

VLIV DUSÍKU NA VÝVOJ HOUSENEK A VÝBĚR HOSTITELSKÉ ROSTLINY NĚKTERÝMI FYTOFÁGY

EFFECTS OF NITROGEN ON THE DEVELOPMENT OF CATERPILLARS AND THE SELECTION OF A HOST PLANT BY SOME PHYTOPHAGES

EMANUEL KULA - ALENA PEŠLOVÁ - PETR MARTINEK - PAVEL MAZAL

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

ABSTRACT

The differentiated content of nitrogen in leaves was reached in birch *Betula pendula* ROTH grown in containers and fertilized by ammonium nitrate (NH_4NO_3). Negative response (high mortality and prolonged development) was demonstrated to the lower level of nitrogen in birch (*B. pendula*) leaves at caterpillars of the late summer to autumn aspect (*Cabera pusaria* L.) and to the lack of nitrogen in food (increased mortality and prolonged development) at caterpillars *Lymantria dispar* L. in laboratory rearing. Imagoes of *Lochmaea caprea* L. in the laboratory rearing preferred birch leaves the higher content of nitrogen. In a plastic greenhouse, *Coleophora serratella* L. and *Euceraphis betulae* KOCH attacked particularly birch with the low content of nitrogen in leaves ($17.98/17.62 \text{ mg.g}^{-1}$) whereas an aphid *Symydobius oblongus* VON HEYDEN attacked birch with increased content of nitrogen in leaves ($29.80\text{--}32.20 \text{ mg.g}^{-1}$). The results of our experiment confirm the hypothesis that spring phytophagous species prefer tissues with the increased content of nitrogen and species with late summer feeding respond negatively to higher content of nitrogen in food.

Klíčová slova: dusík, *Betula pendula*, *Cabera pusaria*, *Lymantria dispar*, *Lochmaea caprea*, *Coleophora serratella*, *Euceraphis betulae*, *Symydobius oblongus*, vývoj housenek, kvalita potravy

Key words: nitrogen, *Betula pendula*, *Cabera pusaria*, *Lymantria dispar*, *Lochmaea caprea*, *Coleophora serratella*, *Euceraphis betulae*, *Symydobius oblongus*, development of caterpillars, quality of food

ÚVOD

Růst a reprodukce fytofágního hmyzu je ovlivněna kvantitou a kvalitou proteinů a aminokyselin v potravě (MCNEIL, SOUTHWOOD 1978; SRIVASTAVA, ORMROD 1984). V průběhu vegetační doby je asimilační aparát dřevin vystaven ataku širokého spektra hmyzu (FEENY 1970; LINDQUIST, MILLER 1976). V korunové fauně břízy lze vylíčit druhy jarního (*Operophtera fagata* SCH., *Coleophora serratella* L., *Eriocrania* spp.), letního až pozdně letního aspektu (*Cabera pusaria* L., *Pheosia gnoma* FABR.) nebo s celoročním zastoupením (*Lochmaea caprea* L., mšice *Euceraphis betulae* KOCH, *Symydobius oblongus* VON HEYDEN). V případě zimujících housenek se vyskytují v pozdně letním i jarním aspektu (*Orthotaenia undulana* DEN. ET SCHIFF.) nebo celoročně v důsledku více generací (*Biston betularius* L.) (KULA 2007). Herbivorné jsou adaptovány k získání potřebné energie a výživy, k překonání obranných reakcí rostliny a dalším faktorům životního prostředí (MATTSON 1980). Úroveň dusíku v asimilačních orgánech listnatých dřevin ($10 - 40 \text{ mg.g}^{-1}$) (LARCHER 1988) zpravidla klesá během vegetačního období (HRDLIČKA, KULA 2001; ŠRÁMEK et al. 2009; RODIN, BAZILEVICH 1967). Zvýšené vstupy dusíku v listech mohou pozitivně ovlivnit druhy jarní a negativně housenky vyskytující se ve druhé polovině vegetačního období.

Cílem příspěvku je ověřit reakci vybraných druhů fytofágů (*C. pusaria*, *Lymantria dispar* L., *C. serratella*, *L. caprea* a mšic *E. betulae*, *S. oblon-*

gus) na diferencovaný obsah dusíku v listech živné dřeviny (*Betula pendula* ROTH).

C. pusaria (Geometridae) atakuje břízu v paleoarktické oblasti (COPOLOVICI et al. 2011) v období VI.–X. Housenky žijí individuálně a v pozdně letním aspektu tvoří dominantní složku korunové fauny břízy (KULA 2008). Vyskytuje se v listnatých lesích, parcích, zahradách na topolu, vrbě, bříze a olši, ale i na habru (LADENBURGER 1989), ze Skandinávie je uváděna především z břízy (NORDSTRÖM et al. 1941).

L. dispar je široký polyfág preferující duby, habr, buk, kaštanovník, v menší míře břízu, lípu, vrby, topoly, javory, olše a modřín, současně škodí na ovocných dřevinách (SCHWENKE 1978). Housenky se líhnou v dubnu nebo začátkem května, vylézají do korun stromů, kde se v závislosti na počasí a kvalitě potravy vyvíjí 6 – 12 týdnů (SCHWENKE 1978).

Mezi významné defoliátory ze širokého spektra fytofágů břízy se řadí březová forma bázlivce vrbového, který gradoval a působil holožírý ve východním Krušnohoří a na Děčínské pískovcové vrchovině (1985 – 1987) (BADALÍK 1988; KULA 1988).

Brouci *L. caprea* zimují a začínají aktivovat v květnu při průměrné denní teplotě nad $12 \text{ }^\circ\text{C}$ (BROVDIY 1973). Zralostním žírem poškozují nejprve pupeny a kůru letorostů, následně okénkují listy mladých stromů (do 10 let). V červnu kladou samice po opakované populaci

vajíčka při patě stromu. V červenci a v srpnu se líhnou larvy, které skeletují spodní stranu listů. Po 3 – 4 týdnech žíru se larvy kuklí ve svrchní vrstvě půdy. Imágo nové generace po 10 dnech opouští kukelnou kolébku a na listech břízy prodělává úživný žír až do poloviny října (URBAN 1981). Monovoltinní druh s délkou vývoje 52 – 72 dní (URBAN 1981; DEJČMAR 1989).

C. serratella (Lepidoptera, Coleophoridae) je polyfágním evropským druhem motýla, který napadá přednostně břízu, olše, vrby, topoly, lísku a v menší míře další listnáče. Imágo se rojí od začátku července do poloviny srpna, samička vyklade cca 100 vajíček na spodní stranu listů hostitelského stromu. Larvy zpočátku minují volně v listech, později si vytváří typický vak, ve kterém housenky II. instaru zimují ve větvení tenkých větviček nebo u ostruhovitých pupenů. Po jarním žíru (minování) na spodní straně listu (V–VI) se kuklí (VII) ve vaku na stromě nebo na podrostu. Generace je monovoltinní (KULA, VACA 1995).

E. betulae (Sternorrhyncha, Callaphididae) je známa ze střední a západní Evropy, ze Skandinávie, Austrálie, Nového Zélandu. Zimuje vajíčko u pupenu (KULA 1993). Líhnutí probíhá od dubna, viviparní samice jsou okřídlené, oviparní bezkřídle. Kladení oplodněných vajíček probíhá od září a bylo pozorováno ještě v prosinci (HEIE 1982). Mšice sají od jara na řapíku a na primární a sekundární žilnatině ze spodní strany listů břízy *B. pendula* (KULA 1993).

S. oblongus (Sternorrhyncha, Callaphididae) je rozšířena ve střední, východní a západní Evropě a v Asii až po Mongolsko. Tvoří kolonie na kůře 3- až 4letých větví bříz *B. pendula* a *Betula pubescens* EHRH. Líhnutí probíhá v dubnu a květnu, viviparní samice mohou být bezkřídle, okřídlené nebo s rudimenty křídel. Pohlavní pokolení se vyskytuje v říjnu až listopadu (HEIE 1982).

Bříza (*B. pendula*) je na stanovištní podmínky nenáročná dřevina, proto se stala významnou součástí porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Zvýšený vstup vápníku snižuje její přírůst (KULA 2009); zvýšený vstup dusíku při souběžném stresu suchem vyvolává intenzivní (předčasný) letní opad listů (KAŇOVÁ, KULA 2004) a snižuje přírůst (KULA et al. 2012).

MATERIÁL A METODIKA

Jednoleté rostliny břízy *B. pendula* byly umístěny ve fóliovnících v lesní školce (Brno – Řečkovice, 220 m n. m.) poté, co byly vysazeny do kontejnerů (objem 10 l) s půdním substrátem z kambického minerálního horizontu lesní půdy (KULA et al. 2012). Mimo kontrolu (T0) byla změna v obsahu dusíku v listech vyvolána aplikací dusičnanu amonného (NH_4NO_3) do půdy k rostlině ve třech variantách 0,5 g (T1), 1 g (T2) a 1,5 g (T3). Hnojení se uskutečnilo v roce výsadby v pravidelném měsíčním intervalu (čtyřikrát), v dalších dvou letech pětkrát za vegetační sezónu. V pátém roce byly varianty T0 a T1 ponechány bez hnojení, u varianty T2 byla aplikována dávka 1 g NH_4NO_3 třikrát za vegetační sezónu ve dvouměsíčním intervalu, u varianty T3/1,5 g NH_4NO_3 pětkrát za vegetační sezónu v měsíčním intervalu. Množství aplikovaného dusičnanu amonného bylo odvozeno z depozic dusíku v Krušných horách dle údajů ČHMÚ.

Dle metodiky ICP Forests byly na přelomu srpna a září odebrány zralé listy z horní poloviny koruny bříz (mimo čtyř terminálních), v nichž byl stanoven obsah dusíku po vysušení při teplotě 70 °C metodou Kjeldahla přístrojem tecátor Kjeltec analyzátor UNIT 2300 (KULA et al. 2012).

Laboratorní chov *C. pusaria* byl založen v polovině července na dusíkem diferencované potravě v Petriho miskách (10 housenek I. instaru v misce; 15 opakování v každé variantě; Σ 600 housenek). Výměna potravy probíhala ve dvoudenním intervalu.

Chov housenek *L. dispar* se uskutečnil v Petriho miskách. Celkem 600 housenek I. instaru bylo vloženo do 60 Petriho misek po 10 ks. Každá varianta (T1, T2, T3) včetně kontroly (T0) měla 15 opakování. V důsledku zvýšené spotřeby potravy byly housenky od IV. instaru chovány individuálně. Do chovu byly vkládány listy ve dvoudenním intervalu se stanovenou velikostí plochy. Průběžně byl zaznamenán instar housenky (dle šířky hlavové schránky 0,6–1,2–2,2–3,2–4,4–6 mm, srv. SCHWENKE 1978).

V laboratorním chovu bylo imágo samce nebo samice bázlivce vrbového umístěno v Petriho misce o průměru 13,5 cm. Každý druhý den byly vkládány k volnému výběru a stanovení atraktivity potravy čtyři listy břízy s diferencovaným obsahem dusíku – varianty T0–T3. Uhybnulá imágo byla průběžně nahrazována.

Všechny chovy se uskutečnily v podmínkách termostatu Climacell 707 s nastaveným 10hodinovým denním osvětlením (teplota 19,8 °C; relativní vzdušná vlhkost 60 %; osvětlení 100 %) a 6hodinovým nočním režimem (teplota 15 °C; relativní vzdušná vlhkost 85 %; osvětlení 0 %) a 4hodinovými postupnými přechody.

Žír larev a imág byl stanoven v biometrické laboratoři LDF MENDELU v Brně pomocí systému analýzy a zpracování obrazu NIS – Elements AR (digitální kamera 5 Mpix Nikon DS - Fi 1 s makroobjektivem Navitar, osvětlení KAISER RB 5000 DL; prosvětlovač KAISER prolite basic; počítač s programem NIS – Elements AR, verze 2.30, procesor X86, 2533 MHz, HD 230 GB, RAM 2 MB). Systém pracoval v prostředí MS Windows XP Professional.

Po ukončení experimentu byl diferencovaný obsah dusíku potvrzen analýzou zbytků listů *B. pendula* z období příslušného chovu ve 14denním intervalu (obr. 1).

Navazující šetření se uskutečnilo v podmínkách fóliovníku s kontejnerovanými 128 břízami ve variantě T0–T3/32 jedinci na variantu.

Larvy pouzdrovníčka stromového odebrané v lesních porostech byly introdukovány před dokončením vývoje (květen) do fóliovníku v lesní školce Řečkovice, kde se líhli motýli, kteří pro kladení vajíček měli k dispozici břízy s diferencovanou hladinou dusíku v listech. V navazujícím vegetačním období (červen) byl stanoven počet min na jednotlivých stromech. Souběžně byly z každé varianty T0–T3 odebrány smíšené vzorky listů oddělené ze sazenic napadených a nenapadených pouzdrovníčkem stromovým pro analýzu obsahu dusíku v sušíně listů.

U samovolně se vyskytujících mšic byl v zimě 2006/2007 a 2009/2010 stanoven počet zimujících vajíček. Z každé rostliny byl odebrán letorost s 5 až 10 pupeny, u nichž zimují vajíčka mšic *E. betulae* (lesklá černá vajíčka) a *S. oblongus* (vajíčka tmavá bíle ojněná). Rozdíl mezi jednotlivými variantami T0–T3 byl hodnocen Kruskal-Wallisovým testem (STATSOFT 2007).

VÝSLEDKY

U břízy bylo hnojením dosaženo diferencovaného obsahu dusíku v listech pro všechny sledované fytofágy (*C. pusaria*, *L. dispar*, *L. caprea*, *C. serratella*, mšice *E. betulae*, *S. oblongus*) (obr. 1, 2). Základní předpoklad rychlého zvýšení obsahu dusíku v listech břízy během vegetačního období byl potvrzen analýzou jeho hladiny v sušíně listů již v prvním roce pokusu (VIII). Množství dusíku narůstalo nelineárně se zvyšující se dávkou dusičnanu amonného do substrátu, rozdílly byly statisticky významné ($p < 0,001$ při hladině významnosti $\alpha = 0,05$).

Cabera pusaria

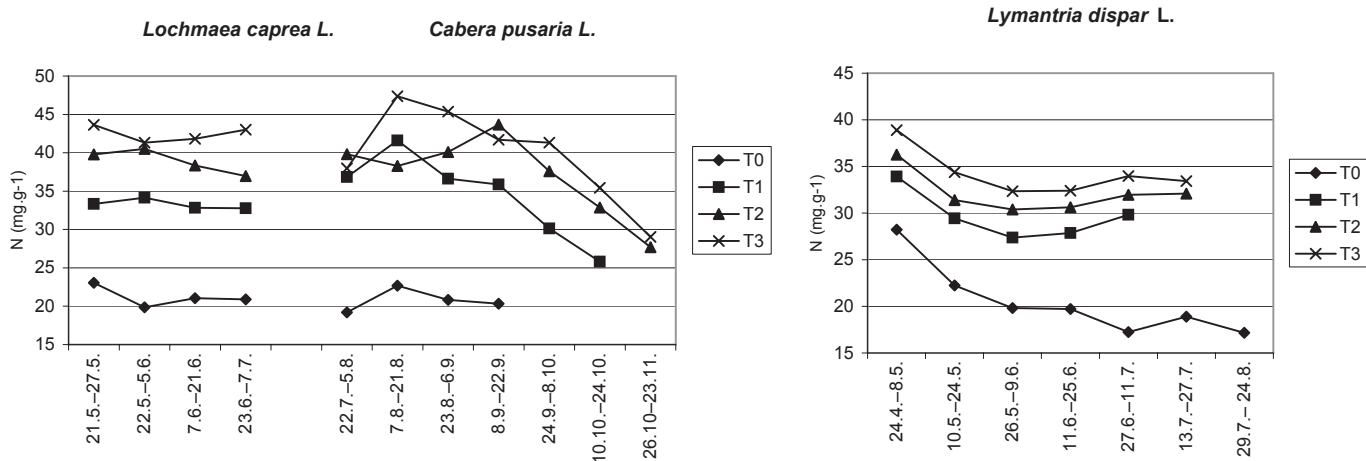
Hladina dusíku v listech kontrolních bříz (T0/19,19–22,68 mg.g⁻¹ sušiny listů) byla výrazně nižší proti listům hnojených variant (T1/35,85–36,83 mg.g⁻¹; T2/38,28–43,66 mg.g⁻¹ a T3/37,95–47,37 mg.g⁻¹).

U housenek *C. pusaria* byly zaznamenány odchylky v celkové délce vývoje jednotlivých instarů (I.–V.) v závislosti na kvalitě potravy (obr. 3).

U housenek I. instaru byla prokázána statisticky významná odchylka ($p < 0,001$, $\alpha = 0,05$) vyvolaná kvalitou potravy po aplikaci dusíkatého hnojiva (T0/19 dní, zatímco T1–T3/26 – 30 dní). Housenky II. instaru se nejrychleji (11 dní) vyvíjely v kontrole (T0), přičemž na potravě ovlivněné vyšší hladinou dusíku (T1–T3) nastala prolongace vývoje

(24–17–24 dní), ale statisticky významná odchylka byla stanovena pouze mezi kontrolou a variantou T1 a T3. Třetí instar charakterizuje v délce vývoje odchylka mezi kontrolou (T0/9 dní) a všemi variantami potravy se zvýšeným obsahem dusíku (T1–T3/17–22 dní). V délce trvání čtvrtého instaru se statisticky odlišovala nejen kontrola T0 s T1–T3 (T0/11 dní; T1/18 dní; T2/30 dní; T3/18 dní), ale i T1×T2, T2×T3 (obr. 3). U pátého instaru, kde byla shoda v délce vývoje mezi kontrolou a variantami s dusíkem (8 – 12 dní), nebyly statistické rozdíly mezi variantami stanoveny (obr. 3).

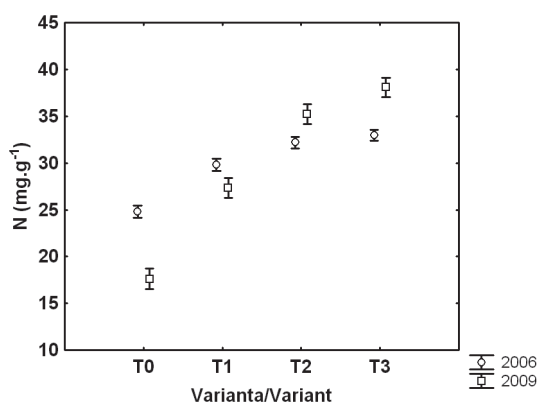
Celková doba vývoje housenek od vylíhnutí po zakuklení dosáhla v kontrole (T0) 62 dní, čímž se statisticky významně ($p < 0,001$, $\alpha = 0,05$) odlišovala od variant T1–T3 (94; 104; 102 dní).


Obr. 1.

Průměrný obsah dusíku v listech živných rostlin *Betula pendula* Roth užitých v chovech

Fig. 1.

The average content of nitrogen in leaves of nutritive plants of *Betula pendula* Roth applied in the rearings


Obr. 2.

Průměrný obsah dusíku v sušině listů břízy (*Betula pendula* Roth) (2006, 2009) v závislosti na aplikaci dusičnanu amonného (0,95 intervaly spolehlivosti)

Fig. 2.

The average content of nitrogen in the dry matter of birch (*Betula pendula* Roth) leaves (2006, 2009) depending on the application of ammonium nitrate (0.95 confidence intervals)

Lymantria dispar

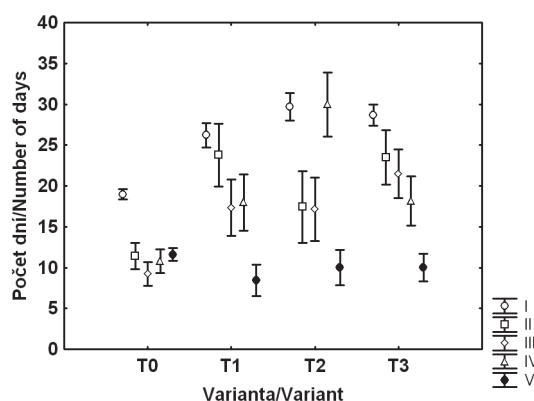
Hladina dusíku v listech kontrolních bříz (T0/28,21–17,17 mg.g⁻¹) byla výrazně nižší proti listům hnojených variant (T1/33,91–27,38 mg.g⁻¹; T2/30,38–36,25 mg.g⁻¹ a T3/32,35–38,89 mg.g⁻¹), přičemž maximální hodnoty byly stanoveny na počátku chovu.

U housenek *L. dispar* v kontrolní variantě dosáhla mortalita v prvních 10 dnech 30,7 %, přičemž do konce chovu uhynulo 40,7 % housenek. V kontrole byly nejcitlivější housenky I. instaru (31,3 %). Mortalita housenek ve variantě T1 po 20 dnech chovu narůstala na 5,3 % a po 30 dnech chovu dosáhla konečné hodnoty 6 %, přičemž 3,3 % housenek uhynulo v I. instaru a 2,7 % ve II. instaru. Mortalita housenek ve variantách T2 a T3 setrvala v prvních 20 dnech chovu na počáteční úrovni (3,3 – 4 %) a statisticky významně ($p = 0,022$) se odlišuje od rostoucí mortalitě ve variantě T1, v dalších 10 dnech se zdvojnásobila (7,3 – 8 %). Ve variantě T3 je hodnota 7,3 % konečná, zatímco mortalita ve variantě T2 narůstá až na 9,3 %. Ve variantě T3 hynuly housenky pouze v I. (3,3 %) a II. (4 %) instaru, zatímco ve variantě T2 se ojediněle úhyny objevují i ve III. a IV. instaru.

Nejkratší úhrnný vývoj byl stanoven u I.–III. instaru housenek ve variantách T1 (32 dny) a T2 (34 dny). Pomalejší vývoj nastal ve variantách T3 (40 dny) a T0 (47 dny). Statisticky významná odchylka byla potvrzena mezi všemi variantami s výjimkou T1 a T2, T0 a T3 u I. instaru, T2 a T3 u II. instaru, T1 a T2 u III. instaru.

Délka vývoje IV. a V. instaru housenek budoucích samců vykazovala shodnou závislost na kvalitě potravy jako I.–III. instar. Rozdíly však u IV. instaru nebyly statisticky významné (T0/18; T1/15; T2/16; T3/17 dní). U V. instaru byl statisticky významný rozdíl varianty kontrolní (T0/26 dní) od všech ostatních variant (T1 a T2/20 dní; T3/21 dní) ($p = 0,001 - 0,022$).

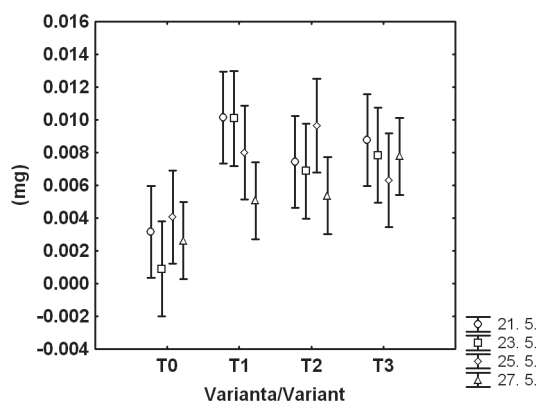
Nejrychleji se vyvíjel IV. instar housenek budoucích samic ve variantě T1, ale rozdíly nebyly statisticky významné (T0/15; T1/12; T2 a T3/14 dní). Stejně reagoval V. instar ve variantách T1 a T2 (11 dní). Prolongován byl vývoj ve variantách T0 (15 dní) a T3 (17 dní). VI. instar byl nejkratší ve variantě T1 (20 dní), která se statisticky významně ($p = 0,001$) lišila od varianty kontrolní (24 dní).

**Obr. 3.**

Délka vývoje I.–V. instaru housenek *Cabera pusaria* L. v závislosti na potravě ovlivněné dusíkem (0,95 intervaly spolehlivosti)

Fig. 3.

The length of development of the 1st to the 5th instar of caterpillars *Cabera pusaria* L. depending on food affected by nitrogen (0.95 confidence intervals)

**Obr. 4.**

Vliv obsahu dusíku (T0–T3) na výběr potravy samci *Lochmaea caprea* L.

Fig. 4.

Effects of the content of nitrogen (T0–T3) on the selection of food by males of *Lochmaea caprea* L.

Lochmaea caprea

Množství dusíku v listech použitých při hodnocení výběru potravy imágy *L. caprea* dosáhlo 23,04 mg.g⁻¹ (T0), 33,34 mg.g⁻¹ (T1), 39,80 mg.g⁻¹ (T2) a 43,64 mg.g⁻¹ (T3).

Na počátku experimentu (21. 5.) byl u samců zaznamenán statisticky významný rozdíl ($p = 0,001 - 0,034$) ve spotřebě potravy mezi málo atraktivní kontrolou (0,003 mg sušiny listů) a variantami T1–T3 ovlivněnými vstupy dusíku přes půdu (0,007 – 0,010 mg sušiny). Ve dvou-denním intervalu opakované hodnocení výběru potravy ukázalo, že s odstupem dvou dnů se prohloubil dle spotřeby potravy rozdíl mezi variantou T0 (0,001 mg) a variantami T1–T3 (0,007 – 0,010 mg) ($p = 0,000 - 0,005$). S odstupem čtyř dnů byly preferovány listy s rostoucím obsahem dusíku. Ve variantě T3 atraktivita mírně poklesla. Statisticky významný rozdíl ($p = 0,007$) byl zaznamenán pouze mezi variantami T0 a T2 (T0/0,004; T1/0,008; T2/0,010; T3/0,006 mg). V posledním termínu kontroly (27. 5.) byl nejvyšší žír na listech s rostoucím obsahem dusíku. Statisticky významný rozdíl ($p = 0,003$) byl stanoven mezi variantami T0 a T3 (T0/0,003; T1/0,005; T2/0,005; T3/0,008 mg) (obr. 4).

Samice na začátku výrazně preferovaly variantu T3 (0,027 mg sušiny listů), která se statisticky významně ($p = 0,000 - 0,012$) odlišovala od ostatních variant (T0/0,008; T1/0,017; T2/0,011 mg). Statisticky významná odchylka byla zaznamenána i mezi variantami T0 a T1 ($p = 0,024$). S odstupem dvou dnů rostla preference k listům se zvyšující se hladinou dusíku (T0/0,003; T1/0,016; T2/0,021; T3/0,029 mg), rozdíly byly statisticky významné ($p = 0,000 - 0,033$) mezi všemi variantami s výjimkou T1 a T2. Po čtyřech dnech bylo opakovaně potvrzeno, že samice preferují listy s vyšším obsahem dusíku (T0/0,002; T1/0,012; T2/0,020; T3/0,023 mg). Rozdíly byly statisticky významné mezi všemi variantami ($p = 0,000 - 0,018$) s výjimkou T2 a T3. V závěrečném hodnocení prudce poklesla atraktivita varianty T3, statisticky významné rozdíly byly stanoveny mezi variantami T0 a T2 ($p = 0,025$) a T2 a T3 ($p = 0,001$) (T0/0,012; T1/0,014; T2/0,022; T3/0,008 mg) (obr. 5).

Coleophora serratella

Přestože frekvence počtu min *C. serratella* klesala s rostoucím obsahem dusíku v listech břízy, rozdíly mezi variantami T0–T3 nebyly statisticky významné. Při srovnání obsahu dusíku ve směsných vzorcích

listů napadených a nenapadených téže varianty bylo zjištěno, že *C. serratella* preferuje nižší obsah dusíku v rámci varianty s výjimkou málo atraktivní varianty T3 (tab. 1).

Tab. 1.

Obsah dusíku (mg.g⁻¹) v listech břízy (*Betula pendula* ROTH) napadených a nenapadených pouzdroníčkem stromovým
The content of nitrogen (mg.g⁻¹) in leaves of birch (*Betula pendula* ROTH) attacked and unattacked by *Coleophora serratella* L.

Aplikace/Application	T0	T1	T2	T3
Listy napadené/Attacked leaves	17,98	19,74	22,89	32,70
Listy nenapadené/Unattacked leaves	19,07	23,04	31,49	31,71

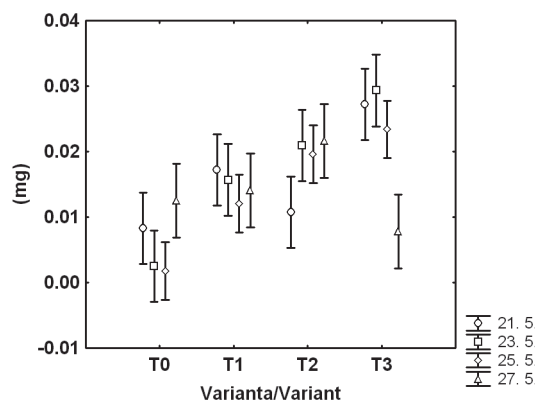
Mšice *Symydobius oblongus*, *Euceraphis betulae*

Nejvíce zimujících vajíček mšice *S. oblongus* se vyskytovalo ve variantách T1 a T2, které se statisticky významně ($p = 0,008 - 0,037$) lišily od varianty T0, kde bylo vajíček nejméně. Samice mšice *E. betulae* preferovaly variantu s nízkou hladinou dusíku (T0) před ostatními variantami (T1 – T3) ($p = 0,000 - 0,002$), odchylka se objevila i mezi variantou T2 a T3, která zaznamenala nejnižší abundanci ($p = 0,013$).

DISKUSE

Hladina dusíku v listech bříz rostoucích v přírodních podmínkách Krušných hor klesla v průběhu vegetačního období ze 36,36 mg.g⁻¹ (květen) na 29,75 a 27,49 mg.g⁻¹ (červenec – srpen) až na 24,28 mg.g⁻¹ (září) (HRDLIČKA, KULA 2001).

Zvýšený obsah dusíku v potravě měl na housenky pozdně letního období (*C. pusaria*) výrazně negativní vliv. Chov housenek v kontrole se uskutečnil na potravě s nižší hladinou dusíku 19,19 – 22,68 mg.g⁻¹, zatímco varianty ovlivněné dusíkem výrazně překračovaly

**Obr. 5.**

Vliv obsahu dusíku (T0 – T3) na výběr potravy samičkami *Lochmaea caprea* L.

Fig. 5.

Effects of the content of nitrogen (T0–T3) on the selection of food by females of *Lochmaea caprea* L.

uvedený obsah charakterizující oblast, ve které byli zachyceni motýli k založení chovu (35,85 – 47,37 mg.g⁻¹). JONES, PAINE (2006) stanovili, že na borovici poklesla populační hustota fytofágů, ale druhová diverzita se zachovala, což znamená, že vývoj i při zvýšené hladině dusíku je možný, ale je provázen zvýšenou mortalitou, jak se potvrdilo i v našich chovech u *C. pusaria*. Změna kvality potravy může ovlivnit např. produkci sekundárních metabolitů a tedy i stupeň přijatelnosti biomasy (BRYANT et al. 1993; MATTSON 1980; WHITE 1984). Reakci fytofágů na znečištění ovzduší a zvýšené vstupy dusíku do rostlin uvádí JANSSON, SMILOWITZ (1985), HELIÖVAARA, VÄISÄNEN (1993), PRONOS et al. (1999). Naproti tomu jsou známy druhy fytofágů, jejichž kvalitu potravy pozitivně ovlivňuje zvýšená koncentrace organického dusíku v listech a lýku rostlin (WHITE 1984; HADDAD et al. 2000).

Bekyně velkohlavá je polyfágním druhem vyskytujícím se na většině listnatých dřevin i na některých jehličnanech (DOANE, McMANUS 1981). I když se bříza neřadí k nejatraktivnějším dřevinám, byla zvolena jako živná rostlina k možnému porovnání reakce s dalšími fytofágy potravně vázanými především k bříze – *C. pusaria*, *L. caprea*, *Phyllobius* sp., *E. betulae*.

Nízký obsah dusíku v potravě vyvolává její zvýšenou spotřebu, zpravidla dochází k prodloužení doby žíru, delšímu trávení a vývoji. Jiné mechanismy k zvládnutí neadekvátního obsahu dusíku jsou přítomnost symbiotických organismů v trávicím ústrojí nebo příležitostná masožravost (MATTSON 1980). Vzhledem k přirozenému poklesu dusíku v asimilačních orgánech dřevin během vegetačního období lze předpokládat, že jarní druhy listožravých případně savých zástupců profitují z vyšší hladiny dusíku, na rozdíl od zástupců s letním žírem, kdy je přirozená úroveň dusíku nižší.

L. dispar měla nejvyšší mortalitu, nejdělsí vývoj housenek a nejnižší hmotnost kukel na javoru, zatímco na bříze se housenky vyvíjely nejlépe (BARBOSA, GREENBLATT 1979), což mohlo souviset s rozdílnou hladinou dusíku v listech těchto dřevin (bříza 25 – 40 mg.g⁻¹, javor 16 – 23 mg.g⁻¹) (BERGMANN et al. 1988).

Snížení hladiny dusíku v umělé potravě z 24,4 na 12,6 mg.g⁻¹ nemělo vliv na mortalitu housenek IV. instaru *L. dispar* (LINDROTH et al. 1991) v důsledku vyšší odolnosti starších housenek ke změnám kvality potravy. Následně bylo prokázáno, že mortalita housenek *L. dispar*, krmených potravou s nízkým obsahem dusíku (15 mg.g⁻¹) byla 2,4krát vyšší než u housenek na potravě s vysokým obsahem dusíku (37 mg.g⁻¹) (LINDROTH et al. 1997). V chovech na bříze jsme stanovili tento rozdíl až šestinasobný. K podobným závěrům dospěli i KAROWE, MARTIN (1989) u housenek motýla *Spodoptera eridania* STOLL, který má na Floridě čtyři generace ročně (MITCHELL, TUMLINSON 1994). Oproti tomu u hřebenule *Neodiprion swaini* MIDD., jejíž žír vrcholí v srpnu a začátkem září (McLEOD 1970), rostla mortalita housenic s obsahem dusíku v jehlicích *Pinus banksiana* LAMB. (SMIRNOFF, BERNIER 1973). Také housenky *C. pusaria* (letní až pozdně letní výskyt) reagovaly v našem chovu na vyšší hladinu dusíku v listech břízy zvýšenou mortalitou.

Mírně zvýšený obsah dusíku (27,38 – 33,91 mg.g⁻¹) zkrátil vývojový cyklus samců bekyně velkohlavé o 30 dní a samic o 18 dní ve srovnání s vývojem ovlivněným nízkou hladinou dusíku v listech (17,17 – 28,21 mg.g⁻¹). LINDROTH et al. (1991, 1997) zaznamenali prodloužení délky vývoje samců i samic *L. dispar* krmených potravou s nízkým obsahem dusíku. Na pádálku tmavoskvrňáče (*Bupalus piniarius* L.), jejíž housenky se líhnou obvykle ve 2. polovině července (KŘÍSTEK, URBAN 2004; SCHWENKE 1978), měly zvýšené hladiny dusíku negativní vliv a způsobily prodloužení vývoje (KATZEL, LOFFLER 1995). U housenek *Choristoneura fumiferana* CLEM. žeroucích brzy na jaře (CRUMMEY, OTVOS 1980) neměl obsah dusíku v jehlicích *Abies balsamea* (L.) MILL. vliv na délku vývoje (SHAW, LITTLE 1972). Příčinou prodloužení vývoje ve variantě T3 může být již mírně stresující reakce na vysokou

koncentraci dusíku ve srovnání s přírodními podmínkami dubových lesů.

Pokus k vymezení atraktivity imág bázlivce vrbového se v kontrole uskutečnil na potravě s nejnižší hladinou dusíku (23,04 mg.g⁻¹). Varianta T1 (33,34 mg.g⁻¹) odpovídala jarnímu množství dusíku v listech břízy, zatímco varianty T2 a T3 se vyznačovaly vysokým obsahem dusíku, čímž bylo vytvořeno prostředí s diferencovanou kvalitou potravy z hlediska hladiny dusíku.

I když dílčí změny ve výživě mohou vyvolat zásadní změny v populační hustotě škůdce (McNEIL, SOUTHWOOD 1978), nelze hladinu dusíku označit za příčinu přemnožení bázlivce vrbového. Podobně jako nosatci *Phyllobius arborator* HERBST ve fíliovníku (KULA et al. 2008) preferovala imága *L. caprea* v laboratorním chovu listy břízy se zvýšeným obsahem dusíku, přestože nejsou pouze jarním druhem. Úživný žír imág probíhá od srpna do poloviny října a po přezimování nastupuje zralostní žír v květnu a červnu, kdy jsou kladena vajíčka (URBAN 1981).

Gradace *L. caprea* v porostech břízy založených v imisní oblasti Krušných hor a Děčínské pískovcové vrchoviny (BADALÍK 1988; KULA 1988) nebyla vyvolána změnou chemismu, ale byla limitována ovipozičním místem (GÄBLER 1955) a vysokým podílem mladých porostů (KULA 1988, 1990).

Dílčí odchylka v reakci samců a samic na změnu kvality potravy není neobvyklá. U housenek bekyně velkohlavé ji zaznamenali např. LINDROTH et al. (1991, 1997) a GIERTYCH et al. (2005). Pokles preference varianty T3 v závěru chovu u samic *L. caprea* mohl souviset s tím, že samice již byly vykladené a nepotřebovaly nadstandardní obsah dusíku v potravě pro tvorbu vajíček.

Počet min housenek *C. serratella* mírně klesal s rostoucím obsahem dusíku v listech, přičemž v rámci těže varianty preferoval tento minovač listy s nižším obsahem dusíku. Vylíhlé housenky minují v listech od začátku srpna do konce vegetačního období (KULA, VACA 1995), kdy dochází k přirozenému poklesu obsahu dusíku v listech v důsledku senescence (HRDLÍČKA, KULA 2001; ŠRÁMEK et al. 2009; RODIN, BAZILEVICH 1967). Housenky jsou tedy přizpůsobené k příjmu potravy s nízkou koncentrací dusíku hned na počátku svého vývoje a mohou preferovat nižší hladiny dusíku podobně jako housenky letního druhu *B. piniarius* (KATZEL, LOFFLER 1995) a housenice *N. swaini* (SMIRNOFF, BERNIER 1973). Po přezimování housenky *C. serratella* pokračují v žíru až do června, kuklí se a rojí v červenci (KULA, VACA 1995). KULA et al. (2004) zaznamenali preferenci minovačů *C. serratella* i *Eriocrania* sp. k břízám s nižším obsahem dusíku, což je u časně jarních druhů (KULA 2000) překvapující. Minující *Stigmella confusella* WOOD, jejíž housenky žerou v červenci a v srpnu (LAŠTŮVKA, LAŠTŮVKA 1997) a *Phyllonorycter ulmifoliella* HÜBN., jejíž housenky první generace žerou v červenci a druhé generace od září do začátku listopadu (HEATH, EMMET 1985), preferovaly listy bříz se zvýšeným obsahem dusíku (KULA et al. 2004). Minovači mohou reagovat na změnu kvality potravy jinak než druhy volně žijící, protože konzumují pouze vnitřní pletiva listu (KAŇOVÁ, KULA 2004).

Mšice reagují na nárůst obsahu dusíku v pletivech stresovaných živých rostlin většinou pozitivně (LARSSON 1989; WIACKOWSKI 1978; FLUCKIGER, BRAUN 1999; THOMAS et al. 2006; SEMPRUCH et al. 2004; HONEK 1991), protože nejsou ohroženy škodlivými polutanty na povrchu listů (KAŇOVÁ, KULA 2004; RAVEN 1983). Tuto reakci však nelze zcela zobecnit, např. ATIYEH et al. (1996) stanovili maximální abundanci mšic *Rhopalosiphum maidis* FITCH, *Sesamia cretica* LED. a *Helicoverpa armigera* HÜBN. v horní třetině rostlin kukuřice v dusíkem nehojené variantě.

V realizovaném experimentu mšice *S. oblongus* pozitivně reagovaly na navýšení obsahu dusíku v pletivech rychlou reprodukční reakcí na konci první vegetační sezóny, kdy dominovala zimující vajíčka na

břízách s vyšším obsahem dusíku. Mšice *E. betulae* preferovala břízy s nejnižším obsahem dusíku. Nejednotná reakce těchto dvou druhů na diferencovaný obsah dusíku mohla být ovlivněna místem sání, a tedy i odlišnou potravní nabídkou: *S. oblongus* saje na 3–4letých větvích (HEIE 1982), *E. betulae* saje na řapíku a na primární a sekundární žilnatině na spodní straně listů (HEIE 1982; KULA 1993). Obsah dusíku v kůře břízy na konci vegetačního období roste (WETZEL, GREENWOOD 1991), zatímco v listech klesá (HRDLIČKA, KULA 2001; ŠRÁMEK et al. 2009). Nižší počet zimujících vajíček mšice *Euceraaphis punctipennis* ZETT. na břízách hnojených dusíkem zaznamenali KULA et al. (2004).

ZÁVĚR

Bylo prokázáno, že navýšení hladiny dusíku ($19,2 - 22,7 \text{ mg.g}^{-1} \times 37,9 - 45,3 \text{ mg.g}^{-1}$) v listech břízy (*B. pendula*) se v laboratorním chovu housenek pozdně letního až podzimního aspektu (*C. pusaria*) projevilo vysokou mortalitou především mladších instarů housenek a prodloužením doby vývoje při snížené celkové spotřebě potravy.

Příčinou zvýšené mortality a prodloužení vývoje housenek *L. dispar* byl v laboratorním chovu nedostatek dusíku v potravě. Tímto experimentem byla podpořena hypotéza, že jarní fytofágní zástupci preferují pletiva s vyšším obsahem dusíku. Na velmi vysoké vstupy dusíku v potravě může housenka reagovat rovněž negativně.

Imága *L. caprea* preferovala v laboratorním chovu listy se zvýšeným obsahem dusíku ($33,34 - 43,64 \text{ mg.g}^{-1}$). Pouzdroníček stromový a mšice *E. betulae* měly vyšší abundanci ve fóliovníku na břízách s nízkým obsahem dusíku v listech ($17,98/17,62 \text{ mg.g}^{-1}$), zatímco mšice *S. oblongus* atakovala především břízy s vyšším obsahem dusíku v listech ($29,80 - 32,20 \text{ mg.g}^{-1}$).

Poděkování:

Příspěvek vznikl za finanční podpory z projektu NAZV QH82113, výzkumného záměru MSM6215648902 a rovněž za příspěvi regionálních sponzorů Netex s. r. o. v Děčíně, Constellium Děčín Extrusions s. r. o. v Děčíně, Magistrátu města Děčína, Nadace ČEZ a. s. Praha, Lafarge cement a. s. v Čížkovicích, Severočeských dolů s. p. Chomutov a Dieter Bussmann s. r. o. v Ústí n. L.

LITERATURA

- ATIYEH R., ASLAM M., BAALBAKI R. 1996. Nitrogen fertilizer and planting date effects on insect pest populations of sweet corn. *Pakistan Journal of Zoology*, 28 (2): 163-167.
- BADALÍK L. 1988. Problémy ochrany lesa v Krušnohorské oblasti. *Lesnická práce*, 67: 310-314.
- BARBOSA P., GREENBLATT J. 1979. Suitability, digestibility, and assimilation of various host plants of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. *Oecologia*, 43: 111-119.
- BERGMANN W. et al. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen (Entstehung, visuelle und analytische Diagnose). Jena, Gustav Fischer: 762 s.
- BROVDIJ V. M. 1973. Fauna Ukrajiny, Zuki-listojedi *Galerucini*. Kiev, Naukova dumka: 273 s.
- BRYANT J. P., REICHARDT P. B., CLAUSEN T. P., WERNER R. A. 1993. Effect of mineral nutrition on delayed inducible resistance in Alaska paper birch. *Ecology*, 74: 2072-2084.
- COPOLOVICI L., KÄNNASTE A., REMMEL T., VISLAP V., NIINEMETS U. 2011. Volatile emissions from *Alnus glutinosa* induced by herbivory are quantitatively related to the extent of damage. *Journal of Chemical Ecology*, 37: 18-28.
- CRUMMEY H.R., OTVOS I.S. 1980. Biology and habits of the eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) in Newfoundland. St. John's, Newfoundland Forest Research Centre: 33 s.
- DEJČMAR V. 1989. Příspěvek k bionomii a ekologii báblivce vrbového. *Lesnictví*, 35 (5): 385-394.
- DOANE C.C., McMANUS M.L. 1981. The gypsy moth: research toward integrated pest management. Washington D. C., United States Department of Agriculture: 757 s.
- FEENY P. 1970. Seasonal changes in the oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology*, 51: 565-581.
- FLUCKIGER W., BRAUN S. 1999. Nitrogen and its effect on growth, nutrient status and parasite attacks in beech and Norway spruce. *Water, Air, and Soil Pollution*, 116 (1/2): 99-110.
- GÄBLER H. 1955. Forstschutz gegen Tiere. Berlin, Neumann: 368 s.
- GIERTYCH M.J., BĄKOWSKI M., KAROLEWSKI P., ZYTKOWIAK R., GRZEBYTA J. 2005. Influence of mineral fertilization on food quality of oak leaves and utilization efficiency of food components by the gypsy moth. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 117: 59-69.
- HADDAD N.M., HAARSTAD J., TILMAN D. 2000. The effects of long-term nitrogen loading on grassland insect communities. *Oecologia*, 124: 73-84.
- HEATH J., EMMET A.M. (eds.) 1985. The moths and butterflies of Great Britain and Ireland. Colchester, Harley Books: 460 s.
- HEIE O. E. 1982. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. The family Drepanosiphidae. Klampenborg, Scandinavian Science Press: 176 s.
- HELIOVAARA K., VAISANEN R. 1993. Insects and pollution. Boca Raton, CRC Press: 393 s.
- HONEK A. 1991. Nitrogen fertilization and abundance of the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* and *Sitobion avenae* (Homoptera, Aphididae). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 98: 655-660.
- HRDLIČKA P., KULA E. 2001. Obsah prvků v listech břízy v transektu Litvínov v průběhu vegetačního období. In: Slodičák M., Novák J. (eds.): Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách. Sborník z celostátní konference konané v rámci Grantového programu Phare CZ 9804.02.0001. Teplice, 1. 3. 2001. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 63-68.
- JANSSON R.K., SMILOWITZ Z. 1985. Influence of nitrogen on population parameters of potato insects: abundance, population growth and within-plant distribution of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 15: 49-55.
- JONES M. E., PAINE T. D. 2006. Detecting changes in insect herbivore communities along a pollution gradient. *Environmental Pollution*, 143: 377-387.
- KAŇOVÁ D., KULA E. 2004. The effect of stress factors on birch (*Betula pendula* Roth) *Journal of Forest Science*, 50: 399-404.
- KAROWE D.N., MARTIN M.M. 1989. The effects of quantity and quality of diet nitrogen on the growth, efficiency of food utilization, nitrogen budget, and metabolic rate of fifth-instar *Spodoptera eridania*

- larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology*, 35: 699-708.
- KATZEL R., LOFFLER S. 1995. Ecophysiological investigations on the influence of nitrogen damaged pines on *Bupalus piniarius* and *Dendrolimus pini* (Lepidoptera). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 10 (1-6): 63-65.
- KŘÍSTEK J., URBAN J. 2004. *Lesnická entomologie*. Praha, Academia: 445 s.
- KULA E. 1988. The willow leaf beetle (*Lochmaea capreae* L.) in birch stands. *Acta Universitatis Agriculturae. Ser. C. Facultas Silviculturae*, 57 (1-4): 261-307.
- KULA E. 1990. Bázlivec vrbový (*Lochmaea capreae* L.). *Folia Universitatis Agriculturae, řada B. Brno, Vysoká škola zemědělská*: 64 s.
- KULA E. 1993. Disperze vajíček a sezónní populační dynamika mšice *Euceraaphis betulae* (Koch) na bříze. *Lesnictví – Forestry*, 39: 370-377.
- KULA E., VACA D. 1995. Pouzdrovníček stromový – *Coleophora serratella* L. škůdce břízy v imisních oblastech. *Lesnická práce*, 74 (10): 12-13.
- KULA E. 2000. Minovači rodu *Eriocrania* ZELLER – škůdci břízy s gradačním potenciálem. *Journal of Forest Science*, 46 (1): 27-33.
- KULA E., KAŇOVÁ D., MATOUŠEK D. 2004. Stres a atraktivita břízy pro fytofágy. In: *Nové trendy v ochraně lesa a krajiny*. Zvolen – SIELNICA, 23.-24. Január 2003. Zvolen, Technická univerzita: 173-180.
- KULA E. 2007. Motýli porostů náhradních dřevin v imisním území Sněžníku. *Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce*: 107 s.
- KULA E. 2008. The seasonal population dynamics of moth larvae feeding in birch stands of the Krusne hory mountains (Czech Republic) from 1986 – 2004. *Ekológia (Bratislava)*, 27: 119-129.
- KULA E., PEŠLOVÁ A., BUCHTOVÁ D. 2008. Effects of nitrogen on the selection of food by *Phyllobius arborator* (Herbst). *Journal of Forest Science*, 54 (1): 17-23.
- KULA E. 2009. Půdní a epigeická fauna stanovišť ovlivněných vápněním a její dynamika. Soil and epigeous fauna of sites affected by liming and their dynamics. *Hradec Králové, LČR; Brno, MZLU v Brně*: 438 s.
- KULA E., PEŠLOVÁ A., MARTINEK P. 2012: Effects of nitrogen on growth properties and phenology of silver birch (*Betula pendula* Roth). *Journal of Forest Science*, 58: 391-399.
- LADENBURGER U. 1989. Vergleichende Untersuchungen zum Vorkommen phytophager Larvenstadien der Blattwespen (Hymenoptera, Tenthredinoidea) und der Schmetterlinge (Lepidoptera) an verschieden strukturierten Waldrändern in der Umgebung Freiburgs. *Diplomarbeit. Freiburg i. Br., Albert-Ludwigs-Universität Institut für Biologie I (Zoologisches Institut)*: 141 s.
- LARCHER W. 1988. *Fyziologická ekologie rostlin*. Praha, Academia: 368 s.
- LARSSON S. 1989. Stressful times for the plant stress – insect performance hypothesis. *Oikos*, 56: 277-283.
- LAŠTŮVKA A., LAŠTŮVKA Z. 1997. *Nepticulidae Mitteleuropas: (Lepidoptera)*. Ein illustrierter Begleiter. Brno, Konvoj: 230 s.
- LINDQUIST O.H., MILLER W.J. 1976. Keys to insect larvae feeding on aspen foliage in Ontario. *Sault Ste. Marie, Great Lakes Forest Research Centre*: 32 s. Report O-X, 247.
- LINDROTH R.L., BARMAN M.A., WEISBROD A.V. 1991. Nutrient deficiencies and the gypsy moth, *Lymantria dispar*: Effects on larval performance and detoxication enzyme activities. *Journal of Insect Physiology*, 37: 45-52.
- LINDROTH R.L., KLEIN K.A., HEMMING J.D.C., FEUKER A.M. 1997. Variation in temperature and dietary nitrogen affect performance of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.). *Physiological Entomology*, 22: 55-64.
- MATTSON W.J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 11: 119-161.
- MCLEOD J.M. 1970. The epidemiology of the Swaine jack-pine sawfly, *Neodiprion swainei* Midd. *Forestry Chronicle*, 46: 126-133.
- MCNEIL S., SOUTHWOOD T.R.E. 1978. The role of nitrogen in the development of insect/plant relationships. In: Harborne, J.B. (ed.): *Biochemical aspects of plant and animal coevolution*. *Proceedings of the Phytochemical Society symposium*, Reading, April, 1977. London, Academic Press: 77-98.
- MITCHELL E.R., TUMLINSON J.H. 1994. Response of *Spodoptera exigua* and *S. eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) males to synthetic pheromone and *S. exigua* females. *Florida Entomologist*, 77: 237-247.
- NORDSTRÖM F., WAHLGREN E., LJUNGDAHL D. 1941. *Svenska fjärilar*. Stockholm (Nordisk Familjeboks): 354 s.
- PRONOS J., MERRILL L., DAHLSTEN D. 1999. Insects and pathogens in a pollution-stressed forest. *Oxidant Air Pollution Impacts in the Montane Forests of Southern California. A Case Study of the San Bernardino Mountains Ecological Studies*, 134: 317-337.
- RAVEN J.A. 1983. Phytophages of xylem and phloem: a comparison of animal and plant sapfeeders. *Advances in Ecological Research*, 13: 135-234.
- RODIN L.E., BAZILEVICH N.I. 1967. *Production and mineral cycling in terrestrial vegetation*. Edinburgh, Oliver & Boyd: 288 s.
- SEMPRUCH C., STARCZEWSKI J., CIEPIELA A. P. 2004. The number of cereal aphids on winter triticale cultivated in different conditions of nitrogen fertilization. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio E, Agricultura*, 59 (4): 1771-1778.
- SHAW G.G., LITTLE C.H.A. 1972. Effect of high urea fertilization of balsam fir trees on spruce budworm development. In: Rodriguez J.G.: *Insect and mite nutrition. Significance and implications in ecology and pest management*. Amsterdam, North Holland: 589-597.
- SCHWENKE W. 1978. *Die Forstschädlinge Europas. Ein handbuch in fünf Bänden. Band 3, Schmetterlinge*. Hamburg, Paul Parey: 467 s.
- SMIRNOFF W.A., BERNIER B. 1973. Increased mortality of Swaines jack pine sawfly and foliar concentrations after urea fertilization. *Canadian Journal of Forest Research*, 3: 112-121.
- SRIVASTAVA H.S., ORMROD D.P. 1984. Effects of nitrogen dioxide and nitrate on growth and nitrate assimilation in bean leaves. *Plant Physiology*, 76: 418-423.
- STATSOFT CR s. r.o. 2007. *STATISTICA Cz (softwarový systém pro analýzu dat)*, verze 8.0. www.statsoft.cz.
- ŠRÁMEK V., NOVOTNÝ R., LOMSKÝ B., MAXA M., NEUMANN L., FADRHOŇOVÁ V. 2009. Změny obsahů prvků. Změny obsahu prvků v porostech smrku, buku, jeřábu a břízy v průběhu roku. *Hradec Králové, Lesy České republiky*: 109 s.

- THOMAS V.F.D., BRAUN S., FLÜCKIGER W. 2006. Effects of simultaneous ozone exposure and nitrogen loads on carbohydrate concentrations, biomass, growth, and nutrient concentrations of young beech trees (*Fagus sylvatica*). *Environmental Pollution*, 143 (2): 341-354.
- URBAN J. 1981. Výsledky studia bionomie a hospodářského významu salicikolních mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) ve vrbovších na Moravě. Část I. *Acta Universitatis Agriculturae. Ser. C. Facultas Silviculturae*, 50 (1-4): 93-116.
- WETZEL S., GREENWOOD J. S. 1991. A survey of seasonal bark proteins in eight temperate hardwoods. *Trees*, 5: 153-157.
- WHITE T.C.R. 1984. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia* (Berlin), 6: 90-105.
- WIACKOWSKI S. 1978. Impact of industrial air pollution upon parasites of pine bud moth (*Exoteleia dodecella*), aphid predators, and certain other insects occurring on vicinity of Tomaszow Maz. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 23: 175-187.

EFFECTS OF NITROGEN ON THE DEVELOPMENT OF CATERPILLARS AND THE SELECTION OF A HOST PLANT BY SOME PHYTOPHAGES

SUMMARY

Low abiotic stress increases the nutrition value of plants and reduces their defensive capacity. Thus, their attractiveness for herbivores (WHITE 1984), which are adapted to obtaining necessary energy and nutrition to overcome defensive responses of plants and other factor of the environment, increases (MATTSON 1980).

The aim of the paper is to determine effects of the increased level of nitrogen in leaves of a nutritive woody species (*Betula pendula* ROTH) on:

- the mortality and development of caterpillars *Cabera pusaria* L. and *Lymantria dispar* L.;
- preferences at the selection of food affected by nitrogen of *Coleophora serratella* L., *Lochmaea caprea* L. and aphids *Euceraaphis betulae* KOCH, *Symydobius oblongus* VON HEYDEN.

Containerized plants of birch were placed in plastic greenhouses and changes in the content of nitrogen in leaves were caused by the application of ammonium nitrate (NH_4NO_3) into soil to a plant in variants 0 g (T0), 0.5 g (T1), 1 g (T2) and 1.5 g (T3). According to methods of ICP Forests, leaves were sampled from birch crowns, and nitrogen was determined by Kjeldahl using the tecator Kjeltac analyzer UNIT 2300.

The laboratory rearing of caterpillars *C. pusaria*, *L. dispar* and *L. caprea* was carried out in Petri dishes situated in a Climacell 707 thermostat with a preset temperature, relative air humidity and the regime of lighting. The feeding of larvae and imagoes was determined in a biometric laboratory by means of the system of analysis and image processing NIS – Elements AR. After the experiment completion, the differentiated content of nitrogen was confirmed by the analysis of residues of leaves of *B. pendula* from the period of relevant rearing in a 14-day interval (Fig. 1). The consequential investigation (*C. serratella*, *E. betulae*, *S. oblongus*) was carried out under conditions of a plastic greenhouse with 128 birch trees in four variants (T0–T3) at 32 plants.

At birch, the differentiated content of nitrogen in leaves for all monitored phytophages was achieved by fertilisation (Figs. 1, 2; Tab. 1). A negative response was demonstrated (high mortality and prolonged development) to the higher level of nitrogen in birch leaves (*B. pendula*) at caterpillars (particularly the 1st instar) of the late summer to autumn aspect (*C. pusaria*) (Fig. 3) and to the lack of nitrogen in food (increased mortality and prolonged development) at caterpillars *L. dispar* in laboratory rearing. The total duration of the development of *C. pusaria* caterpillars from hatching to pupation reached 62 days at variant T0. Thus, it significantly differed ($p < 0.001$, $\alpha = 0.05$) from variants T1–T3 (94; 104; 102 days). The shortest total development was determined at the 1st to the 3rd instar of caterpillars of *L. dispar* in variants T1 (32 days) and T2 (34 days) with prolongation in variants T3 (40 days) and T0 (47 days).

In the laboratory rearing, imagoes of *L. caprea* preferred leaves of birch with the higher content of nitrogen (Fig. 4, 5). In the plastic greenhouse, *C. serratella* and *E. betulae* infested particularly birch with the low content of nitrogen in leaves (17.98/17.62 mg.g⁻¹) whereas *S. oblongus* attacked birch trees with the increased content of nitrogen in leaves (29.80–32.20 mg.g⁻¹).

This experiment have supported a hypothesis that spring phytophages prefer tissues with higher content of nitrogen and species with late summer feeding respond negatively to higher content of nitrogen in food.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

prof. Ing. Emanuel Kula, CSc., Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 127; e-mail: kula@mendelu.cz