do krmné dávky (Colville et al., 2009).

3.6.4 Bachorová acidóza

Nadbytek koncentrovaných krmiv zapříčiňuje bachorovou acidózu, která může vést k pěnové tympanii (Clauss, 2009d). V případě úmrtí této žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) byla zjištěna lehká acidóza bachorového obsahu (pH 6,5) a obsah bachoru mohl být více acidózní *pre mortem*. Nález vředu v knize a petechiální krvácení připomínalo spíše chronickou acidózu (Eddy, 2004).

Bylo doporučeno, aby poměr koncentrované krmivo : píce byl zachovávan na poměru 50 : 50 (Hummel et Clauss, 2006). V případě, že koncentrované krmivo převýší dávku píce, tak to má za následek vznik průjmu nebo v horším případě acidózu bachorového obsahu (Clauss et al., 2002a).

Abnormality v bachorovém obsahu jsou úzce spojeny s abnormalitami dentice, protože abnormální obsah bachoru často obsahuje písek nebo hlínu, nebo kvůli trávenině, která není dostatečně rozmělněna (Gattiker et al., 2014).

U mnoha malých druhů browser nebo intermediate přežvýkavců žijících ve volné přírodě bylo prokázáno, že pH její předžaludků je přirozeně nižší (Gattiker et al., 2014).

3.6.4.1 Doporučení

Pěnová tympanie a chronická bachorová acidóza mohou vést ke snížení apetitu u zvířat (Eddy, 2004; Hummel et Clauss, 2006) až do té míry, že je jejich příjem potravy nedostatečný (Colville et al., 2009).

Pozvolná restrikce koncentrovaného krmiva, trvalé zajištění kvalitního vojtěškového sena a možné doplnění krmné dávky o vičenec (*Onobrychis*) mohou vést ke zlepšení situace u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.). Vičenec se ukazuje být vysoce chutnou leguminózou, u které je nepravděpodobný vznik pěnové tympanie. Tato jeho zvláštnost je díky vysokému obsahu taninů, které váží proteiny a redukuje jejich dostupnost v bachoru. Jeho zkrmování může být i za čerstva (Colville et al., 2009).

Vojtěškové seno je doporučováno jako vhodná suchá píce pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) z důvodu jeho vyšší stravitelnosti, než je tomu u sena travního. Vojtěškové seno maximalizuje příjem suché vláknité píce a redukuje potenciální ucpání bachoru travním senem (Clauss et al., 2002a). V případě již zmíněného uhynulého jedince šlo o nedostatečný příjem píce, která byla zapříčiněna nadměrným zkrmováním koncentrovaných krmiv, vojtěškového sena o nízké chutnosti a nedostatečné nabídce okusu. Koncentrovaná krmiva jsou vyráběna záměrně o vyšší chutnosti, což má za následek, že žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) jim dávají přednost před senem (Hummel et Clauss, 2006). Vojtěškové seno krmené v polovině ledna má již sníženou chutnost než seno, které bylo krmeno do této doby, a tudíž bylo i mladší (důvodem může být příliš pozdní sklizeň nebo nevhodná technologie sklizně). Příjem suché píce u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) je silně ovlivněn chutností píce. Nepoživatelné seno (nízká kvalita) nebude přijímáno vůbec (Colville et al., 2009).

Nedostatečné množství předkládaného okusu snižuje příjem píce. Kvalitní a chutný okus bude obvykle přijímán lépe než ostatní potravní nabídka a dieta bohatá na okus garantuje rozumný příjem píce ze strany žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) (Hummel et Clauss, 2006).

Speciální potravní návyky žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) vychází z jejich přirozené krmné dávky, která se ze 100 % skládá z okusu (Clauss et al., 2003a). Žádné jiné krmivo nemůže nahradit strukturální a fyzikální vlastnosti okusu. Z tohoto důvodu nemoci

způsobené neadekvátní výživou stále přetrvávají. Institute chovající browser přežvýkavce (zvláště žirafy *Giraffa camelopardalis* spp.) musí usilovat o krmení dostatečným množstvím okusu v průběhu celého roku, navzdory logistickým, ekonomickým a personálním nákladům. Samozřejmě by měly být plantáže okusu (Clauss et Dierenfeld, 2008).

3.6.5 Laminitida

U losa (*Alces alces*) v lidské péči bylo pozorováno chronické přerůstání kopytní rohoviny, což často vedlo k jeho vyřazení z expoziční kolekce. Takovéto přerůstání kopytní rohoviny vyžaduje častou intervenci ze strany ošetřovatelů. Pomocí radiografické diagnostiky bylo zjištěno, že došlo ke změnám spěnkové kosti. Tyto změny naznačovaly laminitidu, která se vyskytuje u domestikovaného tura domácího (*Bos primigenius taurus*). Podobné změny nebyly zaznamenány u volně žijícího losa (*Alces alces*). Los (*Alces alces*) chovaný v lidské péči byl chován na tvrdém podloží, které bylo mnohem tvrdší než půda ve volné přírodě. Dalším problémem byla krmná dávka v lidské péči, která obsahovala vysoký podíl lehce stravitelných cukrů. Tato zjištění vedla k domněnce, že chronická laminitida je hlavní příčinou přerůstání kopytní rohoviny. To vedlo chovatele k zlepšení a zjemnění podloží, na kterém byli losi (*Alces alces*) chováni a ke změně jejich krmné dávky, která by měla obsahovat vyšší podíl vlákniny. Tyto úpravy by měly mít ochranný účinek na chov divokých zvířat v lidské péči (Clauss et al., 2009e).

3.6.6 Opotřebení zubů

Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) chované v lidské péči nedosahují stejné dlouhověkosti jako je to u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) ve volné přírodě. Žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) chované v lidské péči mají problémy s nízkým příjmem energie v krmivu a mobilizací tukových zásob. Opotřebení zubů bylo považováno za sekundární a ne tak závažný problém. Volně žijící žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) mají opotřebení zubů odpovídající předchozím studiím (Obr. 10). U žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) chovaných v lidské péči dochází k abrazivnímu opotřebení zubů (Obr. 11). Toto abrazivní opotřebení zubů vychází z krmné dávky předkládané v lidské péči, která obsahuje abrazivní elementy. Těmito abrazivními elementy se myslí silice (popel nerozpustný v kyselinách). Silice jsou málo obsaženy v okusu a vojtěšce (*Medicago sativa*). Oproti tomu travní seno a koncentrovaná granulovaná krmiva obsahují vysoký podíl silic (Tab. 8; Caluss et al., 2007).

Jak již bylo zmíněno, žirafa (*Giraffa camelopardalis* spp.) je striktní browser, který preferuje *Acacia* sp. jako hlavní zdroj potravy ve volné přírodě (Clauss et al., 2007). V chovech je jejich krmná dávka složena z vojtěškového sena a granulovaného koncentrovaného krmiva s přídatkem ovoce, zeleniny, obilných produktů a okusu. Travní

seno je taktéž krmeno. Bylo pozorováno, že žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) nejsou schopny strávit travní nebo vojtěškové seno, pokud je krmeno samostatně v takovém množství, které by člověk předpokládal, že je potřeba pro přežvýkavce takovéto velikosti (Foose, 1982).

Grazeři mají zuby s vysokými korunkami (hypsodontní), což je považováno za ochranu zubů proti silicím obsažených v travách. Browseři disponují nízkými korunkami (brachyodontní) z důvodu malého nebo žádného obsahu silic v jejich přirozené stravě (Janis et Fortelius, 1988).

Browser přežvýkavci společně s nosorožcem dvourohým (*Diceros bicornis*) vykazují vysoké opotřebení zubů v lidské péči (Gattiker et al., 2014). U volně žijícího losa (*Alces alces*) bylo pozorováno, že si umí vybírat mezi abrazivní a neabrazivní potravou (Hatt et Clauss, 2006) a u srnce obecného (*Capreolus capreolus*) bylo prokázáno, že jím preferovaná dieta obsahuje méně silic než další dostupní píče (Tixier et al., 1997). U browserů chovaných v lidské péči, i když jsou jen z části krmeni travním senem, dochází po několika letech k velmi rozsáhlému opotřebení zubů (Graf 1) než u grazerů chovaných v lidské péči. Na základě tohoto zjištění bylo nepřirozené opotřebení dentice identifikováno jako velmi závažný problém, zvláště u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.; Clauss et al., 2007).

Třebaže vojtěška (*Medicago sativa*), jako základní píče používaná pro krmení žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) v lidské péči, stejně jako okus, obsahují malé množství silic, přídavek travního sena, čerstvé trávy a zařazení travních produktů do granulovaného krmiva mohou vést k rozdílnému, více nadměrnému abrazivnímu opotřebení zubů u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) chovaných v lidské péči oproti žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) volně žijícím (Clauss et al., 2007).

Do roku 1964 bylo doporučováno krmit žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) vojtěškové seno jako hlavní zdroj vlákniny. Doporučení z Německa z roku 1976 vedlo ke zkrmování travního sena v kombinaci se senem vojtěškovým doplněné o okus. V roce 1989 by doporučeno krmit pouze vojtěškovým senem (Clauss et al., 2007). Novodobé doporučení spočívá ve zkrmování vojtěškového sena v kombinaci se senem travním, jenž bylo navrženo jako dobrý zdroj pro enrichment (Baxter et Plowman, 2001). V evropských institucích 36 % ze 70 respondentů uvádí, že předkládají travní seno žirafám (*Giraffa camelopardalis* spp.) pravidelně (jako doplněk vojtěškovému senu). Ve dvou případech předkládali pouze travní seno (Hummel et al., 2006c).

Naměřené hodnoty silic jsou nízké u vojtěšky (*Medicago sativa*) a u listů dvouděložných rostlin, ale jsou značně vyšší u travních produktů stejně jako u granulovaných

krmných směsí používaných pro krmení žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) a dalších býložravců chovaných v zoologických zahradách (Claus et al., 2007).

Problémy se zuby a jejich opotřebením mohou snižovat dlouhověkost zvířat chovaných v lidské péči (Claus et al., 2007).

Vzor zubního opotřebením u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) se liší mezi žirafami (*Giraffa camelopardalis* spp.) chovanými v lidské péči a těmi volně žijícími. Zubní opotřebením je dominantní u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) chovaných v lidské péči. Oproti tomu volně žijící žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) mají opotřebením zubů podobné grazerům. Krmná dávka v lidské péči má abrazivní účinky na dentici žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.), což může hrát roli ve snížení dlouhověkosti u tohoto chovaného druhu. Zvláště by měly být redukovány travní produkty přidávané do granulovaného krmiva a abrazivní elementy. Předkládáním vysoce abrazivního travního sena a velkého množství granulovaných krmiv, v porovnání s dvouděložným okusem, mohlo naznačit, že browseři obecně považovaní za jedince s nízkými korunkami (brachyodontní) v dentici, mohou být více citliví na nadměrné opotřebením zubů v lidské péči (Claus et al., 2007).

3.6.7 Urolitiáza

Urolitiáza je stav, kdy se v močovém měchýři a močové trubici hromadí minerály a vznikají tak močové kameny. Urolitiáza nastává, když je moč přesycena minerály (soli kyseliny močové), následně se začnou tvořit krystalky a z nich kameny. V případě, že kameny narostou do velkých rozměrů, dochází k tvorbě vředu a následně obstrukci močové trubice. Takto vzniká obstrukční urolitiáza (Belknap et Pugh, 2002).

Urolitiáza byla dokumentována i u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.), které jsou považované za striktní browsery (Claus et Dierenfeld, 2008), a následně u kozy domácí (*Capra aegagrus hircus* Linnaeus, 1758), považované za intermediáta (Sullivan et al., 2012).

Většina případů urolitiáz se vyskytuje u samců jak žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.), tak u koz domácích (*Capra aegagrus hircus*; Wolfe et al., 2000). Z anatomie močových cest vyplývá, že samci mají tyto cesty delší, tudíž jsou více náchylní. Největší výskyt je zaznamenán u vykastrovaných samců kozy domácí (*Capra aegagrus hircus*; Belknap et Pugh, 2002).

Kameny se většinou tvoří v případě nevyvážené krmné dávky, kdy koncentrované krmivo má disbalance v rámci obsahu vápníku (Ca) a fosforu (P). Vysoký podíl obilí a málo vláknité stravy zvyšuje tvorbu slin, které jsou zodpovědné za nadměrné vylučování P do moči (Belknap et Pugh, 2002).

V posledních 10 letech bylo 7 případů úmrtí žiraf na fosfátovou urolitiázu s kameny, které obsahovaly kalcium magnesium fosfát ve formě uhličitanu. U volně žijících žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) nebyla urolitiáza pozorována, ale bylo zkoumáno 75 jedinců volně žijících žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) u nichž pitva prokázala ledvinové kameny (Sullivan et al., 2012).

Poskytování píce nebo strukturální vlákniny je velmi důležité pro správnou funkci bachoru, pH a tvorbu slin. Zajištění dostatečného příjmu píce je náročné zvláště u browser přežvýkavců (Van Soest, 1994; Hummel et al., 2006). Schmidt et Barbiers (2005) doporučují zvýšit podíl vlákniny v krmné dávce pro žirafy (*Giraffa camelopardalis* spp.) a snížit podíl škrobů, jednoduchých cukrů, bílkovin a fosforu.

3.6.8 Zastavení/blokace knihy

Blokace knihy je charakteristická sušší tráveninou, než bývá normální konzistence tráveniny v knize a větší než normální velikostí knihy. Přítomnost suché, objemné tráveniny v knize může způsobit obstrukci s příznaky anorexie, malé produkce výkalů, ztrátami váhy, mírné nafouknutí břicha, slabosti, dehydratace a disbalance elektrolytů a acido-bazické rovnováhy. Blokace knihy byla pozorována u vysokoprodukčních dojníc a u malých přežvýkavců (Gyimesi et al., 2011). U divokých zvířat chovaných v lidské péči byla blokace knihy pozorována u žiraf (*Giraffa camelopardalis* spp.) (Gradwell, 1976) a u vidloroha (*Antilocapra americana* (Ord, 1815); Nichol, 1942).

Zastavení/ blokace knihy může mít mnoho příčin. Z pohledu této práce nás ovšem zajímá požití špatně stravitelných krmiv či podestýlky (chlupy, balící provázky, písek, hlína, dřevitá štěpka, sláma, příliš dlouhá vlákna sena, atd.) (Gardwell, 1976; Gyimesi et al., 2011).

Seno, které je složeno z dlouhých vláken a je předkládáno browser přežvýkavcům může způsobit blokaci knihy. Toto deklaruje pitva provedená na žirafě masajské (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi* Matschie, 1898) v Kolmarden Zoo, kdy nestrávená vlákna sena ucpala tomuto jedinci knihu (Röken, 2010).

Z výzkumu Gyimesiho et al. (2011) vyplývá, že při blokaci knihy u bonga *Tragelaphus eurycerus* (Ogilby, 1837) byla zaznamenána 100 % úmrtnost i po chirurgickém, medikamentózním či jiném zákroku. Pouze v jednom případě z 11 byla příčina na straně nestravitelné potravy, jinak ve většině případů byla příčina na straně velmi chladné vody nebo opakované anestezie či hypokalcémie. Z pitevnických zpráv vyplývá, že bachor byl plný tekutiny. Hypokalcémie může vést ke snížení kontrakcí knihy a bachoru, což může být predispoziční faktor k rozvoji blokace knihy. U 4 případů z 10 pocházeli bonga (*Tragelaphus eurycerus*) ze zoologických zahrad umístěných na severu USA a onemocněli v průběhu zimy.

Kvalita zkrmovaného sena mohla být v těchto měsících nižší, což mohlo mít vliv na příjem píce. Obecně platí, že příjem vody klesá s klesající teplotou. Snížený příjem vody může vést k dehydrataci a tím redukovat gastrointestinální motilitu. Všechny případy se vyznačovaly nafouklou knihou se suchou a hutně stlačenou táveninou.

Zkrmování vysoce koncentrovaných krmiv a nízkého podílu píce zvyšuje produkci těkavých mastných kyselin a může také přispět k hipomotilitě knihy a batoru (Gyimesi et al., 2011).

3.6.9 Prerůstání kopytní rohoviny

Ze studií pana Rökena (2010) působícího v Kolmarden Zoo vyplývá, že okus v zimním období obsahuje velmi nízké koncentrace hrubého proteinu (CP). U borovice je to zhruba 6 % CP a u břízy se obsah pohybuje v rozmezí 5-6 % CP. V zimní krmné dávce losa evropského (*Alces alces*) chovaného v lidské péči je ovšem 10,4 % CP. Tento nepoměr má za následek prerůstání paznehtové rohoviny u losů chovaných v lidské péči, kdy jim pazneht poporoste o 0,33 mm/den. Toto zjištění vedlo k úpravě krmné dávky u zvířat chovaných v lidské péči. Zimní krmná dávka byla upravena tak, aby se proteiny v ní obsažené minimalizovali.

3.6.10 Ztráta tělesné kondice

Browseři mají prokazatelně vyšší náchylnost ke ztrátám tělesné kondice než je tomu u grazerů. Některé případy ztráty tělesné kondice mohou být způsobeny chronickou acidózou batorového obsahu. Studie udávají, že je mnohem obtížnější udržet browseře ve správné tělesné kondici než je tomu u grazerů, kteří jsou mnohem náchylnější na acidózu batorového obsahu (Gattiker et al., 2014).

Kraniální fermentoři, jako jsou žirafa (*Giraffa camelopardalis* spp.) nebo los (*Alces alces*), mají celou historii příkladů a záznamů o špatné tělesné kondici (Potter et Clauss, 2005; Clauss et al., 2002b).

3.6.11 Fytobezoáry

Fytobezoár je útvar nebo zhutnění složené ze zbytků zeleniny, jako jsou slupky, semena nebo z vláken ovoce a zeleniny. Fytobezoár může vzniknout také nahloučením chlupů, ale také zamotáním dlouhých vláken potravy. U zvířat jsou známy fytobezoáry trávicího traktu (Chisholm et Leong, 1992).

Davis et al. (2009) diagnostikoval u jedné ze tří uhynulých žiraf (*Giraffa camelopardalis reticulata*) fytobezoár. Díky tomuto fytobezoáru došlo k obstrukci spirály tlustého střeva a k následnému úhynu jedinice. Fytobezoár byl diagnostikován až při pitvě. Příznaky před uhynutím byly snížená aktivita, anorexie a značný pokles produkce výkalů.

4 Závěr

Práce se snažila nastínit rozdíly mezi přežvýkavci dělenými na základě typu a preference přijímané potravy. Z dostupné literatury vyplývá, že seno není nijak vhodné jako náhrada za přirozený zdroj potravy pro browser přežvýkavce. Rozdílné hodnoty neutrálně detergentní vlákniny mají vysoký vliv na trávení browser přežvýkavců. Pro browser přežvýkavce jsou vhodná krmiva s menším množstvím neutrálně detergentní vlákniny. Nejlepším řešením by, podle mnohých výzkumů bylo, aby každá zoologická zahrada, která chce chovat browser přežvýkavce, vlastnila plantáž na pěstování okusu, který by byl poté předkládán zvířatům ad libitum. Možným přestupným řešením je také upravit seno do takové podoby, která vyhovuje trávicímu traktu browser přežvýkavců, a to nařezat či nasekat jej na kratší vlákna, která jsou ochotněji přijímána a lépe stravitelná. Zkrmování travního sena se ukázalo jako zcela neefektivní a zvířatům působí značné zdravotní problémy nebo jej nepřijímají vůbec. Práce prokázala nutriční rozdílnost mezi okusem, vojtěškovým senem a senem travním. Jediným možným řešením absolutního pokrytí nutričních požadavků browser přežvýkavců je zajistit jim neomezený přístup k okusu s tím, že dokrmování dalšími krmivými bude spíše doplňkové.

5 Seznam použité literatury

Aioanei, N. M., Pop, I. M. 2013. Research on chemical composition of alfalfa hay obtained in different production systems (conventional and organic). University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi. Seria Zootehnie. 60. 60-64.

Baxter, E., Plowman, A. B. 2001. The effect on increasing dietary fibre on feeding, rumination and oral stereotypies in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*). Animal Welfare. 10 (3). 281-290.

Belknap, E. B., Pugh, D. G. 2002. Diseases of the urinary system In Sullivan, K., Freeman, S., van Heugten, E., Ange-van Heugten, K., Wolfe, B., Poore, M. H. 2012. Impact of two types of complete pelleted, wild ungulate feeds and two pelleted feed to hay ratios on the development of urolithogenic compounds in meat goats as a model for giraffes. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 97 (3). 566-576.

BioLib. Taxonomic tree of plants and animals with photos. Dostupné z <<http://www.biolib.cz/>>.

Bodmer, R. E. 1990. Ungulate frugivores and the browser-grazer continuum. Oikos. 57. 319-325.

Clauss, M. 2011. The indomitable moose. University of Zurich. Switzerland. p. 159.

Clauss, M., Dierenfeld, E. S. 2008. The nutrition of „browsers“ In: Fowler, M. E., Miller, R. E. (eds.). 2008. Zoo and wild animal medicine: current therapy. vol. 6. St. Louis. USA. 444-454.

Clauss, M., Franz-Odenaal, T. A., Brasch, J., Castell, J. C., Kaiser, T. 2007. Tooth wear in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*): mesowear analysis classifies free-ranging specimens as browsers but captive ones as grazers. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 38 (3). 433-445.

- Clauss, M., Fritz, J., Bayer, D., Hummel, J., Streich, W. J., Südekum, K. H., Hatt, J. M. 2009c. Physical characteristics in two small ruminants of different feeding type: the muflon (*Ovis ammon musimon*) and the roe deer (*Capreolus capreolus*). *Zoology*. 112 (3). 195-205.
- Clauss, M., Fritz, J., Bayer, D., Nygren, K., Hammer, S., Hatt, J. M., Südekum, K. H., Hummel, J. 2009b. Physical characteristics of rumen contents in four large ruminants of different feeding type, the addax (*Addax nasomaculatus*), bison (*Bison bison*), red deer (*Cervus Elaphus*) and moose (*Alces alces*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 152 (3). 398-406.
- Clauss, M., Hofmann, R. R., Fickel, J., Streich, W. J., Hummel, J. 2009a. The intraruminal papillation gradient in wild ruminants of different feeding types: implications for rumen physiology. *Journal of Morphology*. 270 (8). 929-942.
- Clauss, M., Hofmann, R. R., Hummel, J., Adamczewski, J., Nygren, K., Pitra, C., Streich, W. J., Reese, S. 2006b. Macroscopic anatomy of the omasum of free-ranging moose (*Alces alces*) and muskoxen (*Ovibos moschatus*) and a comparison of the omasal laminal surface area in 34 ruminant species. *Jurnal of Zoology*. 270. 346-358.
- Clauss, M., Hofmann, R. R., Streich, W. J., Fickel, J., Hummel, J. 2009d. Convergence in the macroscopic anatomy of the reticulum in wild ruminant species of different feeding types and a new resulting hypothesis on reticular function. *Journal of Zoology*. 281. 26-38.
- Clauss, M., Hofmann, R. R., Streich, W. J., Fickel, J., Hummel, J. 2008. Higher masseter muscle mass in grazing than in browsing ruminants. *Oecologia*. 157 (3). 377-385.
- Clauss, M., Hume, I. D., Hummel, J. 2010. Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. *Animal*. 4. 979-992.
- Clauss, M., Hummel, J., Streich, W. J. 2006a. The dissociation of the fluid and particle phase in the forestomach as a physiological characteristic of large grazing ruminants: an

evaluation of available, comparable ruminant passage data. *European Journal of Wildlife Research*. 52 (2). 88-98.

Clauss, M., Keller, A., Peemöller, A., Nygrén, K., Hatt, J. M., Nuss, K. 2009e. Postmortal radiographic diagnosis of laminitis in a captive European moose (*Alces alces*). *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 151 (11). 545-549.

Clauss, M., Kienzle, E., Hatt, J. M. 2001b. Feeding practice in captive wild ruminants: peculiarities in the nutrition of browsers/ concentrate selectors and intermediate feeders: A Review In: Fidgett, L. A. (ed.), *Second European Zoo Nutrition Conference: Abstract Book*. Southampton. United Kingdom. 2.

Clauss, M., Kienzle, E., Hatt, J. M. 2003b. Feeding practice in captive wild ruminants: peculiarities in the nutrition of browsers/concentrate selectors and intermediate feeders. A review In: Fidgett, A., Clauss, M., Ganslosser, U., Hatt, J. M., Nijboer, J. (eds.). 2001. *Abstract book. Second European Zoo nutrition Conference*. Southampton, United Kingdom. 2.

Clauss, M., Kienzle, E., Weisner, H. 2002b. The importance of wasting syndrome complex in captive moose. *Zoo Biology*. 21 (5). 499-506.

Clauss, M., Lason, K., Gehrke, J., Lechner-Doll, M., Fickel, J., Grune, T., Streich, W. J. 2003. Captive roe deer (*Capreolus capreolus*) select for low amounts of tannic acid but not quebracho: fluctuation of preferences and potential benefits. *Comparative Biochemistry and Physiology B: Biochemistry and Molecular Biology*. 136 (2). 369-382.

Clauss, M., Lechner- Doll, M. 2001. Differences in selective reticulo-ruminal particle retention as a key factor in ruminant diversification. *Oecologia*. 129. 321-327.

Clauss, M., Lechner- Doll, M., Behrend, A., Lason, K., Lang, D., Streich, W. J. 2001a. Particle retention in the forestomach of a browsing ruminants, the roe deer *Capreolus Capreolus*. *Acta Theriologica*. 46 (1). 103-107.

Clauss, M., Lechner-Doll, M., Flach, E. J. 2002a In: Clauss, M., Lechner-Doll, M., Streich, W. J. 2003a. Ruminant diversification as an adaptation to the physicommechanical characteristics of forage: a revaluation of an old debate and a new hypothesis. *Oikos*. 102. 253-262.

Clauss, M., Lechner-Doll, M., Streich, W. J. 2003a. Ruminant diversification as an adaptation to the physicommechanical characteristics of forage: a revaluation of an old debate and a new hypothesis. *Oikos*. 102. 253-262.

Clauss, M., Rose, P., Hummel, J., & Hatt, J. M. 2006c. Serous fat atrophy and other nutrition related health problems in captive giraffe- an evaluation of 83 necropsy reports. *Proceedings of the European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians*. 6. 233-235.

Codron, D., Lee-Thorp, J. A., Sponheimer, M., Codron, J. 2007. Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. *European Journal of Wildlife Research*. 53. 100-111.

Colville, K., Bouts, T., Hartley, A., Clauss, M., Routh, A. 2009. Frothy bloat and serous fat atrophy associated with insufficient fibre intake in a giraffe (*Giraffa camelopardalis*) In: Clauss, M., Fidgett, A., Hatt, J. M., Huisman, T., Hummel, J., Janssen, G., Nijboer, J., Plowman, A. (eds.). 2009. *Zoo Animal Nutrition*. 4. 219-229.

Davis, M. R., Langan, J. N., Mylniczenko, N. D., Benson, K., Lamberski, N., Ramer, J. 2009. Colonic obstruction in three captive reticulated giraffe (*Giraffa camelopardalis reticulata*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 40 (1). 181-188.

Demment, M. W., Van Soest, P. J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *The American Naturalists*. 125 (5). 641-672.

Doležal, P., Szwedziak, K., Tukiendorf, M. 2013. Výroba a hodnocení sena In: Třináctý, J. a kol. (eds.). *Hodnocení krmiv pro dojnice*. AgroDigest s.r.o. Pohořelice. p. 388-398. ISBN: 978-80-260-2514-6.

Duane, E. U. 1997. Hay quality evaluation. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 001. 1-10.

EAZWV SSS. 2008. Evaluation of okapi (*Okapia johnstoni*) necropsy reports and studbook data as part of the EAZWV Summer School In: Gattiker, C., Espie, I., Kotze, A., Lane, E. P., Codron, D., Clauss, M. 2014. Diet and Diet-Related Disorders in Captive Ruminants at the National Zoological Gardens of South Africa. Zoo Biology. 33. 426-432.

Estes, R. D. 1991. The behaviour guide to African mammals. University of California Press. California. p. 611. ISBN: 0520058313.

Foose, T. J. 1982. Trophic Strategies of Ruminant Versus Nonruminant Ungulates: A Dissertation Submitted to the Faculty of the Division of the Biological Sciences and the Pritzker School of Medicine in Candidacy for the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Biology. University of Chicago Press. Chicago. 337.

Gattiker, C., Espie, I., Kotze, A., Lane, E. P., Codron, D., Clauss, M. 2014. Diet and Diet-Related Disorders in Captive Ruminants at the National Zoological Gardens of South Africa. Zoo Biology. 33. 426-432.

Gordon, I. J., Illius, A. W. 1994. The functional significance of the browser- grazer dichotomy in african ruminants. Oecologia. 98 (2). 167-175.

Gordon, C. H., Derbyshire, J. C., Wiseman, H. G., Kane, E. A., Melin, C. G. 1961. Prservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. Journal of Dairy Science. 44 (7). 1299-1311.

Gradwell, D. V. 1976. A case of abomasal impaction in a captive giraffe (*Giraffa camelopardalis*). Koedoe. 19. 179-180.

Hassanin, A., Douzery, E. J. P. 2003. Molecular and morphological phylogenies of ruminantia and the alternative position of the Moschidae. Systematic Biology. 52 (2). 206-228.

Hatt, J. M., Clauss, M. 2006. Browse silage in Zoo animal nutrition- feeding enrichment of browsers during winter In: Fidgett, A., Clauss, M., Ganslosser, U., Hatt, J. M., Nijboer, J. (eds.). 2001. Abstract book. Second European Zoo nutrition Conference. Southampton, United Kingdom. 11.

Hofmann, R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*. 78 (4). 443-457.

Hofmann, R. R., Stewart, D. R. M. 1972. Grazer or Browser: A classification based on the stomach-structure and feeding habits of east african ruminants. *Mammalia*. 36 (2). 226-240.

Holtenius, K., Björnhag, G. 1989. The significance of water absorption and fibre digestion in the omasum of sheep, goats and cattle. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 94 (1). 105-109.

Hume, I. D. 1989 In: Lintzenich, B. A., Ward, A. M. 1997. Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 006. 1-12.

Hummel, J., Hoerhager, A., Nawrocki, D. 2003 In: Taylor, L. A., Schwitzer, C., Owen-Smith, N., Kreuzer, M., Clauss, M. 2013. Feeding practices for captive greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) in UK collections as compared to diets of free- ranging specimens. *Journal of Zoo and Aquarium Research*. 1 (1). 7-13.

Hummel, J., Nogge, G., Clauss, M., Nørgaard, C., Johanson, K., Nijboer, J., Pfeffer, E. 2006a. Energy supply of the okapi in captivity: fermentation characteristics of feedstuffs. *Zoo Biology*. 25 (4). 251-266.

Hummel, J., Südekum, K. H., Streich, W. J., Clauss, M. 2006b. Forage fermentation patterns and their implications for herbivore ingesta retention times. *Functional Ecology*. 20 (6). 989-1002.

Hummel, J., Zimmermann, W., Langenhorst, T., Schleussner, G., Damen, M., Clauss, M. 2006c. Giraffe husbandry and feeding practices in Europe- results of an EEP survey. Proceeding European Association Zoo Wildlife Veterinarians. 6. 71–74.

Cheek, P. R. 1991 In: Lintzenich, B. A., Ward, A. M. 1997. Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 006. 1-12.

Chisholm, E. M., Leong, H. T. 1992. Phytobezoar: an uncommon cause of small bowel obstruction. Annals of the Royal College of England. 74. 342-344.

Church, D. C. 1988 In: Lintzenich, B. A., Ward, A. M. 1997. Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 006. 1-12.

Janis, C. M., Ehrhardt, D. 1988. Correlation of relative muzzle width and relative incisor width with dietary preference in ungulates. Zoological Journal of Linnean Society. 92 (3). 267-284.

Janis, C. M., Fortelius, M. 1988. The means whereby mammals achieve increased functional durability of their dentitions, with special reference to limiting factors. Biology Review. 63. 197–230.

Jarman, P. J. 1974 In: Shipley, L. A. 1999. Grazers and Browsers: How digestive morphology affects diet selection. Grazing Behavior of Livestock and Wildlife. 20-27.

Jolly, L. Giraffe Husbandry Manual [online]. Australian Society of Zoo keeping Inc. 2003 [cit. 2015-03-06]. Dostupné z <<http://www.aszk.org.au/husbandry.mammals.ews>>.

Kearney, C. C., Hall, M. B., Ball, R. L. 2003. Variation in voluntary intake of feeds by captive giraffe (*Giraffa camelopardalis*): implications for meeting nutrient requirements In: Ward, A., Brooks, M., Maslanka, M. (eds.). Proceedings of the Fifth Conference on Zoo and Wildlife Nutrition. AZA Nutrition Advisory Group. Minneapolis. MN.

Kingdon, J. 2013. The Kingdon Field Guide to African Mammals. Bloomsbury Publishing Plc. London. p. 1331. ISBN: 1408174812.

Koukolová, V. Význam hodnocení vlákniny ve výživě dojnic [online]. Konference „Výživa dojnic“. Pohořelice. 5. června 2008 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z <<http://vuchs.cz/akce/2008-06-05-Pohorelice/2008-06-05-Pohorelice-Koukolova.pdf>>.

Langer, P. 1988 In: Van Soest, P. J. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A Review. Zoo Biology. 15. 455-479.

Langvatn, R., Hanley, T. A. 1993. Feeding- patch choice by red deer in relation to foraging efficiency. Oecologia. 95 (2). 164-170.

Lintzenich, B. A., Ward, A. M. 1997. Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 006. 1-12.

McArthur, C., Robbins, C. T., Hagerman, A. E., Hanley, T. A. 1993 In: Lintzenich, B. A., Ward, A. M. 1997. Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet 006. 1-12.

Meissner, H. H., Zacharias, P. J. K., O'Reagain, P. J. 1999 In: Codron, D., Lee-Thorp, J. A., Sponheimer, M., Codron, J. 2007. Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. European Journal of Wildlife Research. 53. 100-111.

Nichol, A. A. 1942. Gathering, Transplanting, and care of young antelopes. The Journal of Wildlife Management. 6 (4). 281-286.

Nijboer, J., Huisman, T., Fens, A. 2012. Browse Identification Book. Stichting De Harpij. Rotterdam. The Netherlands. p. 96. ISBN: 978-90-816048-0-2.

- Owen-Smith, N. 1997 In: Codron, D., Lee-Thorp, J. A., Sponheimer, M., Codron, J. 2007. Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. *European Journal of Wildlife Research*. 53. 100-111.
- Pellew, R. A. 1984. Giraffe and okapi. *Encyclopedia of mammals. Facts on File*, New York, 534-541.
- Pérez-Barbería, F. J., Elston, D. A., Gordon, I. J., Illius, A. W. 2004 In: Clauss, M., Hofmann, R. R., Fickel, J., Streich, W. J., Hummel, J. 2009d. The intraruminal papillation gradient in wild ruminants of different feeding types: implications for rumen physiology. *Journal of Morphology*. 270. 929-942.
- Pérez, W., Lima, M., Clauss, M. 2009. Gross anatomy of the intestine in the giraffe (*Giraffa camelopardalis*). *Anatomia Histologia Embryologia*. 38. 432-435.
- Potter, J., Clauss, M. 2005. Mortality of captive giraffe (*Giraffa camelopardalis*) associated with serous fat atrophy: a review of five cases at Auckland Zoo. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 36 (2). 301-307.
- Robbins, C. T., Hanley, T. A., Hagerman, A. E., Hjejord, O., Baker, D. L., Schwartz, C. C., Mantz, W. W. 1987 In: Codron, D., Lee-Thorp, J. A., Sponheimer, M., Codron, J. 2007. Nutritional content of savanna plant foods: implications for browser/grazer models of ungulate diversification. *European Journal of Wildlife Research*. 53. 100-111.
- Robbins, C. T., Spalinger, D. E., Van Hoven, W. 1995. Adaptation of ruminants to browse and grass diets: are anatomical- based browser- grazer interpretations valid?. *Oecologia*. 103 (2). 208-213.
- Röken, B. O. 2010. Practical feeding of moose and giraffes in Kolmarden Zoo. 6th European Zoo Nutrition Conference. Barcelona.
- Shipley, L. A. 1999. Grazers and Browsers: How digestive morphology affects diet selection. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. 20-27.

Shipley, L. A., Blomquist, S., Danell, K. 1998 In: Shipley, L. A. 1999. Grazers and Browsers: How digestive morphology affects diet selection. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. 20-27.

Schmidt, D. A., Barbiers, R. 2005. Giraffe Nutrition Workshop Proceeding Contents. Lincoln Park Zoo. Chicago. USA. p. 49.

Spengler, R. 1985. Stress-dependent indigestion of eland In: Gattiker, C., Espie, I., Kotze, A., Lane, E. P., Codron, D., Clauss, M. 2014. Diet and Diet- Related Disorders in Captive Ruminants at the National Zoological Gardens of South Africa. *Zoo Biology*. 33. 426-432.

Stanton, T. L. 2014. Feed composition for cattle and sheep. Colorado State University. Colorado. USA. 12. 1- 6.

Sullivan, K., Freeman, S., van Heugten, E., Ange- van Heugten, K., Wolfe, B., Poore, M. H. 2012. Impact of two types of complete pelleted, wild ungulate feeds and two pelleted feed to hay ratios on the developement of urolithogenic compounds in meat goats as a model for giraffes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97 (3). 566-576.

Taylor, L. A., Schwitzer, C., Owen-Smith, N., Kreuzer, M., Clauss, M. 2013. Feeding practices for captive greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) in UK collections as compared to diets of free-ranging specimens. *Journal of Zoo and Aquarium Research*. 1 (1). 7-13.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. New York. p. 476. ISBN: 9780801427725.

Van Soest, P. J. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A Review. *Zoo Biology*. 15. 455-479.

Van Soest, P. J., Dierenfeld, E. S., Conklin, N. L. 1995 In: Van Soest, P. J. 1996. Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A Review. *Zoo Biology*. 15. 455-479.

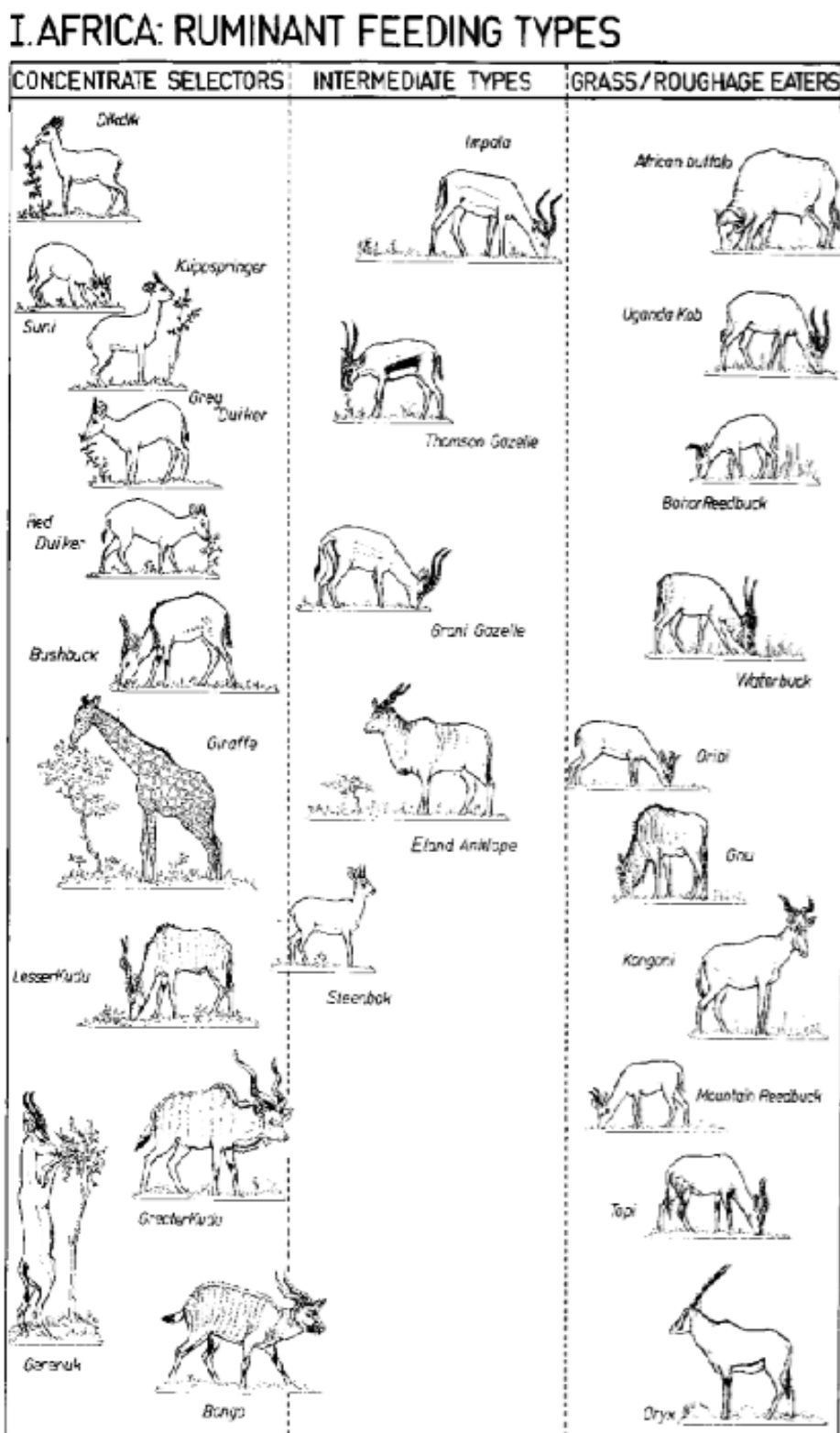
Van Wieren, S. E. 1996. Browsers and Grazers: Foraging strategies in ruminants In: Van Wieren, S. E. (ed.), Digestive strategies in ruminants and nonruminants. Thesis Landbouw. Netherland-University Of Wageningen. Wageningen. 119-146.

Wolfe, B A., Sladky, K. K., Loomis, M. R. 2000. Obstructive urolithiasis in areticulated giraffe (*Giraffa camelopardalis reticulata*). Veterinary Record 2000. 146 (9). 260-261.

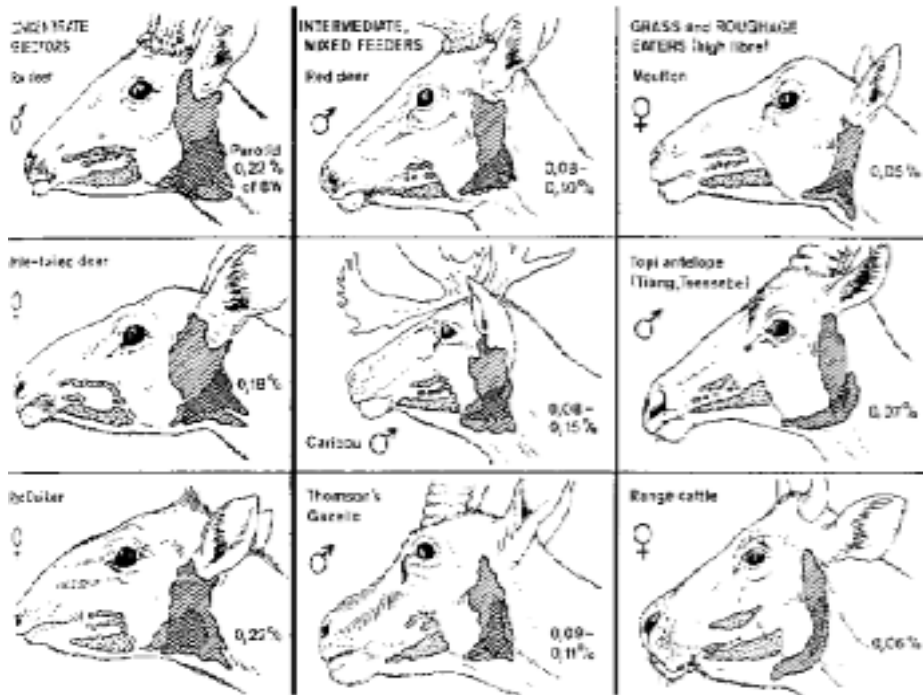
Woodall, P. F., Skinner, J. D. 1993. Dimensions of the intestine, diet and faecal water loss in some african antelope. Journal of Zoology. 229 (3). 457-471.

6 Přílohy

Obr. 1: Afriční přežvýkavci zařazení dle potravních návyků (Hofmann, 1989).

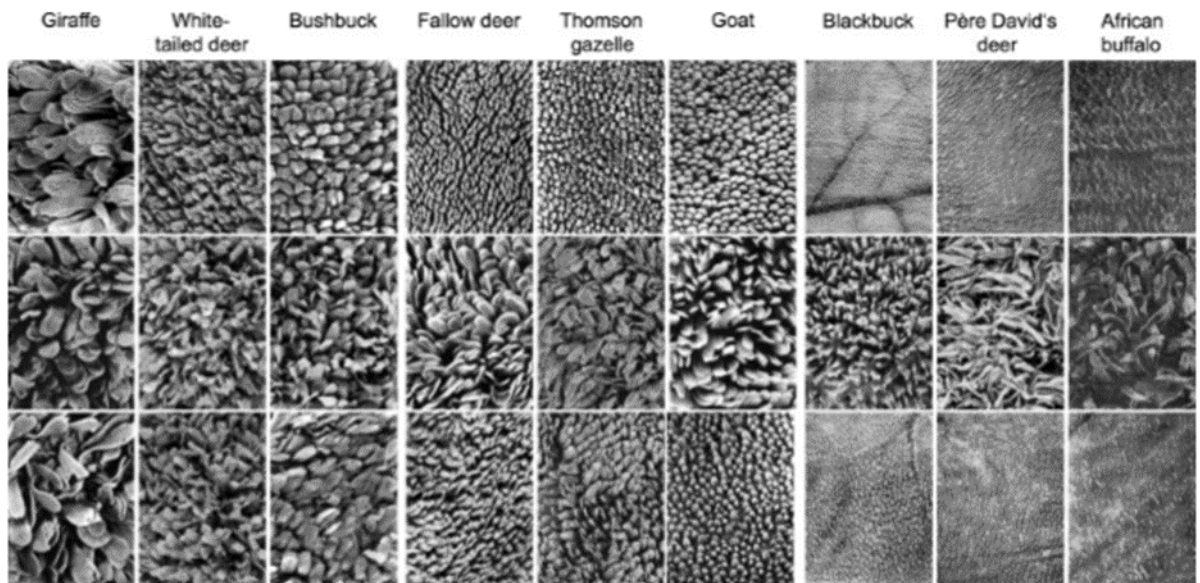


Obr. 2: Srovnávací topografická reprezentace slinných žláz u 9 druhů přežvýkavců rozdělených na základě potravních návyků, a relativní váha slinných žláz.



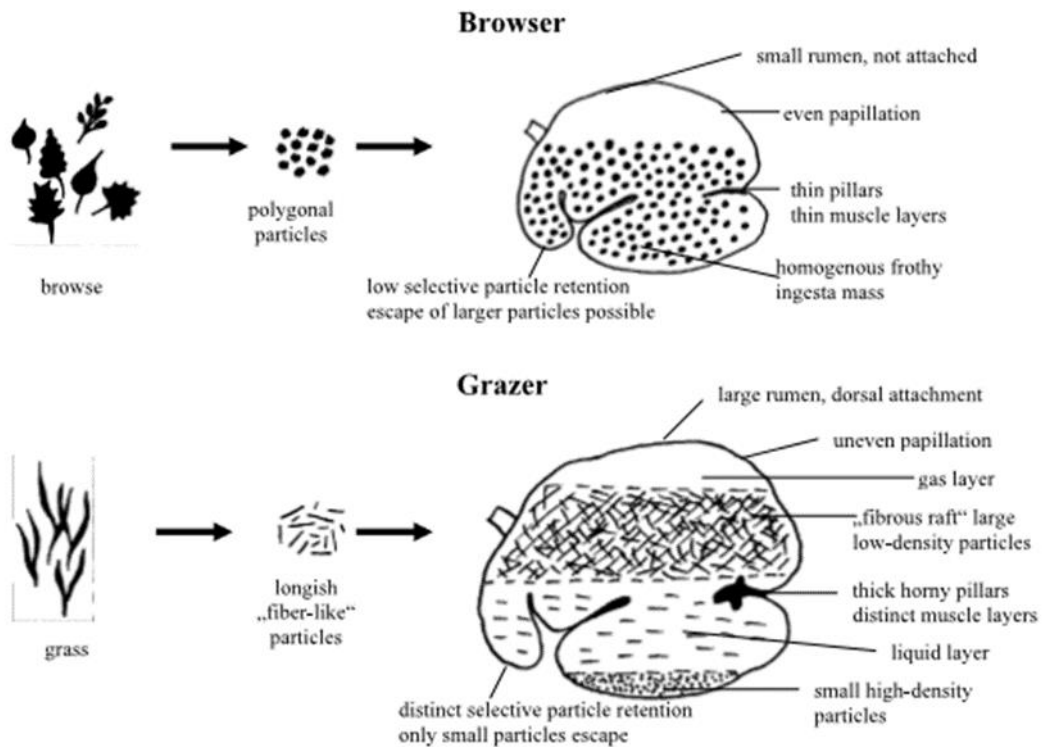
Veškeré slinné žlázy se zmenšují s rostoucí adaptabilitou na trávení rostlinných buněčných stěn (Hofmann, 1989).

Obr. 3: Příklady sliznice dorzální části bachoru (1. řada), bachorová předsíň (prostřední řada) a ventrální část bachoru (poslední řada) 9 druhů přežvýkavců (*Giraffa camelopardalis* spp., *Odocoileus virginianus*, *Dama dama*, *Elaphurus davidianus*, *Tragelaphus scriptus*, *Gazella thomsoni*, *Capra hircus*, *Antilope cervicapra*, *Syncerus caffer*).



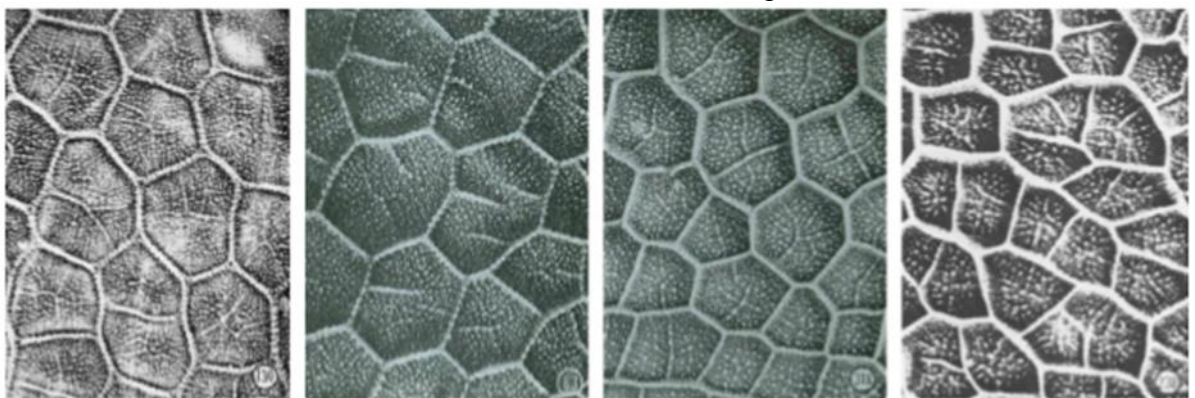
Papilace dorzální a ventrální části bachoru klesá od browserů (nalevo) přes intermediáty (uprostřed) ke grazerům (napravo; Clauss et al., 2009a).

Obr. 4: Hypotetická evoluční adaptace na fyzicko-mechanickou charakteristiku přijímané píce.



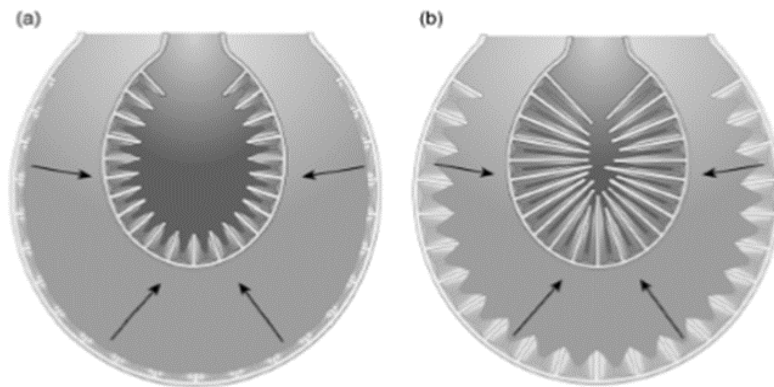
Struktura píce je rozrušena odlišně, a tím určuje své chování v předžaludku. Částice trávy mají tendenci tvořit „vláknitý vor“, a tím vytvářet stratifikovaný bachorový obsah. Tato adaptace grazer přežvýkavcům dovoluje zvládnout, využít a posílit tuto tendenci. U browser přežvýkavců je předpoklad, že jsou neschopni zvládnout vyšší podíl stratifikace píce v jejich předžaludku (Clauss et al., 2003a).

Obr. 5: Příklad rozdílnosti ve velikosti čepcových hřebenů a výtečnost sekundárních a terciárních hřebenů čepcové sliznice.



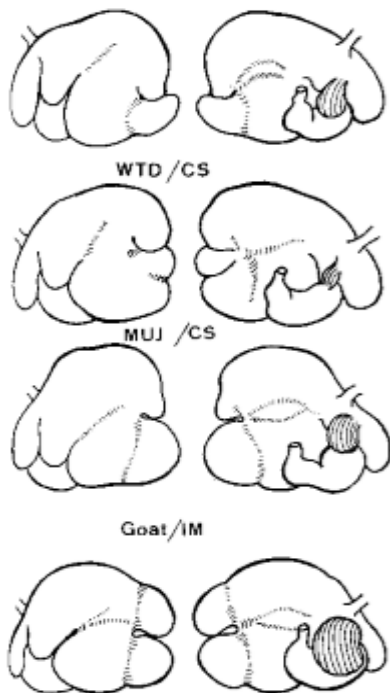
U (zleva do prava) Giraffa camelopardalis, Neotragus moschatus, Aepyceros melampus, Kobus elipsiprymnus (Clauss et al., 2009d).

Obr. 6: Schematická reprezentace čepce ve fázi relaxace a kontrakce.



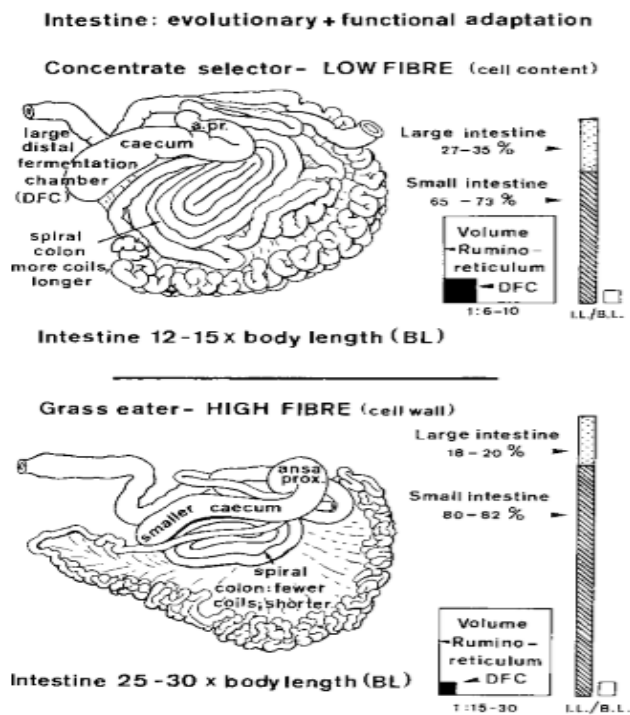
(a) typického „browsera“ (mělké čepcové hřebeny) a (b) typického „grazera“ (vysoké čepcové hřebeny; Clauss et al., 2009d).

Obr. 7: Předžaludek dvou druhů volně žijících a dvou druhů domestikovaných přežvýkavců bez ohledu na aktuální velikost.

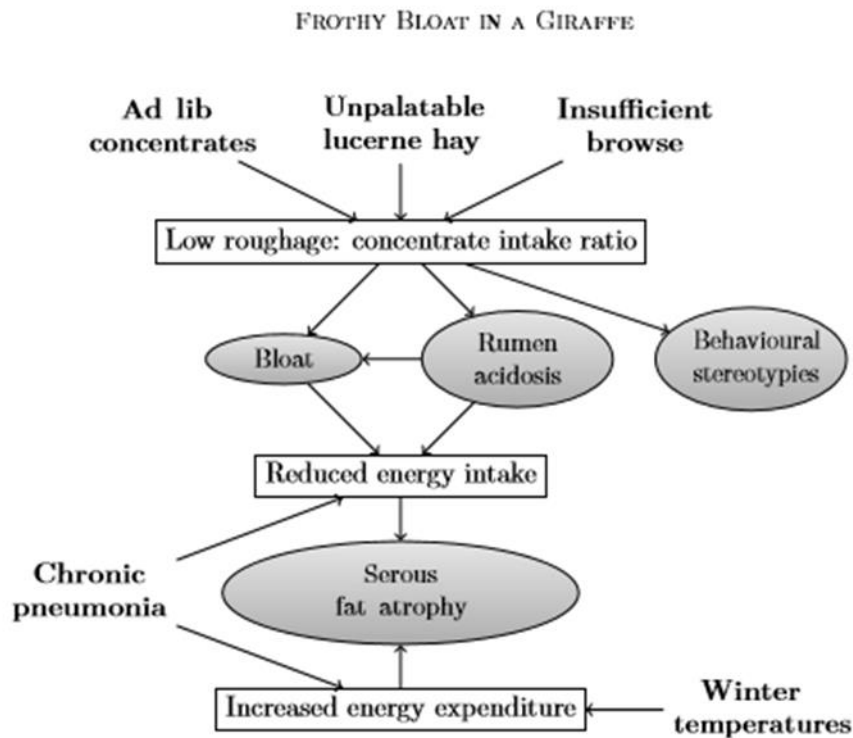


Extrémní rozdíly ve velikosti knihy (šrafovaná) mezi koncentrovanými selektory (jelen běloocasý (WTD) a muntžak sundský (MUJ)), intermediáty a grazer přežvýkavci (Hofmann, 1989).

Obr. 8: Střevní struktura přežvýkavců (Hofmann, 1989).



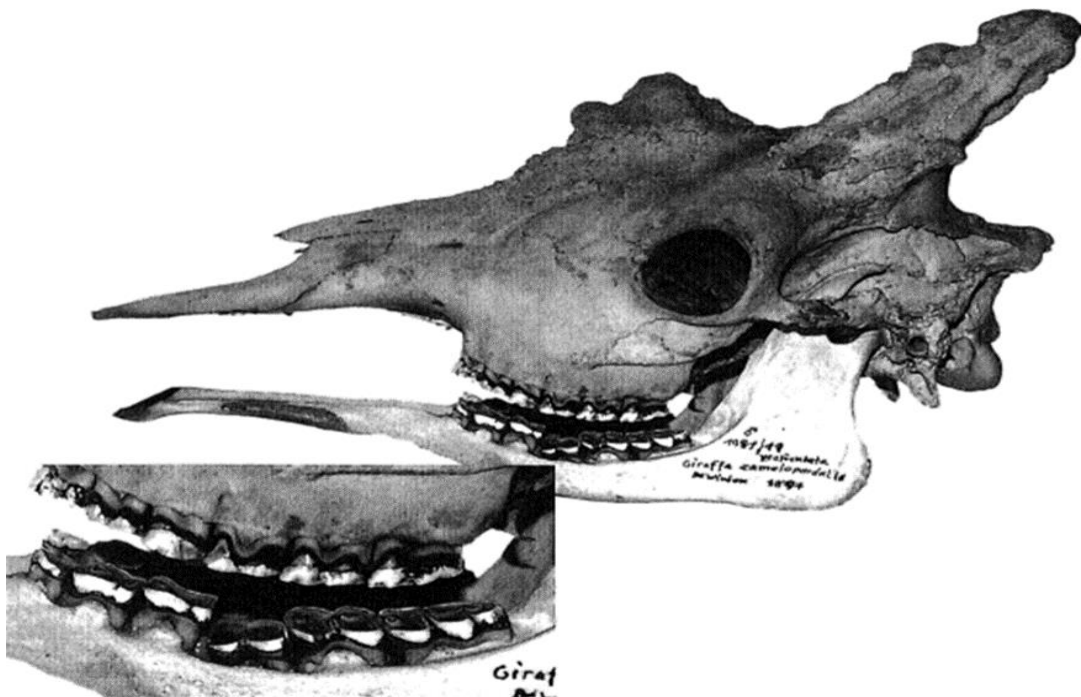
Obr. 9: Vývojový diagram ilustrující hypotézu vzniku patologie pěnové tympanie, atrofie podkožního tuku a jiných abnormalit u dospělé samce žirafy síťované (*Giraffa camelopardalis reticulata*; Colville et al., 2009).



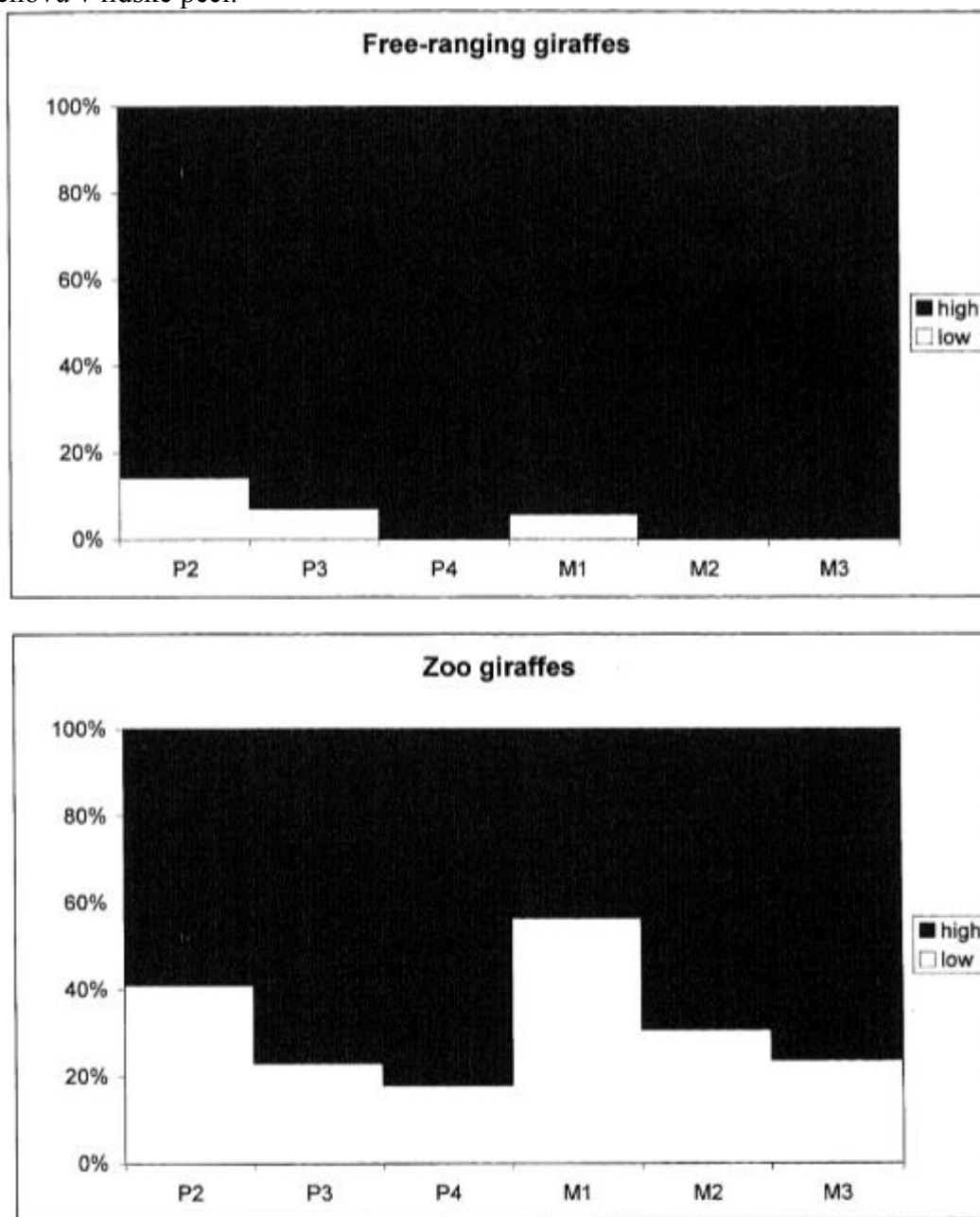
Obr. 10: Okluzní plochy volně žijící žirafy (*Giraffa camelopardalis*). Chybí první spodní stolička (indikace vyššího věku) a vysoký reliéf horních stoliček (Claus et al., 2007).



Obr. 11: Okluzní plocha u žirafy (*Giraffa camelopardalis*) chované v lidské péči. Chybí první spodní stolička (indikace vyššího věku) a nízký reliéf u horních stoliček (Claus et al., 2007).



Graf 1. Rozdílnost okluzních reliéfů chrupu žiraf (*Giraffa camelopardalis*) u volně žijících a chovů v lidské péči.



Podobný gradient u obou populací, prevalence vysokého reliéfu u všech typů zubů u žiraf ve volné přírodě a pik nízkého reliéfu u žiraf chovaných v lidské péči (Clauss et al., 2007).

Tab. 1: Porovnání anatomie trávicího traktu mezi grazery a browsery (Shipley, 1999).

Characteristic	Grazers	Browsers
Foregut	<ul style="list-style-type: none"> • Large • Subdivided • Smaller opening between reticulum & omasum • Sparser, more uneven papillae 	<ul style="list-style-type: none"> • Small • Simple • Larger opening between reticulum & omasum • Denser, more even papillae
True stomach (abomasum)	<ul style="list-style-type: none"> • Smaller 	<ul style="list-style-type: none"> • Larger
Hindgut	<ul style="list-style-type: none"> • Smaller cecum and intestines 	<ul style="list-style-type: none"> • Larger cecum and intestines
Salivary glands	<ul style="list-style-type: none"> • Smaller parotid salivary glands 	<ul style="list-style-type: none"> • Larger parotid salivary glands
Liver	<ul style="list-style-type: none"> • Smaller 	<ul style="list-style-type: none"> • Larger
Mouth	<ul style="list-style-type: none"> • Wider muzzle and incisor row • Lower incisors of similar size • Incisors project forward • Smaller mouth opening and stiffer lips 	<ul style="list-style-type: none"> • Narrower muzzle and incisor row • Central incisors broader than outside ones • Incisors more upright • Wider mouth opening with longer tongue
Teeth	<ul style="list-style-type: none"> • Higher crowns in some species 	<ul style="list-style-type: none"> • Lower crowns in some species

Tab. 2: Porovnání chemických a strukturálních rozdílů mezi trávou (jednoděložné) a okusem (byliny a dřevité dvouděložné rostliny; Shipley, 1999).

Characteristic	Grasses	Browses
Cell wall	<ul style="list-style-type: none"> • Thick • Greater proportion is cellulose/hemicellulose 	<ul style="list-style-type: none"> • Thin • Greater proportion is lignin
Plant defense compounds	<ul style="list-style-type: none"> • Silica 	<ul style="list-style-type: none"> • Phenolics – tannins • Terpenes • Alkaloids & other toxins
Plant architecture	<ul style="list-style-type: none"> • Fine-scaled heterogeneity in nutritional quality within a plant • New growth added at base • Low growth form • 3-dimensional volume 	<ul style="list-style-type: none"> • Coarse-scaled heterogeneity in nutritional quality within a plant • New growth added at tips • Low to high growth form • Complex, diffuse, branching architecture
Dispersion	<ul style="list-style-type: none"> • Uniform 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersed/discrete

Tab. 3: Druhy, části rostlin a anatomické rozdíly v hrubém proteinu (% N) a obsahu buněk rostlin z Kruger National Park a Hans Merensky Nature Reserve (Codron et al., 2007).

Food group	Species	Number of samples	%N		%NDF		%ADF		%ADL	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Tree foliage	<i>Bauhinia galpini</i>	2	2.3	0.7	32.6	3.8	23.2	3.6	8.8	2.2
	<i>Bolusanthus speciosus</i>	2	2.6	0.0	42.2	14.0	26.5	7.5	12.0	4.7
	<i>Colophospermum mopane</i>	25	2.1	0.4	38.6	5.0	26.8	4.5	13.8	3.8
	<i>Combretum apiculatum</i>	6	2.0	0.3	30.2	3.0	21.5	3.1	5.7	2.8
	<i>Combretum hereroense</i>	6	2.0	0.1	29.8	3.3	21.3	3.0	8.2	2.6
	<i>Combretum imberbe</i>	2	2.0	0.1	33.1	0.4	24.5	2.5	10.7	1.1
	<i>Dichrostachys cinerea</i>	2	2.6	0.1	37.8	0.5	26.7	0.7	15.8	0.3
	<i>Diospyros mespiliformis</i>	2	2.1	0.1	38.4	1.1	28.8	1.3	13.6	0.9
	<i>Euclea divinorum</i>	6	1.4	0.1	30.0	1.7	22.2	1.2	12.2	1.1
	<i>Grewia</i> sp.	8	2.4	0.5	46.3	4.5	28.2	3.8	8.9	2.0
	<i>Ozoroa paniculosa</i>	4	2.0	0.5	40.8	12.3	28.9	13.8	16.2	13.4
	<i>Philonoptera violacea</i>	4	3.1	0.3	59.4	6.7	40.6	4.5	19.7	2.6
	<i>Vitex</i> sp.	1	2.4		21.3		13.2		6.0	
	Average	70	2.1	0.5	38.1	9.1	26.2	6.4	12.1	5.3
Fruit (pods)	<i>Azelia quanzensis</i>	1	1.0		85.2		65.5		23.9	
	<i>Bauhinia galpini</i>	1	0.9		55.7		39.8		13.5	
	<i>Combretum apiculatum</i>	1	1.5		27.7		20.8		6.1	
	<i>Combretum hereroense</i>	3	2.0	0.4	39.0	3.9	27.9	2.2	7.9	0.6
	<i>Dichrostachys cinerea</i>	1	3.4		43.2		27.6		9.1	
	<i>Peltophorum africanum</i>	1	2.3		67.9		50.5		15.6	
	Average	8	1.9	0.8	49.6	19.0	36.0	15.1	11.5	6.0
Fruit (drupes)	<i>Ficus</i> sp.	1	1.9		39.8		29.4		11.0	
	<i>Grewia</i> sp.	3	2.2	0.3	64.9	10.2	48.7	7.3	14.6	0.7
	<i>Rhoicissus tomentosa</i>	1	1.4		52.2		44.1		26.0	
	<i>Sclerocarya birrea</i>	1	1.3		29.4		23.3		3.2	
	<i>Solanum</i> sp.	1	2.2		48.4		39.9		17.6	
	<i>Strychnos madagascariensis</i>	1	2.9		56.4		34.0		10.5	
	Average	8	2.0	0.5	52.6	14.1	39.6	10.5	14.0	6.5
Woody forbs	<i>Solanum</i> sp.	3	2.3	0.6	52.4	8.5	37.5	6.4	10.9	2.2
	Unidentified spp.	28	2.0	0.9	47.9	12.9	33.4	9.7	9.8	4.0
	Average	31	2.0	0.8	48.4	12.5	33.8	9.4	9.9	3.8
Grasses	<i>Aristida</i> sp.	3	0.7	0.2	74.1	1.0	41.3	3.1	5.2	0.3
	<i>Bothriochloa</i> sp.	2	1.3	0.0	60.7	7.1	29.4	3.5	5.3	0.1
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	5	0.7	0.1	71.6	3.1	39.3	2.9	5.0	1.3
	<i>Digitaria eriantha</i>	2	0.7	0.3	74.2	0.8	40.7	2.8	4.8	1.7
	<i>Eragrostis curvula</i>	4	0.8	0.4	74.9	7.1	40.9	4.8	5.1	1.6
	<i>Eragrostis</i> sp.	3	1.0	0.2	73.5	3.0	38.4	1.3	4.9	0.5
	<i>Panicum coloratum</i>	2	1.0	0.0	69.4	5.0	34.5	1.7	3.3	1.7
	<i>Panicum maximum</i>	24	1.3	0.5	68.1	5.4	36.0	3.9	5.1	1.5
	<i>Sporobolus africanus</i>	1	0.6		78.5		39.0		4.8	
	<i>Themeda triandra</i>	8	0.8	0.3	66.2	6.6	35.4	3.6	4.3	1.3
	<i>Urochloa mosambicensis</i>	17	1.0	0.3	64.0	8.7	34.3	4.0	5.1	3.5
Average	71	1.0	0.4	68.2	7.1	36.3	4.3	4.9	2.0	
Sedges	<i>Cyperus</i> sp.	4	0.8	0.0	65.9	5.1	35.9	4.8	3.0	2.5

Tab. 4: Koncentrace hrubého proteinu (CP), neutrálně detergentní vlákniny (NDF), acido detergentní vlákniny (ADF), ligninu (Lig), vápníku (Ca) a fosforu (P) ve vojtěškovém, jetelovém a travním seně (Ullrey, 1997).

Species	Stage of maturity	Composition of DM, %					
		CP	NDF	ADF	Lig	Ca	P
Alfalfa	Early vegetative	23.0	38	28	5	1.80	0.35
Alfalfa	Late vegetative	20.0	40	29	7	1.54	0.29
Alfalfa	Early bloom	19.9	39	32	8	1.63	0.21
Alfalfa	Midbloom	18.7	47	37	9	1.37	0.22
Alfalfa	Full bloom	17.0	49	39	10	1.19	0.24
Bermudagrass	Early vegetative	16.0	66	30	4	*	*
Bermudagrass	Late vegetative	16.5	70	32	4	*	*
Bermudagrass	15-28 d regrowth	16.0	74	33	4	0.40	0.27
Bermudagrass	29-42 d regrowth	12.0	76	38	6	0.32	0.20
Bermudagrass	43-56 d regrowth	8.0	78	43	7	0.26	0.18
Bromegrass	Late vegetative	16.0	65	35	4	0.32	0.37
Bromegrass	Midbloom	14.4	58	37	*	0.29	0.28
Bromegrass	Late bloom	10.0	68	43	8	0.30	0.35
Clover, red	Unstated ^a	15.0	47	36	*	1.38	0.24
Fescue	Early vegetative	12.4	57	32	3	0.51	0.36
Fescue	Late vegetative	10.5	64	36	4	0.40	0.34
Fescue	Early bloom	9.5	72	39	5	0.30	0.26
Oat	Boot	17.5	58	35	4	*	*
Oat	Head emerging	14.0	62	39	6	*	*
Oat	Immat seed (dough)	9.5	63	38	9	0.32	0.25
Orchardgrass	Early bloom	12.8	60	34	5	0.27	0.34
Orchardgrass	Late bloom	8.4	65	38	9	0.26	0.30
Sudangrass	Full bloom	8.0	68	42	6	0.55	0.30
Timothy	Late vegetative	17.0	55	29	3	0.66	0.34
Timothy	Early bloom	10.8	61	35	4	0.51	0.29
Timothy	Midbloom	9.1	67	36	5	0.48	0.22
Timothy	Full bloom	8.1	64	38	6	0.43	0.20
Timothy	Late bloom	7.8	70	40	7	0.38	0.18
Timothy	Immat seed (milk)	7.0	71	41	8	0.28	0.18

^aProbably midbloom.

*Value not determined.

Tab. 5: Nutriční analýza vojtěškového sena, travního sena a granulí pro býložravce při 90 % sušiny (Lintzenich et Ward, 1997).

Nutrient	Quality Prime ^a Alfalfa	Quality 1 ^a Alfalfa	Quality 3-4 ^{a,b} Grass	Low Fiber Herbivore Pellet
Moisture, %	9.0-10.7	8.2-9.6	7.4-10.0	10.6
Crude protein, %	18.0-21.8	15.9-17.0	9.8-11.2	17.4
Neutral detergent fiber, %	29.1-36.5	37.2-42.8	51.0-67.4	29.3
Acid detergent fiber, %	24.6-27.3	25.3-33.5	31.2-36.3	17.3
Vitamin A, IU/g ^c	*	*	*	5
Vitamin D, IU/g ^c	*	*	*	1.2
Vitamin E, IU/kg ^c	*	*	*	400
Calcium, %	1.13-1.33	1.2-1.5	0.41-0.67	0.88
Phosphorus, %	0.26-0.27	0.26-0.27	0.19-0.38	0.64
Sodium, %	0.057-0.53	0.014-0.08	0.003-0.03	0.4
Magnesium, %	0.27-0.28	0.24-0.31	0.15-0.21	0.29
Potassium, %	2.1-2.2	1.4-1.7	1.9-2.4	1.5
Copper, mg/kg	7-12	5-9	5-11	23
Iron, mg/kg	166-240	106-138	69-85	394
Manganese, mg/kg	28-38	25-33	25-36	120
Zinc, mg/kg	25-29	17-20	15-31	136

^a These are classifications of the Hay Market Task Force of the American Forage and Grassland Council (see NAG Fact Sheet 001).

^b Grasses include timothy, coastal bermudagrass, and sudan.

^c The vitamin levels in hays are variable; values in pellets were specified concentrations.

* Value not determined.

Tab. 6: Výskyt nemocí trávicího traktu u jednotlivých potravních typů přežvýkavců chovaných v zoologických zahradách (Claus, 2011).

Typ	n	Nemoci trávicího traktu (%)
Grazer	9	11
Intermediát	141	31
Browser	61	26

Tab. 7: Pitevní nálezy 30 druhů přežvýkavců chovaných v zoologických zahradách s ohledem na jejich potravní návyky (Gattiker et al., 2014).

Health problem	Feeding type			Chi-Square Statistics
	GR (%)	IM (%)	BR (%)	
Body condition				
Poor	37.5	37.5	48.0	$\chi^2 = 34.41$
Excellent	10.4	10.4	0.8	$p < 0.001$
PRA	11.9	13.6	16.5	$\chi^2 = 1.25$
				$p = 0.535$
Abnormal Teeth	21.7	11.8	15.0	$\chi^2 = 8.91$
				$p = 0.012$
Abnormal Stomach Content	16.7	9.7	11.8	$\chi^2 = 7.14$
				$p = 0.028$

Tab. 8: Obsah silic (AIA, % sušiny (DM)) různých složek krmiva uváděných v doporučení pro chov žiraf. Nízký obsah silic v okusu a vojtěškových produktech oproti travním produktům a granulovaným směsím (Clauss et al., 2007).

Food item	n	AIA (%DM)		Source
		Mean	Range	
Temperate browse	1	0.0	—	Clauss et al. ^a
	6	0.2	0.0–0.4	Castell ^a
Alfalfa hay	1	0.2	—	Baer et al. ¹
	1	0.2	—	Clauss et al. ^a
	9	0.3	0.0–0.7	Castell ^a
Alfalfa meal pellet	1	0.5	—	Castell ^a
Grass hay	13	2.0	0.3–5.1	Castell ^a
Fresh grass	2	2.0	1.8–2.2	Castell ^a
Grass meal pellet ^a	1	6.4	—	Castell ^a
Pelleted compound feed	2	0.9	0.2–1.5	Baer et al. ¹
	3	0.8	0.7–1.0	Clauss et al. ^a
	24	1.5	0.5–3.1	Castell ^a

^a Young grass cut low, dried artificially, ground and pelleted.

Tab. 11: Stanovení kvality sena podle obsahu NL a vlákniny (%; Doležal et al., 2013).

Kvalita sena	NL (%)	Vláknina (%)
Vojtěškové		
Výborná	> 16,0	< 22,0
Velmi dobrá	14,1-16,0	22,0-27,0
Dobrá	9,0-14,0	> 27,0
Podřadná	< 9,0	> 27,0
Vojtěško-travní		
Výborná	> 15,0	< 22,0
Velmi dobrá	12,1-15,0	22,0-28,0
Dobrá	8,0-12,0	> 28,0
Podřadná	< 8,0	> 28,0
Jetelové		
Výborná	> 14,0	< 22,0
Velmi dobrá	11,1-14,0	22,0-28,0
Dobrá	7,0-11,0	> 28,0
Podřadná	< 7,0	> 28,0
Jetelo-travní		
Výborná	> 13,0	< 23,0
Velmi dobrá	10,1-13,0	23,0-29,0
Dobrá	6,0-10,0	> 29,0
Podřadná	< 6,0	> 29,0
Luční		
Výborná	> 13,0	< 23,0
Velmi dobrá	10,1-13,0	23,0-29,0
Dobrá	6,0-10,0	29,1-31,0
Podřadná	< 6,0	> 31,0
Otava		
Výborná	> 12,0	< 18,0
Velmi dobrá	10,1-12,0	18,0-26,0
Dobrá	6,0-10,0	> 26,0
Podřadná	< 6,0	> 26,0

Tab. 12: Posouzení sena podle klíče smyslového hodnocení (Doležal et al., 2013).

1. Vůně- pach	Body
Aromatický- senný, výrazný	5
Dobrý, aromatický- ještě senný	3
Fádní, seno bez výrazné vůně	1
Silně zatuchlý nebo plesnivý	-3
2. Barva	
Olivově zelená nebo málo změněná	5
Změněná, částečně vybledlá	3
Silně vybledlá	1
Hnědá, hnědo-černá nebo plesnivá	0
3. Struktura- jemnost	
Bohaté olistění, napohmat měkké a jemné seno	7
Méně lístků, tvrdé stonky a částečně na pohmat tvrdé	5
Velmi málo lístků, hodně tvrdých stonků, na pohmat drsné	2
Převaha zdřevnatělých stonků, hrubé a téměř bezbarvé	0
4. Znečištění	
Žádné (žádná nebo velmi malá prašnost)	3
Průměrné (malá prašnost)	1
Vysoké (výskyt zeminy, písku atd.)	0