

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



Nutriční požadavky pro chov sobů (*Rangifer spp.*)

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Toporová

Vedoucí práce: Ing. Ivona Svobodová, Ph.D.

© 2015/2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nutriční požadavky pro chov sobů (*Rangifer spp.*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5. dubna 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Ivoně Svobodové, Ph.D. a konzultantce Ing. Petře Bolechové za vstřícný postoj, trpělivost a mnoho cenných rad, stejně tak jako celé mé rodině. Mé díky patří také Markétě Lisé za podporu a korekturu práce.

Nutriční požadavky pro chov sobů (*Rangifer spp.*)

Souhrn

Bakalářská práce shrnuje formou literární rešerše všeobecné informace o potravních preferencích sobů (*Rangifer spp.*) ve volné přírodě porovnané s doporučením pro chov těchto zvířat v lidské péči, včetně informací o možných zdravotních problémech souvisejících s jejich nesprávným krmením. Navazujícím tématem je seznámení s rodem *Rangifer* (respektive druhem *Rangifer tarandus*) z hlediska taxonomického zařazení, fyziologie trávení, potravních typů dle Hofmanna (1989), výživy, stavu populace vyskytující se ve volné přírodě a stupně ohrožení sobů v jejich přirozených podmínkách.

Klíčová slova: sob; *Rangifer spp.*; zoo; výživa; krmení; nutriční požadavky

Nutritional requirements for reindeer's breeding (*Rangifer spp.*)

Summary

Bachelor thesis is summarizing general information about the reindeers preferred nutrient in the wild compared with a recommendation for breeding these animals in the captivity, including the information about potential health problems associated with their unsuitable feeding. Consequential theme is familiarization with the genus *Rangifer* (or rather with species *Rangifer tarandus*), from the point of view taxonomic classification, digestive system, nutrient types according to Hofmann (1989), status of populations in the nature, and threat levels in their natural conditions.

Keywords: reindeer; *Rangifer spp.*; zoo; nutrition; diet; nutritional requirements

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce	8
3 Literární rešerše	9
3.1 Taxonomické zařazení soba a jeho poddruhy	9
3.1.1 Poddruhy soba	9
3.2 Status/stavy sobů ve volné přírodě	10
3.2.1 The UICN Red list of Threatened Species	10
3.2.2 Faremní chovy	10
3.3 Fyziologie trávení	14
3.3.1 Býložravci	14
3.3.2 Popis trávicího traktu sobů	16
3.3.3 Sezónní změny ve fyziologii sobů	17
Změny hladiny melatoninu a ostatních hormonů	17
Změny v energetické bilanci	18
Změny v metabolismu lipidů	19
Změny v metabolismu bílkovin	20
3.4 Potravní preference soba ve volné přírodě	21
3.4.1 Potrava v létě a na podzim	22
3.4.2 Potrava v zimě a na jaře	22
3.5 Zdravotní problematika spojená s nesprávnou výživou sobů	28
3.6 Doporučení pro chov sobů v zoologických zahradách	30
3.6.1 Nutriční doporučení Evropské asociace zoologických zahrad a akvárií (EAZA) pro chov sobů	30
3.6.2 Nutriční doporučení Ústřední komise pro ochranu zvířat (ÚKOZ) ministerstva zemědělství ČR pro chov sobů	32
3.6.3 Nutriční doporučení vyplývající ze zpracované literární rešerše	32
4 Závěr	34
5 Seznam použité literatury	35

1 Úvod

Pro přípravu odpovídající krmné dávky pro soby (*Rangifer spp.*) v zoologických zahradách (respektive v chovech) je nutné se zaměřit nejen na jejich fyziologii a potravní typ, ale také na celkové nutriční požadavky (vitaminy, minerály, aj.), působení těchto požadavků na tělesnou kondici a zdraví, respektování přirozených projevů chování a zajištění podmínek a prostředí, které se budou co nejvíce podobat volné přírodě a zamezí se tak úmrtím způsobeným neakceptováním potřeb tohoto rodu.

2 Cíl práce

Souhrn literární rešerše z dostupných zdrojů o nutričních požadavcích u sobů (*Rangifer spp.*) z volné přírody porovnaný s doporučením k chovu těchto druhů zvířat. Výstupem je shrnutí poznatků a vlastní doporučení vhodné výživy sobů (*Rangifer spp.*) včetně informací o možných zdravotních problémech souvisejících s nesprávným krmením těchto zvířat.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomické zařazení soba a jeho poddruhy

Soba je řazen do říše živočichové (Animalia), kmenu strunatci (Chordata), třídy savci (Mammalia), řádu sudokopytníci (Artiodactyla), podřádu přežvýkavci (Ruminantia), do čeledi jelenovití (Cervidae), rodu sob (*Rangifer*) a v neposlední řadě jako druh sob (*Rangifer tarandus*), (Kořínek, 1999).

3.1.1 Poddruhy soba

Jako mnoho jiných druhů s velkým areálem rozšíření má i sob (*Rangifer tarandus*) řadu poddruhů, které jsou více či méně odlišné v závislosti na konkrétních podmínkách dané oblasti, ve které se vyskytují. Groves and Grubb (2011) v knize Ungulate Taxonomy rozlišují osm, dále zmíněných, poddruhů soba. *Rangifer tarandus tarandus*, žijící v severní Evropě a v severním Rusku; *Rangifer tarandus fennicus*, jehož areál rozšíření sahá od evropské části Ruska až po Dálný východ; *Rangifer tarandus caribou* obývající Kanadu a jihovýchodní Aljašku; *Rangifer tarandus groenlandicus* vyskytující se v Grónsku a v severní Kanadě; *Rangifer tarandus pearyi* obývající kanadské arktické ostrovy (např. Ellesmere); dále *Rangifer tarandus eogroenlandicus* žijící v oblastech východně od Grónska; *Rangifer tarandus platyrhynchus* rozšířen na Špicberkách; a poddruh *Rangifer tarandus granti*, kterého lze pozorovat na Aljašce.

Naproti tomu Wilson and Mittermeier (2011) v knize Handbook of the Mammals of the World-Volume 2 Hoofed Mammals rozlišují navíc ještě další tři poddruhy soba: *Rangifer tarandus phylarchus*, *Rangifer tarandus sibiricus* a *Rangifer tarandus valentinae*.

3.2 Status/stavy sobů ve volné přírodě

3.2.1 The UICN Red list of Threatened Species

Na červeném seznamu ohrožených druhů je druh *Rangifer tarandus* uveden jako neohrožený (stabilní) vzhledem k širokému areálu rozšíření a početnosti populací (Henttonen and Tikhonov, 2008).

Tento druh obývá arktické a subarktické tundry a horská a zalesněná stanoviště ve vysokohorských oblastech s nadmořskou výškou 2 000 – 3 000 metrů nad mořem. Živí se různými druhy lišejníků, bylin, kapradin, trav, a také výhonky a listy keřů a stromů (zejména vrb – *Salix spp.* a bříz – *Betulla spp.*), (Henttonen and Tikhonov, 2008).

Jedná se o sociální zvířata žijící ve stádech. Říje probíhá na podzim (především v říjnu) a mláďata se rodí v květnu až červnu. Sobi mají hustou srst a krátký ocas, což lze považovat za adaptaci na velmi chladné zimy. Též mají výborný čich, který jim umožňuje vyhledat potravu i pod velkou vrstvou sněhu (Henttonen and Tikhonov, 2008).

Stáda sobů na Aljašce a v severozápadní Kanadě jsou ohrožena ropným průmyslem a jeho rozvojem. Rozvoj zapříčinil větší úmrtnost jedinců v oblastech ropných polí, proto se objevily snahy stáda přesunout více na jih a na východ od těchto oblastí (Fancy and Whitten, 1991). Nicméně, bylo zdokumentováno, že v období vysokého výskytu komárů se sobí stáda vrací zpět do původně obývané oblasti. V Rusku a Norsku jsou stáda nejvíce ohrožena pytláctvím a těžbou ropy a zemního plynu. Ve Finsku a Švédsku potom těžbou dřeva (Henttonen and Tikhonov, 2008).

3.2.2 Faremní chovy

Chov sobů je především tradičním živobytím v Eurasii. Živí se jím více jak 20 různých etnických domorodých kmenů v Norsku, Švédsku, Finsku, Rusku, Mongolsku a Číně (Fedorova, 2003). Dále je chov rozšířen na Aljašce, v Kanadě a v neposlední řadě v Grónsku. Malé stádo je zachováno také ve Skotsku (Assn of World Reindeer Herders, 2016). Celkově zahrnuje téměř 100 000 pastevců a okolo 2,5 milionu částečně domestikovaných sobů, z celkových 5 milionů sobů, kteří se pasou na ploše o rozloze téměř 4 miliony čtverečních kilometrů (Fedorova, 2003). 3 miliony sobů se vyskytují v Rusku, USA, Kanadě, na Islandu, v Grónsku, Norsku a Finsku. Trvalo tisíce let, než se pastevcům

podářilo rozšířit chovy na tak rozsáhlé území. Faremní chovy představují udržitelný průmysl v těchto spíše neúrodných oblastech, vytváří mnoho pracovních míst a význam spočívá také v produkci sobího masa, o které je, především ve Skandinávii, velký zájem. Ovšem význam netkví pouze v produkci masa, ale tradiční pastevectví je také součástí kultury mnoha domorodých kmenů. Lidé žijí, pracují a starají se o soby na rozsáhlém území Eurasie už od nepaměti (Fedorova, 2003).

Hlavní organizace, která sdružuje státy věnující se chovu, respektive pastevectví, sobů nese jméno „The Association of World Reindeer Herders“, a sídlí v Norsku. Zabývá se mnoha programy, které se týkají sobů, včetně jejich ochrany, a zahrnuje také monitoring stád v jednotlivých oblastech (Assn of World Reindeer Herders, 2016).

Obrázek 1



Obr. 1 Sídlo Association of World Reindeer Herders v Kautokeino v Norsku. (Assn of World Reindeer Herders, 2016).

Jednou z největších oblastí na světě, kde se lidé zabývají pastevectvím, je jednoznačně Jamalsko-něnecká autonomní oblast (dále jen YNAO) na severozápadě Sibiře. Jsou zde chovy s asi 600 000 soby a žije zde více než 14 500 domorodých obyvatel (Něnců), kteří stále žijí tradičním kočovným způsobem života. Další oblastí je Norsko, kde se v oblasti Finnmark nachází přibližně 200 000 sobů a 1 500 aktivních pastevců. Velmi podobná situace je také ve Finsku a na Čukotce (východ Ruska). Také nelze nezmínit Jakutsko (neboli Sacha), což je největší z republik Ruské federace. V této oblasti se nachází až 180 000 sobů a přibližně 2 250 pastevců. Během Mezinárodního polárního roku (březen 2007 – březen 2009) byly společnosti pastevců sobů v celé Eurasii zapojeny do projektu EALÁT (projekt, který zkoumá pastevectví v souvislosti se změnou klimatu). Projekt byl zaměřen především na západní Finnmark v Norsku a na Jamalsko-něneckou autonomní oblast na Sibiři. Součástí však byly také workshopy v Jakutsku, Finsku, Švédsku, na Čukotce a Kanadě (Turi, 2008).

Klimatické analýzy ukazují, že oblast Finnmark a západ Čukotky se vyznačují chladnými a suchými zimami s permafrostem (Vikhamar-Schuler et al., 2010a). Zároveň zimy

ve vnitrozemí bývají chladnější než ty na pobřeží, které je oteplováno mořem (Vikhamar-Schuler et al., 2010b). Dále na východ jsou kontrasty mezi pobřežím a vnitrozemím menší, protože Severní ledový oceán je v zimě z větší části pokryt ledem. Rozdíly mezi západem a východem jsou sice malé, ale většinou platí, že všechny oblasti při pobřeží jsou chladnější než oblasti vnitrozemské (Vikhamar-Schuler et al., 2010a). Analýzy začínají v roce 1990 či dříve. Vykazují dlouhodobé pozitivní srážkové trendy, i když ne všechny jsou statisticky významné. Teplota se zvyšuje především na jaře, zatímco srážky se zvýšily ve všech ročních obdobích (Vikhamar-Schuler et al., 2010a).

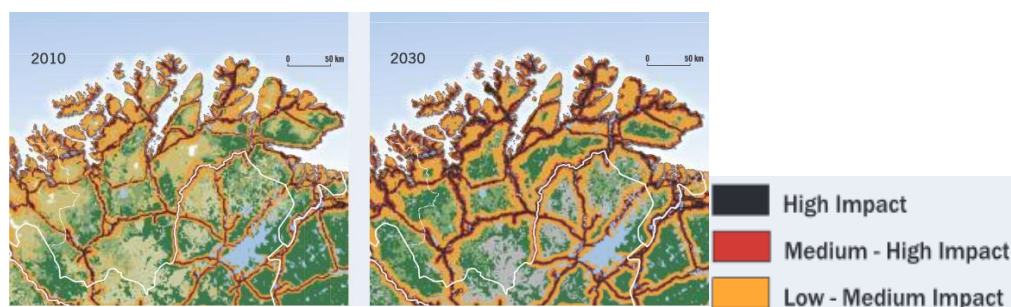
Pastevci v YNAO žijí kočovným způsobem života. Jejich život je založen na loajálnosti k sobům. Něnci pravidelně doprovázejí migrující stáda. Nejdelší migrační trasa může mít až 1 000 km, na rozdíl od migračních tras ve Finnmarku, které mají maximálně 350 km. Z oblastí zimních pastvin v okolí Nadymu do pobřežních oblastí v severní části poloostrova Jamal, kde se stáda pasou v létě. Zatímco chov sobů v Norsku je silně závislý na dopravních prostředcích (sněžné skútry, terénní vozidla), které umožňují udržovat pohyb lidí se zvířaty, chov sobů v oblastech Jamalu je odkázán pouze na domorodce a jedná se tedy o kočovný způsob života v pravém slova smyslu.

S měnícím se klimatem a průmyslovým rozvojem je právě neomezený pohyb stád po celém území, ale také tradiční způsob života domorodců, v ohrožení (Vistnes and Nellemann, 2001; Oskal et al., 2010; Degteva and Nellemann, 2013). V obou zmíněných oblastech, YNAO a Finnmarku, je významné naleziště ropy a zemního plynu a nadále se zde rozvíjí infrastruktura, která narušuje migrační trasy stád s negativním dopadem na soby i pastevce. Bohatství Ruska do roku 2030 tkví právě v rozvoji nových nalezišť zemního plynu především v oblasti YNAO, což má ale nevratné následky na pastviny tolik nutné k přežití stád (Magga et al., 2011).

Veškerý rozvoj průmyslu v této oblasti vede ke zničení přírody a přírodních podmínek pro soby, ke zhoršení přístupu lidí k rybolovu, znečištění ovzduší a ke zvýšení počtu lidí, kteří přijíždějí do regionu a mají minimální znalosti o pastevectví sobů (Forbes et al., 2009). Nejedná se však o jedinou oblast, kde je tradiční pastevectví ohroženo. Jako další lze zmínit rozvoj těžby ropy a zemního plynu ve Finnmarku v Norsku. Na rozdíl od Jamalu se zde zdroje ropy a zemního plynu nacházejí pouze na moři, s čímž ale souvisí i rozvoj infrastruktury v těsné blízkosti moře, tedy na pobřežích, kde se nachází pastviny (Vistnes and Nellemann, 2009). Budoucnost pastevectví ve Finnmarku je vysoce závislá na dostupnosti pobřežních pastvin. Extenzivní produkce ropy a zemního plynu při pobřeží, vodní elektrické přehrady, rozvoj větrných elektráren aj. vede ke ztrátě životně důležitých pastvin v severním Norsku.

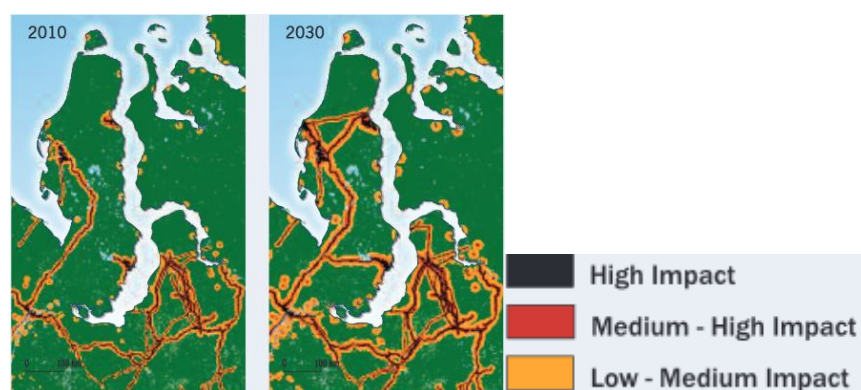
V roce 2050 může být narušeno až 78 % pobřežních pastvin v severním Norsku (Vistnes and Nellermann, 2009).

Obrázek 2



Obr. 2 zobrazuje oblast (resp. pastviny) Finnmarku v Norsku pomocí Globio 2 modelu. Obrázek vlevo ukazuje úroveň dopadu průmyslu v roce 2010, zatímco na pravém snímku vidíme odhad, jak bude oblast ovlivněna průmyslem v roce 2030. Černá barva značí těžký dopad průmyslu na pastviny, červená barva střední dopad a žlutá nízký dopad rozvoje průmyslu. Zeleně jsou vyznačeny pastviny, které nebyly rozvojem nijak narušeny (Magga et al., 2011).

Obrázek 3



Obr. 3 znázorňuje dopad rozvoje průmyslu v Jamalsko-něnecké oblasti v Rusku. Obrázek vlevo je z roku 2010 a obrázek vpravo zobrazuje odhad, jak se bude průmysl rozvíjet. Barvy znázorňují stejnou míru dopadu jako na předchozím obrázku (Magga et al., 2011).

3.3 Fyziologie trávení

Je všeobecně známo, že mnoho populací z vysoce variabilního podřádu Ruminantia je omezeno dostupností a stravitelností jimi preferované potravy, mírou evolučních změn jejich trávicího systému a tělesnou hmotností.

Různé typy trávicí soustavy umožnily flexibilní klasifikaci podle morfologicko-fyziologických vlastností, které přesahují fylogenetickou klasifikaci a rozdíly v tělesné hmotnosti (Hofmann and Stewart, 1972; Hofmann, 1998).

Situace je o to složitější, že většina druhů z čeledi Bovidae se nachází v tropických a subtropických oblastech a minimální velikost těla u přežvýkavců je 3–4 kilogramy, zatímco většina živočichů z čeledi Cervidae se vyskytuje v holarktické oblasti, kde je minimální velikost těla přežvýkavců okolo 20 kilogramů.

Co se týče sobů, jejich přizpůsobení se jim pomohlo přežít mnoho tisíciletí v prostředí s drsnými arktickými podmínkami.

Před devadesáti lety Lönnberg (1909) představil anatomické údaje a popisy švédských sobů (*Rangifer spp.*) a o půl století později Sablina (1961) prezentoval údaje o sobech z Ruska. V roce 1970 finští, norští a kanadští pracovníci rozšířili znalosti o těchto přežvýkavcích.

3.3.1 Býložravci

Býložravci (Herbivora) jsou savci, kteří se specializují striktně na příjem rostlinné potravy, která bývá méně hodnotná a hůře stravitelná než potrava živočišného původu, a proto bývá konzumována ve větších dávkách. Tělesná stavba býložravců je na příjem rostlinné potravy uzpůsobena vyvinutím předžaludků či mohutného tlustého střeva. Zároveň mají v trávicí soustavě symbiotické bakterie a prvoky, kteří pomáhají při trávení těžce stravitelné potravy. Nejvíce druhů býložravců patří do řádu kopytníků, hlodavců a zajíců (Aulagnier et al., 2009).

Všechny druhy býložravých kopytníků musí řešit problém, jak strávit rostliny (resp. celulózu, která je v rostlinách hojně zastoupena). Celulóza je polysacharid, který vzniká vytvářením řetězců z molekul glukózy. Se štěpením celulózy si dokáže poradit jen málo skupin organismů z řad kvasinek, prvoků, bakterií a některé houby. Takové organismy mají v těle obsaženy zvláštní enzymy, celulózy, které katalyzují rozklad celulózy na její

podjednotky. Výjimky však neexistují pouze u organismů, nýbrž i mezi živočichy. Pomocí celuláz dokážou štěpit celulózu například i někteří plži, koryši a hmyz. Obecně se však dá říci, že býložravci se častěji vydají cestou symbiotického vztahu s mikroorganismy, které jsou součástí jejich trávicí soustavy a napomáhají tak trávení celulózy (Čepička a kol., 2007–2008).

Složení vegetace, určené množstvím a kvalitou dostupné potravy pro býložravce, se liší dle lokality. V přírodě se v omezeném množství vyskytují lehce stravitelné složky a složky bohaté na energii jako jsou semena, plody a hlízy. Dále jsou v přírodě zastoupeny hůře dostupné zelené kvalitní části rostlin s malým podílem vlákniny (listy a mladé, ještě nezdřevnatělé letorosty stromů, dvouděložné byliny) a v neposlední řadě velké množství hůře stravitelných trav (obsahují velké množství balastní vlákniny) a složek prakticky nevyužitelných (signifikované části dřevin a bylin). Atraktivita potravní nabídky je dána její výživovou hodnotou, dostupností a také množstvím a nutností vynaložit energii na její příjem a zpracování. U volně žijící zvěře má při výběru potravy význam i riziko predace či vyrušení (Anon.).

Na základě studií týkajících se anatomie a fyziologie trávicího traktu stanovil Hofmann (1989) tři základní typy přežvýkavých kopytníků. Jedná se o okusovače (tzv. „browser“), spásače a potravní oportunisty.

Okusovači jsou přizpůsobeni ke konzumaci kvalitnější potravy a na méně kvalitních zdrojích nedokážou dlouhodobě přežít. Jejich potrava se skládá ze složek s vyšším obsahem stravitelných živin a menším obsahem vlákniny. Celulózu tráví jen omezeně a energii získávají především z jednoduchých sacharidů. Z hlediska potravinových nároků je pro ně důležitý a zároveň rozhodující vysoký obsah jednoduchých sacharidů a nízký obsah celulózy v potravě (Anon.).

Spásači, naopak od okusovačů, si s celulózou obsaženou v travách dokážou poradit a je pro ně významným zdrojem energie. Při pastvě bývají podstatně méně nároční a tráva bývá v potravě dominantní složkou (Heroldová, 2000).

Potravní oportunisté jsou zařazeni mezi oba výše zmíněné typy kopytníků. Jedná se o druhy potravně přizpůsobivé a schopné bez problému přijímat potravní složky lehce i těžce stravitelné. Podle kvality dostupné potravy se mohou žít jako okusovači i jako spásači (Heroldová, 2000).

Soby z tohoto hlediska řadíme k okusovačům. Jejich strava se skládá převážně z listů keřů a stromů (Lintzenich and Ullrey, 1997).

3.3.2 Popis trávicího traktu sobů

Sobi, patřící do čeledi jelenovití, se vyznačují poměrně rychlým příjmem velkého množství rostlinné potravy, což je způsobeno tím, že přijímají potravu většinou na otevřených plochách, kde se cítí být ohroženi predátory. Potrava se hromadí v předžaludcích a teprve v úkrytu a v klidu je dále zpracovávána. Při příjmu potravy jsou nejdůležitější přední zuby.

Co se týče chrupu jelenovitých (Lochman, 1985), zuby jsou uloženy v kosti horní a dolní čelisti (Dieterich and Morton, 1990). Řadu předních zubů ve spodní čelisti tvoří tři páry řezáků a jeden pár špičáků. Přední zuby slouží k příjmu potravy (zvěř přitiskne přijatou potravu na tvrdé horní patro, které je bez zubů). Potrava je v tlamě pomačkána stoličkami, jejichž hlavní funkcí je rozmělnění potravy při přežvykávání. Stoliček je v dolní i horní čelisti po šesti párech v trvalém chrupu, po třech párech v chrupu mléčném. Na rozdíl od řezáků a špičáků jsou dvoukořenové. Vlivem stálého tření zubů spodní a horní čelisti se zuby opotřebovávají. Aby zuby zůstaly v potřebném kontaktu, povylézají z čelistí a tím nahrazují úbytek výšky. Současně se řada zubů poněkud stahuje, takže její délka od první po šestou stoličku se s přibývajícím věkem zkracuje. K opotřebení zubů patří také obroušení skloviny, kde poté vystupuje na povrch dentin, který se působením rostlinných šťáv zbarvuje dohněda. V chrupu zvěře najdeme ještě horní špičáky, které s přibývajícím věkem mění svůj tvar ze zaobleného na tvar zploštělý bez ostrých hran (Lochman, 1985).

Tak jako u všech přežvýkavců se žaludek sobů skládá ze čtyř částí a každá z nich má speciální funkci při trávení potravy (Dieterich and Morton, 1990). Potrava postupuje z dutiny ústní jícnem do batoru, což je největší a nejprostornější část z předžaludků (Lochman, 1985) a nachází se v břišní dutině na levé straně těla. Je charakteristický pro zvířata, která se pasou a jejichž strava se skládá z rostlin a trav. Hlavní složkou těchto komponent je celulóza, která je pro ně díky vícekomorovému žaludku stravitelná, na rozdíl od zvířat s žaludkem jednodukorovým (Dieterich and Morton, 1990). Odtud je potrava po jednotlivých soustech vyvržena zpět do ústní dutiny, kde se mísí se slinami a je důkladně rozmělněna čelistmi. Proces přežvykávání trvá tak dlouho, dokud se veškerá přijatá potrava důkladně nezpracuje. V batoru a čepci pak dochází k důkladnému promíchání potravy. Je zde stále velké množství tekutin.

V předžaludcích dochází též vlivem trávicích bakterií, které se zde rozmnožují, k částečnému narušení stěn celulózových buněk potravy. Tento proces je základem pro tvorbu jednoduchých bílkovin, které jsou, již ve slezu, přijímány organismem. V obsahu batoru se vyskytuje kromě bakterií i velké množství nálevníků, kteří se živí látkami, které vznikají

při fermentačních procesech. Z rostlinných bílkovin tak vznikají vysoce hodnotné živočišné bílkoviny, které procházejí přes knihu do slezu a dále do střev a obohacují tak celý proces výživy.

Promíchaná a rozmělněná potrava odchází z čepce, který vrací hrubší části potravy znovu do bachoru k dalšímu zpracování a dostatečně rozmělněné části pak posunuje do dalšího předžaludku, do knihy a následně do slezu. Slez produkuje trávicí šťávy a dochází v něm k částečnému trávení potravy. Dále se potrava přesouvá do tenkého střeva, kde je proces trávení a vstřebávání nejintenzivnější a dokončuje se v tlustém střevě. Proces trávení a využití přijaté potravy je ukončen zahuštěním nestrávených zbytků potravy v koncové části tlustého střeva vznikem válečkovitých bobků a jejich vypuzením konečným a řitním otvorem ven z těla.

Slinivka břišní, která se také podílí na procesu trávení, je žláza s vnitřní sekrecí částečně umístěna v okruží dvanácterníku. Výměšky této žlázy jsou bohaté na fermenty, především na trypsin a lipázu. Tyto fermenty pomáhají při trávicím procesu uhlohydrátů, tuků a bílkovin.

Na trávení se podílí také játra, která jsou největší žlázou v těle, ale také největším orgánem v těle jelenovitých vůbec. Jsou zasazena mezi bránici a bachor na pravou stranu těla. Nepřetržitě produkují žluč, která přechází přímo do tenkého střeva, protože u jelení zvěře není vyvinut žlučník. Žluč je důležitou součástí trávení, především při emulgování tuků. Játra zpracovávají konečné produkty výměny bílkovin do formy močoviny, která je poté z těla vylučována jako součást moči. Játra mimo jiné neutralizují všechny jedy, které přijdou do těla s potravou nebo které vznikají při metabolických procesech. Do jater se dostává také krev ze střev, než pokračuje přes srdce dále do těla. (Lochman, 1985; Dieterich and Morton, 1990).

3.3.3 Sezónní změny ve fyziologii sobů

Změny hladiny melatoninu a ostatních hormonů

Eloranta et al. (1992) studovali změny denních výkyvů koncentrací melatoninu u sobů. Během zimního období je doba uvolňování melatoninu dlouhá a její amplituda vysoká, zatímco v průběhu léta je uvolňování melatoninu zanedbatelné. Je důležité zmínit, že melatonin je vylučován jen v noci. Doba trvání impulzu umožňuje sobům rozlišovat roční období na období s krátkou dobou přirozeného světla a s dlouhou dobou přirozeného světla. Avšak v určitých částech roku, na jaře a na podzim, je fotoperioda stejně dlouhá a stejně jako amplituda a délka impulsu se v době denních rovnodenností neliší. Aby bylo možné

rozlišit, zda je jaro nebo podzim, tedy jestli se doba trvání impulzu zvyšuje či snižuje, sobi si musí pamatovat předchozí dobu trvání impulzů melatoninu. Pro lepší představu si uvedeme srovnání vylučování melatoninu u pižmoňů a poté u sobů. Obr. 4 ukazuje sekreci melatoninu ve čtyřech ročních obdobích u pižmoňů chovaných venku v Saskatchewanu. Jak můžeme vidět, melatonin byl vylučován přes noc ve všech ročních obdobích. (Tedesco et al., 1992). Na rozdíl od pižmoňů, Eloranta et al. (1992) studovali sekreci melatoninu u sobů v Arktidě a výsledná data jsou zobrazena na Obr. 5. Je důležité si povšimnout, že v případě neustálého světla v létě je melatonin vylučován minimálně, zatímco během dlouhých období tmy v zimě je sekrece melatoninu zvýšená. Malpoux et al. (2001) ve svém přehledu uvedl tři hlavní body, které jsou předpokladem pro efektivní roli melatoninu v regulaci cirkadiálního a co je důležitější cirkanuálního cyklu. Těmito body jsou: absence nebo přítomnost melatoninu, což umožňuje odlišit den od noci; doba trvání impulzu, která je potřebná k rozlišení dlouhých a krátkých dnů; směr změny, který pomůže při rozlišení sezóny. Existují důkazy, které podporují názor, že právě směr změny je nejvíce zajímavým faktorem pro synchronizaci fyziologických funkcí (Pösö, 2005).

Melatonin je důležitý při synchronizaci říje tak, aby porody probíhaly na jaře a umožňovaly tedy lepší podmínky pro přežití mláďat. Dále se podílí na regulaci tělesné hmotnosti, změnách v množství dobrovolně přijatého krmiva, regulaci metabolismu, při tepelném třesu a na růstu srsti (Williams et al., 1996; Vaněček, 1998). Nesmíme opomenout ani leptin, který je systetizován v tukové tkáni a ovlivňuje stejné procesy jako melatonin (Friedman, 2002).

Hormony štítné žlázy mají ústřední úlohu při regulaci bazálního metabolismu a jejich uvolňování se zvyšuje při nízkých teplotách prostředí. U sobů se objevily sporné výsledky o sezónních změnách koncentrace tyroxinu (T4) a trijodtyroninu (T3). Proto se dospělo k závěru, že změny koncentrací hormonů štítné žlázy nenaznačují změny bazálního metabolismu, ale spíše kolísají podle krmení (Ryg and Jacobsen, 1982).

Změny v energetické bilanci

Během zimy je energetická bilance u sobů negativní. Nutnost přijímat potravu je snížena v důsledku změn v koncentracích melatoninu a leptinu (Rhind et al., 1998), ale ke sníženému příjmu potravy přispívá také špatná dostupnost a kvalita. Energetická rovnováha je ovlivněna také nízkými teplotami, které zvyšují spotřebu energie na výrobu

tepla. Pokud chtějí sobi zimu přežít, musí si během letního období vytvořit dostatečné tukové zásoby (mají k dispozici dostatek kvalitní potravy), (Larsen et al., 1985b).

Jednou z hlavních změn je výrazný pokles příjmu krmiva v zimě. Zdálo by se, že tento pokles je způsoben nedostatkem potravy, ale existují studie, které ukazují, že i v případě, kdy je sobům poskytována kvalitní potrava i v zimě, se rozhodnou příjem krmiva omezit. Jejich počínání je tedy zcela dobrovolné a předpokládá se, že vše je dáno jejich fyziologií a metabolismem (McEvan and Whitehead, 1970; Mesteig et al., 2000). Přestože je známo, že hormony, jako je melatonin a leptin, ovlivňují nutnost příjmu potravy, vztah mezi příjmem krmiva a hormonální koncentrací je nízký (Rhind et al., 2000).

Vzhledem ke všem získaným poznatkům, nelze dostupnost potravy předpovědět na počátku zimy, a proto je důležité, aby byla strategie přežití založena na ekonomickém a kontrolovaném využívání energetických zásob. Asi 85 % energie je uloženo v těle v podobě tukových zásob pod kůží, kolem vnitřních orgánů jako je srdce a ledviny a také v kostní dřeni. Další důležitou část energie v těle tvoří proteiny, které jsou zastoupeny z 15 %. Sacharidy a hlavně glykogen, který se vyskytuje především v játrech a svalech, je důležitý při akutní stresové situaci, ale v otázce přežití nehraje žádnou významnou roli (Pösö, 2005).

Změny v metabolismu lipidů

Využívání tuků během zimy bylo součástí již několika studií. Obvykle je maximum tuků uloženo v říjnu, přes zimu postupně klesá a od dubna do června se pohybuje na úplném dně (Larsen and Blix, 1985). Množství uložených lipidů nebo snížení hladiny tukových zásob je určeno rovnováhou mezi lipolýzou a lipogenezí. Studie zaměřené na soby ukázaly, že ke změnám dojde u obou z nich (Larsen et al., 1985b). Během zimy je také mimo jiné velmi nízká hladina inzulínu (Larsen et al., 1985a; Soppela et al., 2003).

U sobů je lipolýza zvýšena řízeným způsobem. Tento stav je indikován neesterifikovanými mastnými kyselinami přes hlavní část zimy (Larsen et al., 1985a; Bubenik et al., 1998) se zvýšením ketolátek, které by mohly nasvědčovat masivnímu zvýšení lipolýzy vyskytující se pouze brzy na jaře (Soppela et al., 2000). Zvýšení koncentrace ketonových látek je patrné také u sobů, kteří jsou krmeni vysoce kvalitním krmivem *ad libitum* po celou zimu (Pösö et al., 1994; Soppela et al., 2000).

Regulace lipolýzy a lipogeneze je upravena tak, aby nebyly aktivní současně. Tedy v zimě je míra lipogeneze nízká převládá lipolýza, zatímco v létě, kdy je kvalitní krmivo dostupné, lipogeneze převládá a lipolýza ustupuje (Larsen et al., 1985b).

V letním období, kdy je příjem krmiva a produkce těkavých mastných kyselin v bachoru vysoká a není třeba mobilizovat lipidy, mohou lipidy řídit lipolýzu. Jestliže se rychlost lipolýzy během zimy zvyšuje nad potřebu energie, zásoby volných mastných kyselin zvýší produkci ketolátek, které lipolýzu zpomalí. Kromě toho, snížená aktivita 3-hydroxyacyl-CoA-hydrogenázy ve svalech v zimním období naznačuje, že schopnost využití mastných kyselin může být snížena (Kießling et al., 1986; Pösö et al., 1996).

Změny v metabolismu bílkovin

Ve srovnání se studii o metabolismu tuků je jen velmi málo studií, které by se zabývaly ročními změnami metabolismu bílkovin. Degradace proteinů se objeví ve větší míře pouze při extrémním hladovění (Pösö, 2005).

Zvláštností metabolismu bílkovin u sobů je, že lišejníky, které jsou v zimě hlavní složkou potravy, mají nízký obsah dusíku (Nieminen, 1980). To spolu se sníženým příjmem krmiva způsobuje silný nedostatek dusíku v zimě (McEvan and Whitehead, 1970; Gerhart et al., 1996). Sobi jsou velmi dobře přizpůsobeni velkým změnám hladiny dusíku. Mohou ve větším množství opět použít a vlastně tak „zrecyklovat“ močovinu na rozdíl od domácích přežvýkavců (Wales et al., 1972). Proto je pokles koncentrace močoviny pozorován především v zimě (Soveri et al., 1992; Pösö et al., 1994). Zvýšená koncentrace močoviny v těle v zimním období může znamenat extrémní hladovění, které výrazně zvýšilo využívání bílkovin jako zdroje energie (Valtonen, 1979). Nejvíce bílkovin obsahuje tělo v říjnu, nejnižší hladina byla pozorována na jaře (Gerhart et al., 1996) a ztráta bílkovin přes zimu může být až 29 %. To ukazuje, že sobi žijí v extrémně náročných podmínkách (Kießling et al., 1986).

3.4 Potravní preference soba ve volné přírodě

Během celého roku dochází u sobů k extrémním nutričním změnám v potravě (Nieminen and Heiskari, 1989).

Fenologie rostlin závisí na počátku a délce období, kdy v prostředí, kde rostliny vyrůstají, neleží sněhová pokrývka (Kudo, 1991). Rychle rostoucí rostliny v rané fenofázi mají obvykle vysokou stravitelnost a vysoký obsah dusíku na jednotku suché hmotnosti (Jefferies et al., 1994). Během vegetačního období se zvyšuje celková hmotnost rostlin, kdežto stravitelnost (Staaland, 1986) a obsah dusíku v nich klesá (Chapin et al., 1975; Staaland, 1986). Býložravci si tedy musejí vybrat mezi vyšší krmiva, které přijmou (tj. množstvím) a nutriční hodnotou krmiva a jeho stravitelností (tj. kvalitou). Fenologie rostlin může mít významný dopad na tělesnou hmotnost jelenovitých. S tím souvisí také migrace populací v mírném pásu, kdy se jelenovití snaží prodloužit období, kdy mohou přijímat potravu s vysokým obsahem bílkovin (Albon and Langvatn, 1992). Na druhé straně, špicberští sobi (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) jsou považováni za nemigrující zvířata (Staaland and Roed, 1986).

U sobů byl popsán sezónní cyklus tělesné hmotnosti, který se vyznačuje tím, že tělesná hmotnost se zvyšuje v průběhu léta a podzimu a naopak přes zimu dochází k poklesu tělesné hmotnosti asi o 20 %. U samic navíc způsobuje asi 10% ztrátu tělesné hmotnosti porod v období pozdního jara a poté kojení (Nieminen, 1980). Průběh cyklu je spojen s prostředím, ve kterém sobi žijí. Především v zimním období dochází k mobilizaci zásob tuku a bílkovin (Reimers et al., 1982, Nieminen and Timisjärvi 1983, Larsen et al., 1985a). Zejména nepříznivé povětrnostní podmínky mohou způsobit, že sobi snadno vyhladoví, a to proto, že led či zmrzlá ledová krusta na sněhu zabraňuje přístupu k potravě.

Potřeba energie se u sobů zvyšuje s velikostí těla, ale mění se zejména s podmínkami, ve kterých zvířata žijí. Během zimy se u sobů rychlost metabolismu zpomaluje, zatímco v létě je tomu naopak (McEvan and Whitehead, 1970). Podle odhadů, které prezentoval Boertje (1985), dospělá samice soba (*Rangifer tarandus granti*) vyžaduje každý den příjem 29-38 MJ metabolizované energie v létě, zatímco v zimě pouze 21 MJ. Denní množství metabolizované energie nutné pro růst plodu (v zimě) a produkci mléka (v létě) je 2,4 respektive 6,4 MJ. Energie potřebná pro růst plodu se zvyšuje především v posledním trimestru březosti, a to přibližně o 15 % (McEvan and Whitehead, 1972). Odhadovaná denní spotřeba dusíku

pro dosažení rovnováhy u samic je 0,462 g stravitelného dusíku na 1 kg metabolické hmotnosti (Nilssen et al., 1984). Pro soba vážícího 70 kg představuje toto množství asi 70 g stravitelných bílkoviny denně. I přes snížení metabolické potřeby v zimě je zřejmé, že omezené množství krmiva a nižší nutriční hodnota krmiva způsobují, že sobi se musí vyrovnat s negativní energií, nerovnováhou bílkovin a nedostatkem minerálních látek (Reimers, 1984; Hoff et al., 1993). V důsledku toho musí být živiny přijímány a ukládány v létě a na podzim.

Tuky v potravě přežvýkavců tvoří především triglyceroly, které se skládají z glycerolu a tří mastných kyselin spojených pomocí esterové vazby a glykolipidů, u kterých je jedna ze tří mastných kyselin nahrazena cukrem (Bauman et al., 2003). Přirozená potrava sobů obsahuje malé množství tuků (Nieminen and Heiskari, 1989), a to i přesto, že jsou důležité pro zvýšení energetického obsahu komerčních látek. Je také známo, že velké množství tuků dokáže stlačit funkci bachoru. (McDonald et al., 1995). Jejich podíl přesto nepřesáhne 6–7 % sušiny (Nieminen and Risto, 1990).

3.4.1 Potrava v létě a na podzim

Sezónní migrace sobů je zčásti způsobena změnou potravy. V létě zvířata migrují do oblastí, kde rostou svěží, mladé a zelené výhonky rostlin, které jsou žádoucí, jelikož poskytují energii a jsou výživné. V letním období se potrava sobů skládá převážně ze zeleně, jako jsou keře, rákos, tráva či byliny (Dieterich and Morton, 1990).

Během léta a podzimu se strava skládá z různých vysoce výživných rostlin a hub a je charakteristická vysokým celkovým příjmem bílkovin, minerálů a energie (Nieminen and Heiskari, 1989).

3.4.2 Potrava v zimě a na jaře

Zima a brzké jaro jsou nejnáročnějšími obdobími pro přežití sobů kvůli špatné dostupnosti a kvalitě potravy. Když koncem léta dochází k úbytku rostlin, sobi požírají velké množství lišejníků (*Cladonia spp.*), které tvoří značnou část jídelníčku v zimním období (Dieterich and Morton, 1990) a jsou velmi bohaté na stravitelné sacharidy. Nevýhodou však je, že obsahují malé množství bílkovin, nepříliš mnoho minerálních látek (Nieminen and Heiskari, 1989) a mají nízký obsah soli (Dieterich and Morton, 1990). Dalšími zdroji potravy v zimě jsou listy metličky křivolaké (*Deschampsia flexuosa*) a různých keřů, které

obsahují více hrubého proteinu (až do 10% sušiny) než lišejníky. Zimní strava divokých špicberských sobů (*Rangifer tarandus platyrhynchus*), která je odolná proti extrémním klimatickým podmínkám, se skládá převážně z mechů a rostlin s ještě nižší stravitelností a nutriční hodnotou než najdeme v potravě sobů žijících na pevnině (*Rangifer tarandus tarandus*), (Staaland et al., 1983).

Vzhledem k nízkému obsahu bílkovin u lišejníků a píceňin v zimním období se u sobů projevuje negativní bilance dusíku (Ryg and Jacobsen, 1982). Jelenovití (nejen sobi) jsou přes zimu odkázáni na tukové zásoby, které jim pomáhají přežít (Reimers, 1984). Pokud ale nemají dostatek zásob, tělo stále více využívá proteiny jako zdroj energie (Torbit et al., 1985).

K životu každého zvířete patří bezpochyby voda. Sobi mohou být delší dobu bez potravy (díky tukovým zásobám) než bez vody. Obecně platí, že zvířata by se neměla pohybovat bez vody déle než 12 hodin (Dieterich and Morton, 1990).

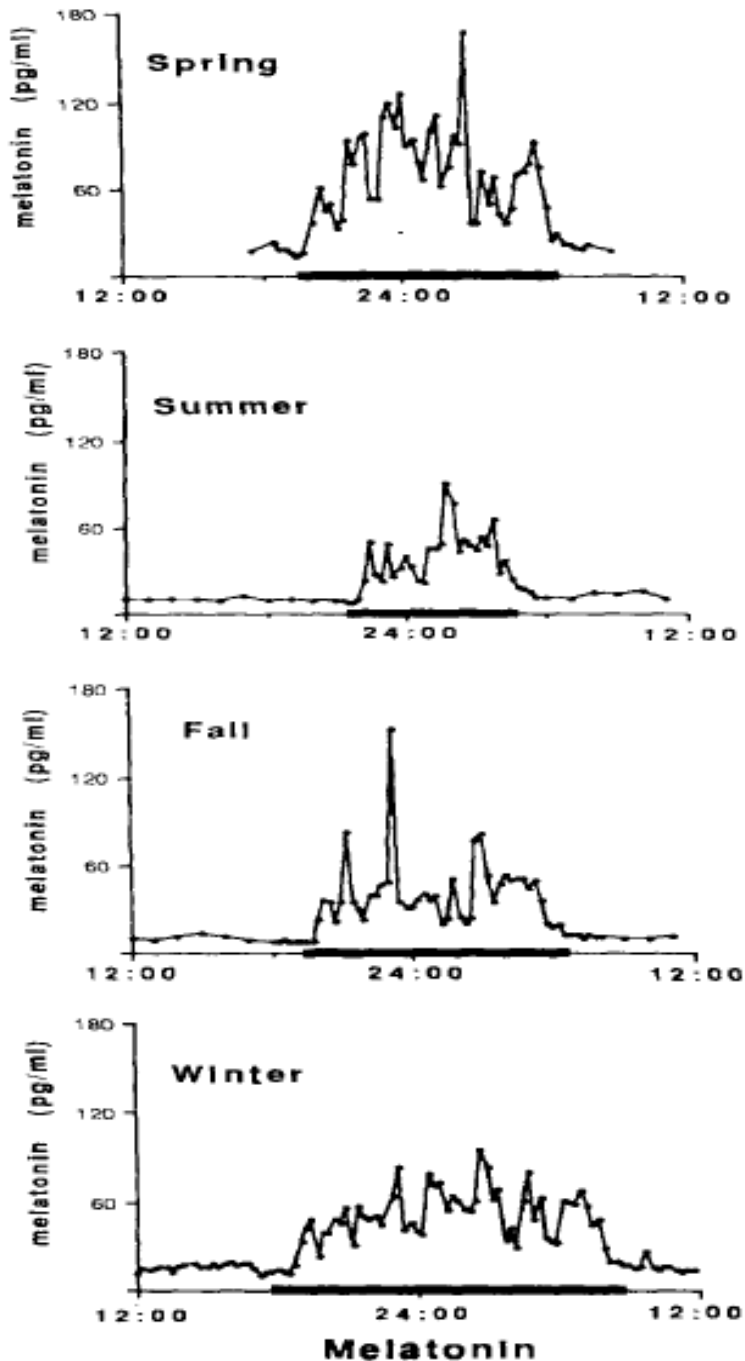
Kromě přímých účinků výživy na tělesnou hmotnost ji ovlivňují i vnitřní faktory, které se tak zapojují do sezónního cyklu sobů. Přestože jsou sobům v zimě poskytovány kvalitní dávky krmiva bez omezení, snižují příjem krmiva paralelně s poklesem tělesné hmotnosti. Toto chování je řízeno fotoperiodou (Ryg and Jacobsen, 1982, Suttie and Webster, 1995).

Hlavní část jarní stravy sobů tvoří pozemní lišejníky a zakrslé keře. Podíl trav se po zimě zvyšuje a mech a stromové lišejníky během jara stravu doplňují. I přes tající sníž však hlavní část potravy tvoří právě lišejníky a zakrslé keře. Z toho vyplývá, že v závislosti na dostupnosti sobi během jara využívají širokou škálu píceňin (Danell et al., 1994; Heggberget et al., 2002). Sobi ke svému životu potřebují smíšenou stravu, jelikož některé z nejhojnějších a velmi významných druhů píceňin obsahují jen málo potřebných živin (Staaland and Saebo, 1993). Především lišejníky, které tvoří velkou část zimní stravy, jsou lehce stravitelné (Person et al., 1980) a jsou dobrým zdrojem energie (Nieminen and Heiskari, 1989), ale mají malý obsah bílkovin a minerálů (Scotter and Miltimore, 1973). Stromové lišejníky jsou důležité především ke konci zimy, kdy sobům poskytují další zdroj energie (Kumpula, 2001; Kumpula et al., 2004) a jak ukazuje tabulka 1, mají vyšší obsah dusíku ve srovnání s pozemními lišejníky (Ophof et al., 2013). Sobi mohou bez problému přečkat pravidelný zimní nedostatek bílkovin a minerálních látek pouze v případě, že je tento nedostatek dostatečně kompenzován během jara a léta. Preferované jsou především mladé cévnaté rostliny, které mají vysoký obsah bílkovin, tuků a minerálů (Danell et al., 1994).

Tato zjištění doplňují sezónní proměnlivost kvality potravy, množství a dostupnost, kterým jsou sobi ve volné přírodě přizpůsobeni. Začlenění této variability do krmných dávek

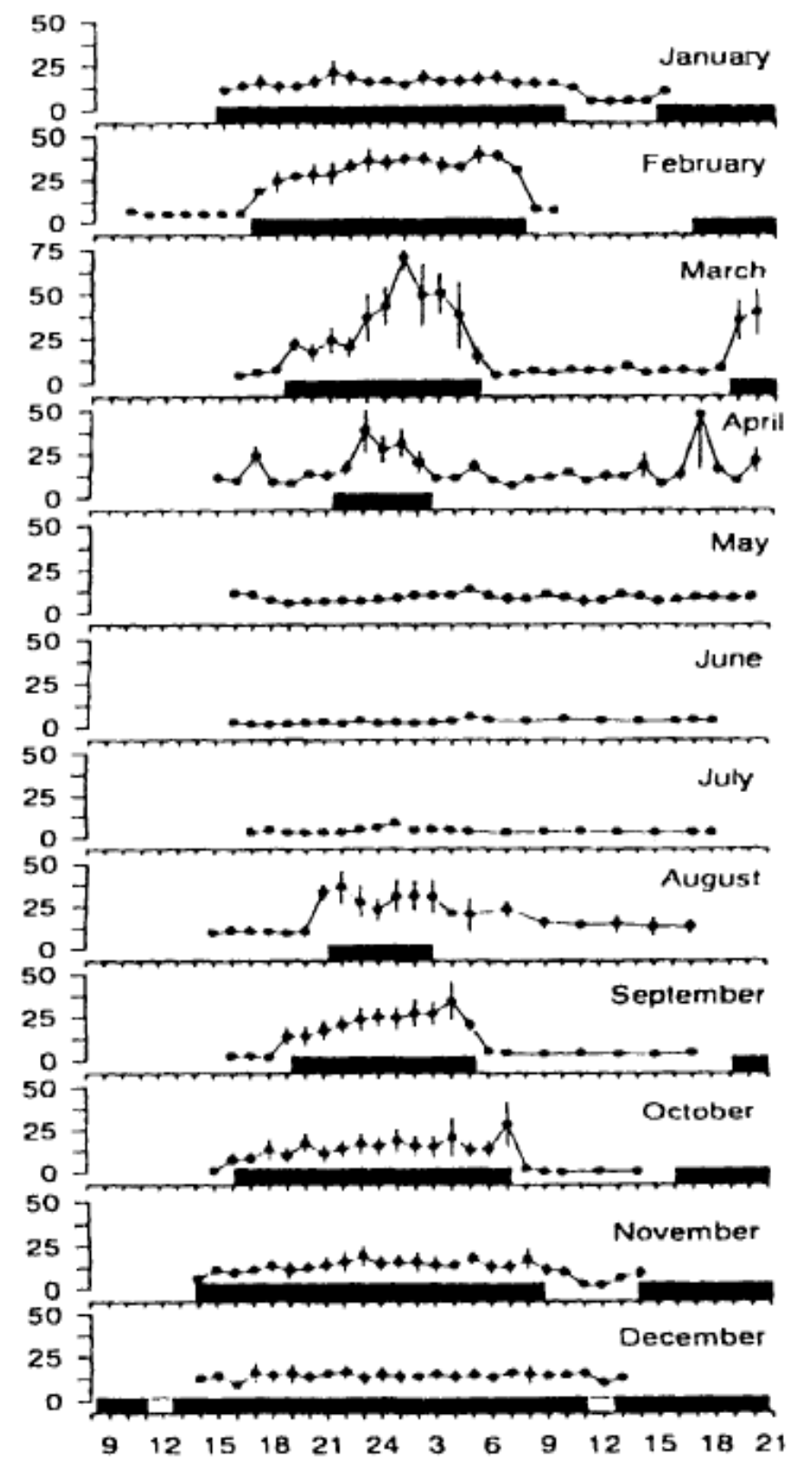
je náročné zejména pro soby žijící celoročně v lidské péči. Chov sobů vytváří zcela odlišné nutriční a environmentální podmínky a je tedy důležité porozumět všem částem spojeným s výživou a chovem, aby bylo možné zajistit zdraví a optimální tělesnou kondici sobů chovaných v lidské péči (Ophof et al., 2013).

Obrázek 4



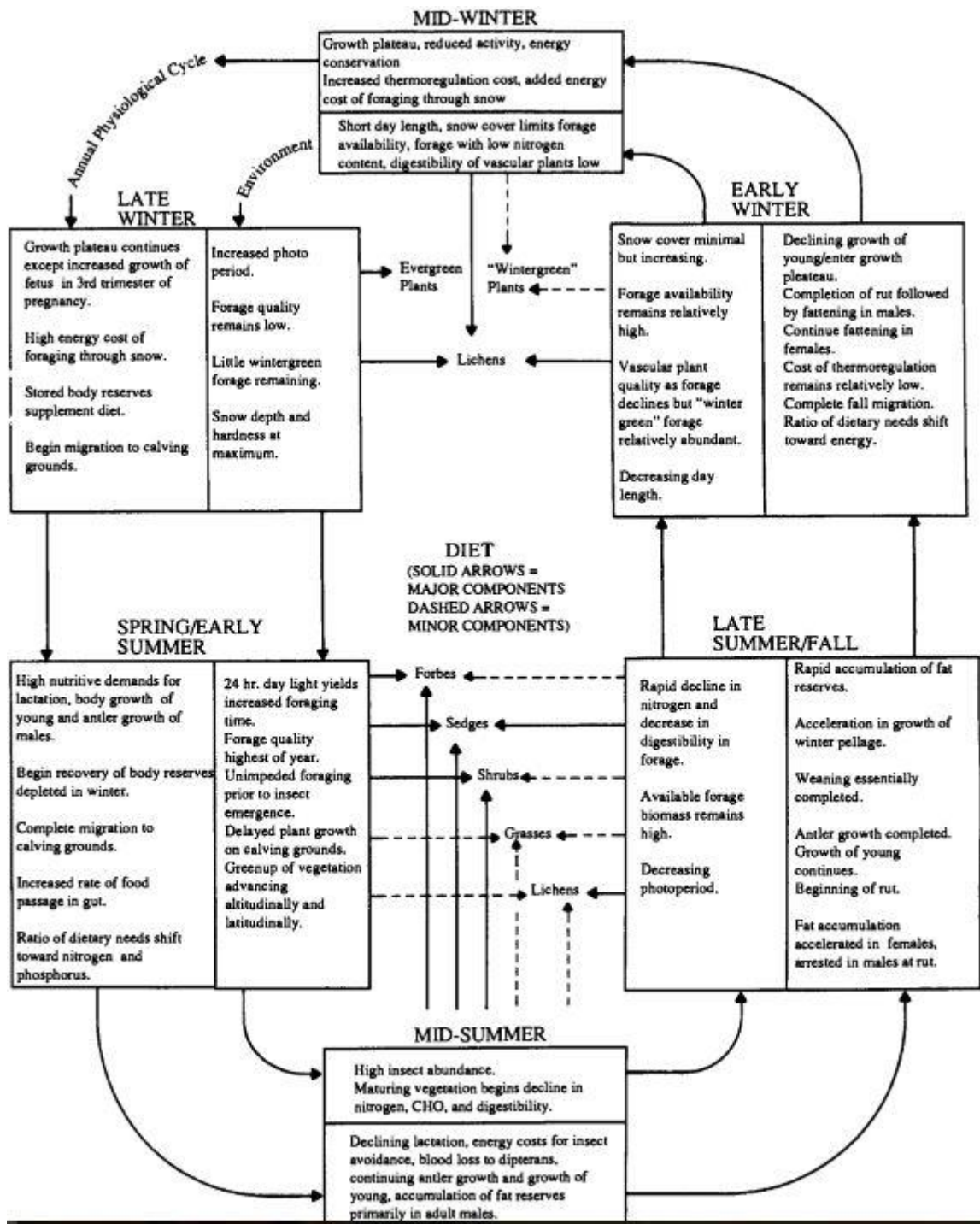
Obr. 4 Sekrece melatoninu v průběhu čtyř ročních období u pižmoňů (Tedesco et al., 1992)

Obrázek 5



Obr. 5 Vylučování melatoninu v průběhu roku u sobů (*Rangifer tarandus*), (Stokkan et al., 1994).

Obrázek 6



Obr. 6 Hypotetický model vztahu mezi potravou sobů, jejich ročními fyziologickými cykly a sezónními změnami prostředí, ve kterém žijí (Klein, 1990).

Tabulka 1

Plant group	Species	Plant part	DM	Water Ash	N	CP	CF	EE	ADF	NDF	Ca	Mg	P		
Terrestrial lichen	<i>Cladonia rangiferina</i>	Upper thalli	43.68	56.32	5.71 ± 1.57	0.32 ± 0.004	1.99 ± 0.03	47.42 ± 0.06	2.08 ± 0.08	26.64 ± 5.28	80.45 ± 0.93	0.10 ± 0.01	1.14 ± 0.11	1.55 ± 0.08	
		Lower thalli	35.29	64.71	6.95 ± 0.30	0.30 ± 0.01	1.88 ± 0.04	48.25 ± 0.15	1.91 ± 0.18	23.85 ± 4.90	82.46 ± 0.09	0.08 ± 0.02	0.39 ± 1.00	1.16 ± 0.38	
	<i>Cladonia mitis</i>	Upper thalli	41.76	58.24	8.69 ± 0.57	0.28 ± 0.002	1.73 ± 0.01	47.59 ± 0.24	0.94 ± 0.07	18.97 ± 5.92	77.70 ± 0.01	0.12 ± 0.0004	0.71 ± 0.06	1.70 ± 0.18	
		Lower thalli	31.00	69.00	5.83 ± 0.11	0.26 ± 0.01	1.62 ± 0.04	47.10 ± 0.02	0.89 ± 0.05	19.66 ± 4.76	80.16 ± 0.71	0.08 ± 0.01	0.37 ± 0.07	1.42 ± 0.15	
	<i>Cladonia stellaris</i>	Upper thalli	31.57	68.43	5.83 ± 2.84	0.34 ± 0.01	2.12 ± 0.04	47.56 ± 0.38	1.78 ± 1.12	18.34 ± 0.67	75.40 ± 0.84	0.13 ± 0.0003	1.23 ± 0.02	1.11 ± 0.06	
		Lower thalli	29.01	70.99	2.99 ± 1.79	0.29 ± 0.01	1.83 ± 0.06	47.74 ± 0.04	0.40 ± 0.07	16.11 ± 0.85	75.92 ± 0.41	0.06 ± 0.0001	0.40 ± 0.02	1.22 ± 0.28	
	<i>Cladonia</i> spp.	Upper thalli	54.08	45.92	4.81 ± 0.57	0.40 ± 0.001	2.51 ± 0.01	47.93 ± 0.12	1.52 ± 0.04	12.02 ± 0.74	76.59 ± 2.10	0.10 ± 0.01	0.76 ± 0.04	1.13 ± 0.07	
		Lower thalli	48.86	51.14	5.58 ± 0.30	0.39 ± 0.002	2.46 ± 0.02	47.47 ± 0.09	1.28 ± 0.18	23.81 ± 0.82	76.18 ± 0.12	0.12 ± 0.01	0.40 ± 0.05	1.37 ± 0.40	
	Arboreal lichen	<i>Cladonia uncialis</i>	Upper thalli	40.58	59.42	5.84 ± 2.11	0.29 ± 0.003	1.81 ± 0.02	48.40 ± 0.18	2.18 ± 0.28	10.06 ± 0.25	81.57 ± 0.79	0.08 ± 0.002	0.79 ± 0.06	1.45 ± 0.33
			Lower thalli	35.01	64.99	4.11 ± 0.16	0.29 ± 0.01	1.77 ± 0.04	48.53 ± 0.03	1.29 ± 0.04	9.33 ± 0.62	82.31 ± 0.57	0.05 ± 0.001	0.18 ± 0.02	1.48 ± 0.38
Dwarf shrubs	<i>Bryoria fucescens</i>	Whole thalli	82.94	17.06	1.02 ± 0.03	0.76 ± 0.01	4.74 ± 0.05	47.91 ± 0.07	2.58 ± 0.17	8.63 ± 0.67	55.86 ± 2.59	0.07 ± 0.004	0.85 ± 0.09	0.45 ± 0.10	
		Upper part	51.66	48.34	7.63 ± 3.26	0.74 ± 0.01	4.62 ± 0.04	47.92 ± 0.06	7.21 ± 0.04	44.81 ± 0.76	51.88 ± 3.02	0.40 ± 0.02	2.61 ± 0.22	1.04 ± 0.02	
Graminoids	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Upper part	45.24	54.76	15.62 ± 1.02	0.66 ± 0.14	4.12 ± 0.88	45.96 ± 0.72	2.37 ± 0.09	41.44 ± 1.11	43.56 ± 1.08	0.89 ± 0.02	1.77 ± 0.04	1.47 ± 0.13	
		Upper part	44.61	55.39	12.90 ± 0.08	0.74 ± 0.001	4.62 ± 0.01	48.33 ± 0.08	2.97 ± 0.08	46.18 ± 0.002	42.21 ± 1.56	0.61 ± 0.01	2.63 ± 0.07	0.91 ± 0.06	
Bryophyte	<i>hermaproditum</i>	Heads	17.68	82.32	4.22 ± 0.03	2.60 ± 0.001	16.23 ± 0.01	47.66 ± 0.12	3.79 ± 0.74	23.12 ± 0.44	63.16 ± 0.30	0.12 ± 0.004	3.86 ± 0.01	3.50 ± 0.11	
		Stem	19.92	80.05	4.21 ± 0.01	2.25 ± 0.03	14.08 ± 0.19	49.85 ± 0.23	2.63 ± 0.25	34.78 ± 0.07	65.48 ± 0.90	0.12 ± 0.01	3.66 ± 0.02	2.95 ± 0.17	
Waste	<i>Carex rostrata</i>	Green shoots	35.53	64.47	2.32 ± 0.01	0.99 ± 0.07	6.19 ± 0.42	46.90 ± 0.14	3.74 ± 0.3	46.63 ± 0.66	72.79 ± 0.26	0.16 ± 0.002	1.85 ± 0.02	0.97 ± 0.02	
		Green shoots	29.73	70.27	5.03 ± 0.37	1.31 ± 0.02	8.20 ± 0.14	47.50 ± 0.18	1.78 ± 0.05	36.53 ± 0.12	69.92 ± 0.11	0.17 ± 0.001	2.96 ± 0.0003	1.62 ± 0.14	
Waste	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Green shoots	18.56	81.44	8.36 ± 0.02	3.50 ± 0.06	21.88 ± 0.35	46.10 ± 0.19	4.73 ± 0.001	28.77 ± 0.32	59.23 ± 2.72	0.40 ± 0.004	4.29 ± 0.10	3.33 ± 0.04	
		Green shoots	25.87	74.13	7.31 ± 0.08	2.36 ± 1.11	14.73 ± 6.96	46.31 ± 0.26	3.85 ± 0.09	31.51 ± 1.81	61.17 ± 1.53	0.25 ± 0.01	1.80 ± 0.23	3.05 ± 0.09	
Waste	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Whole thalli	11.51	88.49	1.93 ± 0.03	0.54 ± 0.0002	3.35 ± 0.01	44.56 ± 0.06	3.83 ± 1.27	58.52 ± 1.12	84.63 ± 0.15	0.27 ± 0.03	3.93 ± 0.0002	0.79 ± 0.11	
		Buds	26.96	73.04	9.94 ± 0.40	4.25 ± 0.21	26.53 ± 1.33	48.12 ± 0.90	8.85 ± 0.33	39.41 ± 2.46	40.34 ± 2.80	0.40 ± 0.0002	4.06 ± 0.23	6.20 ± 0.30	
Waste	<i>Pleurozium schreberi</i>	Mixed plant parts, soil	38.79	61.21	3.69 ± 0.72	0.80 ± 0.003	5.03 ± 0.02	47.19 ± 1.30	6.76 ± 0.08	55.38 ± 4.45	69.70 ± 2.65	0.35 ± 0.04	0.98 ± 0.13	0.82 ± 0.07	

Tab. 1 Chemické složení jednotlivých druhů píče odebraných během jara (g/kg sušiny). Chemická analýza zahrnovala vodu (watter), popel (ash), dusík (N), hrubý protein (CP), hrubou vlákninu (CF), éter (EE), kyselou detergentní vlákninu (ADF), neutrální detergentní vlákninu (NDF), vápník (Ca), hořčík (Mg) a fosfor (P), (Ophof, et al., 2013).

3.5 Zdravotní problematika spojená s nesprávnou výživou sobů

Zoologické zahrady se zabývají fyzickým, ale i psychickým zdravím zvířat, která jsou v jejich péči. Jednou z důležitých částí, která udržuje dobrý zdravotní stav zvířat, je samozřejmě výživa. Nutriční onemocnění jako například nadýmání, acidóza, schvácení kopyt, nedostatek vitaminů, ledvinové kameny apod. patří k častým zdravotním problémům nejen u jelenovitých (Hosey et al., 2013). Riziko onemocnění z podávané potravy je v zoo vysoké v důsledku velkého počtu zvířat, která mají různé potřeby výživy a také proto, že v blízkosti přípravy potravy se pohybuje větší množství lidí. U jelenovitých pohybujících se v přírodě se často objevuje brucelóza, tuberkulóza a chronické chřadnutí (Hosey et al., 2013).

Nadýmání je zažívací porucha charakterizována nahromaděním plynu v předžaludcích. Plyn je výsledkem fermentačních procesů v těle a je tedy přirozenou součástí. Problém však nastává v případě, že tělo není schopno přebytečný plyn z těla vyloučit (řiháním). Přebytečné plyny vytvářejí tlak na membránu předžaludků a dochází k omezení dýchání (Kleiman et al., 2010). Velmi častou příčinou vzniku plynatosti je tvorba plynu mikroorganismy v trávicím traktu, s čímž si zvířata za normálních okolností dokážou poradit. Nadýmání tedy vzniká spíše nemožností řihání a uvolnění tak přebytečného plynu, než plynatostí jako takovou. Jemně mletá píce podporuje vznik pěny v batoru při kvašení. Slouží jako bariéra při snaze zvířat plyn vyloučit (Kleiman et al., 2010). Potrava bohatá na obilí podporuje růst bakterií v batoru, které zde vytvářejí pěnu. Kyselé pH v batoru má tendenci stabilizovat pěnu a také se snižuje tvorba slin v ústní dutině, které obsahují antioxidační agents, což též napomáhá ke vzniku nadýmání. Toto onemocnění může vznikat také při zkrmování krmiv, která obsahují málo vlákniny a mají vysoký obsah bílkovin. Často bylo pozorováno při zkrmování vojtěšky a jetele. Naopak zřídka kdy vzniká v důsledku zkrmování trav a sena (Kleiman et al., 2010). Dalšími vlivy, které mají podíl na vzniku plynatosti, jsou klimatické podmínky. Mráz, rosa i déšť mohou zvýšit pravděpodobnost jejího vzniku. Riziko se zvyšuje také na jaře, kdy rostliny rychle rostou a obsahují velké množství bílkovin. Plynatost může způsobit až smrt jedince, která je způsobena udušením (Kleiman et al., 2010).

Urolitiáza neboli ledvinové kameny vznikají kdekoli v močovém systému, ale nejčastěji na distálním konci esovitého ohybu u přežvýkavců a mají za následek ucpání močových cest a zabraňují tak průtoku moči (Radostitis et al., 2000; Kushwaha et al., 2011). Urolitiáza se objevuje více u samců než u samic vzhledem k anatomické stavbě močových cest (Smith and Sherman, 1994). Samice mají kratší, širokou a rovnou močovou trubici, zatímco močová trubice samců je delší, užší a zakřivená a je tedy náchylnější na vznik ledvinových kamenů.

Důvodem vzniku kamenů u samců je také časná kastrace. Vznik kamenů je však ovlivněn více faktory – např. fyziologií, přijímanou potravou, pohlavím, věkem apod. (Smith and Sherman, 1994).

Acidóza je zánět vzniklý v důsledku podráždění stěny bачoru. Obvykle vzniká jako reakce na rychlou fermentaci v bачoru zvířete, která je podmíněna velkým množstvím sacharidů a následnou produkcí kyseliny mléčné a zvýšením kyselosti bачorové tekutiny (Kleiman et al., 2010). Potrava obsahující velké množství sacharidů může být primární příčinou vzniku acidózy, ale ke vzniku přispívá také struktura krmení a způsob krmení. Acidóza je pozorována v případě, že se zkrmuje koncentrovaná potrava. Při acidóze se ve tkáni bачoru vytvářejí vředy, kvůli kterým mohou bakterie procházet do krve a dále do jater, kde se vytvářejí abscesy (Wolf and Kradel, 1977).

Dalším zdravotním problémem, objevujícím se nejen u sobů, jsou kameny vznikající kdekoli v gastrointestinálním traktu (např. ve střevech) a jsou obdobou kamenů ledvinových (Hassel et al., 2001). Následkem tohoto onemocnění se mohou u zvířat objevovat koliky a může dojít až k jejich úhynu (Hassel et al., 2001). Vznikají při zásaditém pH v trávicím traktu, ale také při velkém množství minerálů v potravě (Hassel et al., 1999).

Laminitidy neboli schvácení kopyt je dalším zdravotním problémem sobů. K vývoji často vede zkrmování velkého množství vojtěškového sena (Dieterich and Morton, 1990).

Abnormální otok, deformace, nebo léze dolní čelisti jsou onemocnění spojená s infekcí kosti. Začínají poškozením okolo kořene zubu podél dásní. Často je spojeno právě s výskytem lézí či s otokem a poškozené zuby mohou vypadávat. Riziko onemocnění se zvyšuje s věkem a na onemocnění neexistuje žádná léčba (Dieterich and Morton, 1990).

Mezi onemocnění vyskytující se u sobů patří samozřejmě také vnitřní i vnější parazité. Ovšem správná výživa, dobrá kondice, chov v příznivých klimatických podmínkách, vyhovující výběh a správná péče mohou snížit riziko výskytu parazitů a udržovat tak soby v dobrém zdravotním stavu. (Dieterich and Morton, 1990).

3.6 Doporučení pro chov sobů v zoologických zahradách

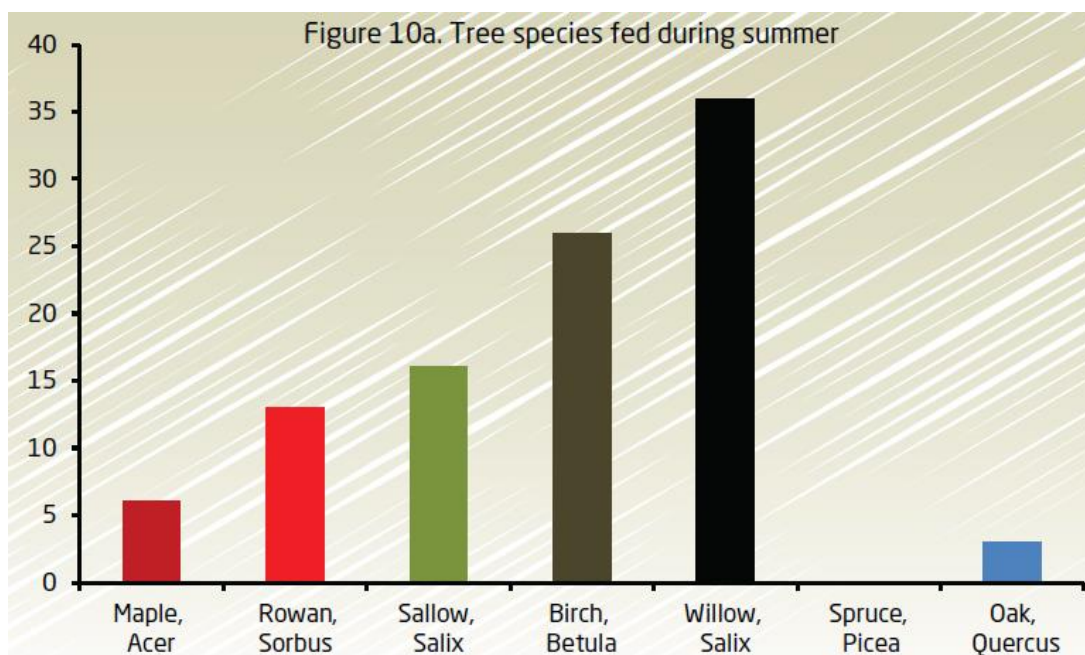
3.6.1 Nutriční doporučení Evropské asociace zoologických zahrad a akvárií (EAZA) pro chov sobů

Následující nutriční doporučení jsou popsána pro lesní soby (*Rangifer tarandus fennicus*).

V úvahu musí být vzato zimní a letní potravní teritorium a migrace sobů, která probíhá na jaře a na podzim. Za předpokladu, že je maximální snaha přizpůsobit stravu přirozené ekologii krmení ve volné přírodě, by mělo být krmivo podávané na jaře a v létě bohaté na bílkoviny a naopak v zimních měsících, kdy je potrava ve volné přírodě vzácná, by mělo být podáváno v menším množství a horší kvalitě z hlediska obsahu potřebných látek, jako tomu je ve volné přírodě. Z historie druhu vyplývá, že sobi potřebují trávit a zpracovávat přijatou potravu několik hodin denně. Jejich trávicí soustava vyžaduje nepřetržitý příjem rostlinné potravy, proto by měla být denní dávka potravy rozdělena alespoň do dvou krmných intervalů (doporučuje se dávku rozdělit a předkládat sobům ráno a odpoledne), aby se podpořily trávicí procesy a napodobilo množství času, kdy sobi ve volné přírodě tráví. Seno by mělo být podáváno *ad libitum*. Preferovány jsou lišejníky, větve a výhonky, ale pokud jsou nedostupné, lze je nahradit čerstvě posečenou trávou, senem, kořenovou zeleninou (např. mrkev, cukrová řepa) a také obilím. Běžně se zkrmuje pšenice a „Betfor“ (vysoce kvalitní krmivo, které obsahuje sušenou krmnou řepu a melasu) přibližně 0,5–1,5 kg na každé zvíře. Na trhu jsou dostupné granule pro soby („Poro Elo“ a „Kolmården Giraffe“), které mají vysoký obsah bílkovin. Doporučuje se tato krmiva v zimním období kombinovat s méně výživnými granulemi („Kolmården Special“), které mohou pokrýt většinu nutričních potřeb. Doporučené množství je přibližně 1,5–2 kg na zvíře. Po celý rok by měly být sobům k dispozici solné lizy.

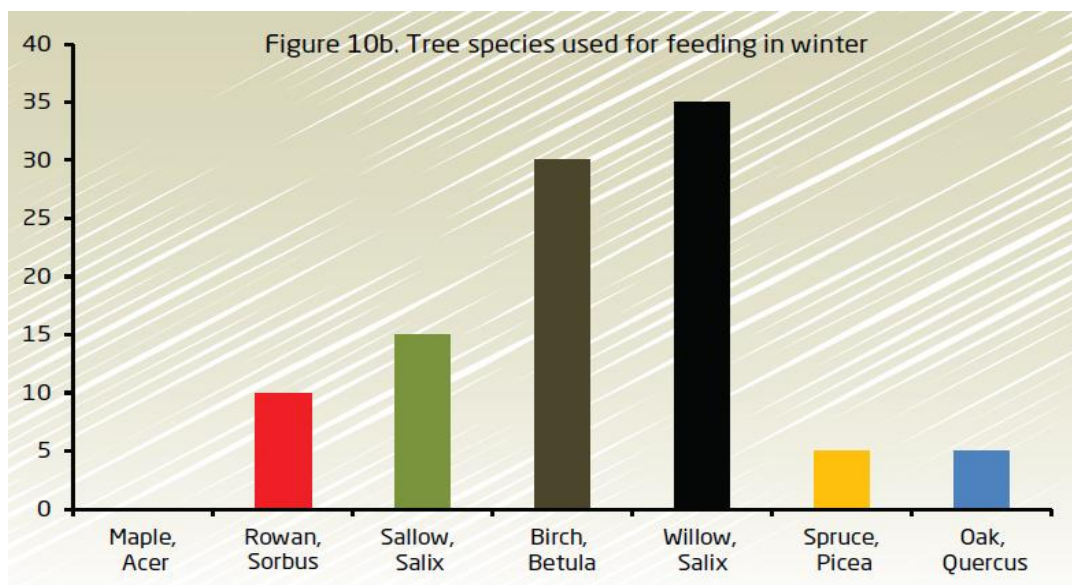
Jako potravu nebo obohacení (enrichment) lze použít také čerstvě pořezané či sušené větve. Jak ukazuje obrázek 6a, během léta chovatelé sobů využívají především větve vrby (Willow, *Salix*) a břízy (*Betula*). Méně potom větve javoru (*Acer*), jeřábu (*Sarbus*), jívy (Sallow, *Salix*) a dubu (*Quercus*). V zimě lze tyto větve sehnat v sušeném stavu. Obrázek 6b znázorňuje druhy stromů, jejichž větve jsou využívány v zimě. Jak je patrné z porovnání obrázku 6a a 6b, javor (*Acer*) se v potravě objevuje pouze v létě a smrk (*Picea*) naopak pouze v zimě. Všechny údaje byly získány pomocí dotazníku, který byl poslán majitelům sobů.

Obrázek 7a



Obr. 7a Druhy stromů zkrmované během léta (Blomqvist and Ark, 2014).

Obrázek 7b



Obr. 7b Druhy stromů zkrmované během zimy (Blomqvist and Ark, 2014).

Samozřejmostí je podávání minerálních doplňků a vitaminů, které zvířata běžně nedostávají a jsou pro ně potřebné. Jednou denně by měla být sobům podávána čajová lžička selenu dále solné kameny a uhlíčan vápenatý (CaCO_3).

Jak bylo zmíněno výše, krmivo by mělo být podáváno alespoň dvakrát denně do žlabů a seno do jeslí. Ovoce a zeleninu, jakožto obohacení stravy, lze umístit kamkoliv ve výběhu. Krmivo by mělo být nabízeno na více místech, v případě, že jsou zvířata chována ve větším

stádě, aby se ke krmivu dostala všechna zvířata ze stáda a nestalo se, že dominantní jedinec bude jedincům submisivním bránit v přístupu ke krmivu. Neustále by měly být zajištěny zdroje čerstvé a pitné vody v miskách nebo jiných nádobách a voda by se měla měnit každý den. Je doporučeno se vyhýbat různým bazénům se stojatou vodou, která může být potenciálním zdrojem bakterií, toxinů či nemocí (Blomqvist and Ark, 2014).

3.6.2 Nutriční doporučení Ústřední komise pro ochranu zvířat (ÚKOZ) ministerstva zemědělství ČR pro chov sobů

Ústřední komise pro ochranu zvířat (ÚKOZ) doporučuje soby krmit senem, granulemi, jejichž základ tvoří obilí, a ovocem a zeleninou dostupných dle ročního období. Také doporučuje sobům přidávat do potravy malé množství živočišné bílkoviny (např. vařené nebo syrové mleté maso) a všemi druhy jelenovitých oblíbené listí a větve (Holečková a Dousek, 2006).

3.6.3 Nutriční doporučení vyplývající ze zpracované literární rešerše

Krmná dávka (dále jen KD) sobů by se měla přizpůsobit a tedy změnit pokaždé se změnou ročního období (jako je tomu i ve volné přírodě) a nikdy nezůstávat stejná po celý rok.

Potrava na jaře by měla obsahovat vysoké množství bílkovin, dusíku a minerálních látek, jelikož potrava v zimě je na tyto složky velmi chudá a je potřeba tyto látky doplnit. Bílkoviny a dusíkaté látky by se však měly, alespoň v malém množství, vyskytovat v potravě také během léta a podzimu. Zkrmujeme např. zakrslé keře, pozemní lišejníky, pícniny, mladé cévnaté rostliny (velké množství bílkovin a minerálních látek), okus.

V létě a na podzim je naopak nutné zajistit sobům dostatek kvalitní potravy bohaté na tuky a energii potřebné k maximálnímu zlepšení kondice (na tukových zásobách, vytvořených během této části roku, závisí přežití sobů během dlouhé a leckdy extrémní zimy). Zkrmujeme např. mladé, svěží a zelené výhonky rostlin; keře; rákos; trávu, byliny a z okusu např. vrbu, javor, břízu, apod.

V zimních měsících by též, jako ve volné přírodě, měla být snížena KD na minimum, aby docházelo k využívání tukových zásob. Zároveň je nutné z KD vyloučit potravu bohatou na dusíkaté látky, což způsobí negativní energetickou bilanci, jelikož právě negativní energetická bilance dusíku je v přirozených podmínkách běžná. Zkrmujeme např. lišejníky

(*Cladonia spp.*), listy metličky křivolaké (*Deschampsia flexuosa*), keře, listy, mech, z okusu potom smrk, vrbu, břízu, apod.

Určitě bych nedoporučila předkládat sobům ovoce (viz. EAZA) ani obohacovat stravu malým množstvím živočišných bílkovin (viz. ÚKOZ). Jedná se o naprosté nerespektování fyziologie, potravního typu a potravy přijímané soby ve volné přírodě. Jedná se tedy o zbytečnou a nesmyslnou složku KD.

KD by měla být rozdělena a předkládána minimálně dvakrát denně, aby se podpořily trávicí procesy v těle sobů a došlo k alespoň částečnému rozvinutí přirozeného chování jako ve volné přírodě. Seno by mělo být předkládáno *ad libitum* v průběhu celého roku. Samozřejmě nesmí chybět neustálý přístup k čisté, pitné vodě a je potřeba zajistit v potravě dostatek potřebných vitaminů, minerálních látek a soli. V případě potřeby lze zkrmovat granule pro soby, které se vyrábějí ve dvou formách.

Chovatelé by také měli respektovat změny hladiny melatoninu, podle kterých sobi rozlišují roční období, popř. den a noc a jsou tedy důležité z hlediska množství příjmu potravy, synchronizace říje apod.

4 Závěr

Cílem práce bylo shrnout poznatky o nutričních požadavcích sobů (*Rangifer spp.*) a vytvořit vlastní doporučení vhodné výživy. Bylo zjištěno, že potrava sobů se v průběhu ročních období mění, a to nejen z hlediska preferovaných druhů a množství zkonsumované potravy, ale také z hlediska tuků, cukrů, bílkovin a dalších látek obsažených v potravě. Hlavním důvodem změn v potravě je, vedle dostupnosti a potřeby důležitých látek, vylučování melatoninu. Množství produkovaného melatoninu je řízeno délkou dne a noci, přičemž bylo zjištěno, že melatonin je vylučován pouze v noci. Díky tomuto mechanismu je sobům umožněno rozlišovat jednotlivá roční období a orientovat se v čase natolik, že jsou schopni, díky předchozí délce trvání impulzu a množství vyloučeného melatoninu, určit, jaké roční období bude následovat, což má svůj význam i z hlediska množství příjmu potravy, synchronizace říje apod.

5 Seznam použité literatury

- Albon, S. D., Langvatn, R. 1992. Plant Phenology and the Benefits of Migration in a Temperate Ungulate. *Oikos*. 65. 502–513.
- Anon. Způsoby hodnocení kapacity prostředí pro volně žijící býložravce [online]. Myslivost. 2015. [cit. 2015-10-22].
Dostupné z <<https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/EOPORY/Myslivost/>>.
- Assn of World Reindeer Herders [online]. International Centre for Reindeer Husbandry. 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z <<http://reindeerherding.org/wrh/>>.
- Aulagnier, S., Haffner, P., Mitschell-Jones, A. J., Moutou, F., Zima, J. 2009. Mammals of Europe, North Africa and the Middle East. A & C Black Publishers Limited. London. p. 272. ISBN: 9781408113998.
- Bauman, D. E., Perfield, J. W., Veth de, M. J., Lock, A. L. 2003. New Perspectives on Lipid Digestion and Metabolism in Ruminants. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures, October 20–23. New York. p. 175–189.
- Blomqvist, L., Ark, N. 2014. *Rangifer tarandus fennicus*, Lönnberg 1909 and the 2014 European Studybook (ESB). EAZA Husbandry Guidelines for Eurasian Forest Reindeer. p. 14–15.
- Boertje, R. D. 1985. An Energy Model for Adult Female Caribou of the Denali Herd, Alaska. *Journal of Range Management*. 38. 468–473.
- Bubenik, G. A., Schams, D., White, R. G., Rowell, J., Blake, J., Bartoš, L. 1998. Seasonal Levels of Metabolit Hormones and Substrate in Male and Female Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. C120. 307–315.
- Čepička, I., Kolář, F., Synek, P. 2007–2008. Mutualismus, vzájemně prospěšná symbióza. Národní institut dětí a mládeže. Česká republika. 87 s. ISBN: 9788086784502.
- Danell, K., Utsi, P. M., Palo, R. T., Erricksson, O. 1994. Food Plant Selection by Reindeer during Winter in Relation to Plant Quality. *Ecography* 17. 153–158.
- Degteva, A., Nellemann, Ch. Nenets Migration in the Landscape: Impacts of Industrial Development in Yamal Peninsula, Russia [online]. Springer Open. 2013. [cit. 2016-01-

- 25]. Dostupné z <<http://pastoralismjournal.springeropen.com/articles/10.1186/2041-7136-3-15>>.
- Dieterich, R. A., Morton, J. K. 1990. Reindeer Health Aide Manual 2 nd ed. Agricultural and Forestry Experiment Station, Cooperative Extension Service.
- Eloranta, E., Timisjärvi, J., Nieminen, M., Ojutkangas, V., Leppäluoto, J., Vakkuri, O. 1992. Seasonal and Daily Patterns in Melatonin Secretion in Female Reindeer and their Calves. *Endocrinology*. 130. 1645–1652.
- Fancy, S. G., Whitten, K. R. 1991. Selection of Calving Sites by Porcupine Herd Caribou. *Canadian Journal of Zoology*. 69 (7). 1736–1743.
- Fedorova N. Migration lasting for 2000 years: A Human being and a Reindeer in the North of the West Siberia [online]. Yamal Archeological Expedition. 2003. [cit. 2016-01-25]. Dostupné z <<http://yamalarchaeology.ru/index.php?module=subjectsandfunc=viewpageandpageid=84>>.
- Forbes, B. C., Stammler, F., Kumpula, T., Meschtyb, N., Pajunen, A., Kaarlejärvi, E. 2009. High resilience in the Yamal-Nenets social–ecological System, West Siberian Arctic, Russia. *Proceeding of the National Academy of Sciences*. 106. 22041–22048.
- Friedman, J. M. 2002. The Function of Leptin in Nutrition, Weight, and Physiology. *Nutrition Reviews*. 60. S1 - S14.
- Gerhart, K. L., White, R. G., Cameron, R. D., Russell, D. E. 1996. Body Composition and Nutrient Reserves of Arctic Caribou. *Canadian Journal of Zoology*. 74. 136–146.
- Groves, C. P. and Grubb, P. 2011. *Ungulate Taxonomy*. The Johns Hopkins University Press. p. 320. ISBN: 9781421400938.
- Hassel, D. M., Langer, D. L., Snyder, J. R., Drake, C. M., Goodell, M. L., Wyle, A. 1999. Evaluation of Enterolithiasis in Equids: 900 cases (1973 – 1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 214. 233 – 237.
- Hassel, D. M., Schiffman, P. S., Snyder, J. R. 2001. Petrographic and Geochemic Evaluation of Equine Enteroliths. *American Journal of Veterinary Research*. 62. 350 – 358.
- Heggberget, T. M., Gaare, E., Ball, J. P. 2002. Reindeer (*Rangifer tarandus*) and Climate Change: Importance of Winter Forage. *Rangifer* 22. 13–31.

- Henttonen, H., Tikhonov, A. *Rangifer tarandus* [online]. The IUCN Red List of Threatened Species. 2008. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T29742A9528324.en>>.
- Heroldová, M. 2000. Potravní strategie našich kopytníků. Svět myslivosti. 1. 7.
- Hoff, B., Rognmo, A., Havre, G., Morberg, H. 1993. Seasonal Hypomagnesemia in Reindeer on Kautokeino Winter Pasture in Finnmark Country, Norway. *Rangifer*. 13 (3). 133–136.
- Hofmann, R. R. 1989. Evolutionary Steps of Ecophysiological Adaptation and Diversification of Ruminants: A Comparative View of their Digestive System. *Oecologia*. 78. 443–357.
- Hofmann, R. R. 1998. How Ruminants Adapt and Optimize their Digestive System „blueprints“ in Response to Resource Shifts. *Principles of Animal Design*. Cambridge University Press.
- 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. 226–240.
- Holečková, D., Dousek, J. 2006. Doporučení ústřední komise pro ochranu zvířat, podmínky chovu savců volně žijících druhů v zajetí. Ministerstvo zemědělství. Česká republika. 72 s. ISBN: 8070845562.
- Hosey, G., Melfi, V., Pankhurst, S. 2013. *Zoo Animals: Behaviour, Management, and Welfare* 2nd ed. Oxford University Press. Oxford. p. 643. ISBN: 9780199693528.
- Chapin, S. D., Van Cleve, K., Thiezen, L. L. 1975. Seasonal Nutrient Dynamics of Tundra Vegetation at Barrow, Alaska. *Arctic and alpine Research*. 7. 209–226.
- Jefferies, R. L., Klein, D. R., Shaver, G. R. 1994. Vertebrate Herbivores and Northern Plant Communities Reciprocal Influences and Responses. *Oikos*. 71. 193–206.
- Kiessling, K-H., Kiessling, A., Nilssen, K., Andersson, I-L. 1986. Histochemical and Enzymatic Differences in Skeletal Muscle from Svalbard Reindeer during the Summer and Winter. *Rangifer*. 6. 2–7.
- Kleiman, D. G., Thompson, K. V., Baer, CH. K. 2010. *Wild Mammals in Captivity* 2nd ed. The University of Chicago Press. Chicago and London. p. 569. ISBN: 9780226440095.

- Klein, D. R. 1990. Variation in quality of caribou and reindeer forage plants associated with season, plant part, and phenology. *Rangifer*. Special Issue No. 3. 123–130.
- Kořínek, M. 1999. *Zoologická zahrada*. Rubico. Olomouc. 300 s. ISBN: 8085839296.
- Kudo, G. 1991. Effects of Snow-free Period on the Phenology of Alpine Plants Inhabiting Snow Patches. *Arctic and Alpine Research*. 23. 436–443
- Kumpula, J. 2001. Winter Grazing of Reindeer in Woodland Lichen Pasture. Effect of Lichen Availability on the Condition of Reindeer. *Small Ruminant Research*. 39. 121–130.
- Kumpula, J., Lefrère, S. C., Nieminen, M. 2004. The Use of Woodland Lichen Pasture by Reindeer in Winter with Easy Snow Conditions. *ARCTIC*. 57. 273–278.
- Kushwaha, R. B., Gupta, A. K., Dwivedi, D. K., Sharma, A. 2011. Obstructive Urilithiasis in Small Ruminants and its Surgical Management. *Intas Polivet*. 12. 359 – 362.
- Larsen, T. S., Blix, A. S. 1985. Seasonal Changes in Total Body Water, Body Composition and Water Turnover in Reindeer. *Rangifer*. 5. 2–9.
- Larsen, T. S., Nilsson, N. Ö., Blix, A. S. 1985a. Effects of Prolonged Food Restriction on some Aspects of Lipid Metabolism in Norwegian and Svalbard Reindeer. *Acta Physiologica Scandinavica*. 124. 173–180.
- Larsen, T. S., Nilsson, N. Ö., Blix, A. S. 1985b. Seasonal Changes in Lipogenesis and Lipolysis in Isolated Adipocyte from Svalbard and Norwegian Reindeer. *Acta Physiologica Scandinavica*. 123. 97–104.
- Lintzenich, B. A., Ullrey, D. E. 1997. Hay and Pellet Rations: Considerations in Feeding Ungulates. *Nutrition Advisory Group Handbook*. Fact Sheet 006. 1–12.
- Lochman, J. 1985. *Jelení zvěř*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 352 s.
- Lönnerberg, E. 1909. Contributions to the Knowledge of the Anatomy of the Ruminants. *Arkiv for Zoologi*. 5. 1–23.
- Magga, O. H., Mathiesen, S. D., Corell, R. W., Oskal A. (eds.). 2011. *Reindeer Herding, Traditional Knowledge and Adaptation to Climate Change and Loss of Grazing Land*. Arctic Council Ministerial Meeting Report. 1–76.
- Malpaux, B., Migaud, M., Tricoire, H., Chemineau, P. 2001. Biology of Mammalian Photoperiodism and the Critical Role of the Pineal Gland and Melatonin. *Journal of Biological Rhythms*. 16. 336–347.

- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A. 1995. *Animal Nutrition* 5th ed. Longman Scientific and Technical. New York. p. 607. ISBN: 0582219272.
- McEvan, E. H., Whitehead, P. E. 1970. Seasonal Changes in the Energy and Nitrogen Intake in Reindeer and Caribou. *Canadian Journal of Zoology*. 48. 905–913.
- McEvan, E. H., Whitehead, P. E. 1972. Reproduction in Female Reindeer and Caribou. *Canadian Journal of Zoology*. 50. 43–46.
- Mesteig, K., Tyler, N. J. C., Blix, A. S. 2000. Seasonal Changes in Heart Rate and Food Intake in Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Acta Physiologica Scandinavica*. 170. 145–151.
- Nieminen, M. 1980. Nutritional and Seasonal Effects on the Haematology and Blood Chemistry in Reindeer. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 66A. 399–413.
- Nieminen, M., Heiskari, U. 1989. Diets of Freely Grazing and Captive Reindeer during Summer and Winter. *Rangifer*. 9 (1). 17–34.
- Nieminen, M., Risto, A. 1990. Teolliset poronrehut. *Poromies*. 3. 40–46.
- Nieminen, M., Timisjärvi, J. 1983. Blood Composition of the Reindeer. II. Blood Chemistry. *Rangifer*. 3 (1). 16–32.
- Nillsen, K. J., Sundsford, J. A., Blix, A. S. 1984. Regulation of Metabolic Rate in Svalbard and Norwegian Reindeer. *American Journal of Physiology*. 247. R837–R841.
- Ophof, A. A., Oldeboer, K. W., Kumpula, J. 2013. Intake and Chemical Composition of Winter and Spring Forage Plants Consumed by Semi-domesticated Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Northern Finland. *Animal Feed Science and Technology*. 185. 190–195.
- Oskal, A., Maynard, N. G., Degteva, A., Mathiesen, S. D., Pogodaev, M., Ivanoff, A. 2010. Oil and Gas Development in Reindeer Pastures of Northern Eurasia: Impacts and Solutions. Poster Presented at the State of the Arctic Conference. National Science Foundation: Miami, Florida.
- Person, S. J., Pegau, R. E., White, R. G., Luick, J. R. 1980. In Vitro and Nylon-bag Digestibilities of Reindeer and Caribou Forages. *The Journal of Wildlife Management*. 44. 613–622.
- Pösö, A. R. 2005. Seasonal Changes in Reindeer Physiology. *Rangifer*. 25 (1). 31–38.

- Pösö, A. R., Nieminen, M., Sankari, S., Soveri, T. 1994. Exercise-induced Changes in Blood Composition of Racing Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) American Journal of Physiology. 267. R1209-R1216.
- Pösö, A. R., Nieminen, M., Raulio, J., Räsänen, L. A., Soveri, T. 1996. Skeletal Muscle Characteristics of Racing Reindeer (*Rangifer tarandus*). Comparative Biochemistry and Physiology. 114A. 277–281.
- Radostitis, O. M., Blood, D. C., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W. 2000. Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. Bailliere Tindall, London. p. 493 – 498.
- Reimers, E. 1984. Body Composition and Population Regulation of Svalbard Reindeer. Rangifer. 4 (2). 16–21.
- Reimers, E., Ringberg, T., Sørumgård, R. 1982. Body Composition of Svalbard Reindeer. Canadian Journal of Zoology. 60. 1812–1821.
- Rhind, S. M., McMillen, S. R., Duff, E., Hirst, D., Wright, S. 1998. Seasonality of Meal Patterns and Hormonal Correlates in Red Deer. Physiology and Behavior. 65. 295–302.
- Rhind, S. M., McMillen, S. R., Duff, E., Hirst, D., Wright, S. 2000. Effect of Long-term Feed Restriction on Seasonal Endocrine Changes in Soya Sheep. Physiology and Behavior. 71. 343–351.
- Ryg, M., Jacobsen, E. 1982. Seasonal Changes in Growth Rate, Feed Intake, Growth Hormone, and Thyroid Hormones in Young Male Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). Canadian Journal of Zoology. 60. 15–23.
- Sablina, T. 1961. Morphologic Features of the Digestive Tract of Reindeer and Elk in Relation to Ecology. Doklady Akademii Nauk SSSR. 141. 240–243.
- Scotter, G. W., Miltimore, J. E. 1973. Mineral Content of Forage Plants From the Reindeer Preserve, Northwest Territories. Canadian Journal of Plant Science. 53. 263–268.
- Smith, M. C., Sherman, D. M. 1994. Goat Medicine. Urinary System. In: Pugh, D. G., Baird, A. N. (eds.). 2012. Elsevier Health Sciences. Missouri. p. 640. ISBN: 9781457723533.
- Soppela, P., Heiskari, U., Nieminen, M., Salminen, I., Sankari, S. 2000. The Effects of Prolonged Undernutrition on Serum Lipids and Fatty Acid Composition of Reindeer Calves during Winter and Spring. Acta Physiologica Scandinavica. 168. 337–350.

- Soppela, P., Saarela, S., Nieminen, M. 2003. The Effects of Wintertime Undernutrition on Plasma Leptin and Insulin Levels in Juvenile Reindeer. *Rangifer Report* 7. 56.
- Soveri, T., Sankari, S., Nieminen, M. 1992. Blood Chemistry of Reindeer Calves during the Winter Season. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 102A. 191–196.
- Staaland, H. 1986. Svalbardreinens ernæring. Oslo: Universitetsforlaget AS. 72–91.
- Staaland, H., Røed, K. 1986. Om Svalbardreinens slektskapsforhold og opprinnelse. Oslo: Universitetsforlaget AS. 61–71.
- Staaland, H., Sæbø, S. 1993. Forage Diversity and Nutrient Supply of Reindeer. *Rangifer* 13. 169–177.
- Staaland, H., Brattbakk, I., Ekern, K., Kildemo, K. 1983. Chemical Composition of Reindeer Forage Plants in Svalbard and Norway. *Holarctic Ecology*. 6. 109–122.
- Stokkan, K-A., Tyler, N. J. C., Reiter, R. J. 1994. The Pineal Glad Signals in Autumn in Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) Exposed to the Continuous Daylight of the Arctic Summer. *Canadian Journal of Zoology*. 72. 904–909.
- Suttie, J. M., Webster, J. R. 1995. Extreme Seasonal Growth in Arctic Deer: Comparisons and Control Mechanisms. *American Zoologist*. 35. 215–221.
- Tedesco, S. C., Flood, P. F., Morton, D. J., Reiter, R. J. 1992. Seasonal Melatonin and Luteinising Hormone Rhythms in Muskoxen at 52°N. *Rangifer*. 12. 197–201.
- Torbit, S. C., Carpenter, L. H., Swift, D. M., Alldredge, A. W. 1985. Differential Loss of Fat and Protein by Mule Deer during Winter. *The Journal of Wildlife Management*.
- Turi, E. I. 2008. Living with Climate Variation and Change; A Comparative Study of Residence Embedded in the Social Organisation of Reindeer Pastoralism in Western Finnmark and Yamal Peninsula. Institute of Political Science. University of Oslo.
- Vaněček, J. 1998. Cellular Mechanism of Melatonin Action. *Physiological Reviews*. 78. 687–721.
- Valtonen, M. 1979. Renal Responses of Reindeer to High and Low Protein Diet and Sodium Supplement. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*. 51. 387–419.
- Vikhamar-Schuler, D., Førland, E. J., Hanssen-Bauer, I., Hygen, H. O., Nordli, O., Svyaschennikov, P. 2010a. Arctic Communities and Reindeer Herders' Vulnerability

- to Changing Climate: Climate Conditions in Northern Eurasia since Year 1990. Norwegian Meteorological Institute. 14. 1 – 59.
- Vikhamar-Schuler, D., Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J. 2010b. Long-term Climatic trends of Finnmarksvidda, Northern Norway. Norwegian Meteorological Institute. 6. 1 – 41.
- Vistnes, I., Nellemann, Ch. 2001. Avoidance of Cabins, Roads, and Power Lines by Reindeer during Calving. *Journal of Wildlife Management*. 65. 915–925.
- Vistnes, I., Nellemann, Ch. 2009. Impacts of Human Activity on Reindeer and Caribou: The Matter of Spatial and Temporal Scales. *Polar Biology*. 31. 399–407.
- Wales, R. A., Milligan, L. P., McEvan, E. H. 1972. Urea Recycling in Caribou, Cattle and Sheep. *Proceedings of the 1st Interactions Reindeer /Caribou Symposium Fairbanks, Alaska*. 297–307.
- Williams, L. M., Hannah, L. T., Kyle, C. E., Adam, C. L. 1996. Central Melatonin Receptors in Red Deer (*Cervus elaphus*). *General and Comparative Endocrinology*. 104. 1–6.
- Wilson, D. E. and Mittermeier, R. A. (eds). 2011. *Handbook of the Mammals of the World - Volume 2. Hoofed Mammals*. Lynx Edicions. p. 886. ISBN:9788496553774
- Wolf, A., Kradel, D. 1977. Occurrence of Rumenitis in a Supplementary Fed White-tailed Deer Herd. *Journal of Wildlife Diseases*. 13 (3). 281 – 285.