

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Obsah živin v jehlicích hlavních dřevin ve vztahu k potravní ekologii velkých býložravců v Evropě

(Nutrient content in needles of main woody species in relation to foraging
ecology of large herbivores in Europe)

Bakalářská práce

Autor: Markéta Köhlerová

Obor: Provoz a řízení myslivosti

Vedoucí práce: doc. RNDr. Pavla Hejzmanová, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Markéta Köhlerová

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Obsah živin v jehlicích hlavních dřevin ve vztahu k potravní ekologii velkých býložravců v Evropě

Název anglicky

Nutrient content in the needles of main woody species in relation to foraging ecology of large herbivores in Europe

Cíle práce

Cílem práce je:

- 1) provést literární rešerši v oboru obsahu živin v hlavních dřevinách v Evropě, potravní ekologie velkých býložravců a jejich dopadu na lesní ekosystémy v Evropě.
- 2) stanovit obsah hlavních makroprvků a vlákniny v jehlicích 5 původních dřevin z hlediska potravních zdrojů zvěře.

Výzkumné otázky:

- 1) Liší se obsahy makroprvků a vlákniny mezi jednotlivými druhy dřevin?
- 2) Liší se obsahy makroprvků a vlákniny mezi ročníky jehličí? Jednoleté jehličí má vyšší obsah makroprvků a nižší obsah vlákniny než dvouleté.

Metodika

Ad1) Zpracování literární rešerše k dané problematice, zdokumentování a statistické vyhodnocení obsahu živin v jehlicích vybraných druhů dřevin a jejich vztah na potravní ekologii velkých býložravců. K dosažení cíle literární rešerše budou vyhledány významné vědecké práce zabývající se potravní ekologií velkých býložravců a jejich strategiemi při selekci potravy na úrovni živin v propojení s dostupnými potravními zdroji a faktory prostředí.

Ad2) Práce bude založena na terénním sběru vzorků jednoročního a dvouročního jehličí 5 vybraných jehličnatých dřevin. Základem bude stanovení potravní nabídky v dané oblasti a na sběru vzorků kůry. Ve vzorcích bude stanoven obsah dusíku, fosforu, draslíku, ligninu a dalších významných nalezených látek v daných vzorcích v lokalitě a bude provedena analýza funkčního vztahu mezi jednotlivými složkami.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

makroprvky, dusík, fosfor, potravní strategie, býložravci

Doporučené zdroje informací

- Kowalczyka R., Taberlet P., Coissac E., Valentini A., Miquel Ch., Kamin' ski T., M.Wójcik J. 2010, Influence of management practices on large herbivore diet—Case of European bison in Białowież' a Primeval Forest (Poland). *Forest Ecology and Management* 261 (2011) 821–828.
- Tixier H., Duncan P., Scephovic H., Yani A., Gleizes M., Lila A. 1996. Food selection by European roe deer (*Capreolus capreoh*): effects of plant chemistry, and consequences for the nutritional value of their diets. *J. Zool., Lmd.* (1997) 242, 229–245.
- Van Soest PJ, 1994. *The nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press. 476 p.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. RNDr. Pavla Hejčmanová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2015

Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Obsah živin v jehlicích hlavních dřevin ve vztahu k potravní ekologii velkých býložravců v Evropě“ vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Pavly Hejmanové, Ph.D., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20. 4. 2015

.....

Chtěla bych poděkovat především vedoucí mé bakalářské práce doc. RNDr. Pavle Hejčmanové, Ph.D. , za odborné vedení, připomínky, cenné rady, obětavou spolupráci a ochotu. Také děkuji své rodině za trpělivost a podporu během mého studia a psaní této práce.

Obsah živin v jehlicích hlavních dřevin ve vztahu k potravní ekologii velkých býložravců v Evropě

Markéta Köhlerová

Cílem bakalářské práce bylo stanovit obsah hlavních makroprvků a vlákniny v jehlicích pěti původních dřevin (*Taxus baccata*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Larix decidua*) s ohledem na výživu zvěře a z hlediska potravních zdrojů zvěře. Zjistit, jestli se liší obsahově v makroprvcích živin podle různého věku jehlic. Jednotlivými cíli dále bylo zjistit za prvé, liší-li se obsahy makroprvků a vlákniny mezi jednotlivými druhy dřevin a za druhé liší-li se obsahy makroprvků a vlákniny mezi ročníky jehličí. Jednoleté jehličí má vyšší obsah makroprvků a nižší obsah vlákniny než dvouleté. Teoretická část se věnuje herbivorům a jejich potravní strategii. Bylo vybráno pět původních jehličnanů Evropy: *P. sylvestris*, *P. abies*, *A. alba*, *L. decidua* a *T. baccata*. Vybraly se čtyři lokality: Mšeno, Nové Strašecí, Oldřichov v Hájích a Příbramsko, ve kterých se sbíraly vzorky jehličnanů. Po usušení vzorků v sušárně se prováděly laboratorní testy, podle kterých bylo následně provedeno statistické vyhodnocení. Samotné vyhodnocení bylo zaměřeno na obsahy makroprvků N, P, K, Ca a Mg. Dále se zkoumaly poměry N:P, Ca:N a K/(Ca+Mg) a ADF, NDF a ligninu. Výsledky ukázaly, že jednoleté jehličí má vyšší obsah makroprvků a nižší obsah vlákniny než jehličí dvouleté. Nejvyšší hodnoty obsahu makroprvků a vlákniny měl *T. baccata*, podobné výsledky měl *P. abies* a *P. sylvestris*. Z výsledků vyplývá, že škody okusem jsou náchylnější jehličnany *Picea abies*, *Pinus sylvestris* a *Abies alba*.

Klíčová slova: živiny, dusík, fosfor, lignin, potravní strategie, jelenovití, turovití

Nutrient content in needles of main woody species in relation to foraging ecology of large herbivores in Europe

Markéta Köhlerová

The aim of the thesis was to determine the content of principle macroelements and fibre fractions in needles of five woody species (*Taxus baccata*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Larix decidua*) with regard to the nutrition of wildlife and forage resources. See if differ substantively macro nutrient elements by different ages needles. The individual objectives was to further determine, firstly, if different levels of major and fiber between tree species and secondly if different levels of major and fiber between the years of needles. Annual needles has a higher content of macroelements and lower fiber content than two years. The theoretical part deals with herbivores and their foraging strategy. Five European indigenous coniferous species were chosen: *P. sylvestris*, *P. abies*, *A. alba*, *L. decidua* and *T. baccata*. There were selected four locations: towns of Mšeno, Nové Strašecí and Oldřichov v Hájích and Příbram`s territory where the samples of conifers were collected. After drying the samples in the oven there were laboratory tests carried out/conducted, based on which a subsequent statistical evaluation was performed. The actual evaluation was focused on contents of macroelements N, P, K, Ca and Mg. In addition also ratios of the macroelements (N/P, Ca/N and K / (Ca + Mg) were considered. As regards fibre analysis, we focused on content of ADF, NDF and lignin. Results showed that annual needles, compared to biennials, have higher content of macroelements and lower fibre content. The highest values of macroelements and fibre content were found in *T. baccata*. *P. abies* and *P. sylvestris* had similar results.

Keywords: nutrients, nitrogen, phosphorus, lignin, foraging strategy, deer, bovid

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce.....	10
3. Literární rešerše.....	11
3.1. Potravní strategie: herbivorie.....	11
3.2. Význam rostlin pro herbivory.....	12
3.3. Ochranné a obranné mechanismy proti herbivorii.....	15
3.4. Herbivoři a prostředí.....	16
3.5. Sezonní dynamika potravního chování.....	18
3.6. Migrace zvěře z lesa.....	18
3.7. Ekologická a ekonomická zátěž na přemnožení zvěře.....	19
3.8. Kaskádové účinky na druhy zvířat.....	21
3.9. Základní informace o vybraných druzích jelenovitých a turovitých.....	22
3.9.1. Jelen sika.....	22
3.9.2. Srnec obecný.....	23
3.9.3. Los evropský.....	24
3.9.4. Kamzík horský.....	25
3.9.5. Zubr evropský.....	26
3.10. Charakteristika původních jehličnanů.....	27
4. Metodika	31
4.1. Sběr dat.....	31
4.2. Analýza jehličí - biomasa.....	31
4.3 Statistická analýza dat.....	32
5. Výsledky.....	33
6. Diskuze.....	43
7. Závěr.....	46
8. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	47
9. Příloha.....	50

1. Úvod

V krajině kolem nás žijí různé druhy společenstev, ať už rostlin, zvířat či jiných organismů. Každý z nich je součástí velkého celku biosféry a koloběhu živin. Zvířata s rostlinami v přírodě koexistují již velmi dlouho, aniž by vyhynuly. Žijí vedle sebe v různých symbiotických, predačních nebo kooperačních vztazích. Jedním ze vztahů mezi nimi je právě herbivorie, tedy vztah mezi rostlinou a zvířetem vázaný na rostlinnou stravu. Rostliny, které známe dnes, okus či spásání tolerují nebo si proti nim evolucí vyvinuly obranu. I zvířata se evolučně vyvinula, aby poznala, která rostlina je pro ně požitelná a vhodná. Do tohoto vztahu zasahuje velkou měrou člověk a jeho zájmy. Člověk ovlivňuje životní prostředí a jeho krajinnou podobu už po staletí ke svému obrazu.

Přeměna stepí a rozsáhlých lesů na zemědělské plochy, se v Evropě promítla i do vztahů v samotné přírodě. Například úživné trvalé travní porosty vystřídaly rozsáhlé monokultury zemědělsky cenných plodin a zvířata se musela přizpůsobit nebo se přesunout do odlehlejších míst lesa. Nejen kvůli této skutečnosti, faktorů, které změnily způsob života zvířat a rostlin je mnohem více. Člověk není jediný tvor, který potřebuje svůj životní prostor a vhodné podmínky pro život.

V souvislosti s problematikou zvířat, která poškozují lesní porosty a zemědělské kultury, vzniklo mnoho výzkumných studií. Jedná se tedy o aktuální problematiku z hlediska zvířat i člověka. Tento problém je velmi rozsáhlý a postupně se objevují nové poznatky. Snaha o jeho rozluštění je podpořena nejen zájmem o přírodu, ale i ekonomikou. Zvěř v krajině má stejnou důležitost jako člověk ve městě, proto je nemyslitelné, aby zcela vymizela. Se zvěří by postupně vymizela i další a další společenstva, potenciálně by mohlo dojít i na člověka. Práce se zaměřuje na problematiku z pohledu zvířat, která se živí okusem významných druhů jehličnanů Evropy a snaží se vyhodnotit, co okus přináší velkým býložravcům z hlediska živin.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo provést literární rešerši v oboru obsahu živin v hlavních dřevinách v Evropě, potravní ekologie velkých býložravců a jejich dopadu na lesní ekosystémy v Evropě a stanovit obsah hlavních makroprvků a vlákniny v jehlicích pěti původních dřevin (*T. baccata*, *P. sylvestris*, *A. alba*, *P. abies*, *L. decidua*) s ohledem na výživu zvěře a z hlediska potravních zdrojů zvěře.

Dílčí výzkumné otázky byly:

1. Liší se obsahy makroprvků a vlákniny mezi jednotlivými druhy dřevin?
2. Liší se obsahy makroprvků a vlákniny mezi ročníky jehličí?

Základní hypotéza je, že jednoleté jehličí má vyšší obsah makroprvků a nižší obsah vlákniny než dvouleté.

3. Literární rešerše

3.1. Potravní strategie: herbivorie

Herbivorie, jinak nazývaná býložravost, je vztahem mezi rostlinami a živočichy, kdy živočichové konzumují prakticky jen části rostlin. Konzumace rostlinných pletiv obvykle nevede k přímé smrti rostliny (Crawley, 1983). Mezi herbivory řadíme nejen savce a hlodavce z obratlovců, ale i bezobratlé zástupce, jako jsou blanokřídílí či brouci.

Herbivorie je důležitým biotickým faktorem, který působí výhradně na rostliny. Potravní způsoby herbivorů jsou zaměřené na rostlinné orgány s vysokým obsahem živin, bohatých zejména na dusík. Tyto části rostlin jsou v krajině zastoupeny ve velké míře. Pro zajištění potravy, v rámci svého herbivorního vztahu, se zaměřují na mladé, rostoucí a zásobní orgány rostliny a na již vyvinuté listy a jehlice. Tímto herbivorním vztahem vzniká velký tlak volně žijících zvířat. Rostliny reagují svým přizpůsobením, například přisedlým způsobem či skrytým způsobem života. Rostliny nejsou v interakci s herbivory bezbranné. Mají různá opatření, která slouží buď k nestravitelnosti anebo ke snížení příjmu takové potravy herbivorem. Kvůli velkým tlakům herbivorů pravděpodobně vzniklo mnoho obranných mechanismů. Výsledkem je omezení herbivorie zvířat a vznik sekundárních metabolitů jako obrany rostlin (Steigerová, 2008).

Herbivorní zvířata narušují svojí konzumací nejprve části, které jsou jim nejdostupnější. To jsou listy, případně jehlice, květy a plody, proto následkem ztráty porušují rostlinám vývin a taky růst. V průběhu evoluce u rostlin došlo k určitému přizpůsobení ve formě adaptace a již zmíněných obranných mechanismů. Při okusu či loupání proběhne v těle rostliny informační proces, který je klíčový pro přežití napadení herbivorem. Díky složitým mechanismům, probíhají reakce na skutečnost herbivorie v rostlině pomocí chemických, hydraulických a elektrických signálů. Stále platí přímá úměrnost. Čím víc musí rostlina reagovat na podněty herbivora, vytvářet hodně obranných látek a struktur, tím více potřebuje energie pro život. Energie, kterou musí rostlina vynaložit, zjistíme pomocí analýzy tím, že spočítáme kolik je potřeba energie na vytvoření obranných látek nebo struktur (Steigerová, 2008).

Herbivorie jako taková, postihuje všechny rostliny ve volné krajině. Tím vytváří stresový faktor přímo pro rostliny ze strany herbivorů. Výzkum se zaměřuje v současné době

spíše na rostliny (plodiny) kulturní. Důvodů je několik. Rozsáhlé plochy zemědělsky upravované, kde roste většinou jedna hlavní plodina, mohou mít nepříjemný dopad na krajinu i na zvěř žijící v ní. Monokultury poskytují po vegetační dobu kryt, klid a dostupnou stravu. Zvěř prakticky nemusí vycházet za vodou z těchto velkých ploch, protože hodně vody přijme z rostlin během pastvení. Rostliny pro zemědělské účely byly šlechtěny na vyšší produktivitu. Tím se staly náchylnější k napadení herbivory, protože jim chybí obranné prvky. Rychlý růst a vysoká produkce biomasy, jsou nutně spojeny s vyšším obsahem dusíku a menším množstvím sekundárních metabolitů i mechanických pletiv. Dohromady je složení biomasy je pro herbivory velmi vhodné. V zemědělství vede působení herbivorů k nemalým finančním ztrátám. Šlechtění produktivních a přitom herbivorům odolných druhů je, stále jedním z hlavních úkolů zemědělského výzkumu (Steigerová, 2008).

3.2. Význam rostlin pro výživu herbivorů

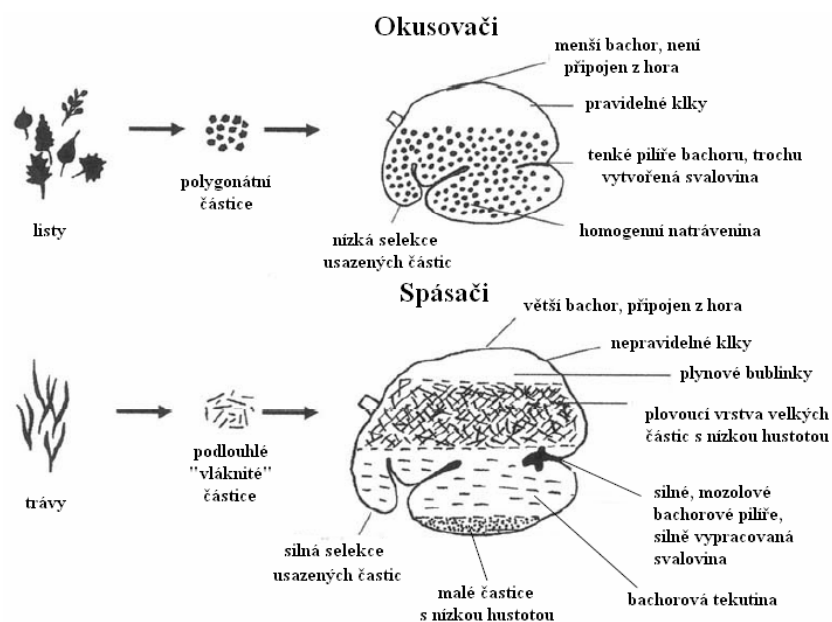
V současné krajině je nezbytné se snažit porozumět volně žijící zvěři. Zkoumat jejich potravní způsoby a jejich specifický výběr potravy, který je charakterizuje. Zjištěné souvislosti nám mohou pomoci v pochopení a řízení jejich populace, aby jejich dopady na životní prostředí nebyly tolik významné pro lesní či zemědělské porosty. V rámci významnosti rostlin pro zvěř je zapotřebí zdůraznit více výzkumů na propojení mezi hlavními zdroji potravy a jejich současnými chemickými hodnotami, které se zdají být pro zvěř vhodné. Studie zkoumající problematiku výběru potravy u volně žijící zvěře, jsou vzácné. Je obtížné zjišťovat u volně žijící zvěře spotřebu a krmné hodnoty daného druhu rostliny, které *C. elaphus* spásal na konkrétním místě. Studie právě na *C. elaphus* v Evropě vypracovala (Verheyden-Tixier, 2008). Studie byla provedena na třech ochočených laních v oplocené oboře. Popisuje přizpůsobení herbivora (*C. elaphus*) sezonním změnám podle dostupného množství a kvality (Hofmann, 1989).

Význam rostlin jako potravy pro spárkatou zvěř, žijící i u nás, je opravdu velký. Volně žijící zvěř si musí za svého života zajistit všechny potřebné živiny v dostatečném množství a optimálním poměru, tedy nejen dostatek živin kalorických - bílkovin, tuků a sacharidů, ale i dostatek nekalorických živin - vody, vitaminů a minerálních látek (Malík a Karnet, 2006). Díky své evoluční specializaci na příjem rostlinné potravy patří mezi takzvané herbivory, vyskytující se v evropských lesích a polích. Jen černou zvěř, tedy prase divoké neřadíme do této skupiny, je to totiž všežravec. I když jeho potrava je tvořena z devadesáti procent

rostlinami, nemůžeme ho řadit mezi býložravce. Herbivoři si zachovali svoje zaměření, kterým byli vybaveni na výběr rostlin.

Herbivoři, s různými typy potravní strategie a i odlišnou potravou, získali ekologickou výhodu, popisuje Hofmann (1989). Podle něho dosáhli přežvýkavci velmi vysoké úrovně v zažívací účinnosti a to v každém adaptačním vývoji. Popisuje dobře z dokumentované úpravy, které probíhají v těle zvěře pro střežování potřebných živin (Obr. 2).

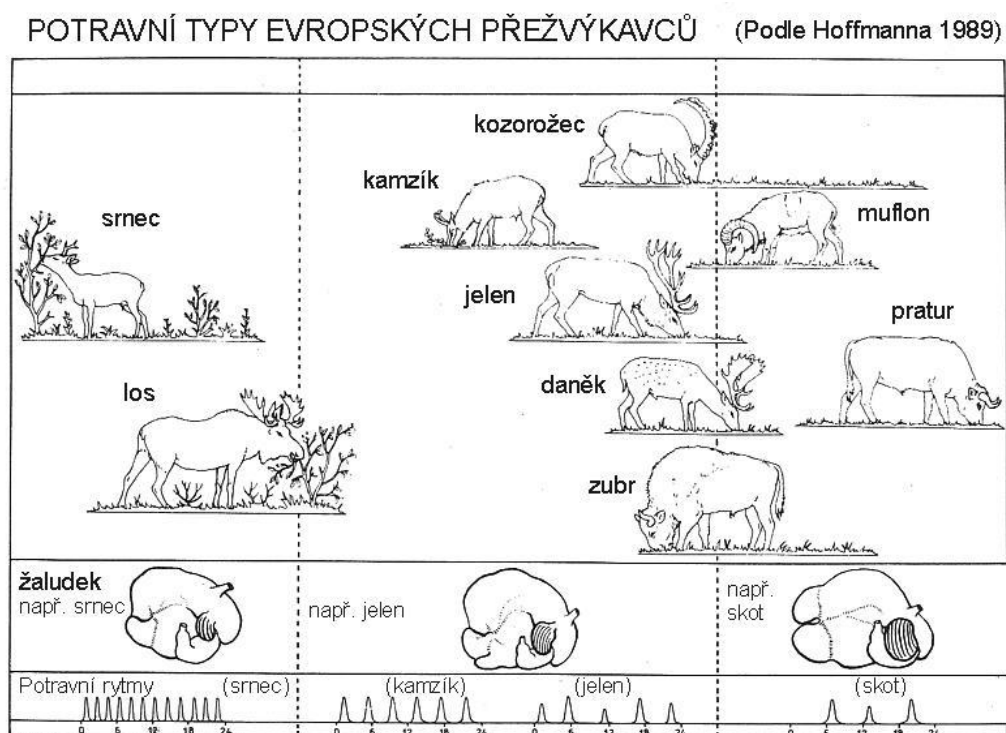
Příklad jelenovitých. Zástupci dnešní doby, los, srnec i jelenec (tzv. telemetakarpální druhy), pocházejí z teplých třetihor miocénu na území Severní Ameriky a Sibíře. Jejich výskyt byl určen na dobu, kdy se v třetihorách nevyskytovaly žádné trávy. Dostupná potrava je omezovala pouze na možnost okusu letorostů a na plody tehdejších dřevin, keřů a bylin. Jelenovití stále svoji evoluční přizpůsobivost a zaměření na potravu ve formě různých letorostů a plodů vlastní. Vyznačují se právě viditelným okusem, případně loupáním lesních kultur (hlavně *C. elaphus* a *C. nippon*), označujeme tuto zvěř za takzvané okusovače (Obr. 1). Okusovači jsou vývojově adaptováni pouze na trávení květů a listů rostlin, pupenů, plodů, jemných bylin (bez obsahu křemičitanů). Zástupci jelenovitých mají uzpůsobeny trávicí trakt, který je menší a potrava v jeho částech nebývá příliš dlouho. Energeticky vydatná potrava se stává pro ně snáze přeměnitelnou a stravitelnou. Potrava okusovačů je obsahově zaměřena na snadno zkvasitelné bílkoviny a glycidy. V rámci přizpůsobení k této stravě mají více vyvinuté i slinné žlázy, které jsou k těmto potravním pochodům potřebné. Ostatní zvěř nemá slinné žlázy natolik vyvinuté (Hanzal a kol., 2008).



Obr. 1: Rozdílné fyzikálně – mechanické vlastnosti listů a trav při zpracování v bachoru okusovačů a spásačů (Münnich, 2009).

Zubr evropský, kozorožci, mufloni jsou zástupci turovitých označovaných jako spásači (Obr. 1). Spásači se objevili později než okusovači, na konci třetihor na křovinatých, travnatých stepích a pouštích. Oblasti vznikly zamrznáním Antarktidy, kdy ustupovaly lesy následně nahrazené právě stepními společenstvy. Přizpůsobili se na příjem potravy bohaté na hrubou vlákninu. Anatomicky se vyvíjelo uspořádání předžaludků a potřebné mikrofauny na rozklad a vstřebávání. Prodloužením trávicích pochodů umožňuje celulolytickým bakteriím a bičíkocům velmi dobře zpracovat a využít špatně zkravitelnou potravu (Libosvár & Hanzal, 2010).

Jeleni, daňci a kamzíci jsou jelenovití (plesiometakarpální druhy), zástupci přechodného typu tzv. potravních oportunistů (Obr. 2). Potravní oportunisté se vyvinuli koncem třetihor, a převážně ve čtvrtohorách (pleistocénu), zejména v Asii. Vyskytovali se v teplejších podmínkách, kde byla potrava hodně pestrá, od trav po byliny. Nejsou proto, co se týče potravy, vyhranění a jsou schopni konzumovat smíšenou potravu (Libosvár & Hanzal, 2010).



Obr. 2: Potravní typy evropských přežvýkavců (Hoffmann, 1989).

3.3. Ochranné a obranné mechanismy proti herbivorii

Rostliny, žijící pod velkým tlakem herbivorů žijí přisedlým, skrytým způsobem života. Může se zdát, že jsou v boji s býložravci bezbranné, ale díky evoluci vzniklo mnoho mechanismů, které výrazně omezují herbivorii, například tvorba sekundárních metabolitů (Steigerová, 2008).

Z hlediska ekologicko – evolučního, máme k dispozici dvě hlavní strategie pro rostliny. První z existenčních strategií je avoidace (neboli vyhnutí se herbivorii), se kterou souvisí obranné mechanismy, jako jsou ostny, trny, trichomy a velmi tuhé listy. Ve druhé strategii se rostliny zaměřují na chemické mechanismy částečně nebo v celé rostlině. Objevují se jedovaté látky, především alkaloidy a terpeny. Do skupiny zařazujeme i látky, zaměřující se na omezení stravitelnosti či znesnadnění trávení – taniny, lignin apod. (Steigerová, 2008).

Rostliny, využívající ve strategii určité tolerance, ve ztrátě částí rostliny, jsou schopny kompenzovat ztrátu zrychleným růstem. Mezi vnitřní faktory, které právě ovlivňují schopnost tolerance defoliace, patří například schopnost symbiotické mykorrhizy. Tyto podporují schopnost využívat zásobní látky a tím víc využívat i větší množství dělivých pletiv (Del-Vale & Crawley, 2005).

Přímý vliv na růst rostlin, jejich reprodukci a dlouhodobější přežívání, mají především turovítí i jelenovití. Rostliny jsou funkčně náročně na listy, stonky, květy a plody. Jejich ztráta může být až devastující. Okus, může být i pozitivní, pro určité rostliny. Reagují na tyto zásahy dalším vývinem, když jsou schopné se přizpůsobit a vypořádat se s okusem samy. Herbivoři se ale také adaptačně vyvíjejí a snaží se vyrovnat a překonat rostlinnou obranu. Současně s tímto soubojem ovlivňují produktivitu ekosystému a koloběh živin (Bryant & Raffa, 1995).

Rostliny jsou rozdělovány podle odolnosti vůči herbivorům. Při rozdělování se zjišťuje, do jaké míry jsou schopny odolat, nebo tolerovat okus či loupání kůry. Odolnost rostlin bývá v neprospěch jiných potřebných vlastností. Snižuje se schopnost šlechtění na chemickou obranu nebo nízkou stravitelnost. Další vlastnost, která se šlechtí, způsobuje sníženou stravitelnost dané potravy herbivorem (např. listová houževnatost, morfologická obranyschopnost organismu). Tolerantní druhy rostlin mohou vydržet intenzivní defoliaci s malou změnou v růstu, vývinu a reprodukce. Netolerantní druhy jsou velmi citlivé na okus a nebudou schopny se vyrovnat s přílišnou defoliací. Nebudou moci pokračovat v růstu, reprodukci, ani přežít. Dřevní rostliny (stromy), vykazují často sníženou chemickou

a fyzikální obranu, když nejsou vystaveny žádnému okusu od herbivorů (Bryant & Raffa, 1995).

3.4. Herbivoři a prostředí

Velcí herbivoři Evropy jsou velmi důležitou součástí druhů v mnoha oblastech. Pomáhali formovat nejen strukturu, ale i druhovou rozmanitost a fungování většiny ekosystémů. V minulosti, populace těchto velkých herbivorů byly mnohem větší v početnější a diverzifikovanější. Herbivoři svojí přítomností v krajině mají dopad na vegetaci a hrají tedy významnou roli v pro udržení otevřené krajiny, které už moc nezbyvá (Côté a kol., 2004).

Ztráty na přirozeném prostředí se projevují změnou klimatu a následnou fragmentací. Při neúnosnosti a nadměrném využívání přírodních zdrojů, se postupně, ale výrazně snižuje populace herbivorů. Může dojít až k vyhlazení druhu. Přeživším herbivorům se následně věnuje pozornost ve formě aktivní ochrany a péče, která by měla pomoci přežít vymírajícímu druhu. V rámci ochrany se zamezuje i jejich kontaktům lidí s lidmi (Côté a kol., 2004).

V Polsku se postupně obnovuje populace zubrů, která byla přemístěna do Białowiežského pralesa. Na základě získané DNA, bylo možné obnovit a rozšířit jejich druh v Evropě. Naskytl se tak prostor mimo jiné pro studium způsobu života zubrů. Zubři, jako velcí herbivoři Evropy, poskytli poznatky i pro manažerské výzkumy. Výsledky těchto studií mohou změnit přístup k chovu nejen u zubrů a zamezit škodám na lesních porostech. K zajímavým poznatkům se propracovali vědci v oblasti příkrmování či obsahu dřevní hmoty v trávicím traktu, za použití výzkumu fekálních vzorků zmíněných zubrů (Kowalczyk a kol., 2011).

Potrava místní populace zubra se skládá až z 80% z doplňkového krmiva, dodávaného do pevných míst. Takové postupy, založené spíše na domněnkách, než na vědecky doložených důkazech, byly použity u jiných volně pasoucích se populací (Krašínska a kol., 1987), tyto postupy jsou široce používány bez péče a zvažení jakýchkoli nezamýšlených dopadů na ekologii zubra. Silné přesvědčení o ničivém vlivu tohoto velkého herbivora na lesní krajiny je překážkou pro další opětovné zavedení druhů. Předchozí studie (přímé pozorování v terénu, stopy po spásání, analýzy žaludku), ukázala, že dřevěný materiál hraje podružnou roli ve stravě zubrů v každém ročním období (Kowalczyk a kol., 2011).

Studie nezahrnovaly vliv příkrmování na stravu zubra. Znalosti o vlivu velkých herbivorů na porost, a úpravy vlivu řídicích postupů v této oblasti dopadu, jsou základem pro navrhování spolehlivých strategií pro jeho zachování (Kowalczyk a kol., 2011).

Micro-histologická analýza, nejčastěji používaná ve studiích o herbivorní stravě, je nudná a časově náročná. Vyžaduje značnou přípravu a rozsáhlé znalosti rostlinných sbírek (Kowalczyk a kol., 2011).

Přirozený výběr by měl upřednostňovat rostliny pro herbivory s nízkou tolerancí morfologické a chemické obranyschopnosti. Zjistilo se, že zkoumaná populace různých druhů keřů, *Damnacanthus indicus* (*Rubiaceae*), v oblastech s jeleny a bez jelenů se výrazně liší. Keře v oblasti s jeleny vytvářely větší kmenovou tloušťku a dokonce jejich rozmnožovací funkce byly vyšší. Následná pokryvnost země tak byla většího rozsahu. Z výzkumu vyplývá, že v oblasti jeleni vyvolali chemickou obranu, která mohla učinit rostliny méně stravitelné. Velcí herbivoři se potom rostlinám vyhýbají. V oblastech bez jelena nebyly keře více rozšířené a ani jejich obranyschopnost nebyla vyvinutá (Côté kol., 2004).

U studie na *Picea sitchensis* (Smrk sitka), u které se uvádí vyšší koncentrace monoterpenů v jejich jehličích, se také zkoumaly rozdíly v oblastech s a bez jelenů. V podobné studii, ve které byla zkoumaným druhem *Thuja plicata* (Zerav obrovský), v porovnání s výskytem jelenů, byly výsledky podobné. Prokázala se vazba mezi tvorbou obranných mechanismů a výskytem jelenů a jejich herbivorií (Côté a kol., 2004).

Druhy rostlin tolerantních vůči herbivorii, po okusu reagovaly zvýšením biomasy (více květů nebo semen) v průběhu sezóny. U zkoumaných oloupaných rostlin (stromů) se zvýšení biomasy neprojevovalo. Okus či loupání navozuje změny růstu rostlin. Dochází k nim především, když je hlavní terminál odstraněn a následně dochází k rozbití apikální dominance. Axilární pupeny následně vedou k hojnosti bočních větví (Côté a kol., 2004).

Cyklus dusíku a oxidu uhličitého je urychlován okusem i loupáním prováděným herbivory. Rostliny se snaží vyvážit ztrátu a zvyšují množství a kvalitu rostlinných orgánů a tím podporují vracení těchto látek do půdy. Tento jev byl pozorován zvláště v ekosystémech bohatých na živiny. Může také dojít k přeměně složení prostředí, z prostředí vhodného pro jehličnany, na prostředí vhodné pro listnaté dřeviny. (Wardle a kol., 2002).

Loupání v raných sukcesních lesích může rovněž usnadnit nástupnické přechody směrem k dusíku, jimiž se stanovují druhy, které tam budou schopny růst, jako například olše (*Alnus sp.*). Vylučování herbivorů může negativně prodlužovat cyklus dusíku a dále upravovat jeho rozšiřování po celé krajině. V některých případech, může být relativní podíl tohoto zdroje dusíku malý, ve srovnání s nepříznivými účinky okusu (Pastor a kol., 1993).

3.5. Sezonní dynamika potravního chování

Nabídka rostlinné potravy je ovlivněna sezonní rozdílností, a zvěř je vývojově dobře adaptována. V průběhu vegetačního období dokáží přizpůsobení herbivoři ve velkém rozsahu využít dostupné zdroje potravy.

Období jara je významné. Všude rostou mladé rostliny, obsahující velké množství bílkovin. Hlavně na jaře potřebuje bílkoviny organismus pro svůj růst. Samice i pro růst svého plodu. Po zimě v trávicím traktu nemají pomocné rozkladače potravy (bakterie, houby, protozoa). Letní období můžeme spojit s podzimním. Rostliny přechází do mléčné zralosti a zvěř si vytváří postupně potřebné zásoby na zimu. Zimní období, je chudé na živiny a hojnost rostlin v přírodě. Evolučně se zvěř přizpůsobila nejen stahováním velikosti trávicího traktu. Zima slouží jako regenerační období pro vnitřní orgány na další sezónu. Zvěř se například shlukuje do zimních stád a šetří energii. Z tukových zásob uložených pod kůží čerpá energii nutnou pro přežití. V zimě přikrmujeme kvalitním senem, aby zvěř měla šanci přežít nepříznivé podmínky.

Pokud vlivem stresu nebo nedostatečnou zásobou tuku dojdou zvěři tukové zásoby, zvěř uhynie. U srnčí zvěře dosahuje látková přeměna prvního vrcholu na začátku léta spolu s vrcholem příjmu potravy; druhého vrcholu pak v pozdním podzimu, kdy začíná tvorba energetických rezerv. U jelení zvěře se metabolismus liší mezi samičí a samčí zvěří. U laní je podstatně shodný se srnčí zvěří, u jelenů je jeho průběh pozměněn říjí (Libosvár a Hanzal, 2010).

3.6. Migrace zvěře z lesa

Naše krajina se začala měnit v době, kdy se z lovce či sběrače, stal zemědělec. Tento vývoj člověka postupně měnil i samotnou krajinu a rozmanitost v ní. Na území České republiky změny probíhaly v době přibližně čtyři tisíce let př. n. l. Zemědělství v dnešní době je stále na vzestupu a tento trend pravděpodobně bude ještě růst. Probíhající změny jsou různého charakteru a jsou postupné. První zemědělci se lišili od lovců stálým místem a upravováním původních lesů a stepí. Na vytvořených polích pěstovali první plodiny – obiloviny, luskoviny, ovoce, zeleninu. Pícniny se začaly pěstovat později. Lesy byly vypalovány za účelem rozšiřování zemědělských ploch. Člověk dal prostor pro vytvoření

konkurence mezi ním a zvěří. Konkurence pro jeho životní prostor, která doposud neskončila, byla i ostatní volně žijící zvířata (Libosvár & Hanzal, 2010).

Razantní úbytek lesních ploch byl během vzniku průmyslové revoluce. Datem se k ní vztahuje zvýšená spotřeba dřeva. Člověk se snažil následně zalesňovat některé vytěžené plochy monokulturami jehličnanů. Nejvíce se na umělou výsadbu používal smrk ztepilý, který má kratší dobu obmytí než jiné druhy a rychleji roste. Typická lesní zvěř byla vyhnána z lesů, protože objevila velmi kvalitní pastvu na polích. Zemědělcům proto zvěř na polích velmi vadila. Zvěř chodí na pastvu převážně v noci a vyhnat ji z těchto ploch bylo prakticky nemožné. Způsob obdělávání pole byl velmi pomalý a namáhavý, zvěř se po staletí stačila přizpůsobovat. Změny vzniklé v krajině zvěři nedělaly problémy (Libosvár & Hanzal, 2010).

Největší škody a negativní změny na zvěři, se objevily až ve 20. století. Nově se využívaly pro zemědělské účely parní stroje, spalovací motory, elektřina a chemie. Nové vynálezy výrazně změnily zažitá postupy při práci na poli. Nezměnily se pouze obdělávací procesy, ale rozšířil se i sortiment pěstovaných rostlin. Výsledek všech objevů a změn můžeme stále pozorovat v dnešní krajině. Existenční problémy zvěře se více prohlubují, díky rozšiřování mnohahektarových monokultur pěstovaných plodin. Nejen zemědělci, ale i lesníci mají vysoké škody působené právě zvěří (Libosvár & Hanzal, 2010).

V současné době je zastoupení dřevinného a bylinného patra o hodně jiné, nežli bylo složení původních střeoevropských pralesů. Můžeme poznamenat, že zvěř, původní či nepůvodní, žije v pozmeněném vegetačním krytu, z nepůvodních druhů (Libosvár & Hanzal, 2010).

3.7. Ekologická a ekonomická zátěž na přemnožení zvěře

Shrnutí ekologických a neekologických hodnot bylo navrženo do souboru určitých definic. Podle nich se vyhodnocovala zvířata jako přemnožena. První definice zmiňuje skutečnost, kdy zvířat v krajině (a) je hodně a ohrožují člověka na životě nebo jeho živobytí. Ve druhé definici se pojednává o případě (b), kdy je zvířat už velmi mnoho a je zapotřebí zasáhnout pro jejich dobro. V bodě (c) se řeší, že herbivoři příliš deprimují (stresují) ekonomicky a esteticky významné druhy. Poslední zdůrazněný bod (d) charakterizuje zvířata, která způsobují ekosystému dysfunkce. V bodech (a) a (c) se zkoumali lidské konflikty s jelenem. Po předchozím prozkoumání se prokázaly u bodu (d) negativní účinky, přemnožení jelena, projevující se v různých hustotách a odlišných biotopech. Účinky jsou závislé na hustotě a životní historii zvláštností zahrnutých právě v bodě (b) (Caughley, 1981).

Při přemnožení ve druhé polovině 19. století, došlo k výraznému poklesu vysoké zvěře, jak v počtu, tak i v rozšíření druhů. Zvěř byla pronásledována za škody a tlak proti zvěři vedl až prosazení ochrany a následovalo tlumení lovu. Rok (12 měsíců), byl po té rozdělen na období s omezením lovu (na dobu hájení) a na dobu lovu. U populace zvěře, především herbivorů, došlo k velmi rychlému nárůstu populace a následnému rozšíření i mimo původní výskyt. Za posledních 75 – 150 let, se zaznamenal obrovský nárůst populace v Evropě a Severní Americe. Ke zvýšení významně přispělo vytvoření zákonu, který omezoval a reguloval lov (Fuller & Gill, 2001). Pro příklad, ve Virginii, jelenec běloocasý vzrostl z odhadovaných 25.000 zvířat v roce 1931, na 900000 zvířata od roku 1990 (Knox, 1997).

Vysazování stromů po obmytí a včasný nástup k zalesnění krajiny poskytuje bohaté, vysoce kvalitní zdroje potravy, které zvyšují zvěři stanovištní úživnost. Lesní těžba a výsledné mýtiny, které jsou opětovně zalesňovány, dále poskytují kromě jiných stanovišť dobré krytí a bohatá krmiva pro zvěř. Vznikají velké prostory pro zemědělství, kde se záměrně podařilo zvýšit kvalitu píce a také došlo i na populační růst. Nejviditelnější faktor, který přispívá k rychlému růstu populace jelenů či jiných herbivorů, je zvýšení zemědělské a lesnické vegetace. Zvláště rozšířený trend zemědělské výroby, kdy se využívalo co nejvíce souvislých a propojených ploch. To má velký negativní dopad na drobnou zvěř a další živočichy, pro které znamenal obrovský problém zničení pro ně typických ploch (remízky) a používání chemikálií. Rozšíření aktivity spárkaté zvěře v přírodě se značně zlepšuje po celé dvacáté století (Fuller & Gill, 2001).

Snížení přírodních predátorů v celé Evropě a Severní Americe rovněž přispěly ke zvýšení populace zvěře. Ve stejné době majitelé pozemků a obcí stále častěji zakazují lov v reakci na obavy o bezpečnost, čímž se dále snižuje tlak na lov (Côté a kol., 2004).

Bez existence predátorů se začala populace herbivorů zvyšovat a velmi rychle i únosnost dostupné píce. Vysoký počet a růst populace umožnily rovněž herbivorům uniknout kontrole dravců a přitom překročit stanovištní únosnost. Mírné podnebí nedávno mohlo také přispět k dalšímu přemnožení, protože mírné zimy vedou ke zvýšení tělesné hmotnosti a zimnímu přežití, které dávají přednost populačnímu růstu (Côté a kol., 2004).

Zakázaný lov na soukromých pozemcích a potřeba povolení k lovu mohou, zejména na veřejných půdách, způsobovat populační hustotu zvěře vyšší než v okolní krajině (Porter & Underwood, 1999).

Mnoho studií popisuje nápadné loupání, kdy se herbivoři uchylují k loupání méně atraktivních nebo až nestravitelných druhů. Zkombinováním dat z 13 studií hodnotících vliv

jelení zvěře, zkoumajících okusování, bohatost a rozmanitost dřevin v britských lesích, došlo k potvrzení této domněnky (Husheer a kol., 2003).

Zvěř má pozitivní i negativní ekonomické hodnoty a záporné hodnoty, jako její přemnožení se zvyšují. Okusování sazenic herbivory snižuje ekonomickou hodnotu, ekologickou stabilitu a druhovou rozmanitost lesů. Kromě snížení růstu stromů, který se projevuje podle míry okusu, se snižuje i ochrana před erozí a povodní. Celkové náklady na poškození lesa od herbivorů a jejich dopad na dřevařský průmysl je obtížné odhadnout. Ztráta mladých stromů, má například za následek dlouhodobé ekonomické ztráty pouze v případě, že složení a kvalita výsledného porostu jsou ovlivněny. (Reimoser 2003).

V severních mírných lesích jsou sazenice 30-60 cm vysoké a tudíž jsou nejvíce ohroženy okusováním. Diplomové práce na téma okusu, zejména jelenů, zjistily, že mohou úplně zničit sazenice nebo jen snížit výšku a růst, což má za následek nižší hustotu porostu a trvá déle, než se sazenice vzchopí. Je-li okousán terminální pupen, strom se vyvíjí více po stranách, a tím se snižuje jeho tržní hodnota. Je dokázáno, že při vystavení stromku těžkému loupání losa ve Švédsku, se poměr kvality kmenu snížil z 63% na 18%. Oloupání kůry může zničit stromy, ale často též dochází ke snížení kvality kmenu, snížení růstu a ke zvýšení rizika vzniku plísňových infekcí (Putmane & Moore, 1998).

Závažnost poškození stromů závisí více na lesní atraktivitě, například pro jelena, než na případném přemnožení zvěře. Stromky, více náchylné k poškození od jelena, mají (a) nízkou hustotu alternativních, atraktivně vhodných rostlin na stejném stanovišti, (b) mají nízkou hustotu sazenic, (c) bohatý obsah dusíku v listoví nebo půdy, (d) zvěř má kryt a klid. Ve větším měřítku jsou pozorovány dopady přítomnosti jelena na vegetaci většinou ve fragmentovaných krajinách nebo v krajinách s nízkou produktivitou stanoviště (Reimoser, 2003).

3.8. Kaskádové účinky na druhy zvířat

Jeleni jsou schopni způsobit kaskádové účinky na ostatní živočichy v okolním prostředí, a to jak přímo v soutěžích o zdroje s jinými herbivory, tak i nepřímo, změnou složení a fyzikální struktury přírodních stanovišť. Pro příklad, okusem jelen ovlivňuje populace a složení společenstva mnoha bezobratlých, ptáků a malých savců. Maximální rozmanitost v rámci stanoviště se postupně snižuje, často se tak děje již při mírném okusu. Při těžším okusu se snižuje vegetativní kryt a komplexnost v podrostu, která často vede ke snížení dostupnosti přirozeného prostředí pro živočichy. Společenstva bezobratlých

a ptáků jsou velmi citlivá na změny v lesním i zemědělském porostu. Zejména v úživnosti a stálosti. Herbivoři také narušují společenstva rostlin a zejména opylovače podle měnících se dostupných druhů a jejich relativní hojnosti květů. Jen málo studií se experimentálně zabývalo manipulací s jelení hustotou, které by umožnily čerpání silných závěrů o vztahu mezi živočichem a rozmanitostí v prostředí. Pozoruhodnou výjimkou je studie zpěvných ptáků, ve které byl použit kontrolovaný experiment pastvy, pro prokázání negativního a nelineárního vztahu mezi rozmanitostí ptáků a hojností jelena (Côté a kol., 2004).

Zatímco některé druhy mají prospěch z přemnožení jelení populace, přemnožením jelena se zničí mnoho taxonů, které narušují složení společenstva a ekosystémové vlastnosti (Côté a kol., 2004).

3.9. Základní informace o vybraných druzích jelenovitých a turovitých

3.9.1. Sika japonský (*Cervus nippon nippon* Temminck, 1838)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

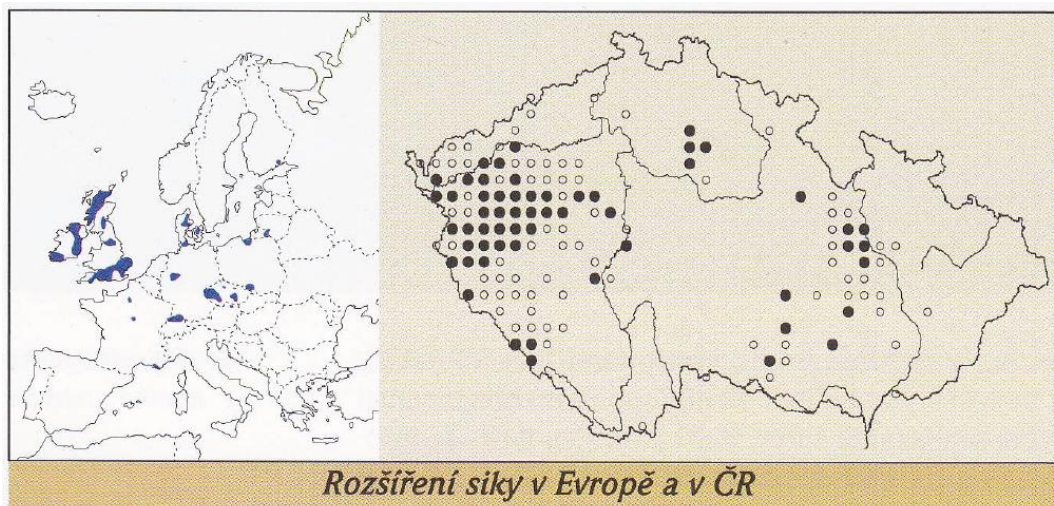
Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Jelenovití (*Cervidae*)

Rod: Jelen (*Cervus*)

Jelen sika se stal postupem času součástí i naší přírody. Podobá se jelenu evropskému (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), který je větší než jelen sika. Pochází z východní Asie. Zbarvením se podobá daňkovi evropskému (*Dama dama* Linnaeus, 1758) v letní srsti, avšak samec daňka evropského má paroží lopatovitého tvaru. Dále mají tmavý ocas, který kontrastuje s bílým obřítkem (Červený a kol., 2003). Samci dosahují hmotnosti kolem 55 kg, samice kolem 45 kg (Hanzal a kol., 2008). Sika, na rozdíl od jelena lesního, při říji netroubí, ale píská. U nás se vyskytuje na severní Moravě a v západních Čechách, odkud se šíří dále. Ostatní spárkatá zvěř se k jelenu sika významně nepřibližuje. Sika na ně reaguje agresivně a snaží se je vytlačit z jejich stávaníšť. Působí značné škody na lesním porostu (Červený a kol., 2003).



Obr. 3: Rozšíření siky zvěře v Evropě a v České republice (Červený a kol., 2003).

3.9.2. Srnec obecný (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

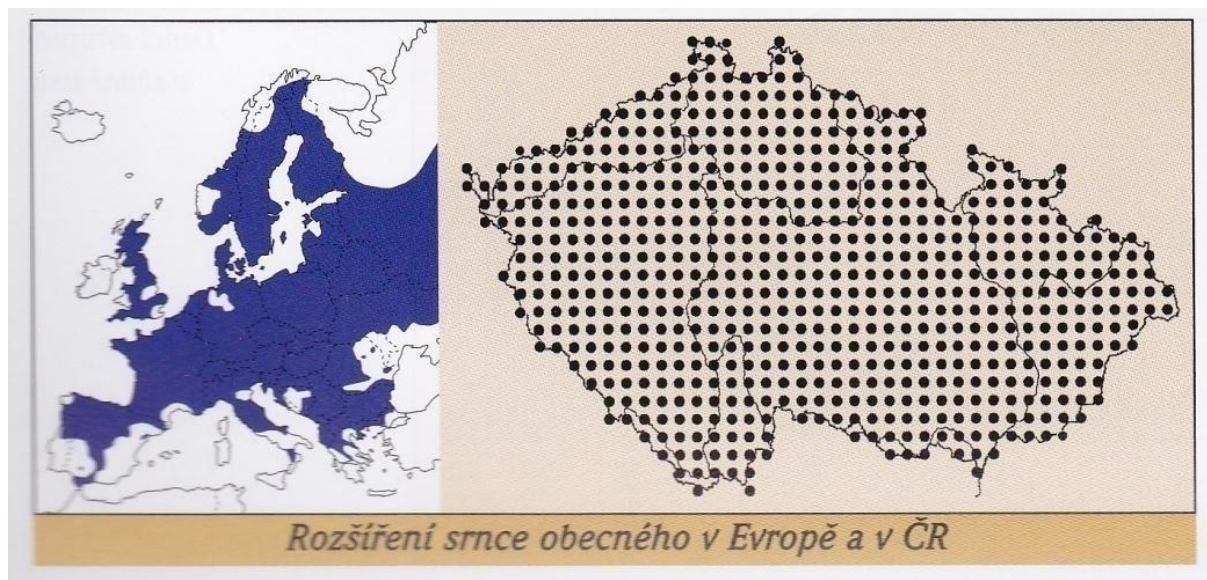
Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Jelenoví (*Cervidae*)

Rod: Srnec (*Capreolus*)

Rozšíření srnce je téměř po celé Evropě a v některých oblastech Asie a severní Afriky. Srnec je nejrozšířenější původní spárkatou zvěří v České republice a je velmi oblíben mezi myslivci v rámci lovu. Původně obýval okraje stepí a lesostepí. V dnešní době rád obývá přechody mezi lesem a polní kulturou, kde je nejpestřejší potrava z obou porostů. Srnec je označován za mlsnou zvěř, schopný vybírat si jen ty nejlepší lístky z vojtěšky například. Byl schopný se evolučně přizpůsobit k obývání různých stanovišť. Od intenzivně obhospodařované zemědělské krajiny v nížinách, po souvislé lesy v horských oblastech (Červený a kol., 2013). Srny od srnců rozeznáme na první pohled, nemají parůžky. Parůžky dosahují různých pravidelných i abnormálních tvarových typů a i proto je velmi oblíben jako trofejová zvěř. Při výměně srsti, letní a zimní srsti, dochází také k přebarvování. Přebarvování

na jaře trvá poměrně krátkou dobu, nejčastěji v druhé polovině května, ale starší jedinci a plné (březi) srny přebarvují později. Podzimní přebarvování je pomalejší a koná se v druhé polovině září a v říjnu. Včasné a rychlé přebarvování vypovídá o dobré kondici a dobrém zdravotním stavu zvěře (Forst a kol., 1975). Nejlépe vyvinuté smysly jsou u srnce sluch a čich. Zrak má trochu slabší, ale velmi dobře rozlišuje pohyb (Hromas a kol., 2008).



Obr. č. 4: Rozšíření srnčí zvěře v Evropě a v České republice (Červený a kol., 2013).

3.9.3. Los evropský (*Alces alces* Linnaeus, 1758)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

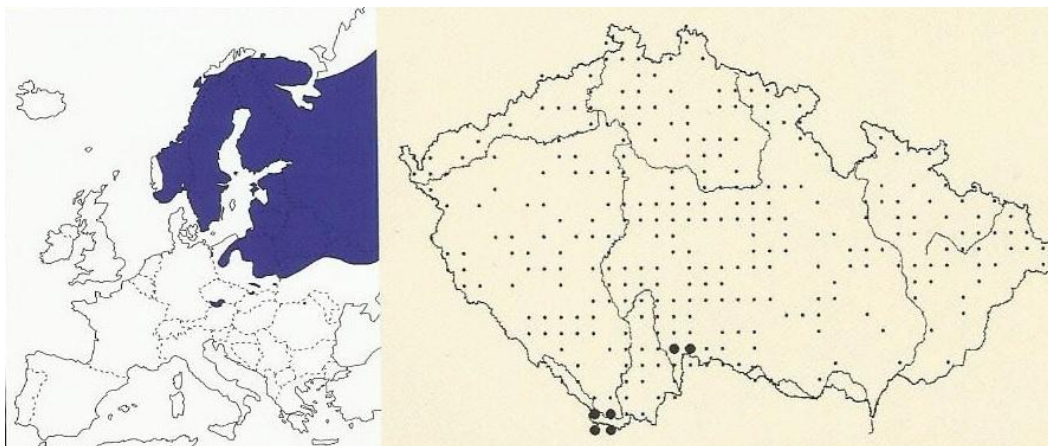
Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Jelenoví (*Cervidae*)

Rod: Los (*Alces*)

Jeden z největších savců žijících i u nás v České republice. Samci mohou dorůstat velikosti větší než kůň. Tělo losa ve srovnání s vysokými končetinami je malé. Má charakteristickou klabonosou hlavu podle, které poznáme, že jde o losa. Jeho hlava má

chrupavčitou nosní část a výrazně prodloužený převislý horní pysk. V místě, kde přechází krk v hrudní část, se nachází výrazný hrb. Samcům na rozdíl od samic vyrůstá mohutné lopatovité nebo bidlovité paroží. Los je jediným zástupcem jelenovitých, který nemá světlý obřítek. Ve 14. století byl u nás vyhuben, postupem času k nám opět začal migrovat ze severských států a Polska. Vyhovují mu podmáčené smíšené lesy a rozsáhlé mokřiny plné břízy, olše a borovice (Červený a kol, 2013).



Obr. 5: Rozšíření losa v Evropě a v ČR (Červený a kol., 2013).

3.9.4. Kamzík horský (*Rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

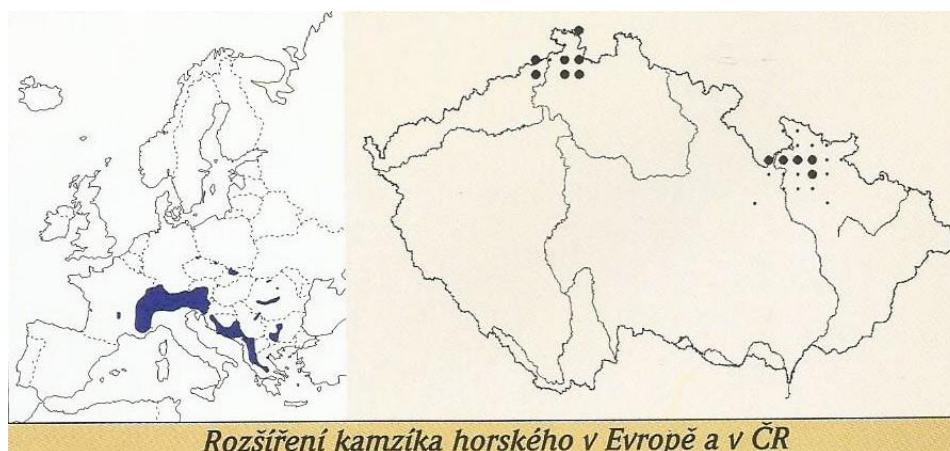
Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Turovití (*Bovidae*)

Rod: Kamzík (*Rupicapra*)

Kamzík žijící v horském terénu, který mu vyhovuje je typickým kopytníkem. V tomto terénu se mu nejvíce daří. Vzhledem připomíná statnou kozu, zbarvenou rezavě hnědou s charakteristickým černým pruhem na zádech. Tento pruh srsti má výrazně delší chlupy (kamzičí vous), je to trofej z kamzíka (kamzičí štětka). Má vzpřímené a hákovité zahnuté

růžky. Růžky mají samice i samci. Není to náš původní druh.(Červený a kol, 2013) Jejich existence je ohrožována zejména pytláky.



Obr. 6: Rozšíření kamzíka horského v Evropě a v ČR (Červený a kol., 2013).

3.9.5. Zubr evropský (*Bison bonasus* Linnaeus, 1758)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Turovití (*Bovidae*)

Rod: Zubr (*Bison*)

Největší zvířít v Evropě je zubr evropský. Býci zubrů jsou mohutnější a těžší než krávy. Zubři jsou hnědě zbarvení a nepřehlédnutelní. Původní výskyt zubra byl v rozsáhlých bažinatých a smíšených lesích. Díky člověku byl vyhuben. Především v Polsku se snaží o jeho znovu rozšíření do přírody. Žijí ve velkých skupinách a jejich pozorování není jednoduché. Tento druh není taxonomicky uveden jako zvěř a není zařazen mezi druhy zvláště chráněné (Červený a kol., 2013).

Rozšíření zubra v Evropě

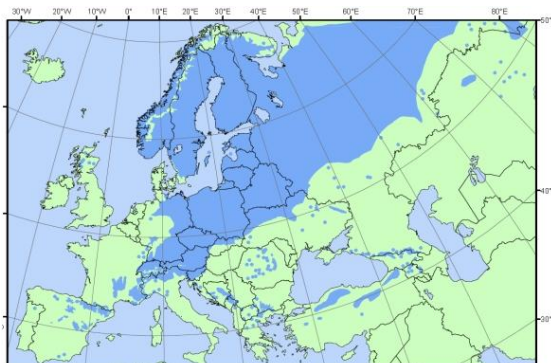


Obr. 7: Rozšíření zubra evropského v Evropě a v ČR (Červený a kol., 2013).

3.10. Charakteristik zkoumaných druhů jehličnanů

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* Linnaeus, 1758)

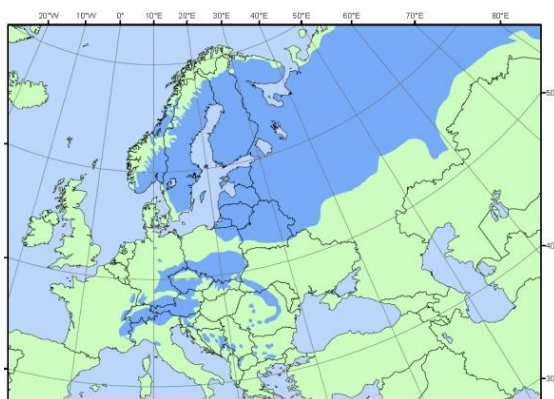
Nejrozsáhlejší areál našeho domácího jehličnanu zabírá téměř celou Evropu a podstatnou lesnatou část Asie. Jedná se o maximálně světlomilnou dřevinu, která nedokáže tvořit zmlazení v zástínu. Dožívá se až 300 let. Na vodu není příliš náročná, jelikož je jí schopna čerpat z poměrně velké hloubky. Je nenáročná i na obsah humusu v půdě, postačí jí minerální obsah živin v půdě. Protože má silnou, ohni poměrně odolnou borku a schopnost klíčit a růst na půdě bez obsahu humusu, je borovice první (pionýrskou) dřevinou, objevující se po požárech. Dá se tedy říct, že požáry napomáhají přirozenému šíření této dřeviny. Po smrku je naší hospodářsky nejvyužívanější dřevinou. Poskytuje materiál vhodný na stavební a truhlářské práce. Z borovice se dosud těží pryskyřice na výrobu terpentýnu. Velkou nevýhodou je dlouhodobější „ronění“ pryskyřice i u hotových výrobků (Musil a Hamerník, 2003).



Obr. č. 8: Rozšíření *Pinus sylvestris* v Evropě (<http://www.euforgen.org>).

Smrk ztepilý (*Picea abies* Linnaeus, 1881)

Na našem území je hercynský smrk zastoupen téměř ve všech nižších a vyšších pohořích. Dřevina dobře snáší slunné i stinné stanoviště, dožívá se 350 – 400 let, v mládí toleruje zástin, na půdu a geologické podloží nemá vysoké nároky. Je značně náročná na půdní vlhkost. Nedostatek vláhy bývá často limitujícím faktorem růstu smrku. Smrkový porost značně ovlivňuje půdotvorné činitele, především vytvářením surového humusu, který se zvyšuje při nedostatku vláhy a vápníku v půdě. Smrk je naší hlavní hospodářskou dřevinou, zpracovává se na řezivo, papír, poskytuje dřevo stavební, truhlářské. Zvláště ceněno je rezonanční dřevo, které se využívá na výrobu hudebních nástrojů (Musil a Hamerník, 2003).



Obr. č. 9: Rozšíření *Picea abies* v Evropě (<http://www.euforgen.org>).

Jedle bělokorá (*Abies alba* Miller, 1768)

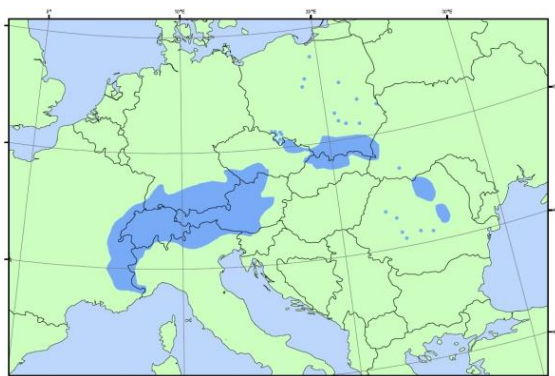
Jedle je dřevina snášejší zástin, především v mladém věku. Na vlhkost má nároky vysoké, a to jak na půdní, tak i na vzdušnou. Dožívá se přibližně 500 let, v porostech je často poškozovaná zvěří, výsadby s jedlí tak musí být chráněny oplocením. Jedlové dřevo má vysoké uplatnění, stejně jako u smrku. Pro nízké zastoupení jedle v porostech je ale její praktické využití minimální. V sadovnictví je její využití nízké pro značnou citlivost na jakékoliv zásahy a imise, pomalý růst a málo atraktivní vzhled ve srovnání s introdukovanými druhy (Musil a Hamerník, 2003).



Obr. č. 10: Rozšíření *Abies alba* v Evropě (<http://www.euforgen.org>).

Modřín opadavý (*Larix decidua* Miller, 1768)

V Čechách byl původní ekotyp slezského (jesenického a sudetského) modřínu. Dnes se již však na svých původních lokalitách nevyskytuje. Modřín je vysloveně světlomilná dřevina, se středními nároky na půdní i vzdušnou vlhkost. Je náročný na pohyblivý vzduch v korunách, vůči znečištěnému ovzduší je středně odolný. Poskytuje v průmyslu vysoko ceněnou dřevní hmotu. Využívá se v nábytkářství, stavebnictví a dřevo s pěkným jádrem se využívá na obklady. V sadovnictví se dosud příliš nevyužívá, i když převislé formy štěpené ve výšce kolem 2m jsou velice estetické, hlavně na podzim (Musil a Hamerník, 2003).



Obr. č. 11: Rozšíření *Larix decidua* v Evropě (<http://www.euforgen.org>).

Tis červený (*Taxus baccata* Linnaeus, 1753)

Zastoupení v Českých zemích je omezeno na více izolovaných lokalit, vesměs v přírodních rezervacích: Křivoklátsko na Berounce, Povltaví u Štěchovic, předhůří Šumavy na Domažlicku, na Moravě především v Moravském krasu. Dřevina snášející extrémní zastínění po celé období života. Roste dobře i na slunných lokalitách. Nesnáší moc dobře náhlé prosvětlení. Na půdní vlastnosti není náročný, nároky má pouze na vzdušnou vlhkost (Musil a Hamerník, 2003).



Obr. č. 12: Rozšíření *Taxus baccata* v Evropě (Úradníček & Maděra, 2001).

4. Metodika

4.1. Sběr dat

Sběr dat, konkrétně vzorků jehlic uvedených 5 druhů dřevin, se provádělo v roce na začátku června 2013 na předem vybraných lokalitách: Mšec (50.2051856N, 13.8983219E), Oldřichov v Hájích (50.8496317N, 15.0836664E), Příbramsko (49.6898775N, 14.0104253E) a Nové Strašecí (50.1527172N, 13.9004281E).

Byly sbírány dva typy vzorků, pro každý druh dřeviny, a to jednoleté jehlice a dvouleté jehlice. Pro jednotlivá opakování byly sebrány vždy nové vzorky. Jeden opětovný sběr slouží jako směsný vzorek z jednoho a více stromů v každé lokalitě na jednom místě lokality, a je tedy považována za opakování.

Jedno opakování slouží jako směsný vzorek z jednoho a více stromů na jednom místě. Při druhých opakováních, byly sebrány na jednom místě pouze jednoleté jehlice a na dalším místě pouze dvouleté jehlice. V roce 2013 byly v těchto lokalitách sebrány jehlice staré jeden rok (jednoleté) a jehlice staré dva roky (dvouleté). Sbíráni materiálu pro další testování probíhalo od 12. do 16. června. Sebralo se dvacet vzorků jednoletých jehlic a dvacet vzorků dvouletých jehlic, z pěti druhů dřevin (pro každou). Celkem bylo sebráno 40 vzorků, 4 opakování.

4.2. Analýza obsahu makroprvků a vlákniny v jehličí

Vzorky jehličí byly usušeny při teplotě 60 °C po dobu 72 hodin a poté poslány do akreditované národní laboratoře EkoLab Žamberk (<http://www.ekolab.zamberk.cz>). Byla provedena analýza obsahu koncentrací makro-prvků (N, P, K, Ca, Mg), obsahu zbytkového popela (popel, K, Ca, Mg), neutrálně detergentní vlákniny (NDF) a acido-detergentní vlákniny (ADF) a acido-detergentního ligninu (ADL).

NDF představuje buničinu, složenou z hemicelulosity a ligninu, ADF představuje celulózu a lignin. Koncentrace dusíku (N) byla stanovena, za pomoci použití automatického analyzátoru TruSpec (LECO Corporation, USA), spalováním s kyslíkem, při teplotě 950 °C. Produkty spalování se smísily s kyslíkem a směs prošla infračerveným detektorem CO₂, k určení poměrného obsahu uhlíku (C) v CO₂. Plyny s CO₂ byly přeneseny v prostředí helia přes horkou měď a převedeny na dusík (N).

Pro určení obsahu popele a makroprvků, byly vzorky jehlic spáleny v mikrovlnné troubě při teplotě 550 °C a zváženy, tj. pro stanovení obsahu popela. Poté byly vzorky mineralizované pomocí lučavky královské (*Aqua regia*) a P, K, Ca a Mg koncentrace pak byly stanoveny na řešení pomocí emisní spektrometrií, s indukčně vázaným plazmatem, tzv. ICP-OES (Varian VistaPro, Mulgrave, Vic., Austrálie).

Frakce vlákniny NDF, ADF a ADL byly stanoveny standardní weendskou analýzou (AOAC 1984). NDF představuje vlákninu složenou z celulózy, hemicelulózy a ligninu, ADF představuje celulózu a lignin, ADL je pouze lignin. NDF představuje buničinu složenou z hemicelulosa a ligninu, ADF představuje celulózu a lignin.

4.3. Statistická analýza dat

Data byla testována Kolmogorov-Smirnovovým testem, zda mají normální rozdělení. Data koncentrací všech makroprvků a vlákniny měla normální rozdělení, proto byly pro další analýzy použity parametrické testy.

Rozdíly mezi jednotlivými druhy dřevin a ročníkem jehličí, v obsahu jednotlivých makroprvků a vlákniny, byly testovány pomocí dvoucestné analýzy rozptylu (ANOVA). Kategoriální proměnné byly druhy dřeviny (dále označované ‚Druh‘), ročník jehličí (dále označován jako ‚Ročník‘) a jejich interakce (‚Druh* Ročník‘). Po každém signifikantním výsledku dvoucestné ANOVY byl proveden POST – HOC test HSD Tukey test, ke stanovení signifikantních rozdílů. Tyto testy byly provedeny pro každý makroprvek a frakci vlákniny zvlášť.

5. Výsledky

Celkové obsahy makroprvků, poměrů N:P, Ca:P a tetanického poměru K:(Mg+Ca) a frakcí vlákniny jsou uvedeny v Tabulce 1 a 2.

Obsah N, P, K a Mg byl signifikantně vyšší u *T. baccata* a *L. decidua* než u ostatních druhů, které se mezi sebou obsahem těchto prvků nelišily (Tab. 4, Tab. 6, Tab. 8, příloha – výsledky post-hoc HSD Tukey testů pro všechny makroprvky a frakce vlákniny jsou uvedeny v Příloze 1). Obsah Ca byl signifikantně nejvyšší u *T. baccata*, nejnižší u *P. sylvestris*, zatímco mezi ostatními třemi druhy se obsah Ca nelišil (Tab. 10). U obsahu Mg a popelovin byl signifikantně nejvyšší *T. baccata*. U obsahu Mg nebyl skoro žádný rozdíl od ostatních u *L. decidua* (Tab. 12), kdež to u popelovin byl nejnižší *P. sylvestris* (Tab. 18). Obsah Ca:P byl signifikantně nejvyšší u *A. alba*, zatímco nejnižší byl *L. decidua* (Tab. 15). Obsah NDF a ADF měl signifikantně nejnižší výsledek u *T. baccata* (Tab. 20., Tab. 23).

Tab. 2: Koncentrace obsahu popelovin, NFD, ADF a Ligninu v 1-letých a 2-letých jehlicích (včetně průměru ± SE).

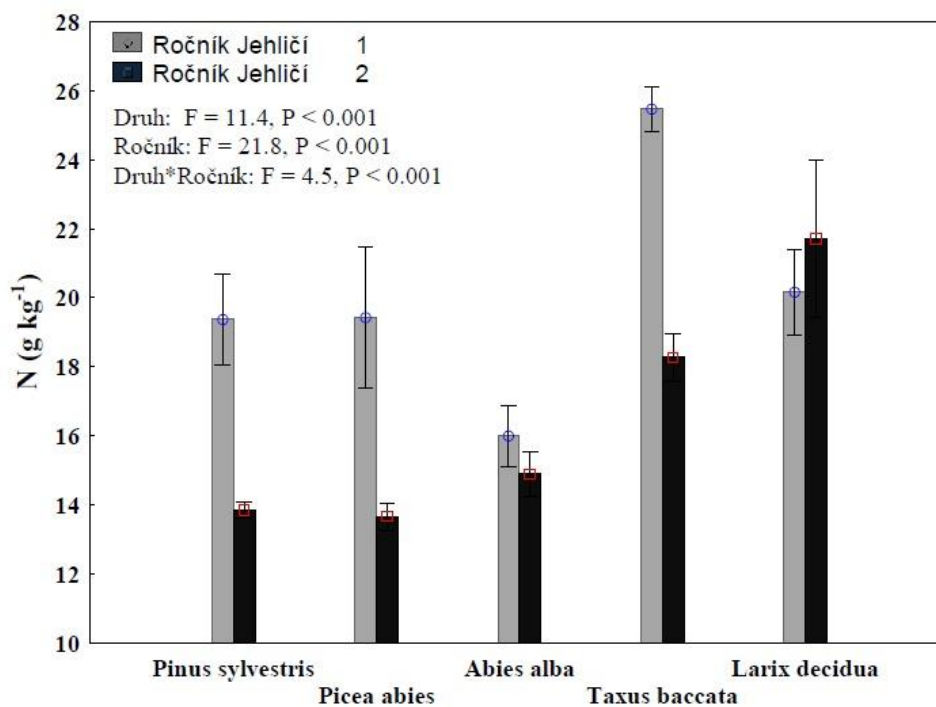
druh	ročník jehličí	Popeloviny (g kg ⁻¹)	NDF (g kg ⁻¹)	ADF (g kg ⁻¹)	Lignin (g kg ⁻¹)
<i>Pinus sylvestris</i>	1	23,8 ± 0,8	496 ± 27,5	402 ± 37,0	159 ± 14,4
<i>Pinus sylvestris</i>	2	21,8 ± 1,2	520 ± 12,1	422 ± 26,3	153 ± 9,5
<i>Picea abies</i>	1	25,1 ± 1,9	459 ± 50,9	359 ± 60,5	134 ± 25,7
<i>Picea abies</i>	2	33,8 ± 1,9	506 ± 8,7	412 ± 25,3	182 ± 12,2
<i>Abies alba</i>	1	35,4 ± 1,3	438 ± 14,0	334 ± 37,3	151 ± 19,1
<i>Abies alba</i>	2	37,1 ± 4,4	434 ± 13,7	367 ± 14,6	176 ± 7,5
<i>Taxus baccata</i>	1	48,9 ± 2,3	333 ± 22,7	261 ± 24,6	163 ± 22,2
<i>Taxus baccata</i>	2	44,7 ± 4,7	331 ± 6,2	257 ± 4,2	149 ± 4,2
<i>Larix decidua</i>	1	36,2 ± 1,4	380 ± 8,1	323 ± 6,9	147 ± 6,6
<i>Larix decidua</i>	2	32,5 ± 2,5	431 ± 18,8	390 ± 24,2	198 ± 15,2

Tab. 1: Koncentrace vybraných makroprvků a jejich poměrů v 1-letých a 2-letých jehlicích (průměr ± SE).

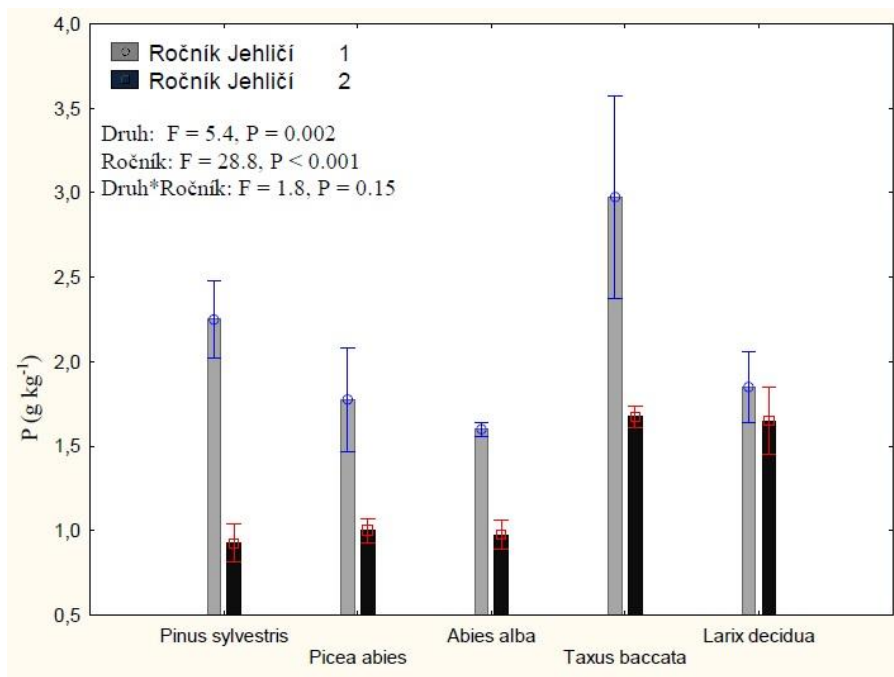
druh	ročník jehličí	N (g kg⁻¹)	P (g kg⁻¹)	K (g kg⁻¹)	Ca (g kg⁻¹)	Mg (g kg⁻¹)	N:P	Ca:P	K:(Mg+Ca)
<i>Pinus sylvestris</i>	1	19,4 ± 1,3	2,3 ± 0,2	8,5 ± 1,4	2,3 ± 0,5	0,8 ± 0,1	8,7±0,6	1,1±0,3	2,9±0,6
<i>Pinus sylvestris</i>	2	13,8 ± 0,2	0,9 ± 0,1	3,6 ± 0,3	3,3 ± 0,6	0,5 ± 0,1	15,7±2,0	3,7±0,8	1,0±0,1
<i>Picea abies</i>	1	19,4 ± 2,0	1,8 ± 0,3	7,4 ± 1,2	1,6 ± 0,2	0,6 ± 0,1	11,4±1,0	1,0±0,3	3,4±0,7
<i>Picea abies</i>	2	13,7 ± 0,4	1,0 ± 0,1	4,7 ± 0,4	5,2 ± 0,9	0,6 ± 0,1	13,9±1,4	5,2±0,9	0,9±0,2
<i>Abies alba</i>	1	16,0 ± 0,9	1,6 ± 0,04	9,2 ± 0,3	3,7 ± 0,3	0,7 ± 0,03	9,9±0,4	2,3±0,3	2,1±0,2
<i>Abies alba</i>	2	14,9 ± 0,6	1,0 ± 0,1	5,5 ± 0,5	5,9 ± 1,0	0,6 ± 0,1	15,5±1,1	6,1±1,1	0,9±0,1
<i>Taxus baccata</i>	1	25,5 ± 0,7	3,0 ± 0,6	14,3 ± 1,6	4,2 ± 0,2	1,0 ± 0,04	9,6±1,7	1,6±0,3	2,8±0,2
<i>Taxus baccata</i>	2	18,3 ± 1,2	1,7 ± 0,1	9,4 ± 0,9	8,0 ± 1,0	1,0 ± 0,2	10,9±0,6	4,8±0,6	1,0±0,1
<i>Larix decidua</i>	1	20,2 ± 1,2	1,9 ± 0,2	9,0 ± 0,6	3,1 ± 0,5	0,8 ± 0,1	11,2±1,1	1,8±0,4	2,5±0,4
<i>Larix decidua</i>	2	21,7 ± 2,3	1,7 ± 0,2	1,7 ± 0,5	3,7 ± 0,3	0,9 ± 0,1	13,7±2,2	2,4±0,4	1,5±0,2

Rozdíly v obsahu makroprvků a vlákniny mezi jehličnany a ročníky jehličí

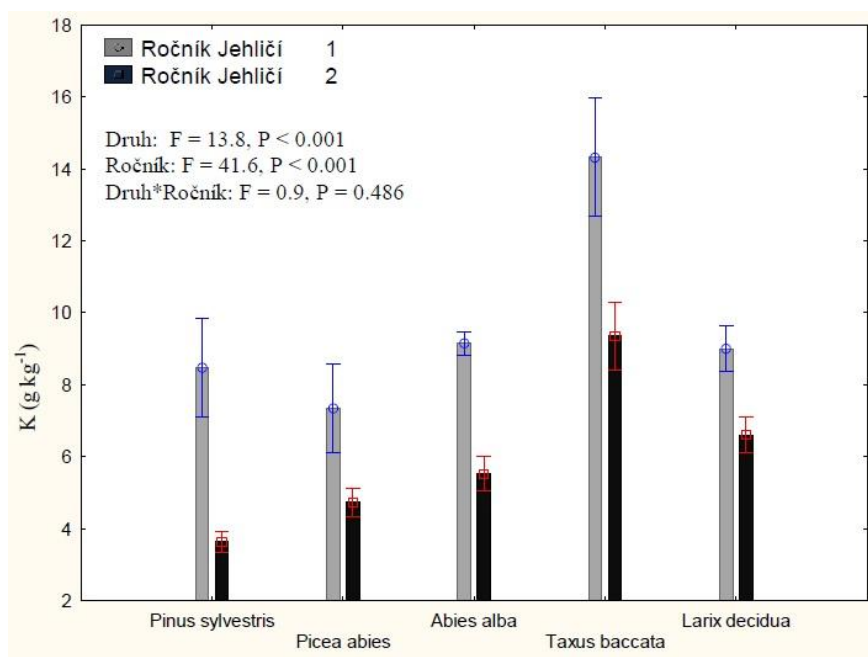
Obsah N, P, K je signifikantně nejvyšší u *T. baccata* než u ostatních druhů a zároveň nejvyšší hodnoty jsou u jednoletých jehlic (Obr. 13). U obsahu P nejvyšší hodnota také u *P. sylvestris* (Obr. 14). Obsah K kromě *T. baccata* má podobnou hodnotu u ostatních druhů jednoletých jehlic (Obr. 15).



Obr. 13: Koncentrace N v jednotlivých ročnících jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

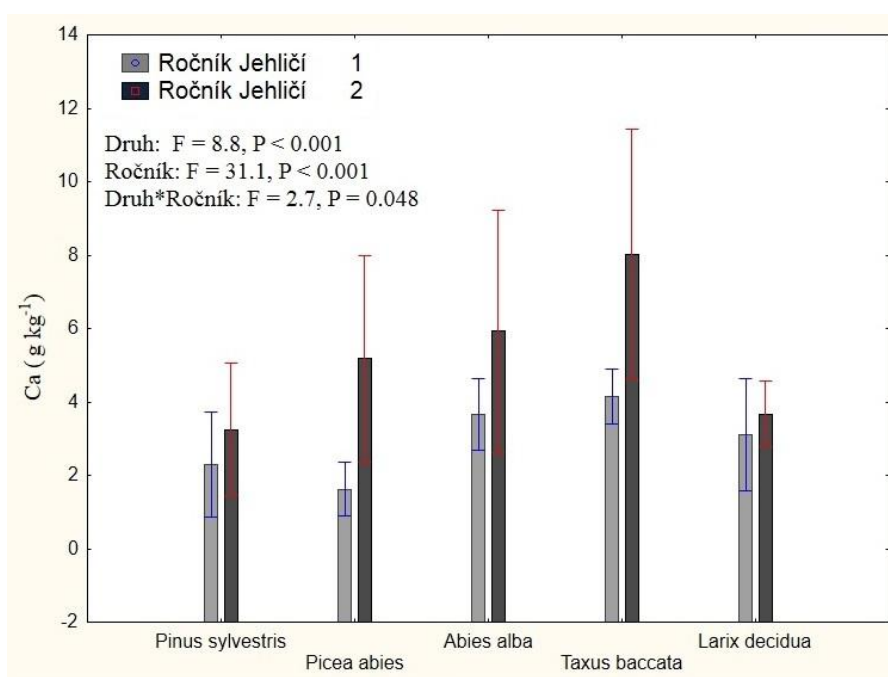


Obr. 14: Koncentrace P v jednotlivých ročních jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

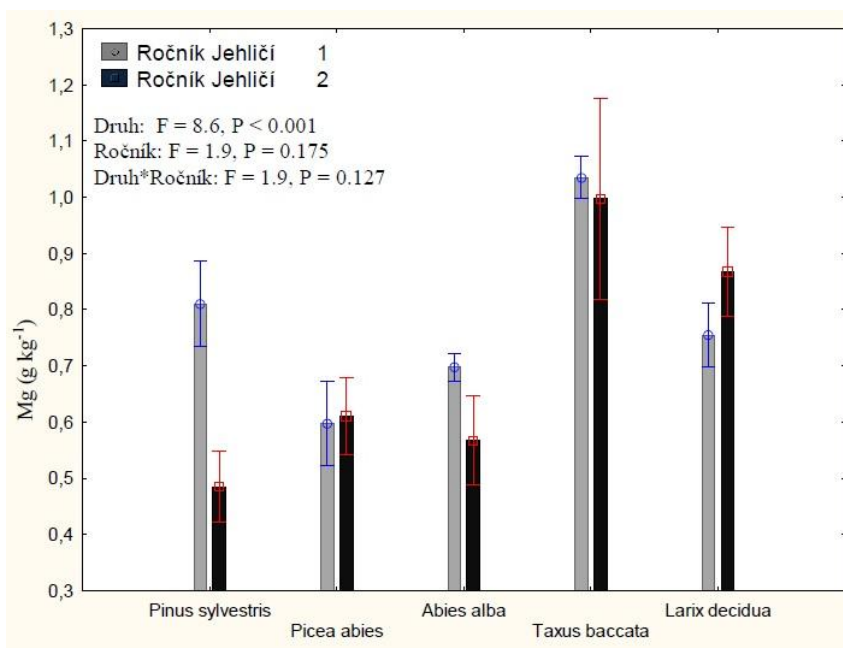


Obr. 15: Koncentrace K v jednotlivých ročních jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Nejnižší obsah Ca v rámci druhu, byl zjištěn u *P. Abies*, zatímco nejvyšší u *T. baccata*. Koncentrace Ca v jednoletých jehlicích byl signifikantně nižší než u dvouletých jehlic (Obr. 16). Obsah Mg byl signifikantně nejnižší u *P. sylvestris*, nejvyšší byl u *T. baccata*. Mezi ročníky jehlic byl vyšší rozdíl u *P. sylvestris*, zatímco ostatní nebyly signifikantně rozdílné v ročnicích jehlic v rámci druhů. Jednoleté jehlice měly vyšší koncentrace Mg než dvouleté jehlic (Obr. 17).

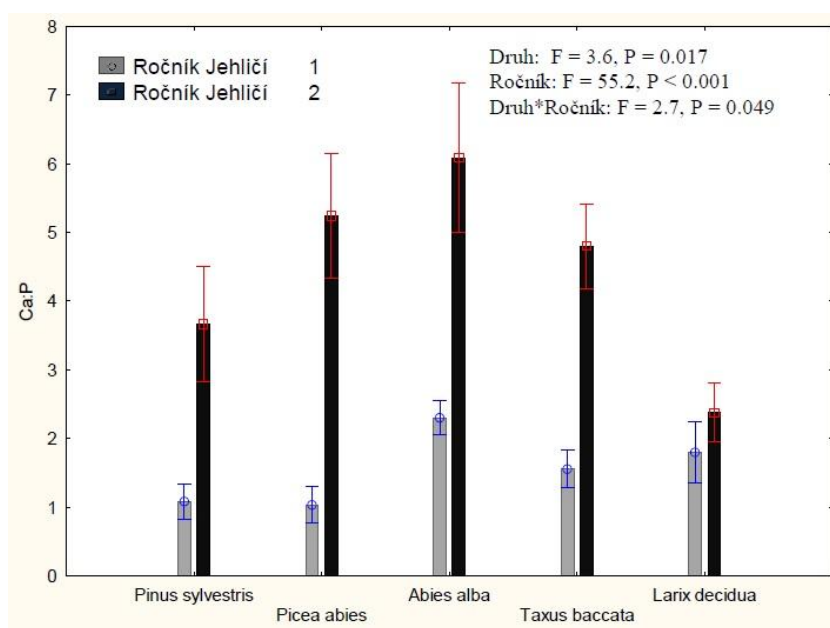


Obr. 16: Koncentrace Ca v jednotlivých ročnicích jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.



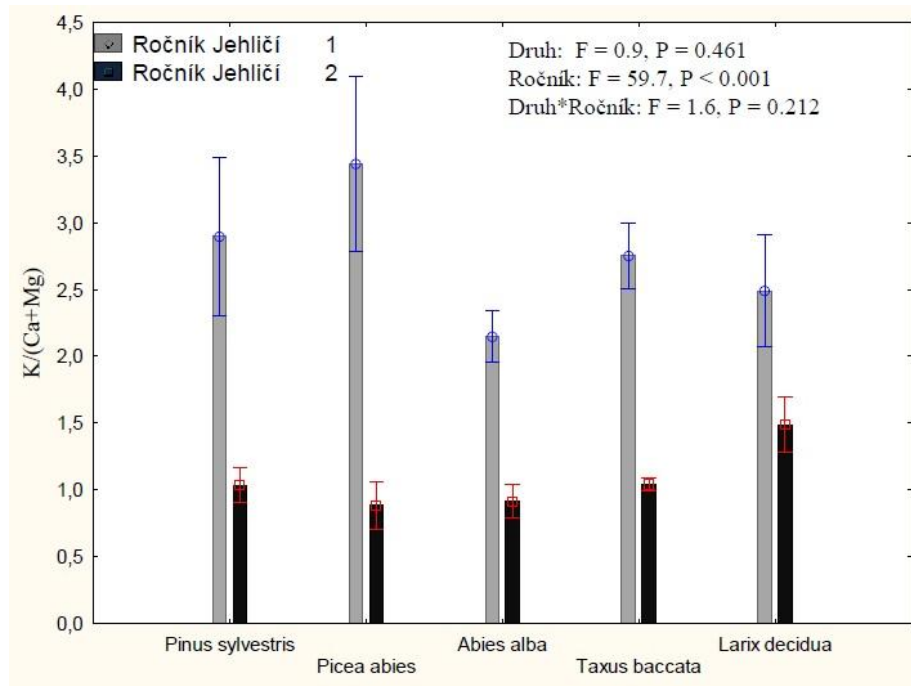
Obr. 17: Koncentrace Mg v jednotlivých ročních jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Obsah (N:P) byl signifikantně nejvyšší i nejnižší u *P. sylvestris*. Koncentrace (N:P) dvouletých jehlic byly vyšší jehlic (Obr. 18).



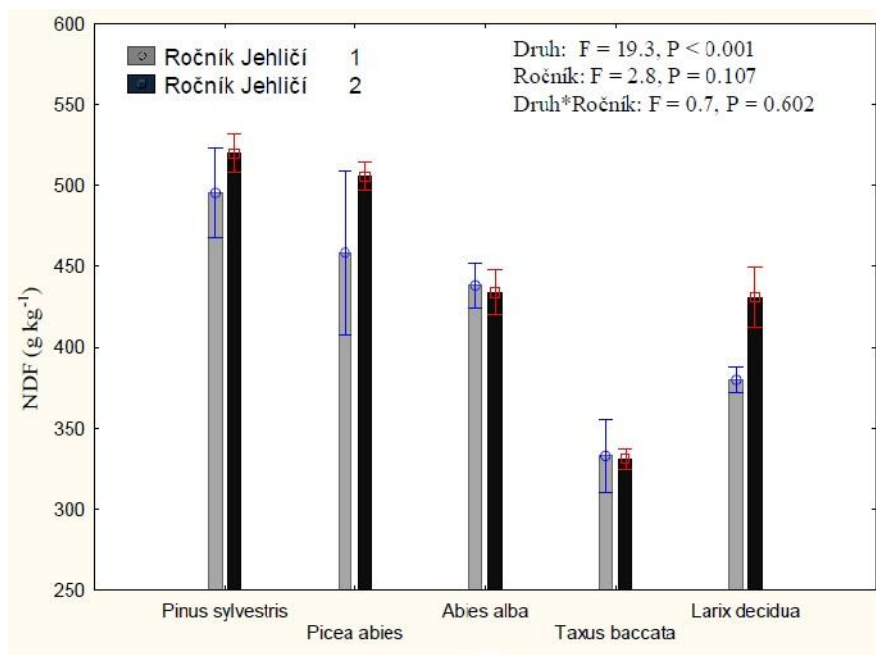
Obr. 18: Koncentrace Ca:P v jednotlivých ročních jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Obsah poměru K: (Mg+Ca) byl signifikantně vyšší u *P. abies*, nejnižší obsah byl u *A. alba*. Koncentrace Mg mezi ročníky byl signifikantně rozdílný u *P. abies* nežli u ostatních jehlic (Obr. 19).



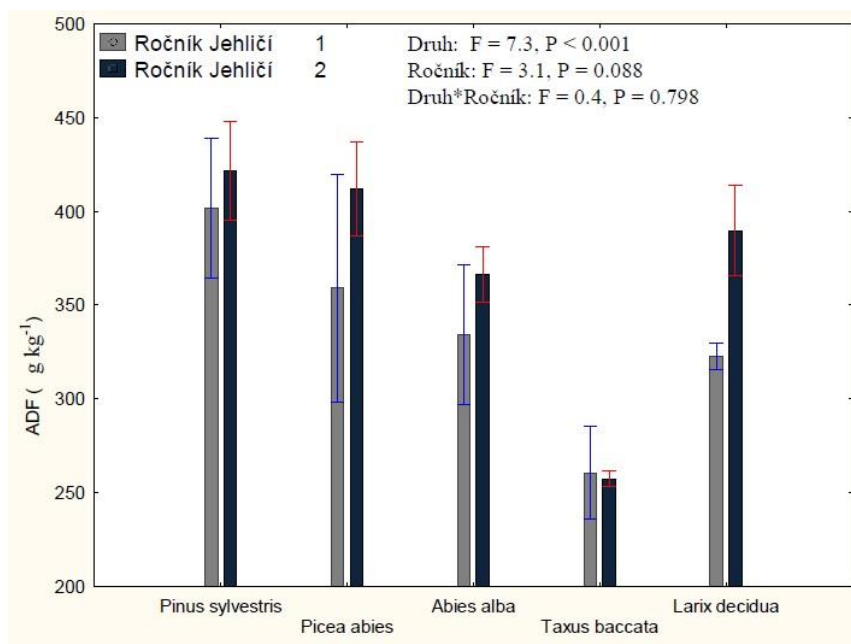
Obr. 19: Koncentrace K/(Ca+Mg) v jednotlivých ročnících jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Obsah NDF byl nejvyšší u *P. sylvestris*, nejnižší u *T. baccata* (Obr. 20). Koncentrace NDF u dvouletých jehlic *P. sylvestris*, *P. abies* a *L. decidua* byl signifikantně vyšší, zatímco u *A. alba* a *T. baccata* nebyly odlišné jehlic.



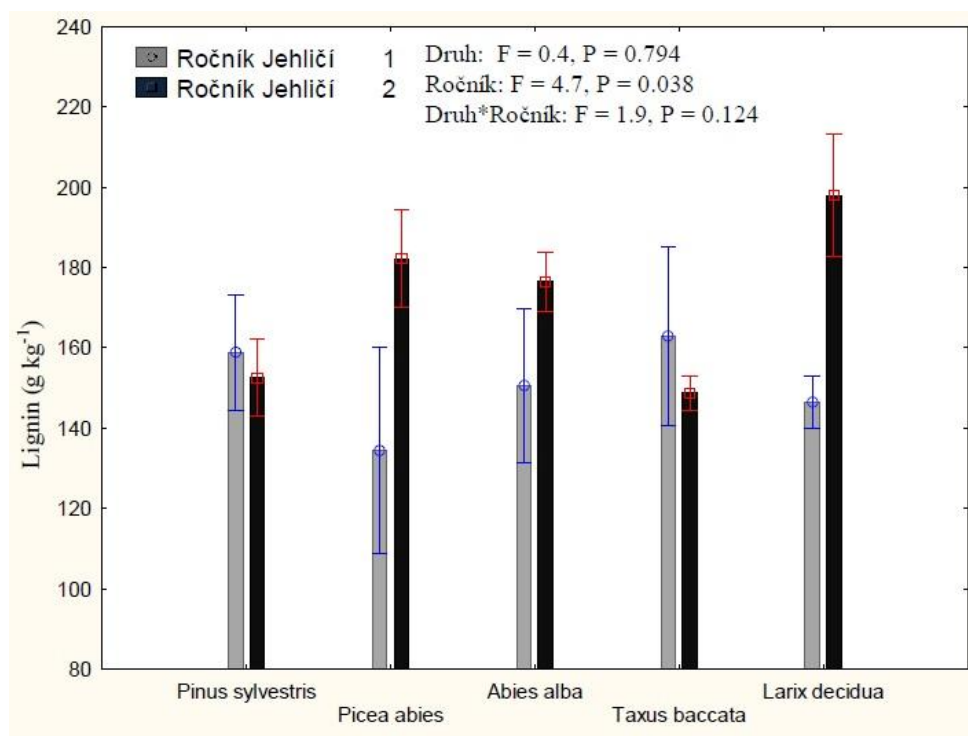
Obr. 20: Koncentrace NDF v jednotlivých ročnících jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Obsah ADF byl signifikantně nejnižší u *T. baccata* a nejvyšší u *P. sylvestris* (Obr. 21). Koncentrace ADF u dvouletých nebyl signifikantně vyšší pouze u *T. baccata*, kde nebyl rozdíl mezi ročníky jehlic.



Obr. 21: Koncentrace ADF v jednotlivých ročnících jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

Nejvyšší obsah ligninu byl signifikantně u *L. decidua*, nejnižší u *P. abies*. Koncentrace obsahu ligninu byl signifikantně rozdílný u jehlic *T. baccata* a *P. sylvestris* (Obr. 22).



Obr. 22: Koncentrace ligninu v jednotlivých ročnících jehlic zkoumaných jehličnanů. Chybové úsečky představují střední chybu odhadu průměru.

6. Diskuze

Obsahy makroprvků a vlákniny se lišily mezi jednotlivými druhy jehličnanů i mezi jednotlivými ročníky jehličí. Proto lze předpokládat, že zvěř bude selektovat preferenčně druhy s obsahem prvků, které budou lépe odpovídat jejich nutričním potřebám. Ty se mění také v průběhu sezóny, proto se předpokládá, že vlivem celoročního cyklu, budou náchylnější na okus jednoleté jehlice, nežli dvouleté. Podle výsledků studie od autorů Hyvärinen a kol. (1975), byl v severní Evropě dokázán významný vztah mezi obsahem dusíkatých látek přímo v potravě a obsahem v živé zvěři. Čím více obsahuje rostlina dusíku, tím více v ní je i bílkovin, potřebných pro organismus. Lze proto očekávat, že zvěř bude kvůli potřebnému N vyhledávat spíše jednoleté jehličnany, zejména *P. sylvestris*, *P. abies* a *L. decidua*. Zvěř tyto prvky potřebuje pro svůj tělesný vývin, proto jsou pro ni tyto druhy jehličnanů, z celkových dosažených hodnot studie, nejvhodnější.

Mezi ročníky jehlic se prokázal vyšší obsah makroprvků jednoletých jehlic, s výjimkou Ca, který měl lepší hodnoty u dvouletých jehlic. Proto by zvěř v rámci potřeby Ca, jako stavební látky, potřebné k tvorbě kostí a paroží, vyhledávala spíše jehlice *A. alba* a *P. abies*. Vstřebávání Ca je v úzkém vztahu s obsahem P v potravě. Je-li obsah Ca výrazně větší (např. 3-4 : 1) než právě P, Ca se ve střevech nebude vstřebávat a bude následně vyloučen ledvinami. S močí je vyloučen Ca i P, který v organismu vyvolá deficit, který se časem prohlubuje. V období začátku léta, kdy jsou tyto prvky nejvíce potřeba u samců pro parožení, u březích samic pro správný vývin plodu (Tab. 3), se dávají zvěři do volné přírody tzv. solné lizy nebo kamenné soli (Hanzal a kol., 2008).

Sezonní cykly zvěře jsou ovládány melatoninem, který se produkuje světlem. Hanzal a kol. (2008) uvádějí, že čím je den delší, tím je látková výměna v těle intenzivnější a makroprvky s vlákninou jsou potřebnější jako zdroj potravy. Při zaměření na stravitelnost potravy a zkoumání vlákniny, byly nejvyšší hodnoty u NDF, ADF a ligninu u dvouletých, převážně u *L. decidua*, *P. abies* a *P. sylvestris*. Předpokládá se, že tyto jehličnany budou vyhledávat spíše spásači, protože ti vyhledávají potravu s vysokým obsahem vlákniny. Na rozdíl od okusovačů, kteří jsou schopni strávit potravu jen s nízkým obsahem strukturální vlákniny. Složité cukry z vlákniny jsou nejdůležitější ve výživě přežvýkavců. Zvěř se tedy živí především vegetativními orgány rostlin. Jejich plody jsou pro ně základní potrava (energeticky bohatá) v létě a na podzim (Tixier a Duncan, 1996).

Podobné výsledky zaznamenali u své studie i Malík a Karnet (2006). V jejich případě byly hodnoty vlákniny proměnlivé u kůry jehličnanů. V jejich dlouhodobém výzkumu se potvrdil stoupající obsah vlákniny s rostoucím stářím stromu. Jejich výzkum byl sice zaměřen na kůru, která obsahem živin byla srovnatelná s trávami či senem, lze ale předpokládat, že jehlice by mohly mít podobné hodnoty. V obsahu vlákniny převažují mírně dvouleté jehlice nad jednoletými, rozdíl ale není významný. Nejvyšší obsah vlákniny by měl mít *P. abies* a *P. sylvestris*. Herbivoři jsou schopni trávit potravu s obsahem vlákniny přibližně od 60%.

Dostatečná přítomnost vlákniny v těle a jeho okolí, je jedním z nejdůležitějších požadavků herbivora. Zatímco nedostatek makroprvků se dá vyřešit ve volné přírodě relativně snadno, podáním např. kamenné soli, funkce vlákniny jsou nenahraditelné. Zajišťuje mechanické nasycení, podporuje motoriku trávicího traktu, limituje příjem potravy a limituje také její stravitelnost. V oblastech, o kterých pojednává tato práce, ještě zbývá mnoho prostoru pro další výzkum.

Tab. 3. Výsledky můžeme porovnat se sezónními výkyvy, které u zvěře probíhají v období června.

Druh zvěře	Kladení mláďat/ks	Shazování paroží
Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	1.červen/1 (v 5% 2ks)	II.(starší)-IV.(mladší)
Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>)	V.-VI./1-2	X.-XI.(XII)
Muflon (<i>Ovis musimon</i>)	(III.)-IV.-.(V.)/1(2)	-
Daněk evropský (<i>Dama dama</i>)	(V.)-VI.-.(VII.)/1-2	IV.(staří)-V.(mladší)
Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>)	III./ 2-8(<12)	-
Los evropský (<i>Alces alces</i>)	IV.-V./1, později 2	III.
Sika japonský (<i>Cervus nippon nippon</i>)	V.-VI./1	IV.-V.
Sika dybowskiý (<i>Cervus nippon dybowskii</i>)	V.-VI./1	IV.-V.
Kamzík horský (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	V.-.(VI.)	-
Jelenec běloocasý (<i>Odocoileus virginianus</i>)	V.-.(VI.)/1-2	I.-II.
Zajíc polní (<i>Lepus europeus</i>)	celý rok s výjimkou XI. a XII./ 3-4 (7ks)/ 3-4x ročně	-
Králík divoký (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	III.-X./4-8(12)ks/3-5(7)x ročně	-

7. Závěr

Porovnáním obsahů jednotlivých makroprvků a vlákniny lze dojít k závěru, že nejvíce na okus jehlic bude trpět *P. abies*, *P. sylvestris* a *A. alba*. *T. baccata* vykázal sice nejvyšší hodnoty obsahu makroprvků a nejnižší vlákniny, nicméně jeho vysoký obsah jedovatých látek působí jako ochrana proti okusu zvířít. Nejnižší hodnoty makroprvků byly zjištěny u *L. decidua*, proto nebude ohrožen okusem v takové míře jako ostatní studované druhy.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

Bryant & Raffa, Chemical antiherbivore defense, Academic Press, Inc, 1995

Caughley G., Overpopulation. In Problems in Management of Locally Abundant, 1981

Červený J. a kol., Encyklopedie myslivosti. Vydání druhé, upravené. Praha: Ottovo nakladatelství, 2013. 591 s. ISBN 978-80-7360-895-8.

Wild Mammals, ed. PA Jewell, S Holt, 1:7– 20. New York: Academic. 361 pp.

Crawley, M. J. 1983. Herbivory: The Dynamics of Animal-Plant Interactions. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

Del-Vale, E., and Crawley, M. J. 2005. Are grazing increaser species better tolerators than decreaseers? An experimental assessment of defoliation tolerance in eight British grassland species. *Journal of Ecology*, 93: 1005–1016

Forst P. a kol., Myslivost. Vydání první. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1975. 479 s.

Fuller RJ, Gill RMA. 2001. Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry* 74:193–99

Hanzal V. a kol., Velká myslivecká encyklopedie. České Budějovice: Elektronické nakladatelství Grand, 2008.

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

Hromas J. a kol., Myslivost. Písek: Matice lesnická s. r. o, 2008. ISBN 978-80-86271-00-2.

Husheer SW, Coomes DA, Robertson AW. 2003. Long-term influences of introduced deer on the composition and structure of New Zealand *Nothofagus* forests. *For. Ecol.*

Manag. 181:99–117

Hyvärinen H., Helle T., Väyrynen R., 1975. Seasonal and nutritional effects on serum proteins and urea concentration in the reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.). *Br. J. Nutr.*, 33: 63-72.

Libosvár František, Hanzal Vladimír, *Rostliny vhodné pro zvěř*, Kostelec nad Černými lesy, 2010

Knox WM. 1997. Historical changes in the abundance and distribution of deer in Virginia. See McShea et al. 1997b, pp. 27–36

Kowalczyka R., Taberlet P., Coissac E., Valentini A., Miquel Ch., Kamin'ski T., M. Wójcik J. 2010, Influence of management practices on large herbivore diet—Case of European bison in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Forest Ecology and Management* 261 (2011) 821–828.

Krasińska M., Caboń-Raczyńska K. and Krasiński Z. 1987. Strategy of habitat utilization by European bison in the Białowieża Forest. *Acta theriol.* 31: 147 - 203.

Malík V., Karnet P., *Letorosty a kůra lesních dřevin jako alternativní zdroj potravy pro spárkatou*, 2006, ČZU ŠLP Kostelec nad Černými lesy

Musil I., Hamerník J., *Lesnická dendrologie 1, jehličnaté dřeviny*, Česká zemědělská univerzita, Praha

Münnich, J., 2009. *Intrinsische Innervation im Pansen von Wiederkäuern verschiedener Ernährungstypen*. Leipzig, 112 s.

Pastor J, Dewey B, Naiman RJ, McInnes PF, Cohen Y. 1993. Moose browsing and soil fertility in the boreal forests of Isle Royale National Park. *Ecology* 74:467–80

Putman RJ, Moore NP. 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mamm. Rev.* 28:141–64

Reimoser F. 2003. Steering the impacts of ungulates on temperate forests. *J. Nat. Conserv.* 10:243–52

Steeve D.Côté, Thomas P. Rooney, Jean-Pierre Tremblay, Christian Dussault, and Donald M. Waller, Ecological impacts of deer overabundance, *Review in Advance* on June 10, 2004

Steigerová, Mechanismy adaptačních a aklimačních reakcí rostlin na herbivorii, 2008, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity

Tixier H., Duncan P., Scephovic H., Yani A., Gleizes M., Lila A. 1996. Food selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*): effects of plant chemistry, and consequences for the nutritional value of their diets. *J. Zool., Lond.* (1997) 242, 229-245.

Verheyden-Tixier H., Pierre-Cyril Renaud · Nicolas Morellet, Jacqueline Jamot, Jean-Michel Besle, Bertrand Dumont 2006. Selection for nutrients by red deer hinds feeding on a mixed forest edge. *Oecologia* (2008) 156:715–726

Wardle DA, Bonner KI, Barker GM. 2002. Linkages between plant litter decomposition, litter quality, and vegetation responses to herbivores. *Funct. Ecol.* 16:585–95

9. Přílohy

Tab. 4: Test ANOVA na obsah N v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for N (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	13356.83	1	13356.83	2242.149	0.000000
Druh	270.55	4	67.64	11.354	0.000010
RocnikJehlici	130.03	1	130.03	21.828	0.000059
Druh*RocnikJehlici	108.37	4	27.09	4.548	0.005442
Error	178.71	30	5.96		

Tab. 5: Rozsah významnosti obsahu N v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Cell No.	Tukey HSD test; variable N (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 5.9572, df = 30.000			
	Druh	N (g kg ⁻¹) Mean	1	2
3	Abies alba	15.43625	****	
2	Picea abies	16.53625	****	
1	Pinus sylvestris	16.60125	****	
5	Larix decidua	20.92625		****
4	Taxus baccata	21.86750		****

Tab. 6: Test ANOVA na obsah P v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for P (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	111.2223	1	111.2223	449.2316	0.000000
Druh	5.3465	4	1.3366	5.3987	0.002137
RocnikJehlici	7.1403	1	7.1403	28.8398	0.000008
Druh*RocnikJehlici	1.8135	4	0.4534	1.8312	0.148853
Error	7.4275	30	0.2476		

Tab. 7: Rozsah významnosti obsahu P v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable P (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .24758, df = 30.000				
Cell No.	Druh	P (g kg ⁻¹) Mean	1	2
3	Abies alba	1.287500	****	
2	Picea abies	1.387500	****	
1	Pinus sylvestris	1.587500	****	
5	Larix decidua	1.750000	****	****
4	Taxus baccata	2.325000		****

Tab. 8: Test ANOVA na obsah K v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for K (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2441.406	1	2441.406	742.9156	0.000000
Druh	181.468	4	45.367	13.8051	0.000002
RocnikJehlici	136.530	1	136.530	41.5459	0.000000
Druh*RocnikJehlici	11.599	4	2.900	0.8824	0.486265
Error	98.587	30	3.286		

Tab. 9: Rozsah významnosti obsahu K v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable K (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 3.2862, df = 30.000				
Cell No.	Druh	K (g kg ⁻¹) Mean	1	2
2	Picea abies	6.03750	****	
1	Pinus sylvestris	6.05000	****	
3	Abies alba	7.33750	****	
5	Larix decidua	7.80000	****	
4	Taxus baccata	11.83750		****

Tab. 10: Test ANOVA na obsah Ca v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for Ca (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	668.3063	1	668.3063	411.7933	0.000000
Druh	57.4025	4	14.3506	8.8425	0.000077
RocnikJehlici	50.4003	1	50.4003	31.0554	0.000005
Druh*RocnikJehlici	17.6535	4	4.4134	2.7194	0.048169
Error	48.6875	30	1.6229		

Tab. 11: Rozsah významnosti obsahu Ca v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Cell No.	Tukey HSD test; variable Ca (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 1.6229, df = 30.000				
	Druh	Ca (g kg ⁻¹) Mean	1	2	3
1	Pinus sylvestris	2.775000	****		
5	Larix decidua	3.387500	****	****	
2	Picea abies	3.400000	****	****	
3	Abies alba	4.787500		****	****
4	Taxus baccata	6.087500			****

Tab. 12: Test ANOVA na obsah Mg v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for Mg (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	22.03740	1	22.03740	785.4838	0.000000
Druh	0.96034	4	0.24008	8.5574	0.000099
RocnikJehlici	0.05402	1	0.05402	1.9255	0.175469
Druh*RocnikJehlici	0.21946	4	0.05487	1.9556	0.126941
Error	0.84167	30	0.02806		

Tab. 13: Rozsah významnosti obsahu Mg v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable Mg (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = .02806, df = 30.000				
Cell No.	Druh	Mg (g kg ⁻¹) Mean	1	2
2	Picea abies	0.603750	****	
3	Abies alba	0.632500	****	
1	Pinus sylvestris	0.647500	****	
5	Larix decidua	0.811250	****	****
4	Taxus baccata	1.016250		****

Tab. 14: Test ANOVA na obsah (N:P) v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for N:P (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5817.929	1	5817.929	811.5495	0.000000
Druh	33.526	4	8.381	1.1691	0.344122
RocnikJehlici	142.261	1	142.261	19.8441	0.000108
Druh*RocnikJehlici	43.898	4	10.974	1.5308	0.218438
Error	215.067	30	7.169		

Tab. 15: Test ANOVA na obsah (Ca:P) v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for Ca:P (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	358.6347	1	358.6347	238.4153	0.000000
Druh	21.5945	4	5.3986	3.5889	0.016599
RocnikJehlici	83.0284	1	83.0284	55.1961	0.000000
Druh*RocnikJehlici	16.2193	4	4.0548	2.6956	0.049627
Error	45.1273	30	1.5042		

Tab. 16: Rozsah významnosti obsahu Ca:P v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable Ca:P (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 1.5042, df = 30.000				
Cell No.	Druh	Ca:P Mean	1	2
5	Larix decidua	2.087106	****	
1	Pinus sylvestris	2.375134	****	
2	Picea abies	3.138828	****	****
4	Taxus baccata	3.176659	****	****
3	Abies alba	4.193801		****

Tab. 17: Test ANOVA na obsah (K/(Ca+Mg) v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for K/(Ca+Mg) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	145.6762	1	145.6762	310.2374	0.000000
Druh	1.7438	4	0.4360	0.9284	0.460625
RocnikJehlici	28.0223	1	28.0223	59.6773	0.000000
Druh*RocnikJehlici	2.9235	4	0.7309	1.5565	0.211421
Error	14.0869	30	0.4696		

Tab. 18: Test ANOVA na obsah popelovin v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for Popeloviny (g kg-1) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	45988.74	1	45988.74	1731.509	0.000000
Druh	2526.44	4	631.61	23.781	0.000000
RocnikJehlici	0.09	1	0.09	0.003	0.953902
Druh*RocnikJehlici	229.80	4	57.45	2.163	0.097385
Error	796.80	30	26.56		

Tab. 19: Rozsah významnosti obsahu popelovin v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable Popeloviny (g kg-1) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 26.560, df = 30.000					
Cell No.	Druh	Popeloviny (g kg-1) Mean	1	2	3
1	Pinus sylvestris	22.77500		****	
2	Picea abies	29.41250	****	****	
5	Larix decidua	34.35000	****		
3	Abies alba	36.20000	****		
4	Taxus baccata	46.80000			****

Tab. 20: Test ANOVA na obsah NDF v jehlicích.

Univariate Tests of Significance for NDF (g kg-1) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7486576	1	7486576	3801.370	0.000000
Druh	151896	4	37974	19.282	0.000000
RocnikJehlici	5452	1	5452	2.768	0.106555
Druh*RocnikJehlici	5462	4	1365	0.693	0.602452
Error	59083	30	1969		

Tab. 21: Rozsah významnosti obsahu NDF v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Tukey HSD test; variable NDF (g kg-1) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 1969.4, df = 30.000						
Cell No.	Druh	NDF (g kg-1) Mean	1	2	3	4
4	Taxus baccata	331.8750				****
5	Larix decidua	405.3750	****			
3	Abies alba	436.1250	****	****		
2	Picea abies	482.0000		****	****	
1	Pinus sylvestris	507.7500			****	

Tab. 23: Test ANOVA na obsah ADF v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for ADF (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4970250	1	4970250	1347.609	0.000000
Druh	106956	4	26739	7.250	0.000329
RocnikJehlici	11424	1	11424	3.098	0.088604
Druh*RocnikJehlici	6085	4	1521	0.412	0.798221
Error	110646	30	3688		

Tab. 24: Rozsah významnosti obsahu ADF v jehlicích pomocí HSD Tukey test.

Cell No.	Tukey HSD test; variable ADF (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Betw een MS = 3688.2, df = 30.000			
	Druh	ADF (g kg ⁻¹) Mean	1	2
4	Taxus baccata	258.8750		****
3	Abies alba	350.2500	****	
5	Larix decidua	356.2500	****	
2	Picea abies	385.5000	****	
1	Pinus sylvestris	411.6250	****	

Tab. 25: Test ANOVA na obsah ligninu v jehlicích.

Effect	Univariate Tests of Significance for Lignin (g kg ⁻¹) (Jehlicnany) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1038773	1	1038773	1121.376	0.000000
Druh	1553	4	388	0.419	0.793583
RocnikJehlici	4385	1	4385	4.734	0.037590
Druh*RocnikJehlici	7323	4	1831	1.976	0.123620
Error	27790	30	926		