

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství

Katedra chovu zvířat a potravinářství v tropech



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta tropického
zemědělství**

**Stanovení nutričních hodnot vybraných dřevin pro
okusovače v zoologických zahradách v ČR
s ohledem na obsah antinutričních látek**

Bakalářská práce

Praha 2018

Vedoucí práce:

prof. RNDr. Pavla Hejčmanová, Ph.D.

Vypracovala:

Martina Maličková

PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Stanovení nutričních hodnot vybraných dřevin pro okusovače v zoologických zahradách v ČR s ohledem na obsah antinutričních látek vypracovala samostatně a všechny použité literární prameny jsem řádně uvedla v referencích.

V Praze dne 20/04/2018

Martina Maličká

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, paní prof. RNDr. Pavle Hejcmanové, Ph.D., za její čas, odborné vedení, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěla také poděkovat mé rodině, která mi byla velkou oporou.

ABSTRAKT

Stanovení nutričních hodnot vybraných dřevin pro okusovače v zoologických zahradách v ČR s ohledem na obsah antinutričních látek

Tato práce byla vytvořena jako literární rešerše zabývající se tématem antinutričních látek v rostlinné biomase z hlediska potravy pro velké býložravce a také nutričními a antinutričními hodnotami vybraných okusových dřevin pro okusovače chované v zoologických zahradách ČR. Rešerše nutričních hodnot spočívala ve vyhledávání odborných publikací a databází, které se zabývají touto tematikou. Tabulky nutričních hodnot obsažených v okusových dřevinách byly vytvořeny podle nalezených hodnot ve vědeckých článcích, odborných publikacích a v nizozemské online databázi Praktijknetwerk Voederbomen. Antinutriční látky jsou přírodní látky rostlinného původu, které ovlivňují činnost některých enzymů, vitaminů a minerálních látek v trávicím traktu zvířat. Mají vliv na stravitelnost a chutnost potravy a mohou tedy omezit její příjem a snížit využívání živin. Jedním způsobem, jak se mohou dělit, je podle jejich chemické podstaty. Mezi antinutriční látky patří například taniny, glukosinoláty, lektiny a mnoho dalších. Býložravci se podle anatomie a fyziologie trávicího traktu rozdělují na okusovače, spásače a potravní oportunisty. Okusovači jsou býložravci, kteří se krmí částmi dvouděložných rostlin. Do této skupiny patří někteří plazi, ptáci a savci. V českých zoologických zahradách se okusovačům předkládají dřeviny, které jsou zrovna dostupné a mají přijatelnou výživovou hodnotu. Vzhledem k obsahu kondenzovaných taninů v sušině je při vybírání vhodného okusu lepší dát přednost dřevinám s relativně malým obsahem taninů, jako je vrba jíva (*Salix caprea*), jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), bříza bělokora (*Betula pendula*) a lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), například před olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) nebo dubem letním (*Quercus robur*), u kterých je obsah taninů znatelně větší.

Klíčová slova: Antinutriční látky, taniny, okusovači, okusové dřeviny, nutriční hodnoty

ABSTRACT

Determination of nutritional value of selected woody plants for browsers in Czech zoos with regards to content of antinutritional substances

This thesis was elaborated as a literature research on antinutritive substances in plant biomass from the point of view of feed for large herbivores and also on the nutritional and antinutritional values of selected woody plants for browsers in zoological gardens in the Czech Republic. The literature research of nutritional values consisted in searching for scientific publications and databases which deal with this topic. Tables of the nutritional values of browse plants were created according to the values found in scientific articles, professional publications and in the Dutch online database Praktijknetwerk Voederbomen. Antinutritional substances are natural substances of plant origin which affect the activity of certain enzymes, vitamins and minerals in the digestive tract of animals. They affect the digestibility and palatability of the diet and are able to reduce food intake and also reduce the use of nutrients. One type of classification of these substances is by their chemical composition. The antinutritional substances are for example tannins, glucosinolates, lectins and many others. Herbivores are classified by the anatomical morphology and physiology of the gastrointestinal tract into browsers, grazers and opportunistic feeders. Browsers are herbivores who feed on parts of dicotyledonous plants. This group includes some reptiles, birds and mammals. In Czech zoos browsers are fed by those browse plants, which are available and have an acceptable nutritional value. Due to the content of condensed tannins in the dry matter, it is preferable to select browse plants with relatively small content of tannins, such as *Salix caprea*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula* and *Tilia platyphyllos*, which take preference over *Alnus glutinosa* or *Quercus robur*. In these woody plants the tannin content is noticeably larger.

Key words: Antinutritional substances, tannins, browsers, browse plants, nutritional values

OBSAH

1 ÚVOD.....	1
2 CÍLE PRÁCE.....	2
3 METODIKA	3
3.1 Literární rešerše.....	3
3.2 Rešerše nutričních hodnot okusových dřevin.....	3
4 VÝSLEDKY.....	5
4.1 Antinutriční látky v potravě býložravců	5
4.1.1 Rozdělení antinutričních látek.....	6
Taniny.....	6
Glukosinoláty.....	7
Lektiny.....	7
Inhibitory enzymů.....	7
Antigenní proteiny.....	8
4.1.2 Vliv antinutričních látek na zvířata.....	9
Taniny.....	9
Glukosinoláty.....	9
Lektiny.....	9
Inhibitory proteáz.....	10
Antigenní proteiny.....	10
4.1.3 Adaptace volně žijících zvířat na antinutriční látky.....	11
4.1.4 Antinutriční látky v potravě býložravců v péči člověka.....	12
Taniny.....	12
Glukosinoláty.....	12
Lektiny.....	12
Inhibitory proteáz.....	13
Antigenní proteiny.....	13

4.2 Nutriční hodnoty vybraných okusových dřevin	14
4.2.1 Potravní strategie býložravců.....	14
4.2.2 Okusovači.....	15
4.2.3 Okus.....	15
4.2.4 Okus v zoologických zahradách.....	17
4.2.5 Okusové dřeviny v chovech českých zoologických zahrad.....	17
4.2.6 Nutriční hodnoty vybraných okusových dřevin.....	20
5 DISKUZE.....	23
6 ZÁVĚR.....	26
7 REFERENCE.....	27

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozvrstvení potravy v batoru okusovačů (moose type) a spásačů (cattle type) (Bolechová *et al.* 2017)

Obrázek 2: Příprava okusu pro silážování (Hatt & Clauss 2006)

Seznam tabulek

Tabulka 1: : Průměrné hodnoty základních nutričních ukazatelů, stravitelných látek a makro a mikroelementů ve vybraných okusových dřevinách pro jednotlivé části dřevin a výsledky porovnání (testová statistika a p-hodnota).

Tabulka 2: Průměrné nutriční hodnoty vybraných krmiv (upraveno podle Vyskočil *et al.* 2008)

Seznam zkratk

DM	Sušina (z angl. dry matter)
NDF	Neutrálně detergentní vláknina (z angl. neutral detergent fibre)
ADF	Acido-detergentní vláknina (z angl. acid detergent fibre)
BNLV	Bezdušikaté látky výtažkové
DOM	Stravitelná organická hmota (z angl. digestible organic matter)
p hodnota	Dosažená hladina významnosti u použitých statistických testů (Kruskal-Wallisův test a Mann-Whitneyův test)

1 ÚVOD

V krmivech se kromě nutričních látek mohou vyskytovat i nežádoucí antinutriční a jiné toxické látky, jejichž množství se chovatelé zvířat snaží snížit výběrem vhodného krmiva. Antinutriční látky jsou přírodní látky rostlinného původu, které ovlivňují činnost některých enzymů, vitaminů a minerálních látek. Mají vliv na stravitelnost a chutnost potravy a mohou tedy omezit její příjem a snížit využívání živin. Toxické látky přímo ohrožují zdraví, popřípadě život zvířete. Mezi těmito látkami není jasná hranice a řadu látek lze tedy považovat za antinutriční i toxické zároveň.

Studiem antinutričních látek se může dosáhnout porozumění, co přesně zvířatům v potravě vadí, jak je ovlivněno jejich zdraví a obecně tělesná kondice a jak s krmivy, které tyto látky obsahují, zacházet, aby se odstranily nebo omezily antinutriční účinky.

Tabulka nutričních hodnot byla připravena pro chovatele okusovačů v zoologických zahradách, jako pomocná příručka pro vhodné připravování krmiv (popřípadě zajištění přístupu ke vhodným okusovým dřevinám).

2 CÍLE PRÁCE

Prvním cílem této práce bylo provést literární rešerši na téma tzv. antinutričních látek v rostlinné biomase z hlediska potravy pro velké býložravce, včetně chemického složení a jejich vlivu na zdraví zvířat, tedy vytvořit teoretický přehled tematiky.

Druhým cílem bylo provést literární rešerši nutričních a antinutričních hodnot vybraných okusových dřevin pro zvířata s potravní strategií okusovače, chovaná v českých zoologických zahradách, a tím vytvořit základ pro praktický výstup využitelný pro odbornou veřejnost.

3 METODIKA

3.1 Literární rešerše

Podkladem pro tuto bakalářskou práci, bylo shromáždění, prostudování a zpracování vhodné literatury a odborných článků. Čerpala jsem hlavně z databází vědeckých prací, jako jsou Web of Science a Scopus, dále ResearchGate, ScienceDirect a z odborných monografií.

3.2 Rešerše nutričních hodnot okusových dřevin

Rešerše nutričních hodnot vybraných okusových dřevin spočívala ve vyhledávání odborných publikací a databází, které se zabývají touto tematikou. Tvorba tabulky nutričních hodnot obsažených v českých okusových dřevinách proběhla podle nalezených hodnot ve vědeckých článcích, odborných publikacích a v nizozemské online databázi Praktijknetwerk Voederbomen (Luske *et al.* 2017), která byla vytvořena v roce 2011 pro snadnější sdílení znalostí mezi zemědělci a vědeckými pracovníky za účelem multifunkčního využití stromů a keřů v moderních zemědělských systémech a vytvoření agrolesnictví a silvopastorálních systémů.

Vytvořená tabulka se stala podkladem pro statistickou analýzu nutričních hodnot pomocí programu STATISTICA. Nejdříve byla použita základní popisná statistika pro všechny nutriční ukazatele, a to pro všechny dřeviny dohromady a poté dle částí dřevin (listy, větve a směs listů a letorostů). Dále byly testovány rozdíly nutričních parametrů mezi listy, větvemi a směsí listů s větvemi, a to neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem pro každý parametr zvlášť. Neparametrický test byl zvolen z důvodu nízkého počtu opakování a nenormálního rozdělení dat. V případě, že výsledek byl statisticky signifikantní, byl použit test mnohonásobného porovnání rozdílů pořadí (post-hoc test pro Kruskal-Wallisův test). U parametrů, kde byly dostupné hodnoty pouze pro 2 části dřevin (obvykle listy a větve), byl použit dvouvýběrový neparametrický Mann-Whitneův U test.

Pro zhodnocení okusových dřevin využívaných v zoologických zahradách v ČR byli osloveni pracovníci úseku výživy zvířat v sedmi českých zoologických zahradách

s žádostí o informace, jaké druhy okusových dřevin využívají, pro které druhy zvířat, v jakých množstvích a jak toto krmivo získávají. Získané odpovědi byly zpracovány jednotlivě pro každou zoologickou zahradu zvlášť.

4 VÝSLEDKY

4.1 Antinutriční látky v potravě býložravců

Antinutriční látky jsou přírodní látky rostlinného původu, které ovlivňují činnost některých enzymů, vitaminů a minerálních látek (Velíšek & Hajšlová 2009). Jsou to látky, které mohou být přirozenou nebo nepřirozenou součástí krmiv. Snižují produkční účinnost krmiv, vyvolávají dietetické poruchy, mohou narušit zdraví zvířat a v extrémních případech způsobit i jejich úhyn. Pokud je zvíře určeno na produkci masa, mléka nebo jiných komodit, existuje zde riziko vyloučení škodlivých látek do produktů, které zapříčiní zhoršení bezpečnosti potravin (Zeman *et al.* 2006).

Antinutriční látky jsou tedy látky, které mohou buď samy nebo svými metabolickými produkty ovlivňovat využití krmiv, snižovat příjem nutričních látek či zhoršovat stravitelnost potravy (Tadele 2015). Množství škodlivých látek se liší v závislosti na druhu rostliny, kultivaru a posklizňovém ošetření, jako je například máčení, sušení, klíčení semen a ošetření za vysoké teploty a tlaku pomocí autoklávu (Soetan 2008). Často se v praxi používá širší definice, která zahrnuje látky s antifyziologickými účinky. Tyto účinky mohou poškodit reprodukční soustavu nebo snížit schopnost imunokompetentních buněk odpovídat na antigenní podněty (D'Mello 2000).

4.1.1 Rozdělení antinutričních látek

Jeden způsob jak se antinutriční látky mohou rozdělit, je podle jejich citlivosti vůči standardním teplotám při zpracování krmiva. Dělí se tak do dvou skupin. První skupinou jsou látky tepelně labilní a patří sem například lektiny, inhibitory proteáz a kyanogeny. Druhou skupinu tvoří látky tepelně stabilní a řadí se sem antigenní proteiny, kondenzované taniny zvané též třísloviny, nebílkovinné aminokyseliny jako je S-methylcystein sulfoxid a mimosin, glukosinoláty, fytoestrogeny a mnoho dalších (D'Mello 2000).

Dalším způsobem je členění podle chemické podstaty. Obecně do antinutričních látek patří například inhibitory enzymů (neboli antienzymy), antivitaminy, sloučeniny interferující s metabolismem minerálních látek (tj. dochází zde ke vzájemnému působení, v některých bodech se zeslabuje jejich účinek a někde se naopak zesiluje), některé fenolové sloučeniny a některé oligosacharidy (Velíšek & Hajšlová 2009).

Taniny

Taniny, neboli třísloviny, jsou polyfenolické sekundární metabolity produkované vyššími rostlinami, které svými vlastnostmi poskytují rostlinám ochranu před býložravci. (Kidane & Steinshamn 2014). Ve velkém množství se vyskytují v semenech luštěnin a v extrahovaných šrotech. Podávání krmiv s větším obsahem taninů může vést ke snížené absorpci některých minerálních látek a dokonce až k poškození střevní sliznice (Velíšek & Hajšlová 2009). Třísloviny jsou látky většinou rozpustné ve vodě, jsou schopny tvořit komplexy například s bílkovinami, celulórou, škrobem a některými minerálními sloučeninami. Charakteristická je pro ně svíravá chuť (Kalač & Míka 1997).

Zvířata ve volné přírodě zkonsumují větší obsah taninů a jiných polyfenolických látek, zatímco u zvířat žijících v zajetí je tento přísun omezen podáváním vhodně upravených krmných dávek (Claus 2003).

Taniny se nejčastěji rozdělují podle jejich molekulární struktury do dvou skupin, a to na hydrolyzovatelné taniny a kondenzované taniny (Kidane & Steinshamn 2014).

Glukosinoláty

Glukosinoláty jsou z chemického hlediska substituované estery sirných aminokyselin, například methioninu, cysteinu a tryptofanu. Velké množství těchto antinutričních látek se nachází v rostlinách z čeledi brukvovité (*Brassicaceae*), rodu brukev (*Brassica*). Bylo objeveno více než 90 druhů glukosinolátů a další se pořád objevují (Zukalová & Vašák 2002).

Lektiny

Lektiny jsou významnou antinutriční složkou krmiv, a to především pro mláďata. Jsou to bílkoviny nebo glykoproteiny obsahující alespoň jednu složku, která neplní funkci katalyzátoru, ale místo toho se vratně váže na mono- nebo disacharid. Podílí se na ochraně rostlin proti hmyzu a herbivorům, mají funkci zásobních bílkovin, podílejí se na zrání a klíčení semen a na symbióze kořenů bobovitých rostlin. Přítomnost lektinů byla prokázána ve velkém počtu druhů rostlin, ale asi nejdůležitější je však jejich výskyt především v semenech luskovin. Plodiny s nejvýznamnějšími lektiny jsou například fazol obecný a měsíční, hrách setý, bob obecný, pšeničné klíčky a plod rajčete (Kalač & Míka 1997).

Inhibitory enzymů

Inhibitory enzymů jsou nízkomolekulární i vysokomolekulární látky, které mohou různými způsoby ovlivnit aktivitu enzymů. Co se výživového hlediska týče, tak nejvýznamnější jsou inhibitory trávicích enzymů, zejména inhibitory proteáz (jinak se také nazývají jako antiproteázy). Do této skupiny patří také inhibitory sacharáz, které jsou ale už poněkud méně významné (Velíšek & Hajšlová 2009).

Inhibitory proteáz

Inhibitory proteáz jsou v rostlinách velmi rozšířené. Vyskytují se i v těch nejvíce kultivovaných luštěninách a obilovinách. Jsou asi tou nejčastěji se vyskytující skupinou antinutričních látek. Jsou to proteiny, které mají schopnost inhibovat trávicí enzymy proteázy v trávicím traktu zvířat (Tadele 2015) a také interferují s proteolytickými

enzymy, které rozkládají proteiny na aminokyseliny (Jacob 2015). Tyto inhibitory se dále dělí do čtyř skupin, a to podle druhu proteáz, které mohou inhibovat. Jsou to:

- Inhibitory serinových proteáz (např. trypsinu)
- Inhibitory sulfhydrylových proteáz (např. pepsinu, thrombinu)
- Inhibitory kyselých proteáz (např. kathepsinu D)
- Inhibitory metaloproteáz (např. karboxypeptidázy slinivky)

Ovšem nejvýznamnější skupinou jsou inhibitory serinových proteáz (Velíšek & Hajšlová 2009).

Inhibitory sacharáz

Tyto inhibitory se nachází především ve velkém množství obilovin a obsahují proteiny, které inhibují živočišnou amylázu. Nedochozí tedy ke štěpení škrobu na jednodušší cukry. Například v hlízách brambor jsou přítomny inhibitory invertázy, což je enzym katalyzující rozklad sacharózy (Velíšek & Hajšlová 2009)

Antigenní proteiny

Tyto bílkoviny se nachází především v sóje a dalších luštěninách. Je pro ně charakteristická jejich odolnost vůči denaturaci při obvyklých postupech tepelného zpracování a jsou také odolné vůči štěpení trávicími enzymy v zažívacím traktu (D'Mello 2000). Jsou absorbovány ve střevech, kde však dochází k patologickým a imunologickým odezvám, které mohou vést ke zhoršené absorpci živin a přecitlivělosti u mláďat (Kalač & Míka 1997).

4.1.2 Vliv antinutričních látek na zvířata

Taniny

Konzumace většího množství tříslovin má vliv na snižování stravitelnosti potravy a zhoršení produkčních parametrů (Kidane & Steinshamn 2014). Při zpracování potravy se taniny váží na trávicí enzymy a také interferují s bakteriální fermentací (Clauss 2003). Inhibují aktivitu trypsinu, chemotrypsinu, amylázy a lipázy, snižují kvalitu proteinů v krmivu a interferují se vstřebáváním železa z potravy (Tadele 2015). Díky své svíravé chuti mají taniny také velký vliv na snižování chutnosti krmiva (Clauss 2003). Podle Tadele (2015) je koncentrace kondenzovaných taninů v potravě přežvýkavců nad 5 % toxická. Taniny mají kromě negativních účinků i účinky pozitivní. Pokud jsou přijímány v omezeném množství, váží se na proteiny, které tak chrání před degradací v bachoru a umožňují jim dostat se do dvanáctníku. Zvyšují tedy účinnost využití bílkovin, redukují možnost nákazy parazitickými červy (Kidane & Steinshamn 2014), také redukují proteolýzu při silážování a zvyšují kvalitu živočišných produktů (Tadele 2015). Taniny jsou také efektivní proti některým bakteriím, houbám a virům. U domácích přežvýkavců pomáhají předejít nadýmání (Clauss 2003).

Glukosinoláty

Glukosinoláty selektivně váží jód a způsobují, že štítná žláza jód nepřijímá. Dalším a vážnějším antinutričním účinkem je, že inhibují syntézu hormonů štítné žlázy thyroxinu a trijodthyroninu (Zukalová & Vašák 2002). Účinky těchto látek se na zvířatech mohou také projevit ve formě zhoršení kvality produkce, zhoršení plodnosti a obecně horší tělesnou kondicí (Alexander 2008).

Lektiny

Lektiny se dokáží vázat na molekuly sacharidů a způsobují tak srážení červených krvinek. Srážení krve má v trávicím traktu za následek zmenšení mikrokloků, snížení životaschopnosti epitelálních buněk a zvýšení hmotnosti tenkého střeva (Jacob 2015). Mohou způsobit zpomalení nebo dokonce až zastavení růstu zvířete, dále může dojít k rychlým ztrátám na hmotnosti a dokonce až k úhynu zvířete. Zpomalení růstu a úbytky

tělesné hmotnosti jsou zřejmě způsobeny poklesem tvorby svalových bílkovin, zatímco jejich odbourávání zůstává nezměněné. Snižují aktivitu některých střevních enzymů a mohou vyvolat hypertrofii slinivky, jater a atrofii brzlíku (Kalač & Míka 1997).

Inhibitory proteáz

Pokud se zvířatům podává syrové nebo špatně tepelně upravené krmivo (tj. hlavně luštěniny), mohou tyto inhibitory (a to především inhibitory trypsinu) ve větším množství způsobit poruchy projevující se zpomalením růstu. Tento pomalejší růst může být způsoben nedostatkem zejména sirných aminokyselin, který má za následek nedostatečnou syntézu svalových proteinů (Velíšek & Hajšlová 2009). Typickou reakcí býložravců na příjem inhibitorů proteázy je zvýšení enzymatické sekrece, která může mít za následek zvětšení slinivky břišní (Jacob 2015). K tomuto zvětšení může dojít dvěma způsoby. První možností je, že se projeví jako hypertrofie, kdy dochází ke zvětšení slinivky zvětšením samotných buněk. Nebo může nastat jako hyperplasie v důsledku zmnožení buněk, nikoliv jejich zvětšením (Velíšek & Hajšlová 2009). Takto zvětšená slinivka břišní začne produkovat i větší množství trávicích enzymů (Jacob 2015). Pozitivní účinky těchto antinutričních látek nejsou zcela jasné. Avšak proběhla pozorování, kdy byl u populací s vyšší konzumací sóji luštinaté (*Glycine max*) a jejich produktů zjištěn nižší výskyt rakoviny slinivky břišní (Tadele 2015).

Antigenní proteiny

Pokud se telata krmí potravou s vyšším obsahem antigenních bílkovin, může u nich dojít až k poškození střevní tkáně, poruše tvorby imunoglobulinů, poruše trávení bílkovin, průjmům, zpomalenému růstu a ke zvýšení procenta úhynu (Kalač & Míka 1997).

4.1.3 Adaptace volně žijících zvířat na antinutriční látky

Každý druh zvířat se přítomnosti taninů a jiných antinutričních látek v potravě přizpůsobuje jinak (Claus 2003). Býložravci se s těmito látkami vyrovnávají pomocí několika strategií. Jednou z těchto strategií je, že se zvířata toxickému či jinak nevhodnému množství antinutričních látek vyhýbají. Rostlinu nejdříve očichají, a pokud shledají její zápach přijatelným, ochutnají malé množství rostliny. Když je chuť také v pořádku, zvíře sní rostlinu celou (Fowler 1983). Velkou roli zde má proces učení.

Dalším způsobem, jak býložravci mohou naložit s antinutričními látkami v potravě, je konzumací velkého počtu rostlinných druhů. Příjem širokého spektra rostlin znamená také příjem širokého spektra sekundárních metabolitů v krmivu obsažených. Předchází se tak kumulaci některého sekundárního metabolitu, která by vedla k toxicitě (Claus 2003).

Ovšem nejdůležitějšími metodami jsou rozklad antinutričních a toxických látek v trávicím traktu býložravců a jejich detoxikace (Fowler 1983). U velkých zvířat je proces detoxikace pomalejší než u malých. Menší býložravci tedy dokáží zkonsumovat stravu s větším množstvím rostlinných toxinů, které jsou pak schopni rychle detoxikovat (Claus 2003).

Lépe se s antinutričními látkami vyrovnávají okusovači, kteří mají větší játra než spásači s podobnou tělesnou stavbou. Okusovači mají slinné žlázy větší než spásači a v jejich slinách jsou obsaženy bílkoviny, které jsou schopné taniny vázat. U spásačů tyto proteiny naopak chybí (Claus 2003).

4.1.4 Antinutriční látky v potravě býložravců v péči člověka

Taniny

K deaktivaci taninů v okusových rostlinách se používají různé metody, které zahrnují mechanické či fyzické techniky, jako je vadnutí rostlin a jejich další zpracování, například silážování. Dále možností je inokulace rostlin bakteriemi rezistentními vůči taninu, chemické zásahy v podobě ošetření alkalickými látkami či organickými rozpouštědly. Nejčastěji se jako činidlo k neutralizování taninů používá polyethylenglykol. Ve vigně čínské (*Vigna unguiculata*), která byla uvařena ve vodě či ohřívána v mikrovlnné troubě, proběhla redukce taninů v rozmezí od 6,7 % do 68,5 %. U šáchoru jedlého (*Cyperus esculentus*) se nejvíce osvědčilo máčení po dobu 7 hodin při 60°C, kdy došlo k redukci taninů o 61 % (Tadele 2015).

Glukosinoláty

Glukosinoláty selektivně váží jód a snižují příjem jódu štítnou žlázou. Nedostatek jódu pro štítnou žlázu může být vyřešen přidáváním jodizovaných solí do krmných dávek. Inhibovaná syntéza thyroxinu a trijodthyroninu se ale zvýšeným příjmem jódu napravit nedá (Zukalová & Vašák 2002). Jednou z dalších možností, jak snížit množství glukosinolátů například v řepkovém krmivu, je tepelná úprava. Ukázalo se, že efektivnější je vaření pod tlakem nebo vlhká tepelná úprava. Dalším způsobem je několika hodinové máčení krmiva ve vodě. Při použití této metody v praxi ovšem dochází k velkým ztrátám sušiny (Alexander 2008). Účinky glukosinolátů mohou být také zmírněny přidáním síranu měďnatého do krmiva. Ovšem nejslibnějším prostředkem ke snížení účinků glukosinolátů je snižování jejich obsahu pomocí šlechtění rostlin (Dublecz 2011).

Lektiny

Asi nejúčinnější postup pro snížení nebo potlačení antinutričních účinků lektinů je použití autoklávu, kdy po 10 minutách při teplotě 119°C došlo k poklesu lektinu v suchých fazolích na 1,5% (Kalač & Míka 1997). Velké množství lektinů může být také

inaktivováno vlhkou tepelnou úpravou (tzn. napařováním), vůči suchému teplu jsou naopak mnohem odolnější. (Jacob 2015).

Inhibitory proteáz

Inhibitory proteáz jsou tepelně labilní proteiny, které mohou být snadno denaturovány při tepelné úpravě krmiv (Tadele 2015). O kolik se sníží aktivita těchto inhibitorů, záleží hlavně na teplotě a době zahřívání, ale také na obsahu vody v rostlinách. Jednou z metod takovéto tepelné inaktivace inhibitorů proteáz je například toastování, kdy na krmivo či rostlinu působí vodní pára. Další metody jsou normální povaření ve vodě, pražení za sucha, extruze (neboli vytlačování, kdy pomocí tlaku a teploty dojde k „roztavení“ materiálu a jeho následnému vytlačení do určité podoby, potom následuje zchlazení, sušení a řezání) (Velíšek & Hajšlová 2009).

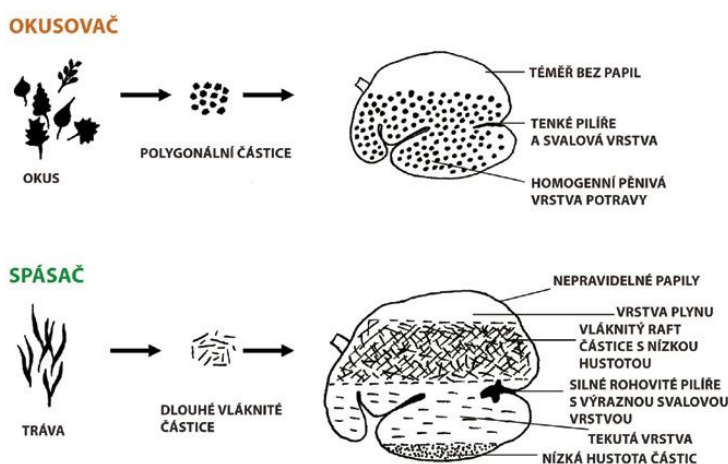
Antigenní proteiny

Antigenní proteiny jsou tepelně stabilnější než třeba inhibitory proteáz, proto se zde nemohou použít stejné tepelné úpravy krmiv. Asi nejlepší způsob, jak dosáhnout inaktivace antigenních bílkovin, je dosažení jejich denaturace varem semen s 60-70% vodným ethanolem při 80°C. Dále se mohou použít postupy zahrnující louhování či úpravu kyselinami. I zde však existuje riziko vzniku nežádoucích účinků či škodlivých látek, proto se za lepší variantu považuje opatrné zařazování luskovin do krmných dávek mláďat (Kalač & Míka 1997).

4.2 Nutriční hodnoty vybraných okusových dřevin

4.2.1 Potravní strategie býložravců

Proběhla různá pozorování, podle kterých se zjistilo, že býložravci se zaměřují buď spíše na spásání trávy, nebo na okusování větví. Díky těmto pozorováním a podrobným anatomickým studiím vznikly různé klasifikace býložravců, a to hlavně u přežvýkavců. Nejvíce používaný je klasifikační systém Hofmanna a Stewarta (1972), který je založený na výběru stravy zvířaty a s tím spojenou speciální morfologií přežvýkavců. Podle této klasifikace dělíme přežvýkavce na spásače, potravní oportunisty a okusovače. Spásači si vybírají potravu s méně než 25 % okusů, strava okusovačů obsahuje alespoň 75 % listů, větviček stromů a keřů a dokonce i ovoce. Potravní oportunisté si vybírají traviny i okusy (Shibley 1999). V současnosti je tento klasifikační systém doplněn o fyziologickou klasifikaci přežvýkavců. Na základě rozvrstvení obsahu v batoru se přežvýkavci dělí na tzv. „moose type“ (moose je v anglickém jazyce los) a „cattle type“ (z anglického jazyka skot). Pro přežvýkavce označené jako „moose type“ je charakteristický homogenní obsah batoru bez rozvrstvení potravy v batorové tekutině. Jsou to převážně zvířata s potravní strategií okusovače. „Cattle type“ se naopak vyznačují batorem s výrazně vrstveným obsahem. Jsou to především potravní oportunisté a spásači (Claus *et al.* 2010). Toto vrstvení je znázorněno na Obrázku 1.



Obrázek 1: Rozvrstvení potravy v batoru okusovačů (moose type) a spásačů (cattle type) (Bolechová *et al.* 2017)

4.2.2 Okusovači

Okusovači jsou býložravci, kteří se živí částmi dvouděložných rostlin. To zahrnuje listy, větvičky stromů a keřů, ovoce. Do této skupiny patří někteří plazi, ptáci a savci. Mezi okusovače se ze savců typicky řadí různé taxonomické skupiny jako vačnatci, hlodavci, zajícovci, primáti, chudozubí, sudokopytníci a lichokopytníci. Ovšem ne všichni okusovači se živí stejně. Jiné řady savců mohou mít jiné nároky na krmivo (Claus & Dierenfield 2008).

Okusovači se ve své potravě většinou potýkají s větším množstvím rostlinných sekundárních metabolitů, než se nachází v potravě spásačů. Díky tomu se u nich postupem času vyvinuly mechanismy, díky kterým se mohou s možnými negativními účinky sekundárních metabolitů lépe vypořádat (Gourlie 2016).

4.2.3 Okus

Okus je v potravě býložravců velmi důležitý, zvláště v aridních a horských oblastech Afriky, Asijsko-pacifického regionu a Ameriky. V těchto oblastech je přirozený výskyt okusových dřevin pro býložravce nezbytný k přežití během suchých nebo chladných období. Jedním z hlavních důvodů této nezbytnosti je vyšší obsah proteinů než mají traviny (Oppong 1998).

Základní rozdíly mezi travami (jednoděložnými) a okusy (dvouděložnými) jsou v jejich buněčných strukturách, chemickém složení, stavbě a jejich rozptýlení (disperzi). Traviny mívají silnější buněčnou stěnu než okusy a obsahují převážně pomaleji se trávící rostlinná vlákna, jako je například celulóza a hemicelulóza. Díky této silné buněčné stěně jsou trávy těžší a energeticky náročnější na mechanické zpracování (tedy ukousnutí a rozkousání). Na druhou stranu okusy, tedy větvičky s listím, mají buněčnou stěnu tenčí a obsahují více snadno stravitelných látek, jako jsou cukry, bílkoviny a tuky. Především listy jsou tedy mnohem křehčí a dají se tak snadněji zpracovat. Ovšem najdou se tu i téměř nestravitelné látky jako je lignin. Množství obsahu ligninu a jiných nutričních látek se mění v závislosti na ročních obdobích. Tyto změny jsou mnohem znatelnější u travin než u okusů (Shibley 1999).

Traviny a okusy se dále liší v obsahu různých rostlinných sekundárních metabolitů, které ovlivňují kvalitu krmiva. Například okusy obsahují více fenolických látek, do kterých patří taniny, terpeny a alkaloidy. Okusy jsou složeny z dřevěných stonků, listů a pupenů. Všechny tyto části jsou jinak kvalitní, co se nutričních hodnot týče. Poskytují tedy heterogenní zdroj potravy. U travin je to naopak. Zde jsou rozdíly v nutričních hodnotách velmi malé a potrava je tedy spíše homogenní (Shibley 1999).

4.2.4 Okus v zoologických zahradách

Z historického hlediska byly v zoologických zahradách s okusovači časté problémy, protože bylo těžké je udržet na obvyklém krmném režimu. Vypadá to, že okusovači v zajetí jsou velmi náchylní k bachorové acidóze, stavu s názvem „ill thrift“. To je porucha nárůstu hmotnosti v prostředí bez nemoci a s dostatečnou potravou a způsobuje obecně špatnou tělesnou kondici (Claus & Dierenfield 2008).

Okusovači potřebují po celý rok dostatečný přísun okusu. V tropických oblastech je ho většinou takové množství, že se jím může bez větších problémů krmit celý rok. Problém ale nastává v oblastech mírného pásu, zvláště na konci podzimu, během zimy a na začátku jara, kdy je sehnat čerstvý okus složité. Proto se používají metody, kdy je čerstvý okus zpracován a uchován na zimní období, kdy je ho nedostatek. Jednou z těchto metod je mražení vzduchotěsně zabalených listů a větviček při minimální teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dalším způsobem je přirozené sušení okusu, ovšem použitím této metody klesá chutnost (Nijboer *et al.* 2006). Posledním způsobem zpracování okusu je jeho silážování. Ke konci jara se okus nadrtí a poté se našťouchá do plastových barelů, které se po úplném naplnění vzduchotěsně uzavřou (viz Obrázek 2). Tyto barely se pak uskladní na přibližně 5 měsíců při maximální teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Hatt & Claus 2006). Během této doby projde okus fermentací, kdy se působením kyseliny mléčné sníží jeho pH (Nijboer *et al.* 2006).

Obrázek 2: Příprava okusu pro silážování (Hatt & Clauss 2006)



4.2.5 Okusové dřeviny v chovech českých zoologických zahrad

ZOO Brno

V zoologické zahradě v Brně dostávají okus hlavně žirafy a losi, pro které je nepostradatelnou složkou potravy. Příležitostně okus dostávají i jiná zvířata, pro ně ale už není tak důležitý. Okus se zde předkládá zvířatům čerstvý a jeho spotřeba je velká. Aby přijatelně pokryl potřebu zvířat, je doplněn dalšími krmivy. Každý týden se spotřebují přibližně 2-3 kontejnery okusu, přičemž většinu dostanou výše zmíněné žirafy a losi a zbylá menší část je rozdělena mezi ostatní zvířata, jako jsou například bobři, kapybary a lamy.

V období od jara do podzimu se ke zkrmování používají listnaté dřeviny. Zdejší zvířata dávají přednost měkkým dřevinám, mezi které patří vrby. Nepohrdnou ale také břízou, lískou, dubem nebo lípou. Méně často se zde zkrmuje buk a habr. V zimních měsících slouží jako zdroj okusu hlavně jedle, o něco méně borovice a ve velmi malém množství smrk (Prchal, ústní sdělení).

ZOO Dvůr Králové

V ZOO ve Dvoře Králové dostávají okus celoročně zvířata s potravní strategií okusovače a také folivorní, tedy listožraví, savci. Zkrmování zde probíhá ve dvou etapách. Letní krmná dávka, která se podává od května do září nebo až října, zahrnuje denní přísun čerstvého okusu. Ve zbylých měsících se podává tzv. zimní krmná dávka a

je zkrmována v různých formách.

První z variant je alespoň jednou týdně podávání čerstvého okusu žirafám, nosorožcům a slonům v podobě 2–4 metrů dlouhých větví. Další možností je rozmrazovaný okus, který se podává okusovačům i folivorním savcům. Jsou to 1 metr dlouhé olistěné pruty a letorosty. Okus se zde podává také sušený, tedy jako letnina. Jsou to 2–2,5 metru dlouhé sušené letorosty listnatých dřevin a jsou jimi krmeni například kudu velký a nosorožec dvourohý. Poslední variantou jak ZOO Dvůr Králové zkrmuje okus, je ve formě listáže, kdy jsou větve s listy na štěpkovači nadrceny a poté se nechají projít fermentací. Takto se okus podává například nosorožci dvourohému. Podobně jako v ZOO Brno se i zde ve velkém množství zkrmuje vrba jíva, dále také různé druhy vrb úzkolistých, bříza, javor a některé ovocné stromy, ze kterých jsou preferovány slivoně (Ptáčková, ústní sdělení).

ZOO Liberec

ZOO Liberece zkrmuje z velké většiny vrbu jívu a méně břízu. Občas je podávána i lípa srdčitá, líska, velmi málo javor klen a na přilepšení maliník (Bolechová, ústní sdělení).

ZOO Olomouc

Stejně jako předchozí dvě zoologické zahrady zkrmuje ZOO Olomouc okus hlavně čerstvý. Velmi malé množství se nechá zmrazit a podává se přes zimu opicím. Zkrmovanými okusovými dřevinami jsou nejčastěji vrba jíva, bříza, habr a jeřabiny. V zimním období se zkrmují i jehličnany. Okus mají jako součást krmné dávky všichni kopytníci a opice (Smičková, ústní sdělení).

ZOO Ostrava

Zoologická zahrada v Ostravě spolupracuje se státním podnikem Lesy České republiky, díky kterému je sem okus 3x týdně dovážen. Tato zoologická zahrada zkrmuje svým zvířatům okus také v čerstvé formě. Podává se nejen okusovačům ale i jiným zvířatům, a to z důvodu předcházení devastace výběhů. Jako zdroj okusu se používají dřeviny, které Lesy ČR zrovna nabídnou. Na rozdíl od ZOO Brno se zde však

nezkrmují jehličnany. Listožravým opicím se podává okus mražený (Lindovská, ústní sdělení).

Zoo Praha

Pražská zoologická zahrada získává okus díky spolupráci s majiteli lesů. Zvířata dostávají čerstvý okus více než půl roku, kromě těch, kterým v zimě stačí kůra, pupeny a jiné části větví a nepotřebují listy. Tato zvířata dostávají čerstvý okus celoročně. Ostatním se v zimě předkládá okus sušený (často dub), mražený (například vrba jíva) či jako listáž (VVS Verměřovice s.r.o. 2018).

Zoo Ústí nad Labem

V Ústí nad Labem se okus podává nejvíce třikrát do týdne a to v pondělí, středu a pátek. Zebrám, papouškům, lemurům a oslům se dává pouze v pondělí. Zebry preferují javor, břízu, vrbu či ovocné dřeviny. Lemuři zase lísku, vrbu jívu, buk nebo dub. Osli dávají přednost bříze, hlohu, vrbě či topolu osika.

Listožravým opicím se míchají dva druhy preferovaných dřevin s jedním druhem, o který je jejich zájem trochu menší. Například buk a lípa s méně preferovanou břízou, či líska a ostružník s habrem. Ovocné dřeviny dostávají pouze 1x týdně. Žirafám se nejvíce předkládá topol, hloh, vrba, bříza, či jasan a o něco méně jehličnany a dub. Okusové větve těchto dřevin mají často průměr 8 cm. Pokud jsou slabší, musí žirafy dostat okusu více. Okus dostávají i tapíři, ale na rozdíl od žiraf se jim vůbec nepředkládají jehličnany ani bříza.

Jeleni sika preferují téměř všechny výše zmíněné dřeviny, ze kterých hlavně v zimě okusují kůru. Antilopy nilgau dávají přednost jehličnanům a některým jiným druhům, ale místo kůry okusují listy a pupeny. Jelenům sika ani antilopám nilgau se nedává olše, buk, lípa nebo líska. V pátek dostávají okus i velbloudi a to především javor, břízu, některé ovocné dřeviny či vrbu (Štěrba, ústní sdělení).

4.2.6 Nutriční hodnoty vybraných okusových dřevin

Průměrné nutriční hodnoty jednotlivých částí (listy, větve a směsný vzorek listů a větviček) okusových dřevin v Evropě dostupné v literatuře a odborných databázích jsou uvedeny v Tabulce 1. Přehled zjištěných nutričních hodnot pro jednotlivé druhy dřevin jsou uvedeny v tabulkách v Příloze I-IX. Jedním z důležitých nutričních ukazatelů ve výživě zvířat je vláknina. Je to směs celulózy, hemicelulózy a nestravitelných látek, jako jsou například hlavně lignin, dále kutin a křemičitany. Vláknina podporuje peristaltiku střev, ale v příliš velkém množství naopak limituje příjem a stravitelnost krmiva. Lignin je téměř nestravitelná látka, která inhibuje účinnost trávicích enzymů. Krmivo obsahující více než 8 % ligninu v sušině je už hůře stravitelné (Zeman *et al.* 2006).

Výrazně vyšší hodnoty nerozpustné vlákniny byly zaznamenány ve větvičkách a směsi než v listech. Průměrné hodnoty koncentrací ligninu byly vyšší ve větvičkách než v listech a ve smíšeném vzorku, zatímco hodnoty listů a směsi si byly velmi podobné. Nejvyšší koncentrace stravitelných N-látek byla zjištěna v listech a nejnižší ve směsi listů a větviček. Hodnoty samotných větviček se pohybují uprostřed. Koncentrace železa je vyšší v listech než ve větvičkách. Podobně je tomu tak i u manganu, kdy je jeho koncentrace v listech opravdu významně vyšší než ve větvičkách (Tabulka 1).

Siláže patří mezi šťavnatá objemná krmiva. Průměrné hodnoty nutričních ukazatelů u kukuřičné siláže (Tabulka 2) se asi nejvíce blíží průměrným nutričním hodnotám u listů okusových dřevin (Tabulka 1). Oproti kukuřičné siláži mají listy okusových dřevin průměrný vyšší obsah N-látek, vápníku a přibližně čtyřikrát větší obsah manganu (Příloha I a II). Kukuřičná siláž je lehce stravitelné krmivo, ale z důvodu předejití přílišnému tučnění se nedoporučuje zvířatům předkládat v množství větším než 15 kg. Díky nízkému obsahu N-látek a vápníku se při krmení touto siláží musí do krmné dávky přidávat dostatek bílkovinných krmiv (Vyskočil *et al.* 2008).

Vojtěšková siláž se řadí mezi bílkovinná krmiva a většinou se zkrmuje v dávce 2-3 kg/100 kg živé hmotnosti (Vyskočil *et al.* 2008). Svým obsahem sušiny, popelovin, N-látek, NDF, ADF a vápníku nejvíce blíží hodnotám listů okusových dřevin. Množství tuků a manganu se více blíží průměrným hodnotám větviček a obsah BNLV má nejbližší k hodnotám větviček s listy.

Luční i vojtěškové seno patří mezi objemná suchá krmiva. Svým obsahem sušiny výrazně převyšují průměrné hodnoty sušiny okusových dřevin. Liší se tak i od výše zmíněných siláží. Luční seno se obsahem N-látek nejvíce blíží větvičkám s listy, zatímco seno vojtěškové jen listům. Podobně je tomu tak i u hodnot NDF, kdy má luční seno podobné hodnoty jako větvičky s listy a vojtěškové seno jako listy.

Tabulka 1: Průměrné hodnoty základních nutričních ukazatelů, stravitelných látek a makro a mikroelementů ve vybraných okusových dřevinách pro jednotlivé části dřevin a výsledky porovnání (testová statistika a p-hodnota).

	Počet měření	List Průměr ± SD	Větvička Průměr ± SD	List+Větvička Průměr ± SD	testová statistika H / U	p hodnota
Sušina [%]	30	34,3 ± 6,7 ^a	48,5 ± 10,1 ^b	49,2 ± 12,5 ^{ab}	8,9	0,011
Popeloviny [% DM]	59	7,8 ± 2,2 ^a	5,2 ± 1,4 ^b	6,7 ± 1,9 ^{ab}	16,3	< 0,001
N-látky [% DM]	60	17,5 ± 3,6 ^a	7,4 ± 3,3 ^b	11,9 ± 3,8 ^b	38,2	< 0,001
Tuky [% DM]	58	4,3 ± 1,7 ^a	2,6 ± 0,8 ^b	3,3 ± 1,0 ^{ab}	15,5	< 0,001
Nerozpustná vláknina [% DM]	58	17,5 ± 4,1 ^a	40,1 ± 7,0 ^b	32,2 ± 5,4 ^b	44,5	< 0,001
NDF [% DM]	13	36,5 ± 15,4	83,4 ± 0,0	56,2 ± 18,5	5,2	0,074
ADF [% DM]	12	25,3 ± 10,6	73,6 ± 0,0	47,2 ± 16,8	5,6	0,062
Lignin [% DM]	29	17,0 ± 7,6 ^a	26,9 ± 4,2 ^b	17,7 ± 7,4 ^{ab}	13,4	0,001
Kondenzované taniny [% DM]	22	4,7 ± 5,7	1,5 ± 0,5	4,1 ± 1,6	3,3	0,197
BNLV [% DM]	39	52,7 ± 6,1 ^a	50,8 ± 7,6 ^{ab}	46,2 ± 4,5 ^b	9,1	0,01
Stravitelná organická hmota [% DM]	38	37,0 ± 16,4	31,6 ± 10,7	44,0 ± 4,8	6,1	0,05
Stravitelné N-látky [% DOM]	48	55,8 ± 13,2 ^a	32,0 ± 13,2 ^b	11,2 ± 10,2 ^c	34,3	< 0,001
Stravitelné tuky [% DOM]	17	37,0 ± 17,7	34,4 ± 21,4	37,7 ± 0,0	0,3	0,864
Stravitelná nerozpustná vláknina [% DOM]	17	45,4 ± 13,0 ^a	18,9 ± 7,8 ^b	18,3 ± 0,0 ^{ab}	10,4	0,006
Stravitelné jiné uhlohydráty [% DOM]	0	NA	NA	NA	NA	NA
Ca [g/kg DM]	41	17,2 ± 7,2	14,2 ± 5,1	14,7 ± 0,0	1,9	0,38
P [g/kg DM]	34	2,1 ± 0,9 ^a	1,4 ± 0,4 ^b	1,2 ± 0,0 ^{ab}	7,1	0,028
N [g/kg DM]	14	20,7 ± 3,0 ^a	10,2 ± 2,2 ^b	21,6 ± 6,6 ^{ab}	9,6	0,008
Mg [g/kg DM]	31	2,1 ± 1,1	1,1 ± 0,3	NA	U = 36,5	0,007
Na [g/kg DM]	30	0,3 ± 0,2	0,6 ± 0,2	NA	U = 31	0,004
S [g/kg DM]	13	3,0 ± 1,6	1,3 ± 0,4	NA	U = 2	0,01
K [g/kg DM]	40	18,4 ± 9,8 ^a	6,0 ± 5,4 ^b	7,6 ± 0,0 ^{ab}	20,1	< 0,001
Fe [mg/kg DM]	30	115,1 ± 29,3	85,7 ± 28,0	NA	U = 46	0,03
Mn [mg/kg DM]	30	140,3 ± 133,7	67,5 ± 99,5	NA	U = 41	0,016
Cu [mg/kg DM]	30	11,9 ± 4,7	11,4 ± 7,8	NA	U = 80,5	0,541
Zn [mg/kg DM]	30	79,6 ± 96,7	51,9 ± 25,6	NA	U = 82	0,587
Co [mg/kg DM]	26	0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,0	NA	U = 0	< 0,001

Pozn: Písmena v horním indexu za průměrem označují signifikantní rozdíly ($\alpha = 0,05$) testované mnohanásobnými porovnáními průměrného pořadí mezi skupinami. U parametrů, kde jsou hodnoty pouze pro dvě části rostlin, se použil Mann-Whitneyho U test.

Tabulka 2: Průměrné nutriční hodnoty vybraných krmiv (upraveno podle Vyskočil *et al.* 2008)

	Sušina [%]	Popeloviny [% DM]	N-látky [% DM]	Tuky [% DM]	NDF [% DM]	ADF [% DM]	BNLV [% DM]	Ca [g/kg DM]	Mn [mg/kg DM]
Kukuřičná siláž	30	7,7	9,6	2,9	42,4	21,6	58,8	4,1	34,6
Vojtěšková siláž	39	10,8	22,1	1,8	45	34,2	38,2	18,5	53,8
Jetelová siláž	24	9,5	15,7	3	47,5	33	40,8	18,7	46,4
Luční seno	85,4	8,4	11,8	1,6	48,4	25	46,3	9	106
Vojtěškové seno	85	9,9	18,1	2,7	43,6	33,3	35,5	14	47,4

5 DISKUZE

V chovech se téměř vždy krmí směsí větviček a listů, a to ačkoliv nutriční parametry většinou indikují vyšší hodnotu u listů dřevin ve srovnání s větvemi. Tyto směsi se využívají ze dvou důvodů: jednak oddělování listů a dřevnaté části, tedy větve, by bylo finančně a časově náročné, jednak i v přírodě se zvířata živí nejen listy, ale často okusují letorosty včetně dřeva. Od objemných krmiv, jako jsou sena a siláže, se okus liší obsahem živin, stravitelností a strukturou. Zvláště právě struktura krmiva je velmi důležitá.

V zimním období jsou okusovači kvůli opadu listů závislí převážně na konzumaci větviček okusových dřevin. V případě nedostatku potravy se mohou uchýlit k pojídání kůry (Chaney 2003). Podle Enzmann *et al.* (1969) je obecně v kůře topolů (*Populus* spp.) obsaženo 2,2 % DM N-látek, 53,7 % DM nerozpustné vlákniny, 59,1 % DM ADF a 13,9 % DM ligninu. Množství fosforu, draslíku a sodíku je v kůře topolů relativně nízké, ale obsah vápníku a zinku je mnohem větší. Pro srovnání obsahuje konkrétně topol kanadský (*Populus x canadensis*) ve větvičkách 6,2 % DM N-látek, 41,3 % DM nerozpustné vlákniny, 23,6 % DM ligninu, 1,4 g/kg DM fosforu, 10,9 g/kg DM draslíku a 20,9 g/kg DM vápníku (Příloha IV a V).

Zoologické zahrady v České republice předkládají okusovačům nejčastěji vrby, také břízy, o něco méně lísky, duby a lípy. Okusové dřeviny se ale zvířatům nepředkládají pouze podle obsahu nutričních látek, i když ten je velmi důležitý, ale hodně záleží také na dostupnosti dřevin od dodavatelů. V zimních měsících jsou v některých zahradách zdrojem okusu i jehličnaté stromy, jako jsou jedle a borovice.

Často zkrmovaná vrba obsahuje v listech 1,3 % DM kondenzovaných taninů (Příloha I) a okusovačům v tomto množství prospívá. Naproti tomu směs listů a větviček obsahuje 5,2 % DM těchto látek a může mít za následek projevy některých antinutričních účinků (Příloha VII). Addisu (2016) totiž tvrdí, že relativně nízká koncentrace taninů (tedy 0,5 % DM) dokáže destabilizovat proteiny způsobující nadýmání. Pro zlepšení procesu využití bílkovin je potřeba o něco vyšší koncentrace taninů (2-4 % DM), zatímco koncentrace vyšší než 5 % je již nežádoucí, protože způsobuje omezení příjmu krmiva, zhoršení využití živin a projevy jiných antinutričních

účinků. S touto hranicí, kdy koncentrace taninů v potravě býložravců začíná být problematická, souhlasí i Tadele (2015).

Vláknina sice podporuje peristaltiku střev, ovšem čím více je jí v krmivu obsaženo, tím se potrava stává hůře stravitelnou (Zeman 2006). Jejými složkami jsou vláknina rozpustná v neutrálním detergentu (tedy NDF) a vláknina rozpustná v kyselém detergentu (ADF) (Fischerová 2010). Koncentrace NDF a ADF je nejvyšší ve větvíčkách buku lesního (*Fagus sylvatica*), jsou tedy nejhůře stravitelné. Koncentrace v listech byla nejmenší a hodnoty NDF a ADF směsi se nacházely uprostřed. Listy i směsi jsou tedy lépe stravitelné než větvíčky. Horší stravitelnosti větvíček odpovídá i vyšší koncentrace ligninu v sušině, tedy 26,5 %. Ve směsi je lignin obsažen v koncentraci 19,9 % DM a v listech 17,2 % DM. Listy jsou tedy nejlépe stravitelné (Přílohy I-IX).

N-látky se svým charakterem řadí do stavebních živin. Část z nich se ale také dá využít jako energetický zdroj (Zeman *et al.* 2006). Ve vrbovém listí (*Salix* spp.), jsou N-látky zastoupeny v množství 15,9 % DM, ve větvích je obsaženo 6,8 % DM a ve směsi listů a větvíček 13,4 % DM. U těchto dřevin je také důležitý vysoký obsah zinku, který je u listů až třikrát větší než u větvíček (Příloha I-IX). Zinek je mimo jiné potřebný pro metabolismus kostí a růst zvířat

Shodou okolností mají vrby dobré nutriční vlastnosti, ale jsou také velmi významné svou rychlostí růstu. Semena v periodicky zaplavovaných oblastech klíčí již během 24 hodin a klíčivost se pohybuje od 95-99 % (Vašut *et al.* 2013). Například vrba 'Tangoio', hybrid vrby Matsudovy (*Salix matsudana*) a vrby bílé (*Salix alba*), je životností listů podobná bříze bělokoré (*Betula pendula*), což je kolem 6,6 měsíců. V porovnání s jinými druhy dřevin je životnost listů tohoto hybridu poměrně dlouhá (Oppong 1998). Ve výsledcích své studie navrhuje Oppong (1998) začít používat vrbu 'Tangoio' jako zdroj okusu mezi 3 až 6 měsíci po emergenci listů, kdy budou změny v kvalitě okusu minimální (tedy změny v koncentraci N-látek a stravitelnosti).

Kultivar Tangoio obsahuje podle Kempa *et al.* (2001) 4,18 % kondenzovaných taninů v sušině listů a spadá tedy ještě do výše zmíněného přijatelného rozmezí 2-4 % DM (Addisu 2016). Podle Opponga (1998) je množství kondenzovaných taninů v listech této vrby větší, tedy 5,9 % DM, a přesahuje tak hranici 5 %, kdy se začínají projevovat antinutriční účinky (Addisu 2016; Tadele 2015). Oproti tomu podle vytvořené tabulky

nutričních hodnot je v sušině listů vrby jívy (*Salix caprea*) obsaženo pouze 1,3 % kondenzovaných taninů (Příloha I).

6 ZÁVĚR

Z rešerše vyplývá, že antinutriční látky jsou obsaženy v přirozené potravě býložravců. Patří mezi sekundární metabolity rostlin a slouží jako jejich ochrana před býložravci, kteří se na přítomnost těchto látek adaptovali. Po požití ovlivňují antinutriční látky svou většinou negativní činností organismus zvířete a při konzumaci krmiva s vysokým množstvím těchto látek může dojít až k ohrožení života zvířete. Kromě negativních vlivů mají některé antinutriční látky na zdraví zvířat i vlivy pozitivní. Množství antinutričních látek v krmivu může být ovlivněno správnou technologickou úpravou.

Okusovači jsou svou fyziologií a trávicím traktem přizpůsobeni příjmu okusu. Aby byli bez nemocí a v dobré tělesné kondici, potřebují okusovači dostatečný přísun okusu po celý rok. Zoologické zahrady v České republice předkládají okusovačům dřeviny nejen podle dobrého nutričního složení, ale také hlavně podle dostupnosti dřevin od dodavatelů. V zimních měsících jsou v některých zahradách zdrojem okusu i jehličnaté stromy, jako jsou jedle a borovice. Často zkrmované dřeviny jsou také vrby, břízy, lísky či duby.

Na základě této práce a komunikace se zoologickými zahradami, lze doporučit podrobnější sepsání praxe zkrmovaných okusových dřevin (seznam druhů dřevin, kterým druhům zvířat se dávají, nutriční hodnoty).

7 REFERENCE

Alexander J, *et al.*. 2008. Glucosinolates as undesirable substances in animal feed - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal **6**:1-76

Addisu S. 2016. Effect of dietary tannin source feeds on ruminal fermentation and production of cattle; a review. Online journal of animal and feed research **6**: 45-56.

Bolechová P, Hejcmanová P, Myšková I. 2017. Okus, metodika využití okusových rostlin při výživě zvířat v lidské péči. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Chaney WR. 2003. Why do animals eat the bark and wood of trees and shrubs?. Purdue University Cooperative Extension Service, Indiana.

Clauss M. 2003. Tannins in the nutrition of wild animals: a review. Pages 53-89 in Fidgett A, Clauss M, Gansloßer U, Hatt J-M, Nijboer J, editors. Zoo Animal Nutrition, volume 2. Filander Verlag, Fürth.

Clauss M, Dierenfeld ES. 2008. The nutrition of "browsers". Pages 444-454 in Fowler ME, Miller RE, editors. Zoo and wild animal medicine: current therapy, volume 6. Saunders, St.Louis.

Clauss M, Hume ID, Hummel J. 2010. Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. Animal **4**: 979-992.

D'Mello JPF. 2000. Anti-nutritional factors and mycotoxins. Pages 383-404 in D'Mello JPF, editor. Farm animal metabolism and nutrition. CABI Publishing, New York.

Dublecz K. 2011. Animal nutrition. Digitális Tankönyvtár, Hungary. Available from <https://www.tankonyvtar.hu> (accessed March 2018).

Enzmann JW, Goodrich RD, Meiske JC. 1969. Chemical composition and nutritive value of poplar bark. *Journal of Animal Science* **29**:653-660.

Fischerová H. 2010. Vliv vlákniny na užítkovost prasat [diplomová práce]. Mendelova univerzita, Brno.

Fowler ME. 1983. Plant poisoning in free-living wild animals: a review. *Journal of Wildlife Diseases* **19**: 34-43

Gourlie S. 2016. Apple leaves and bark as forage items for zoo managed monogastric herbivores [diplomová práce]. The University of Guelph, Canada.

Hatt JM, Clauss M. 2006. Browse silage in zoo animal nutrition—feeding enrichment of browsers during winter. *Zoo Animal Nutrition* **3**: 201–204.

Hofmann RR, Stewart DRM. 1972. Grazer or browser: A classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. *Mammalia* **36**:226-240.

Jacob J. 2015. Antinutritional factors in feed ingredients. eXtension. Available from <http://articles.extension.org/pages/66921/antinutritional-factors-in-feed-ingredients> (accessed March 2018).

Kalač P, Míka V. 1997. Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Kemp PD, Mackay AD, Matheson LA, Timmins ME. 2001. The forage value of poplars and willows. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* **63**:115-119

Kidane A, Steinshamn H. 2014. Effects of condensed tannins on protein utilization, enteric methane production and anthelmintic effects – literature review. Pages 11-19, Steinshamn H, editor. *Bark in feed – for improved feed utilization and animal health*. Bioforsk, Norway.

Luske B, Meir I van, Altinalmazis Kondylis A, Roelen S, Eekeren N van. 2017. Online fodder tree database for Europe. Louis Bolk Institute and Stichting Duinboeren, the Netherlands. Available from <http://www.voederbomen.nl/nutritionalvalues/> (accessed November 2017)

Nijboer J, Clauss M, Nobel J. 2006. Browse silage. The solution for browsers in the wintertime?. *Zoo Animal Nutrition* **3**:205-209

Oppong SK. 1998. Growth, management and nutritive value of willows (*Salix* spp.) and other browse species in Manawatu [disertační práce]. Massey University, New Zealand.

Shipley LA. 1999. Grazers and Browsers: How digestive morphology affects diet selection. Pages 20-27 in Launchbaugh KL, Sanders KD, Mosley JC, editors. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. University of Idaho, Moscow.

Soetan KO. 2008. Pharmacological and other beneficial effects of anti-nutritional factors in plants – A review. *Journal of Biotechnology* **7**: 4713-4721

Tadele Y. 2015. Important anti-nutritional substances and inherent toxicants of feeds. *Food science and quality management* **36**: 40-47

Vašut RJ, Sochor M, Hroneš M, Brandová B, Klečková L, Nývltová V, Ševčík J. 2013. *Vrby České republiky*. Univerzita Palackého, Olomouc.

Velíšek J, Hajšlová J. 2009. Antinutriční, toxické a další bioaktivní sloučeniny. Pages 247-347 in Šedivý V, editor. *Chemie potravin II*. OSSIS, Tábor.

VVS Verměřovice s.r.o.. 2018. Reportáže. VVS Verměřovice s.r.o., Verměřovice. Available from <http://www.vvs.cz/info/reportaze/> (accessed April 2018)

Vyskočil I, Zeman L, Kratochvílová P, Večerek M, Vašátková A. 2008. *Kapesní katalog krmiv*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno

Zeman L, *et al.* 2006. Látky antinutriční a škodlivé. Pages 33-53 in Malypetrová E, Dvorská V, Melicharová V, Hilburgerová L, Slanina J, editors. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press, s.r.o, Praha.

Zukalová H, Vašák J. 2002. The role and effects of glukosinolates of *Brassica* species – a review. Rostlinná výroba **48**: 175-180

PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha I: Koncentrace základních nutričních hodnot v listech vybraných okusových dřevin

Příloha II: Koncentrace mikro a makroelementů v listech vybraných okusových dřevin

Příloha III: Koncentrace stravitelných látek v listech vybraných okusových dřevin

Příloha IV: Koncentrace základních nutričních hodnot ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha V: Koncentrace mikro a makroelementů ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha VI: Koncentrace stravitelných látek ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha VII: Koncentrace základních nutričních hodnot v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha VIII: Koncentrace mikro a makroelementů v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha IX: Koncentrace stravitelných látek v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Příloha I: Koncentrace základních nutričních hodnot v listech vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Sušina [%]	Popeloviny [% DM]	N-látky [% DM]	Tuky [% DM]	Nerozpustná vláknina [% DM]	NDF [% DM]	ADF [% DM]	Lignin [% DM]	Kondenzované taniny [% DM]	BNLV [% DM]
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	list	36,8	6,6	20,4	4,8	18,3	47,8	26,3	8,8		45,1
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list	37,3	6,9	16,1	2,6	16,5				2	56,8
hloh	<i>Crataegus monogyna</i>	list	37	6,8	12,1	3,4	11,2	24,1	24,9	12,1		65,1
růže šípková	<i>Rosa canina spec</i>	list		6,7	12,1	3,2	11,9	28	17			
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	list	53	6,8	14,6	5,9	13,5					43,7
vrba jíva	<i>Salix caprea</i>	list	36	7,8	16,2	4,9	19,2				1,3	58,8
vrba	<i>Salix spp.</i>	list	38,8	8,3	15,9	4,5	17,9	39,5	20,1	18,9		47,5
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list		11	17,1	2,6	15,2			9,7		57
jilm horský, syn. Drsný	<i>Ulmus glabra</i>	list		10	21	3	15	45	25			
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	list	22	10,9	29,3	5,8	15			14,7		45
svída krvavá	<i>Cornus sanguinea</i>	list	29	12,9	15,4	4,6	8,7	13,1	21,8			58,4
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list	24	7,5	16,4	3,5	24,6				0,8	48,1
trnka obecná	<i>Prunus spinosa</i>	list	32	9	16,6	5,2	12,2	34,1	15,5			57
bříza pýřitá	<i>Betula pubescens</i>	list		3,4	15,3			30,9	25	12,9		
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list	34	5,6	17,5	10,2	20,5			41,4	1,2	51,9
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list	38,3	6,3	16,7	3	23,2	66	51,7	17,2	6,3	48,9
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list		5,9	21,2	6,2	16,9			14,9	14,9	49
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list	32	9,5	15,7	3,2	17,2			15,2	1,2	53,7
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list		7,6	20,8	3	21,4			19,9	2,5	50
javor mléč	<i>Acer platanooides</i>	list	32	7,5	13,3	4,1	19,6					55,5
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list	35	5,8	18,4	2,7	17,2			15,7		56
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list	35	8,1	21,4	2,9	19,7			19,7	1,4	49,9
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list		5,5	16,8	3,4	24,1			19,9	15,2	48,5
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list		11,7	19,2	4,6	19,2			14,5		57
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list		6,6	20,4	5,5	22,6					45
topol černý	<i>Populus nigra</i>	list	31	9,2	14	3,6	17,3					64,2

Příloha II: Koncentrace mikro a makroelementů v listech vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Makro-elementy [g/kg DM]					Mikro-elementy [mg/kg DM]						
			Ca	P	N	Mg	Na	S	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Co
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	list	22,4	2,1		1,5	0,2	2	12,8	112	46	8,3	63	0,09
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list	14,7	2,8		2,8	0,3	1,9	17,4	129	402,5	13,1	34,3	0,36
hloh	<i>Crataegus monogyna</i>	list	13,9	1	17,1	1,9	0,6		22,3	80	44	6,6	18,6	
růže šípková	<i>Rosa canina spec</i>	list	19			4,7	0,2		16,9	81	27	9	24	0,2
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	list	17,7	2,8		2,1	0,3		15,3	118	59	19	29	0,2
vrba jíva	<i>Salix caprea</i>	list	8,9			0,7	0,2		17	117	170	6	128	0,2
vrba	<i>Salix spp.</i>	list	12,1	3,7		3,3	0,2	4,8	19,5	119	307,8	7,6	356,8	0,28
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list	22,3	1,4	20,8	2,4	0,1		15,8	119	43	13	42	0,2
jilm horský, syn. Drsný bez černý	<i>Ulmus glabra</i>	list	1,9	0,2										
svída krvavá	<i>Sambucus nigra</i>	list	19,1	3,6		3,3	0,3	4,7	21,5	116	254,3	10,4	313,3	0,23
svída krvavá	<i>Cornus sanguinea</i>	list	30,4			2,5	0,2		15,3	109	29	8	18	0,2
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list	12,9			0,5	0,1		38,9	140	58	16	15	0,2
trnka obecná	<i>Prunus spinosa</i>	list	10,1			2,2	0,7		37,3	100	70	19	19	0,2
bříza pýřitá	<i>Betula pubescens</i>	list	8	1,9	24,4	1,8			9,2	74		5,9	134	
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list	18	1,4		2,3	1,1		7,3	94	83	10	181	0,2
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list	16,9	1,6		1,9	0,2	1,7	8,9	195	107	15,3	52	0,05
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list	15	2,1		1,1	0,4		7,5	118	150	20	37	0,2
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list	27	1	20,4	4,2	0,4		13,2	91	24	10	14	0,2
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list	23,7	2,1		1,5	0,6		8					
javor mléč	<i>Acer platanoides</i>	list	9,6			0,9	0,3		23	91	329	17	32	0,2
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list	15,2	2,7		1,8	0,3		9,3	172		18	36	0,33
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list	16,9	2,5		1,2	0,1		19,6	139	418	8	19	
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list												
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list	30,5	3					26,1					
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list												
topol černý	<i>Populus nigra</i>	list	26,7			1	0,1		41,2	103	44	9	105	0,2

Příloha III: Koncentrace stravitelných látek v listech vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Stravitelná organická hmota [% DM]	Stravitelné N-látky [% DOM]	Stravitelné tuky [% DOM]	Stravitelná nerozpustná vláknina [% DOM]	Stravitelné jiné uhlohydráty [% DOM]
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	list	54,3	36,8			
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list	47,7	51,7			
hloh	<i>Crataegus monogyna</i>	list					
růže šípková	<i>Rosa canina spec</i>	list					
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	list	38,4	59,5	19	72	
vrba jíva	<i>Salix caprea</i>	list	49,9	38,6	41,3	37,9	
vrba	<i>Salix spp.</i>	list	57,8	47,4			
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list	41,8	68,9	23	57	
jilm horský, syn. Drsný bez černý	<i>Ulmus glabra</i>	list					
svída krvavá	<i>Cornus sanguinea</i>	list					
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list		49,2			
trnka obecná	<i>Prunus spinosa</i>	list					
bříza pýřitá	<i>Betula pubescens</i>	list					
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list	37,6	44,9	57	44,2	
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list	30,9	38,8	34,1	27,7	
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list	32,8	43,2	32,8	42,8	
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list	34,1	57,2	45	34,1	
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list	10,6	60			
javor mléč	<i>Acer platanoides</i>	list					
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list	6,7	48,6			
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list	30,6	62,3	3,1	42,4	
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list	10,5	62,3			
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list	37,6	65,6	49,3	53,8	
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list	55	63	37	55	
topol černý	<i>Populus nigra</i>	list	63	79,7	65,4	32	

Příloha IV: Koncentrace základních nutričních hodnot ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Sušina [%]	Popeloviny [% DM]	N-látky [% DM]	Tuky [% DM]	Nerozpustná vláknina [% DM]	NDF [% DM]	ADF [% DM]	Lignin [% DM]	Kondenzované taniny [% DM]	BNLV [% DM]
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	větvíčka		6,3	10,2	1,5	43,1				1,6	
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	větvíčka	54,3	4	5,7	3,1	40,1				1,7	
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	větvíčka		3,6	4,2	3,5	44,9					
vrba	<i>Salix spp.</i>	větvíčka	51,4	6	6,8	2,7	36,8					
jilm habrolistý bez černý	<i>Ulmus minor</i>	větvíčka		6,8	12,1	2,3	33,4					45,4
	<i>Sambucus nigra</i>	větvíčka	50,8	6,2	10,6	2,9	49,1			24,7		
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	větvíčka		8,2	8	1,4	34,4				0,8	
třešeň	<i>Prunus cerasus</i>	větvíčka	54,5									
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	větvíčka		4,9	4,9	3,5	37,9			25,6	1,5	
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	větvíčka	52,8	3,1	4,6	3,1	48,1	83,4	73,6	26,5	2	
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	větvíčka	50,8	3,8	7,1	2,3	44,3			29,5	2,1	
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	větvíčka		5,7	6,2	2,5	36,6			27,7	1,4	
javor babyka	<i>Acer campestre</i>	větvíčka	32	6,8	16,9	3,6	19,8					56,1
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	větvíčka		4,1	4,7	1,9	43,7			25	1,4	
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	větvíčka	59,7	3,3	4,8	2,2	48			21,7		
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	větvíčka		5,9	6,1	2,6	42,8			27,8	0,7	
dub letní	<i>Quercus robur</i>	větvíčka		4,6	4,8	2,4	43,7			37,2	1,7	
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	větvíčka		3,9	8,4	1,1	34,5					
hrušeň	<i>Pyrus communis</i>	větvíčka	50,7									
švestka	<i>Prunus domesticus</i>	větvíčka	28,1									
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	větvíčka		5,8	6,2	3,9	41,3			23,6		

Příloha V: Koncentrace mikro a makroelementů ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Makro-elementy [g/kg DM]							Mikro-elementy [mg/kg DM]					
			Ca	P	N	Mg	Na	S	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	větvička													
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	větvička	12	1,8	11	1,1	0,7	1,8	5,4	128	42	10,8	51	0,5	
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	větvička	12,1	1,1					4,2						
vrba	<i>Salix spp.</i>	větvička	4,9	1,3	10	0,7	0,4	0,9	3,7	67	41	3,5	105	0,5	
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	větvička													
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	větvička	8,2	1,5	11,9	1,4	0,8	1,1	12,3	77	21	12,8	34	0,5	
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	větvička													
třešeň	<i>Prunus cerasus</i>	větvička	16,6	1,1	6	1,1	0,8	0,9	3,3	82	24	4,6	44	0,5	
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	větvička	17,1	1,1					1,9						
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	větvička	12,9	1,1					2,1						
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	větvička	10,7	1,2	13,4	0,8	0,6	1,4	3,2	96	29,5	8,5	47	0,5	
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	větvička													
javor babyka	<i>Acer campestre</i>	větvička	12,5	2,4		0,9	0,3		23	91	329	17	32		
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	větvička	16,3	0,8					2,5						
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	větvička	9,7	1,3	9	0,9	0,9	1,2	2,7	61	72	5,4	31,5	0,5	
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	větvička	20,9	1,4					6,3						
dub letní	<i>Quercus robur</i>	větvička	21,3	1					2,8						
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	větvička													
hrušeň	<i>Pyrus communis</i>	větvička	10,6	1,3	9,2	1,5	0,3	1	5,5	44	14,5	28,6	38,5	0,5	
švestka	<i>Prunus domesticus</i>	větvička	21,2	2,1	11,2	1,4	0,7	1,8	5,5	125	34,5	11	84	0,5	
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	větvička	20,9	1,4					10,9						

Příloha VI: Koncentrace stravitelných látek ve větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Stravitelná organická hmota [% DM]	Stravitelné N-látky [% DOM]	Stravitelné tuky [% DOM]	Stravitelná nerozpustná vláknina [% DOM]	Stravitelné jiné uhlohydráty [% DOM]
akát	<i>Robinia pseudoacacia</i>	větvička	38,1	48,6	22,7	21,5	
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	větvička		37,4			
jeřáb ptačí	<i>Sorbus aucuparia</i>	větvička		27,3			
vrba	<i>Salix spp.</i>	větvička		40,7			
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	větvička	43	7,2			
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	větvička		61			
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	větvička					
třešeň	<i>Prunus cerasus</i>	větvička					
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	větvička	34	21,8	65	22	
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	větvička	11,8	24,7	9	7	
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	větvička		17,4			
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	větvička		41,2			
javor babyka	<i>Acer campestre</i>	větvička					
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	větvička		29			
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	větvička		36,1			
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	větvička	30,8	35,9	30,5	16	
dub letní	<i>Quercus robur</i>	větvička		26,8			
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	větvička					
hrušeň	<i>Pyrus communis</i>	větvička					
švestka	<i>Prunus domesticus</i>	větvička					
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	větvička	31,7	25,2	44,7	27,8	

Příloha VII: Koncentrace základních nutričních hodnot v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Sušina [%]	Popeloviny [% DM]	N-látky [% DM]	Tuky [% DM]	Nerozpustná vláknina [% DM]	NDF [% DM]	ADF [% DM]	Lignin [% DM]	Kondenzované taniny [% DM]	BNLV [% DM]
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list+větvička		6,5	11,3	3,9	25,1					53,3
vrba	<i>Salix spp.</i>	list+větvička	35,6	7,2	13,4	3,7	28,7	49,9	35,3	15,1	5,2	47,7
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list+větvička		5	4,9	2,1	48,5			26,6		
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	list+větvička		9,4	23,6	4,1	29,5					33,4
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list+větvička		9,4	12,2	2,2	31					45,2
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list+větvička		5,4	10,4	5,7	31					47,6
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list+větvička	52,1	4,5	9,5	2,9	32	77	59	19,9	2,9	44,7
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list+větvička		5,2	13,5	3,4	31,8					47,1
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list+větvička		8,6	12,9	2,5	29,1					47
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list+větvička		6,2	11,4	3,4	29,7					49,4
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list+větvička		4,6	9	2	33,4					51,1
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list+větvička		7,9	13,4	3,3	30,6					44,9
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list+větvička		4,5	10,3	2,7	36,4					46,2
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	list+větvička	60		13,7			41,7		9,2		
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list+větvička		9,6	11,3	3,7	29,4					46
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list+větvička		5,8	10,1	3,7	36,7					43,3

Příloha VIII: Koncentrace mikro a makroelementů v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Makro-elementy [g/kg DM]						Mikro-elementy [mg/kg DM]					
			Ca	P	N	Mg	Na	S	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Co
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list+větvička												
vrba	<i>Salix spp.</i>	list+větvička			26,3									
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list+větvička	14,7	1,2						7,6				
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	list+větvička												
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list+větvička												
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list+větvička												
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list+větvička												
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list+větvička												
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list+větvička												
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list+větvička												
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list+větvička												
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list+větvička												
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list+větvička												
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	list+větvička			16,9									
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list+větvička												
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list+větvička												

Příloha IX: : Koncentrace stravitelných látek v listech a větvičkách vybraných okusových dřevin

Dřevina	Druh	Část dřeviny	Stravitelná organická hmota [% DM]	Stravitelné N-látky [% DOM]	Stravitelné tuky [% DOM]	Stravitelná nerozpustná vláknina [% DOM]	Stravitelné jiné uhlohydráty [% DOM]
líška obecná	<i>Corylus avellana</i>	list+větvička	42	5,5			
vrba	<i>Salix spp.</i>	list+větvička	44,3	5,7			
jilm habrolistý	<i>Ulmus minor</i>	list+větvička		35,8			
bez černý	<i>Sambucus nigra</i>	list+větvička	46	18,9			
jírovec maďal	<i>Aesculus hippocastanum</i>	list+větvička	41	5,4			
bříza bělokorá	<i>Betula pendula</i>	list+větvička	40,1	31,2	37,7	18,3	
buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>	list+větvička	35	4,2			
olše lepkavá	<i>Alnus glutinosa</i>	list+větvička	41	5,6			
jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>	list+větvička	46	8,5			
javor klen	<i>Acer pseudoplatanus</i>	list+větvička	51	5,8			
habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>	list+větvička	38	4,9			
Lípa velkolistá	<i>Tilia platyphyllos</i>	list+větvička	49	9,3			
dub letní	<i>Quercus robur</i>	list+větvička					
dub zimní	<i>Quercus petraea</i>	list+větvička	51,9				
topol kanadský	<i>Populus x canadensis</i>	list+větvička	46	8,4			
topol osika	<i>Populus tremula</i>	list+větvička	44	7,2			