

## KOEXISTENCIA PODPŇOVIEK A PODKÔRNEHO HMYZU V CHRADNÚCICH SMREČINÁCH KYSÚC

VALÉRIA LONGAUEROVÁ<sup>1</sup>, JOZEF VAKULA<sup>2</sup>, ROMAN LEONTOVÝČ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Národné lesnícke centrum – LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, SK – 960 92 Zvolen,

<sup>2</sup>Národné lesnícke centrum – LVÚ Zvolen, Stredisko LOS Banská Štiavnica,  
Lesnícka 11, SK – 969 23 Banská Štiavnica

LONGAUEROVÁ V., VACHULA J., LEONTOVÝČ R.: Coexistence of honey fungi and bark beetles in declining spruce stands in Kysuce region. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **56**(3): 257 – 268, 2010, 6 fig., ref. 15. Original paper. ISSN 0323 – 10468

Prior infection of Norway spruce individuals by *Armillaria* species was studied as a potential predisposing factor for the attack by spruce bark beetles at two sites in northwestern Slovakia. Statistically significant correlations between the infection by *Armillaria* sp. and intensity of the attack by bark beetles were confirmed especially in the initial stage of spruce decline. The attractiveness of the host trees for individual bark beetle species played a role in observed correlations. Five bark beetle species were detected, with dominating *Ips typographus*, followed by *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus). The species of *Ips amitinus* (Eichhoff), *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus) and *Ips duplicatus* (Sahl.) were less common. *Armillaria ostoyae* (ROMAGN.) HERINK was the dominant honey fungus. Proportion of *A. cepistipes* VELENOVSKÝ was also fairly high. Moreover, *A. gallica* MARXMÜLLER et ROMAGNESI was detected despite its literature reports from warmer sites at lower altitudes, The large extent of parallel infection of living trees by *A. ostoyae* and *A. cepistipes* indicates a chronic stress acting on Norway spruce at the both study sites.

**Key words:** honey fungus, bark beetles, *Armillaria*, *Ips*, Kysuce

Vzájomný vzťah podpňoviek a podkôrneho hmyzu v chradnúcich smrečínach Kysúc sme sledovali na lokalitách Oščadnica a Šadibolovci. Na oboch sledovaných plochách sa štatisticky významne potvrdil vzťah medzi prítomnosťou *Armillaria* sp. a napadnutým podkôrnym hmyzom najmä v počiatočných fázach. Významný vplyv na túto závislosť má aj atraktivita napadnutých jedincov pre jednotlivé druhy hmyzu. Zistených bolo 5 významných druhov podkôrneho hmyzu, s najvyšším zastúpením lykožrúta smrekového *Ips typographus* a lykožrúta lesklého *Pityogenes chalcographus*. Menej zastúpenými druhmi boli lykožrút smrečinový *Ips amitinus*, lykokaz matný *Polygraphus poligraphus* a lykožrút severský *Ips duplicatus*. Z podpňoviek na sledovaných plochách dominovala podpňovka smreková *A. ostoyae* (ROMAGN.) HERINK, pomerne vysoké zastúpenie mala aj *A. cepistipes* VELENOVSKÝ a determinovali sme aj *A. gallica* MARXMÜLLER et

## 1. Úvod a problematika

Na súčasnom chradnutí smrekových porastov sa podieľa široký komplex biotických aj abiotických činiteľov, ktoré v mnohých prípadoch pôsobia synergicky. Nárast výskytu fytopatogénnych organizmov v lokalitách kde dochádza k predčasnému chradnutiu smrečín signalizuje, že prítomnosť hubových a hmyzích patogénov významnou mierou urýchľuje ich predčasné odumieranie. Takto poškodené porasty nachádzame najmä v oblasti Kysúc, Oravy, Podtatranskej oblasti, Spiša a Nízkych Tatier.

Medzi najvýznamnejšie hubové patogény podieľajúce sa na tomto stave patria koreňové parazitické huby, najmä podpňovka smreková *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink a koreňovka vrstevnatá – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Napadnutie koreňového systému hubami prispieva k postupnému poškodeniu transpiračného prenosu vody (fyziologický stres) v dôsledku čoho dochádza ku kvalitatívnym a kvantitatívnym zmenám v lyku a kôre. Tieto zmeny vyvolávajú aj zmenu atraktivity napadnutých jedincov pre hmyz (RUDINSKÝ & NOVÁK & ŠVIHRA 1970). MADZIARA-BORUSIEWICZ a STRELECKA (1977) uvádzajú, že z hľadiska produkcie prchavých látok stromov infikovaných druhmi *Armillaria* sú napadnuté jedince atraktívne pre inváziu podkôrneho hmyzu. Na atakovaných stromoch dochádza k poklesu výšky turgoru pletív, čo vo významnej miere ovplyvňuje vylučovanie živice. Následne dochádza k nástupu gradácie podkôrneho hmyzu, ktorý po náraste početností nad kritickú hranicu je schopný sám o sebe usmrtiť les na veľkých výmerách (MRKVA & KUCHARÍK 2006).

Kambiofágnny hmyz je dôležitou súčasťou entomocenózy smrečín a obzvlášť lykožrút smrekový (*Ips typographus* L.) je považovaný za najväznejšieho škodcu smrekových porastov. V Európe je vážnym agresívnym škodcom v 15-tich krajinách z 19-tich sledovaných a z tohto pohľadu mu patrí prvé miesto medzi tzv. „top ten“ druhmi (LIEUTIER *et al.* 2004). To dokumentuje i stav napadnutia porastov v roku 2008, keď sa po prvýkrát v histórii evidencie stal podkôrny a drevokazný hmyz najvýznamnejším škodlivým činiteľom na Slovensku (napadnutých viac ako 3,6 mil. m<sup>3</sup>), doposiaľ to bol vietor (VAKULA *et al.* 2009). Lykožrút smrekový sa na tomto napadnutom objeme podieľa najvyššou mierou, až 87,2 %.

Okrem tohto hospodársky najvýznamnejšieho škodcu je zaznamenaný aj nárast populačnej hustoty lykožrúta lesklého (*Pityogenes chalcographus*), lykožrúta smrečínového (*Ips amitinus*) a na severozápadnom Slovensku od druhej polovice 90. rokov minulého storočia aj lykožrúta severského (*Ips duplicatus*). Všetky tieto štyri taxóny sú charakterizované ako agresívne druhy podkôrneho hmyzu, znamená to, že sú schopné pôsobiť ako primárni škodliví činitelia.

V dôsledku intenzívneho pôsobenia hmyzu a drevokazných húb ako stresových a mortalitných faktorov, dochádza k predčasnému rozpadu smrečín už vo veku 40 – 50 rokov.

## 2. Výskyt najvýznamnejších škodlivých činiteľov v oblasti Kysúc

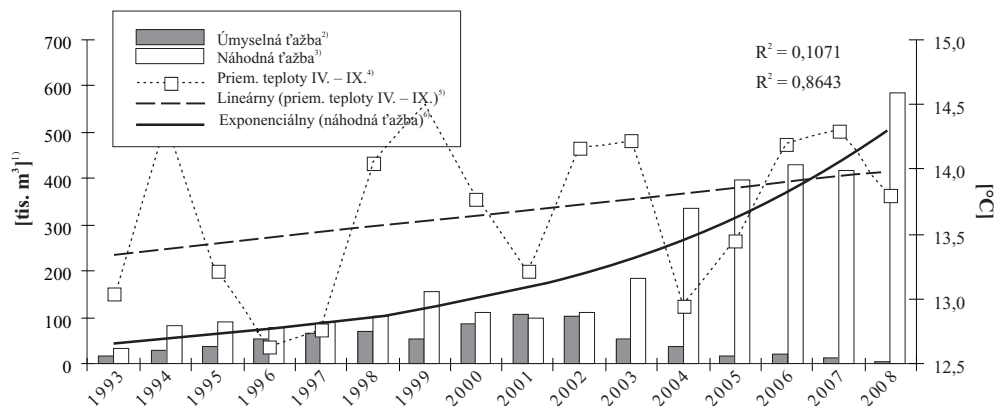
Na Kysuciach, ale aj v prihraničných oblastiach Poľska, podobne ako v moravskej a sliezskej časti Beskýd, došlo v priebehu 6 rokov k dramatickému nárastu objemu náhodných ťažieb (VAKULA *et al.* 2009, GRODZKI 2007).

Smrek sa v oblasti Kysúc nachádza mimo svojho optima, rastie tu prevažne v bukovom a jedľovo-bukovom lesnom vegetačnom stupni. Tomu zodpovedajú i odlišné podmienky prostredia, najmä vyššie priemerné teploty a nižšie úhrny zrážok. Z tohto dôvodu je pestovanie smrečín v týchto polohách rizikové z pohľadu výskytu škodlivých činiteľov a vyžaduje si prísne dodržiavanie zásad ochrany lesa.

Príčinou zlého zdravotného stavu sú fyziologicky oslabené porasty. Nemalý vplyv na tento stav majú nepochybne dôsledky globálnej klimatickej zmeny. Kritickým bol extrémne teplý a suchý rok 2003, odkedy pozorujeme výrazné zhoršenie situácie. Možno však povedať, že už od roku 1992 (obr. 1) sa opakujú pravidelne extrémne vysoké priemerné teploty vo vegetačnom období.

K výraznému nárastu odumierania v dôsledku napadnutia smrekov podpŕhovkami došlo na Kysuciach najmä od roku 2004, po extrémne teplom a suchom roku 2003. Pokiaľ v roku 2002 objem napadnutej hmoty dosahoval 23 tis. m<sup>3</sup>, v roku 2006 to bol už desaťnásobok (238 tis. m<sup>3</sup>). Trend kalamity podkôrneho hmyzu sa vyvíjal skokmi najmä v rokoch 2003 – 2004, extrémne narastal po roku 2006 (obr. 2). V súčasnom období v celej oblasti Kysúc dominuje kalamita podkôrneho hmyzu.

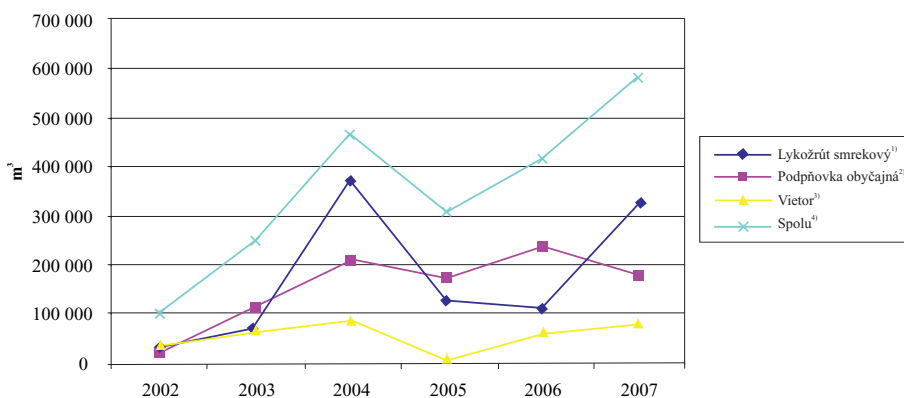
Smrek má plytký koreňový systém a je náchylný na dlhotrvajúce suchá vo vrchnej vrstve pôdy (plytké pôdy vo fľyšovej oblasti). Na oslabených stromoch sa aktivizuje podpŕhovka a následne sekundárne podkôrny hmyz.



Obr. 1. Vývoj objemu náhodných ťažieb a priemerných teplôt vo vegetačnom období od roku 1993

Fig. 1. Development of the volume of salvage felling and average temperatures during vegetation period in 1993.

<sup>1)</sup>Thousand m<sup>3</sup>, <sup>2)</sup>Planned felling, <sup>3)</sup>Salvage felling, <sup>4)</sup>Average temperatures, <sup>5)</sup>Linear (average temperatures), <sup>6)</sup>Exponential



Obr. 2. Objem napadnutej hmoty lykožrútom smrekovým, podpňovkami a vetrom v rokoch 2002 až 2007 v oblasti okresov Žilina, Kysucké Nové Mesto a Čadca (podľa hlásení L 116)  
 Fig. 2. Volume of attacked wood by eight-toothed spruce bark beetle, honey fungi and wind in the years 2002 – 2007 in the regions of districts Žilina, Kysucké Nové Mesto and Čadca (according to reports L 116).

¹)Light-toothed spruce bark beetle, ²)Honey fungus, ³)Wind, ⁴)Together

Ak nedôjde k spracovaniu roztrúsenej kalamity spôsobenej primárne podpňovkou, dochádza k premnoženiu podkôrneho hmyzu a k vytváraní typických lykožrútových ohnísk, lykožrút sa stáva primárnym činiteľom. Podpňovka však nemusí spôsobiť sama o sebe uhynutie stromu, môže ho len oslabiť a ten sa stáva atraktívnym pre hmyz. Podpňovka dokáže prežívať na koreňoch živého stromu i niekoľko rokov bez toho aby ho zahubila. Táto huba sa vyskytuje v smrečinách Slovenska od nepamäti a sú známe aj prípady z minulosti, keď spôsobovala väčšie kalamity.

### 3. Metodika

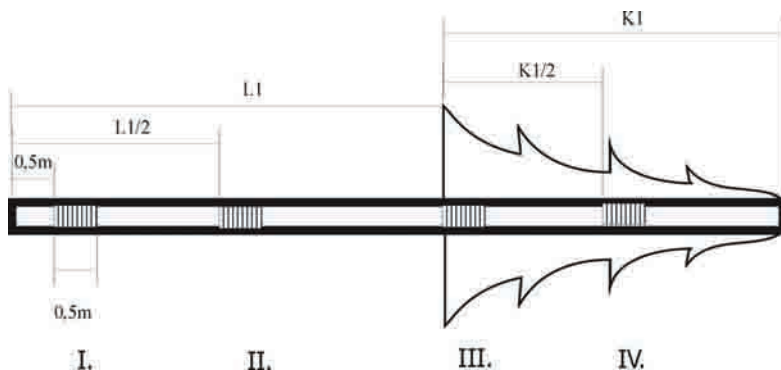
Záujmové územia boli vybrané v lokalitách Šadibolovci (LS Stará Bystrica) a Oščadnica (LS Oščadnica). Obe patria do kategórie hospodárskych lesov. Ležia v nadmorskej výške od 720 do 1 100 metrov nad morom. Prevažná časť patrí do jedľovo-bukového lesného vegetačného stupňa. Sklony sú mierne strmé až strmé, priemerný sklon VO je 19°, rozpätia sú do 12 do 27°. Expozícia je väčšinou západná, od severo- až po juhozápadnú, malá časť lokality má východnú až juhovýchodnú expoziáciu.

Pôdy sú stredne hlboké, hlinité, kambizeme, mezotrofné, skeletnaté, slabohumózne (pôdny typ 4409421). Podložie tvorí pieskovec a bridlice.

Z hľadiska edaficko-trofického radu sa lokalita radí k živnému radu B, skupina lesných typov jedľové bučiny (*Abieto-Fagetum*).

#### 3.1. Druhé spektrum podkôrneho hmyzu na stromoch z náhodnej ťažby, ktoré vykazovali príznaky napadnutia hmyzom s kontrolou výskytu podpňovky

V roku 2005 sa vykonalo na lokalite Oščadnica a Šadibolovci zisťovanie druhového spektra podkôrneho hmyzu. Analyzované boli stromy z náhodnej ťažby, ktoré vykazovali príznaky napadnutia. Zároveň sa na týchto stromoch hodnotil aj výskyt podpňovky. Výskum bol zameraný na najviac chradnúce porasty pričom bolo analyzovaných spolu 114 stromov.



Obr. 3. Schematické znázornenie sekcií na kmeni

Fig. 3. Scheme of the section at stem.

Na zisťovanie druhovej skladby a početnosti podkôrneho hmyzu na kmeňoch sa použil medzinárodný systém zameraný na odoberanie vzoriek kôry z konkrétne vybraných častí stromu (obr. 3). Odoberali sa štyri vzorky kôry z každého skúmaného kmeňa. Kôra sa odoberala vo vzdialenosti 0,5 m od päty stromu, v polovičnej vzdialenosti medzi päťou stromu a začiatkom koruny, na začiatku koruny a v strede koruny. Každá vzorka predstavovala pás s dĺžkou rovnajúcou sa dĺžke obvodu kmeňa a šírkou 0,5 metra. Napadnutie stromu podpňovkou sa zisťovalo na územkovej časti stromu na základe prítomnosti rhizomorfov na pni a pod kôrou kmeňa v mieste rezu.

Odmerala a označila sa I. sekcia (0,5 m od päty stromu), potom sa zistila vzdialenosť začiatku koruny, kde sa vyznačila III. sekcia a v strede, medzi I. a III. sekciou sa vyznačila II. sekcia. IV. sekcia sa vyznačila v strede medzi začiatkom koruny a vrcholom stromu. Jednotlivé sekcie sa po obvode sekerou odkôrnili v celistvom páse a spočítali sa požerky jednotlivých druhov podkôrneho hmyzu. Pred samotným odkôrnením sa zmeral stredný priemer každej sekcie ktorý nám slúžil k výpočtu plochy povrchu sekcie. Vyhodnotenie získaných údajov sa vykonalo na základe prepočtu požerkov na jednotku plochy povrchu kmeňa –  $dm^2$ .

### 3.2. Overenie vzťahu medzi prítomnosťou *Armillaria* sp. u jedincov smreka a napadnutím hmyzom

Vzťah medzi prítomnosťou *Armillaria* sp. a napadnutím hmyzom sa hodnotil na tých istých lokalitách Oščadnica a Šadibolovci v nasledujúcich rokoch 2006, 2007, 2008 v stojacich porastoch. Kde sme vybrali plochy  $100 \times 100$  m. Plochy neboli rovnorodé smrekové monokultúry, zastúpenie smreka sa pohybovalo v rozsahu 60 – 80 %. U všetkých jedincov smreka sa na ploche hodnotil celkový zdravotný stav, sfarbenie, defoliácia, napadnutie hmyzom a podpňovkou. Vzťah medzi napadnutím podpňovkou a hmyzom u jedincov smreka sme testovali Chi-Square testom.

### 3.3. Zistenie druhového spektra podpňoviek v porastoch napadnutých podkôrnym hmyzom

Všetky jedince smreka na vybraných plochách boli vyšetrené na prítomnosť *Armillaria* sp. Z jedincov, na ktorých sa preukázala prítomnosť plodníc, rhizomorfov, alebo syrôcii, sa odobral materiál na determináciu druhovej príslušnosti pomocou analýzy DNA.

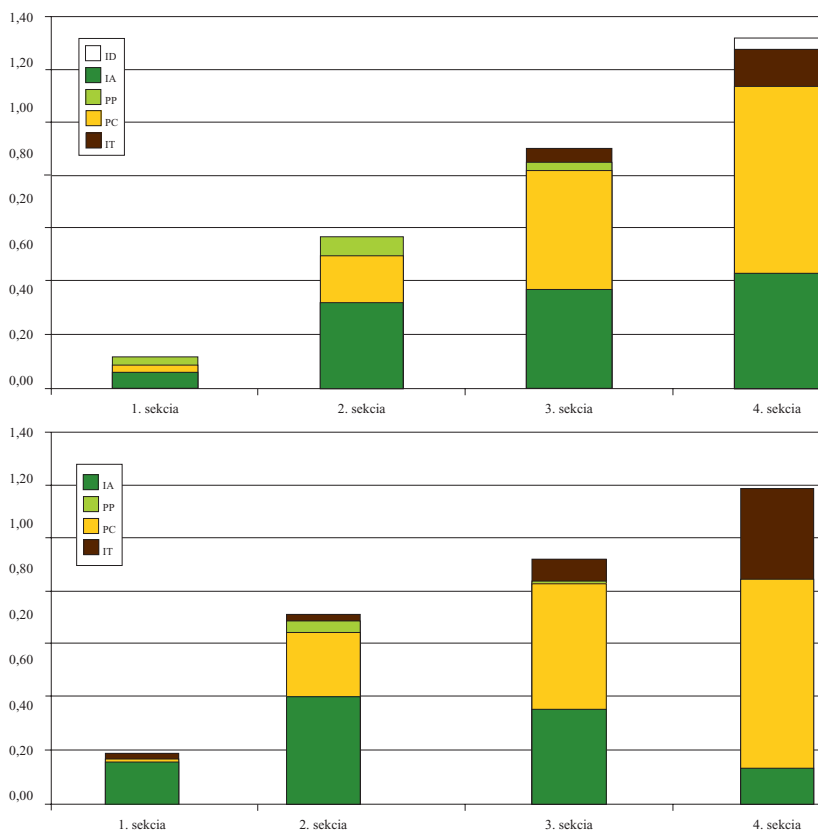
Determinácia druhovej príslušnosti vzoriek sa uskutočnila metódou polymerázovej reťazovej reakcie (Polymerase Chain Reaction – PCR) a následnej analýzy druhovo-špecifického dĺžkového polymorfizmu

restrikčných fragmentov DNA (RFLP – Restriction fragment length polymorphism) (LOCHMAN & ŠERY & MIKEŠ 2004).

#### 4. Výsledky a diskusia

##### 4.1. Druhové spektrum podkôrneho hmyzu na stromoch z náhodnej ťažby, ktoré vykazovali príznaky napadnutia hmyzom s kontrolou výskytu podpňovky

Na oboch lokalitách bolo zistených 5 významných druhov, s najvyšším zastúpením lykožrúta smrekového – IT (*Ips typographus*) a lykožrúta lesklého – PC (*Pityogenes chalcographus*). Menej zastúpenými druhmi boli lykožrút smrečinový – IA (*Ips amitinus*), lykokaz matný – PP (*Polygraphus poligraphus*) a lykožrút severský – ID (*Ips duplicatus*).



Obr. 4. Výskyt jednotlivých druhov podkôrneho hmyzu podľa sekcií na lokalite Oščadnica (vľavo) a Šadibolovci (vpravo)

Fig. 4. Occurrence of individual kinds of bark beetles according to the section in the locality Oščadnica (in the left) and Šadibolovci (in the right).

sekcia – section

Na lokalite **Oščadnica** sme zaznamenali až 86 %-nú prítomnosť húb na odumretých a odumierajúcich stromoch. Len 6 % stromov vykazovalo len napadnutie podpňovkou, bez prítomnosti podkôrneho hmyzu. Na tejto lokalite je úloha podkôrneho hmyzu v procese hynutia stále značná. Jedná sa o lokalitu kde sa gradácia prejavila neskôr ako na lokalite Šadibolovci a zatiaľ tu nedochádza ku znižovaniu tlaku populácie na stromy.

Spomedzi analyzovaných najvýznamnejších druhov podkôrneho hmyzu ako druhu s najvyššou frekvenciou vystupovali lykožrút lesklý a lykožrút smrekový. Ostatné druhy podkôrnych škodcov sa vyskytujú iba v menších počtoch, ale najmä prítomnosť lykožrúta smrečinového môže komplikovať vykonávané obranné opatrenia (obr. 4).

Na lokalite **Šadibolovci** sme zaznamenali rovnako vysokú prítomnosť húb na analyzovaných stromoch, až na 68 %. To naznačuje, že huby sa v tejto oblasti aktivizujú menej, výraznejšie dominuje podkôrny hmyz.

Úloha podkôrneho hmyzu v procese hynutia je tu stále značná. Jedná sa o lokalitu kde sa gradácia podkôrneho hmyzu ešte v plnej miere neprejavila a tu zatiaľ nedochádza ku znižovaniu tlaku populácie na stromy.

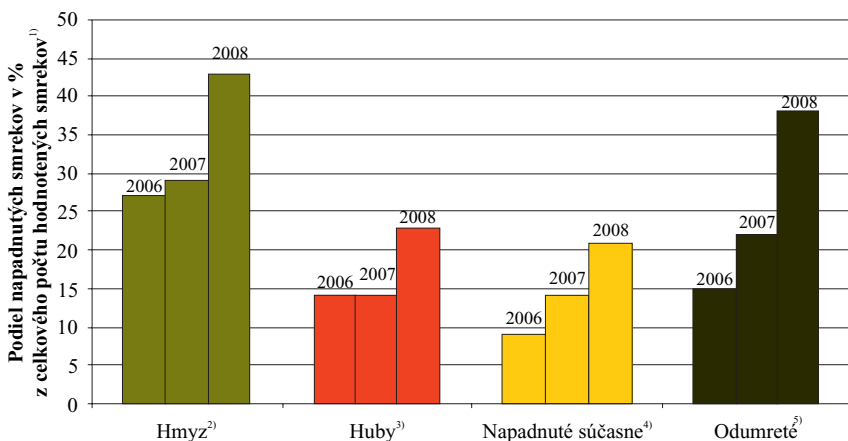
Spomedzi analyzovaných vysoko najvýznamnejší druh podkôrneho hmyzu je lykožrút smrekový čo naznačuje na výrazný vzostup populácie tohto druhu v tomto území. O niečo menej frekventný, ale stále významný je lykožrút lesklý. Ostatné druhy podkôrnych škodcov sa vyskytujú iba v menších počtoch, ale najmä prítomnosť lykožrúta smrečinového by v budúcnosti mohla komplikovať vykonávané obranné opatrenia.

Z podobných sledovaní v Čechách a v Poľsku (KULA & ZABIECKY 1999) vyplýva, že smrekové porasty silne napadnuté podpňovkou sú pre lykožrúta smrekového menej atraktívne a čiastočne uvoľnenú obsadzovanú časť, výraznejšie obsadzuje lykožrút lesklý a lykožrút smrečinový. Podobne lykokaz matný uprednostňuje jedince napadnuté hubami.

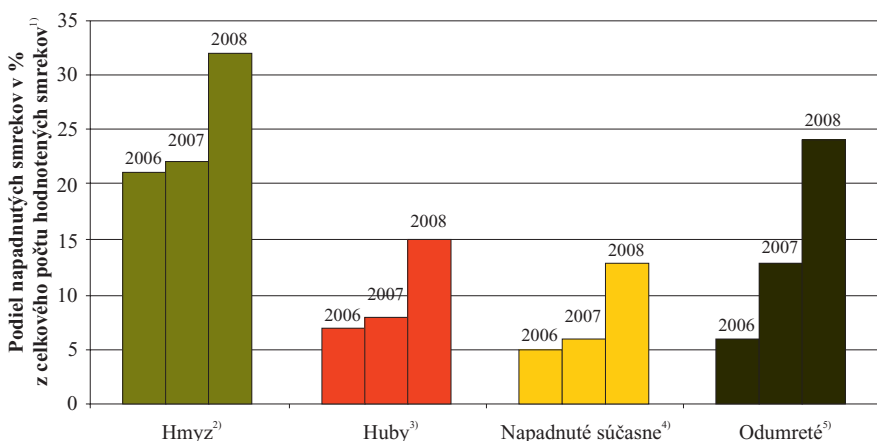
#### **4.2. Overenie vzťahu medzi prítomnosťou *Armillaria* sp. u jedincov smreka a napadnutím hmyzom**

Hodnotenie vzťahu medzi napadnutím hmyzom a hubami na lokalite **Šadibolovci** pomocou Chi-Square testu, potvrdilo štatisticky významnú závislosť ( $P \geq 99,9\%$ ). Na lokalite Šadibolovci (obr. 5) bolo napadnutie smrekov podkôrnyh hmyzom v rokoch 2006 a 2007 takmer identické a pohybovalo sa na úrovni 26 – 27 % všetkých sledovaných stromov (spolu 102 smrekov). V roku 2008 došlo k nárastu napadnutia až na 42 %. Napadnutie hubami sa prejavilo v roku 2006 u 14 % hodnotených smrekov rovnako aj v roku 2007. V roku 2008 stúplo napadnutie na 23 % sledovaných smrekov. V roku 2006 u 85 % jedincov napadnutých podpňovkami sa vyskytlo aj napadnutie hmyzom, v r. 2007 to bolo u 95 % jedincov a v roku 2008 až u 96 % jedincov napadnutých *Armillaria* sp. sa vyskytlo aj napadnutie hmyzom. Za sledované obdobie odumrelo najviac smrekov v roku 2008 – 3 %.

Hodnotenie vzťahu medzi napadnutím hmyzom a hubami na lokalite **Oščadnica** pomocou Chi-Square testu, potvrdilo štatisticky významnú závislosť ( $P \geq 99,9\%$ ). Na lokalite Oščadnica (obr. 6) bolo napadnutie smrekov podkôrnyh hmyzom v rokoch



Obr. 5. Podiel napadnutých jedincov smreka v percentách za roky 2006 – 2008  
 Fig. 5. Proportion of attacked spruce individuals in % for the years 2006–2008.  
 Legenda ako pri obrázku 6 – Legend see Fig. 6



Obr. 6. Podiel napadnutých jedincov smreka v percentách za roky 2006 – 2008  
 Fig. 6. Proportion of attacked spruce individuals in % for the years 2006 – 2008.

<sup>1)</sup>Proportion of attacked spruce trees in % of total number of evaluated spruce trees, <sup>2)</sup>Insects, <sup>3)</sup>Fungi, <sup>4)</sup>Attacked simultaneously, <sup>5)</sup>Died

2006 a 2007 takmer identické a pohybovalo sa na úrovni 21 – 22 % všetkých stromov (122 smrekov). V roku 2008 došlo aj na tejto ploche k nárastu napadnutia na 32 %. Je potrebné podotknúť, že sa nejednalo o monokultúru smreka, jeho zastúpenie bolo do 60 %. V roku 2006 u 78 % jedincov napadnutých *Armillaria* sp. sa prejavilo aj napadnutie hmyzom, v roku 2007 to bolo 87 % jedincov a v roku 2008 bolo 94 % jedincov napadnutých podpňovkami naletených podkôrnym hmyzom.



PFEFFER uvádza, že po suchom roku viac ako 90 % stromov napadnutých kôrovcami bolo súčasne napadnutých aj podpňovkou. Poznomenáva, že kôrovce sa vyskytovali najmä na oslabených a potlačených stromoch a urýchlili ich odumieranie.

Významný vplyv na túto závislosť má aj atraktivita napadnutých jedincov pre jednotlivé druhy hmyzu (KULA & ZABIECKY 1999). Na lokalite Oščadnica sa najpočetnejšie vyskytoval lykožrút lesklý a lykožrút smrekový. Na druhej lokalite Šadibolovci bol tento pomer opačný, ale na oboch lokalitách sa vyskytoval aj lykožrút smrečinový, pre ktorého je podpňovkou infikované drevo atraktívne. Do budúca sa jeho početnosť z tohoto dôvodu môže zvyšovať.

V štúdiách Christiansena a Husa zameraných najmä na koreláciu výskytu *Ips tyographus* L. a podpňovkovej hniloby nepotvrdilo, že prednostne obsadzuje jedince infikované hnilobou. Vzťahy medzi mŕtvymi stojacimi stromami obsadenými podkôrnym hmyzom a podpňovkou študoval aj KŘISTEK a URBAN (1994) v Křtinách. Aj keď našli vysokú frekvenciu napadnutých jedincov podpňovkou a podkôrnikom uviedol, že podiel stromov napadnutých najmä najvýznamnejším bol pomerne nízky. Podobne JANKOVSKÝ, CUDLÍN a MORAVEC (2003) uvádzajú, že v porastových stenách vzájomný vzťah medzi *Ips tyographus* L. a koreňovými hnilobami *Armillaria* sa nepreukázal.

#### **4.3. Zistenie druhového spektra podpňoviek v porastoch napadnutých podkôrnym hmyzom**

Na oboch lokalitách Šadibolovci aj Oščadnica sme identifikovali tri druhy rodu *Armillaria*. Najpočetnejšie bola zastúpená *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink, pomerne vysoký podiel mala aj *Armillaria cepistipes* Velenovský. Výrazne nižší podiel mala *Armillaria gallica* Marxmüller et Romanegnesi.

Na lokalite Šadibolovci boli nasledovné podiely jednotlivých druhov *A. ostoyae* 53 %, *A. cepistipes* 42 %, *A. gallica* 5 %. Na lokalite Oščadnica *A. ostoyae* 60 %, *A. cepistipes* 37 %, *A. gallica* 3 %.

Ako sme predpokladali *Armillaria ostoyae* sa na sledovaných lokalitách prejavila ako silný patogén a spôsobila u živých jedincov viac ako 50 až 60 % hnilôb. Ako vážny patogén sa prejavila aj *Armillaria cepistipes*. V literatúre je popisovaná prevažne ako saprofit, výraznejšie sa môže prejavíť ako patogén u jedincov stresovaných suchom respektíve imisným zaťažením. (SHAW & KILE 1991, GUILLAUMIN *et al.* 1985).

Zaujímavým zistením bola identifikácia *Armillaria gallica* na smreku nakoľko tento druh preferuje teplejšie oblasti (JANKOVSKÝ & CUDLÍN & MORAVEC 2003). V danej nadmorskej výške sme skôr predpokladali výskyt *Armillaria borealis* Marxmüller et Korhonen. Jej výskyt v oblasti Kysúc nevyklúčujeme, ale na sledovaných lokalitách sa nevyskytla.

Podobne *A. ostoyae*, *A. cepistipes*, *A. gallica* sú najfrekvencovanejšie druhy identifikované v rôznych častiach Poľska, prevažne z lesných ekosystémov. *A. borealis* bola zozbieraná len zo stanovíšť v severnej a strednej časti krajiny (ZOŁCIAK 2003).

Rozsah infekcie živých smrekov spôsobený oboma druhmi *A. ostoyae* a *A. cepistipes* pravdepodobne svedčí o chronickej stresovej záťaži smrekov na tejto lokalite. JANKOVSKÝ, CUDLÍN a MORAVEC (2003) uvádzajú, že nadmorská výška okolo 1 100

metrov nezodpovedá bežným poznatkom o chovaní podpňoviek. Ako významný stanovištný faktor sa prejavujú najmä v 3. a 4. lesnom vegetačnom stupni. Výskyt podpňoviek v týchto nadmorských výškach je dôsledkom dlhodobej stresovej záťaže. Naším výsledkom zodpovedajú aj výsledky štúdie ekológie a patológie druhov *Armillaria* v oblasti Šumavy (MAREK & LEPŠOVÁ 1999).

## 5. Záver

Na sledovaných lokalitách Šadibolovci aj Oščadnica sa potvrdila štatisticky významná závislosť napadnutia hmyzom u jedincov infikovaných druhmi rodu *Armillaria* v počiatočných fázach gradácie podkôrneho hmyzu. Rozhodujúci vplyv na túto závislosť má atraktivita napadnutých jedincov pre jednotlivé druhy hmyzu (KULA & ZABIECKY 1999). Čo dokazuje aj zvýšený výskyt lykožrúta lesklého a smrečinového. Z podpňoviek sa najvýraznejšie prejavila *A. ostoyae*, ale aj *A. cepistipes*. Jej výskyt ako aktívneho patogéna súvisí s dlhodobejšími dôsledkami sucha a imisným zafažením z minulosti.

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Centrum excelentnosti biologických metód ochrany lesa“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Literatúra

1. GRODZKI W., 2007: Spatio-temporal patterns of the Norway spruce decline in the Beskid Śląski and Żywiecki (Western Carpathians) in southern Poland. *Journal of forest science*, 53, 2007 (Special Issue): 38–44. – 2. GUILLAUMIN J.J., LUNG B., ROMAGNESI H., MARXMULLER H., LAMOURE D., DURRIEU G., BERTHELAY S., MOHAMMED C., 1985: The Systematics of the *Armillaria mellea* Complex – Phytopatological Consequenses. *European Journal of Forest Pathology*, 15:268–277. – 3. CHRISTIANSEN E. & HUSE K.J., 1980: Infestation ability of *Ips typographus* in Norway spruce, in relation to butt rot, tree vitality, and increment. *Meddelelser fra Norsk institut for skogforskning* 35.8: 467–482. – 4. JANKOVSKÝ L., CUDLÍN P., MORAVEC I., 2003: Root decays as a potential predisposition factor of a bark beetle disaster in the Šumava Mts. *Journal of forest science*, 49(3):125–132. – 5. KULA E., ZABIECKY W., 1999: Houboví patogéni ovlivňují výskyt kambioxylofágu smrku. *Lesnická práce*, 78(5): – 6. KRÍSTEK J., URBAN J., 199: Vztah kůrovců ke stromům postiženým hnilobami. In *Kůrovcová kalamita: příčiny, rozsah, ochrana*. Sborník referátu, Brno, VŠZ: 60–67. – 7. LIEUTIER F. *et al.*, 2004: Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer Academic Publishers, p. 19–37. – 8. LOCHMAN J., ŠERY O., MIKEŠ V., 2004: The rapid identification of European *Armillaria* species from soil by nested PCR. *FEMS Microbiology Letters*, 237: 105–110. – 9. MADZIARA-BORUSEWICZ K., STRZELECKA H., 1977: Conditions of spruce (*Picea excelsa*) infestations by the engraver beetle (*Ips typographus* L.) in mountains of Poland. I. Chemical composition of volatile oils from healthy trees and those infested with the honey fungus (*Armillaria mellea* /Vahl/Quél.). *Z. Angew. Ent.*, 83: 409–415. – 9. MAREK J., LEPŠOVÁ A., 1999: *Armillaria* population and pathology at different forest sites Of Sout Bohemia. *Silva Gabreta*, 3: 7–16. – 10. MRKVA R. KUCHARÍK J., 2006: Ochrana proti kůrovcům v porostech se silným výskytem václavky. *Lesnická práce*, 10, s. 10–14. – 11. PFEFFER A., 1950: Odumírání smrků v horských ochranných lesích. *Lesnická práce*, 28, s. 135–159. – 12. RUDINSKÝ J. A., NOVÁK V. & ŠVIHRA P., 1970: Attractivita of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) to terpenes and feromones. *Lesnictví*, 16: 1051–1062. – 13. SHAW C. G., III, KILE G. A., 1991: *Armillaria* root disease In SHAW, III, and KILE (eds.): *USDA Forest Service, Agriculture Handbook No. 691* Washington, DC, 231 s. – 14. VAKULA J., GUBKA A., GALKO J., KUNCA A., NIKOLOV CH., 2009: Lykožrút smrekový (*Ips typographus* L.) – najobávanejší škodlivý činiteľ súčasnosti. *Les-Lesokruhy*, s. 7–8. – 15. ZOŁCIAK A., 2003: Rozmieszczenie grybow z rodzaju *Armillaria* w polsce oraz ich rosliny zywiicielske. *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa Seria A* 956-959:7–22.

## Summary

A wide complex of biotic and abiotic agents, which affect frequently in synergy, account for current decline of spruce stands. Increase in the occurrence of phytopathogenic organisms in the localities, where an early decline of spruce stands takes place, indicates that presence of fungal and insect pathogens accelerate significantly an early decline of the stands. Stands damaged in this way we can find mainly in Kysuce region, Orava region, in the region of Tatra Mts., Spis and Low Tatra Mountains.

In Kysuce region (fig. 2) as well as in the regions bordering with Poland, similarly in Moravian and Silesian parts of Beskids a dramatic increase of the volume of salvage (incidental) felling has occurred during 6 years (VAKULA *et al.* 2009, GRODZKI 2007).

Spruce in the region Kysuce grows outside its own optimum, it grows here mostly in beech and fir-beech altitudinal vegetation zone with corresponding conditions of the environment that are different than the ones for spruce, mainly higher average temperatures and lower total precipitation.

Spruce has shallow root system and it is susceptible to long-lasting droughts in the upper layer of the soil (shallow soils in flysch region). On weakened trees honey fungus and subsequently secondarily bark beetles start to be more active.

If dispersed wood from the calamity caused primarily by honey fungus is not processed an outbreak of bark beetles occurs and typical bark beetles foci are formed. Thus bark beetles become primary agent. Honey fungus itself may not cause tree dieback, it may only weaken the tree and thus the tree becomes attractive for insects.

The aim of the work was to find in chosen localities a species spectrum of bark beetles on the trees from salvage felling, which showed symptoms of insect infestation with control of honey fungus occurrence. The localities were Šadibolovci (LS – forest district Stará Bystrica) and Oščadnica (LS Oščadnica) at the altitude from 720 to 1100 m whereas most of the areas belong to fir-beech altitudinal vegetation zone. International system being used for bark sampling from concrete parts of tree (fig. 3) was applied to find species composition and abundance of bark beetles on the stems of trees.

Following aim was to verify relation between *Armillaria* sp. and infestation of living spruce trees by insects. In both localities we have chosen plots 100 × 100 m. They were uneven spruce monocultures with the proportion of spruce ranging from 60 to 80%. We evaluated total health condition, discolouration, defoliation, and infestation by insects and by honey fungus in all spruce trees. The relation between infestation by honey fungus and insect we tested by Chi-Square test.

Another task was to find out honey fungus spectrum in the stands attacked by bark beetles. All spruce individuals on the respective plots were examined for the presence of *Armillaria* sp. Of the examined trees where presence of fruit bodies, rhizomorphs or syrrocia was proved, a material was taken for determination of concrete species by DNA analysis.

In both localities (fig. 4) we found 5 significant species, whereas *Ips typographus* had the highest proportion, followed by *Pityogenes chalcographus*, then with smaller proportion *Ips amitinus*, *Polygraphus poligraphus* and *Ips duplicatus*.

The evaluation of relation between insect attack and fungi in the locality Šadibolovci and Oščadnica by means of Chi-Square test confirmed statistically significant dependence ( $P \geq 99.9\%$ ). In the locality Šadibolovci (fig. 5) in 85% of individuals attacked by honey fungus also attack by insects was confirmed in 2006. In 2007 it was confirmed in 95% of individuals, and in 2008 even in 96% of individuals attacked by *Armillaria* sp. also insect infestation occurred as well. For the period of study the most spruce trees died in 2008 (38%). In the locality Oščadnica (fig. 6) in 2006 in 78% of individuals attacked by *Armillaria* sp. also insect attack occurred, in 2007 it was in 87% of individuals, and 94% of individuals attacked by honey fungi were infested also by bark beetles in 2008.

*Armillaria ostoya* appeared in the studied localities as a strong pathogen, and it caused in living individuals more than 50–60% of rot. Also *Armillaria cepistipes* appeared as a serious pathogen. It is described in the literature mostly as saprophyte, but it may appear as pathogen in the individuals stressed by drought or other air pollution load (SHAW & KILE 1991, GUILLAUMIN *et al.* 1985).

In the studied localities Šadibolovci and Oščadnica statistically significant dependence of insect attack was confirmed for individuals infested by fungi of the genus *Armillaria* in initial stages of bark beetles gradation. Attractiveness of attacked individuals for respective insect species has a decisive effect on this dependence (KULA & ZABIECKY, 1999). Increased occurrence of pine bark beetle and larch bark beetle also confirms that. Regarding fungi of the genus *Armillaria* the most marked effect had *A. ostoyae* and *A. cepistipes*. Their occurrence as an active pathogen is connected with long-lasting drought and its consequences as well as with air pollutants loading in the past.

*Translated by: Z. AL-ATTASOVÁ*