

VLIV VĚKOVÉ STRUKTURY A MANAGEMENTU DUBIN NA EPIGEICKÉ ČLENOVCE

EFFECT OF AGE STRUCTURE AND MANAGEMENT TYPE ON EPIGEIC ARTHROPODS IN COMMERCIAL OAK FORESTS

LUBOŠ STANĚK¹⁾ ✉ - TOMÁŠ HAMŘÍK^{2, 3)} - ONDŘEJ KOŠULIČ²⁾¹⁾Mendelova univerzita v Brně, LDF, Ústav techniky, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic²⁾Mendelova univerzita v Brně, LDF, Ústav ochrany lesů a myslivosti, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic³⁾Mendelova univerzita v Brně, LDF, Ústav ekologie lesa, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: lubos.stanek@mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of this work was to assess the effect of stand age and type of forest management on the species richness and abundance of spiders, ground beetles, centipedes, millipedes and woodlice. The arthropods were sampled in four treatments – clearings, young, middle-aged and old forest stands. The effect of management was evaluated for clearings and old forest stands. Clearings and older stands hosted the highest species richness for most of the studied groups of arthropods. On the contrary, the lowest species richness was found mainly in young stands. Our results emphasized the high importance of uneven-aged silviculture. Most species were found in clearings without mechanical soil preparation. Therefore, mechanical soil preparation is not suitable for the studied groups of arthropods. Responses to the management of the old stands varied for different arthropod groups. It is necessary to limit the large-area milling of clearings and maintain continuity of both commercial and non-interventional old forest stands.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: biodiverzita; bezzásahový les; hospodářský les; management; mnohonožky; pavouci; stínky; stonožky; střevlíci**Key words:** biodiversity; natural forest; commercial forest; management; millipedes; spiders; woodlice; centipedes; ground beetles

ÚVOD

Hospodářské lesy zaujímají téměř 75 % rozlohy lesů na našem území (Zpráva 2018) a jsou v první řadě pěstovány pro produkci dřevní hmoty. Měly by také ovšem plnit i důležité mimoprodukční funkce, jakými jsou například funkce vodní, hygienická, půdoochrana či ekologická s podporou biodiverzity v zemědělsko-lesní krajině. Z celkové plochy hospodářských lesů na území České republiky plní alespoň jednu z těchto funkcí 47 % (MENDELU 2001). Nicméně v moderní středoevropské krajině dochází k rozšiřování hospodářských lesů jak v nížinách, tak i ve vyšších nadmořských výškách. Tento fakt ovlivňuje celkovou biodiverzitu v krajině (KONVIČKA et al. 2006). V posledních letech vznikla celá řada prací poukazujících na to, že i hospodářské porosty mohou skýtat velmi dobré podmínky pro mnohé organismy, a tím biodiverzitu podporovat (MULLEN et al. 2008; PURCHART et al.

2013). Důležité je pěstování lesa v různých věkových třídách v rámci jednoho území, čímž v podstatě dochází k vytváření heterogenity – mozaiky různých stanovišť s rozdílným mikrobiotopovým prostředím. Hospodářské porosty tak mohou sloužit jako útočiště pro řadu druhů členovců, obratlovců, ale i bylin a dřevin. Právě i tento fakt je důvodem, proč je výhodné pěstovat lesy odlišného stáří. Různým organismům totiž vyhovují různé podmínky (stáří dřevin, hustota porostu, zápoj koruny apod.), což má vliv na jejich diverzitu (KONVIČKA et al. 2006; JEFFRIES et al. 2006; MULLEN et al. 2008).

Důsledkem managementu je různá věková struktura, zápoj i zakmenění, které jsou v daných lesích uplatňovány. V hospodářských nížinných lesích (luhy) je při zakládání porostu velmi často využíváným typem přípravy půdy mechanická příprava, tj. frézování pařezů. Tento typ managementu se pro epigeické členovce jeví jako velmi negativní

(BENGTSSON 2002). Nicméně existuje jen několik málo publikovaných dat, která tento předpoklad potvrzují. Dále je k dispozici poměrně málo dat z těchto porostů, která by ukazovala rozdíly v biodiverzitě mezi hospodářským a bezzásahovým (přírozeným) porostem.

V rámci předkládané studie byli vybráni epigeičtí členovci (pavouci, střevlíci, stonožky, mnohonožky, stínky), kteří se různým způsobem podílejí na celkovém fungování lesních stanovišť (predátoři, herbivoři, dekompozitoři) a představují zásadní biomasu v lesním prostředí (HŮRKA 1992; KŮRKA et al. 2015). Tyto organismy rychle reagují na změny ve svém habitatu, tudíž je můžeme použít k bioindikaci charakteristik prostředí (HŮRKA 1992; KORENKO, ŠTEFÁNIK 2005; TUF, TUFOVÁ 2005).

Zjištění těchto změn je významné jak pro prohloubení poznatků o jejich vlivu na epigeické členovce, tak i pro udržování vhodného managementu podporujícího výskyt těchto organismů. V dubinách tohoto typu nejsou známy podobné výzkumy týkající se změn biodiverzity členovců v průběhu lesního cyklu a sukcesního vývoje v souvislosti s vlivem managementu daných stanovišť. Tyto poznatky jsou hlavně známy ze smrčín, bučin a jiných produkčních dřevin (MAGURA et al. 2003; MULLEN et al. 2008; PURCHART et al. 2013), avšak se dá předpokládat podobné zjištění i u dubin.

Hlavním cílem této práce je stanovení změn v druhové bohatosti a početnosti vybraných skupin epigeických členovců v závislosti na věkové struktuře hospodářských doubrav. Za tímto účelem byl lesní porost rozdělen na čtyři věkové skupiny – (i) paseka, (ii) mladý porost (4–15 let), (iii) dospívající porost (25–60 let) a (iv) starý porost (120 a více let). Dalším cílem je zjištění vlivu managementu na druhovou bohatost a početnost u dospělých porostů (A) před smýcením, (B) bezzásahových (přírozených). Skupiny členovců byly také porovnány u dvou typů čerstvě smýcených ploch – pasek, které jsou udržovány dvěma typy hospodaření: (A) frézováním pařezů a mechanickou přípravou půdy a (B) nemechanickou přípravou bez frézování pařezů. Předpokládá se, že biodiverzita členovců se bude zvyšovat se stářím porostu a bude vyšší v lesních porostech bez intenzivního lesnického managementu.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika studijních ploch

Výzkum probíhal na 24 studijních plochách v katastru obcí Pouzdrany, Ivaň a Vranovice. Celá oblast spadá do přírodní lesní oblasti 35 – Jihomoravské úvaly, do cílového hospodářského souboru 19 – lužní stanoviště, souboru lesních typů 1L – jilmový luh.

Na frézovaných (intenzivních) pasekách došlo k celkovému odstranění pařezů s následnou vysokou disturbancí. Prostředí těchto stanovišť bylo zcela změněno – došlo k odstranění původní vegetace, mechanické přípravě půdy a postupné výsadbě dřevin. Plochy byly také silně ošetřeny herbicidem z důvodu zamezení šíření pionýrských rostlin na čerstvě disturbované stanoviště. Na nefrézovaných (extenzivních) pasekách byly pařezy ponechány, tudíž nedošlo k narušení půdního povrchu ani vegetace, která byla ponechána samovolnému sukcesnímu vývoji. Plochy byly jedenkrát ročně koseny. Část ploch byla uměle zalesněna mladými duby. Mladé porosty (4–15 let) disponovaly vysokým podílem bylinného a keřového krytu tvořeného mladými stromky a relativně nízkým zápojem koruny, tudíž podrost byl velmi hustý a zapojený, ale korunový zápojem byl otevřený. Dospívající porost (25–60 let) byl charakteristický málo vyvinutým bylinným a keřovým krytem z důvodu plného zápoje korun redukujících přístup světla do podrostu. Na těchto plochách bylo větší množství mrtvého dřeva z provedených výchovných zásahů. Starý hospodářský porost (120+ let) byl ovlivněn těžbou jednotlivých stromů; proto byl porost velmi rozvolněný, s lepšími světelnými podmínkami v podrostu. Oproti

mladším porostům je zde silnější listový a rostlinný opad. Všechny zmíněné kategorie jsou monokulturní porosty s 95% zastoupením dubu letního. Oproti tomu dřevinná skladba starého bezzásahového (přírozeného) porostu s velkým množstvím mrtvého dřeva a silnou humusovou vrstvou listového a rostlinného opadu je velmi pestrá a odpovídá dobře druhovému zastoupení lužních dubových porostů s přítomností dubů, jilmů a jasanů a poměrně bohatým keřovým patrem. Zápoj koruny je velmi silný a porosty jsou velmi tmavé.

Metoda odchyty členovců

Na vybraných lokalitách probíhal sběr členovců pomocí zemních pastí, které obsahovaly 3–4% roztok formaldehydu se smáčedlem. Roztok plnil dvě funkce, usmrcovací a konzervační. Tato kapalina byla při každé nové návštěvě lokality doplňována. Na každé ploše byly pasti rozmístěny v 60 m dlouhé linii do transektu složeného z pěti zemních pastí s dvanáctimetrovými rozestupy. Dne 5. 4. 2016 byly položeny všechny pasti a vybírány byly celkem pětkrát, vždy jedenkrát v měsíci, a to ve dnech 3. 5. 2016, 2. 6. 2016, 8. 7. 2016, 12. 8. 2016 a 27. 9. 2016. Při každém sběru bylo zajištěno 120 vzorků (24 ploch, 5 zemních pastí na plochu). Během celého sledovaného období bylo sesbíráno celkem 600 vzorků.

Vyhodnocení dat

Vliv lesního hospodaření a rozdílných věkových tříd na studovaných plochách byl hodnocen na základě abundance (početnosti odchytených jedinců) a druhové bohatosti (počtu odchytených druhů) pavouků, střevlíků, stonožek, mnohonožek a stínek. Zjištěné výsledky byly analyzovány v programu R (Development Core Team 2018). Vzorky získané za celé období sběru byly za účelem statistických analýz v rámci jednotlivých zemních pastí sloučeny dohromady. Vliv věkových tříd, managementů starých porostů a pasek na abundanci a druhovou bohatost členovců byl studován prostřednictvím zobecněných smíšených lineárních modelů (GLMMs) s Poissonovým rozdělením a log linkem (GLMM-p), které slouží k analýze dat s počty (četností) (PEKÁR, BRABEC 2009). Zobecněné smíšené lineární modely (GLMMs) umožňují analýzu dat s nenormálním rozdělením a přítomností náhodného efektu, který kvantifikuje rozdíly mezi jednotkami (BOLKER et al. 2009). K tomuto účelu byla použita funkce „glmer“ z balíčku „lme4“. V případech, kdy se projevila „overdispersion“, byly použity zobecněné smíšené lineární modely (GLMMs) s negativně binomickým rozdělením (GLMM-nb). Zde byla použita funkce „glmer.nb“ z balíčku „lme4“. Jednotlivé věkové třídy a managementy byly vzájemně porovnány pomocí treatment kontrastů (PEKÁR, BRABEC 2009).

VÝSLEDKY

V rámci výzkumu vybraných lokalit bylo odchyteno a determinováno 160 druhů pavouků s 18 160 jedinci, 98 druhů střevlíků o 25 646 jedincích, 10 druhů stonožek s počtem 516 jedinců, 22 druhů mnohonožek o 3357 jedincích a 7 druhů stínek o 10 863 jedincích.

Pavouci (Araneae)

Druhová bohatost se mezi věkovými třídami signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_3 = 13,9$, $P = 0,003$; obr. 1). Mladý porost měl nejnižší druhovou bohatost (kontrasty, $P < 0,050$). Počet druhů na pasece, v dospívajícím a starém porostu se vzájemně signifikantně nelišil (kontrasty, $P > 0,050$).

Střevlíci (Carabidae)

Druhová bohatost se mezi věkovými třídami signifikantně nelišila (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 0,7$, $P = 0,872$).

Stonožky (Chilopoda)

Druhová bohatost se mezi věkovými třídami pasek signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_3 = 12,3$, $P = 0,006$; obr. 2). V mladém porostu bylo nejméně druhů ($P < 0,050$). Počet druhů na pasece, v dospívajícím a starém porostu se vzájemně signifikantně nelišil (kontrasty, $P > 0,050$).

Mnohonožky (Diplopoda)

Druhová bohatost se mezi věkovými třídami signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_3 = 8,4$, $P = 0,039$; obr. 3). Počet druhů z pasek se nelišil od počtu druhů z ostatních porostů (kontrasty, $P > 0,050$). Druhová bohatost v mladém porostu se signifikantně nelišila od dospívajícího porostu (kontrasty, $P = 0,110$), ale byla nižší než ve starém porostu (kontrasty, $P < 0,050$). Počet druhů v dospívajícím a starém porostu se signifikantně nelišil (kontrasty, $P = 0,125$).

Stínky (Oniscoidea)

Druhová bohatost se mezi věkovými třídami signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_3 = 19,0$, $P < 0,001$; obr. 4). V mladém porostu bylo nejméně druhů (kontrasty, $P < 0,050$). Druhová bohatost na pasece, v dospívajícím a starém porostu se vzájemně signifikantně nelišila (kontrasty, $P > 0,050$).

Rozdíl v početnosti jedinců mezi věkovými třídami**Pavouci (Araneae)**

Mezi věkovými třídami byl signifikantní rozdíl v početnosti jedinců pavouků (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 22,5$, $P < 0,001$; obr. 5). Na pasece byl nejvyšší počet jedinců pavouků (kontrasty, $P < 0,001$), naopak v mladém porostu byla nejnižší početnost pavouků ($P < 0,050$). Starý porost měl srovnatelný počet jedinců jako dospívající (kontrasty, $P = 0,989$).

Střevlíci (Carabidae)

Mezi věkovými třídami nebyl signifikantní rozdíl v početnosti jedinců střevlíků: (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 5,2$, $P = 0,156$).

Stonožky (Chilopoda)

Mezi věkovými třídami byl signifikantní rozdíl v početnosti jedinců stonožek (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 10,7$, $P = 0,013$; obr. 6). Nejvíce jedinců bylo odchyceno ve starém porostu (kontrasty, $P < 0,050$). Početnost na pasece, v mladém a dospívajícím porostu se vzájemně signifikantně nelišila (kontrasty, $P > 0,050$).

Mnohonožky (Diplopoda)

Mezi věkovými třídami nebyl signifikantní rozdíl v početnosti jedinců mnohonožek (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 7,8$, $P = 0,051$).

Stínky (Oniscoidea)

Mezi věkovými třídami byl signifikantní rozdíl v početnosti jedinců (GLMM-nb, $\chi^2_3 = 7,7$, $P = 0,050$; obr. 7). V mladém porostu bylo více jedinců než na pasece (kontrasty, $P = 0,039$) a v dospívajícím porostu (kontrasty, $P = 0,015$), ale nebyl zde rozdíl v porovnání se starým porostem (kontrasty, $P = 0,760$). Početnost jedinců na pasece se nelišila od počtu v dospívajícím a starém porostu (kontrasty, $P > 0,050$). Starý porost měl vyšší početnost než dospívající (kontrasty, $P = 0,034$).

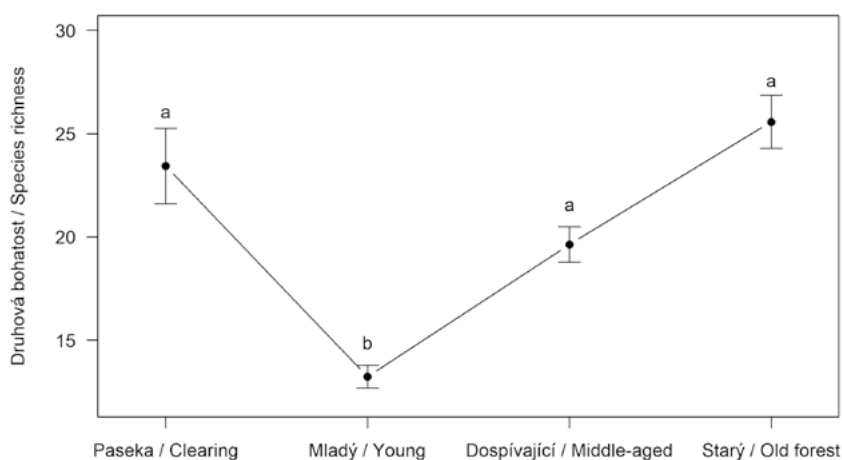
Management pasek

Druhová bohatost pavouků se mezi jednotlivými managementy pasek signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 16,7$, $P < 0,001$; obr. 8). Počet druhů byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních pasekách (kontrasty, $P < 0,001$).

Naopak druhová bohatost střevlíků se mezi jednotlivými managementy pasek signifikantně nelišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 0$, $P = 0,902$; obr. 8).

Druhová bohatost mnohonožek se mezi jednotlivými managementy pasek signifikantně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 11,8$, $P < 0,001$; obr. 8). Počet druhů byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních pasekách (kontrasty, $P < 0,001$).

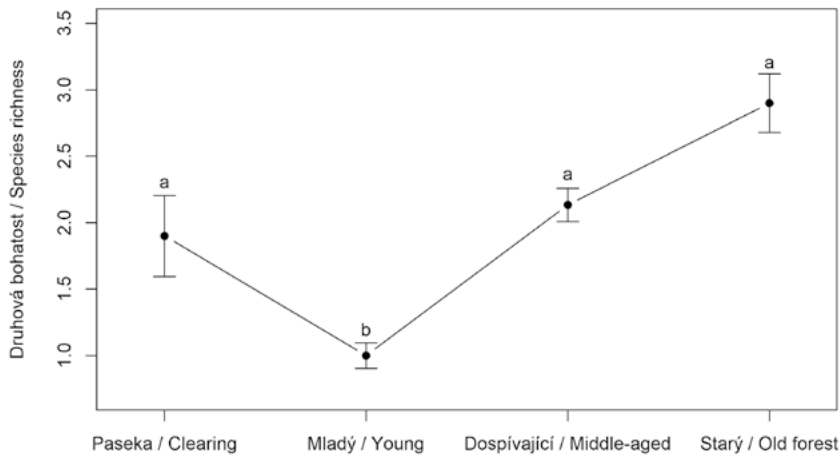
Zároveň byl zjištěn signifikantní rozdíl v druhové bohatosti stonožek (GLMM-p, $\chi^2_1 = 11,2$, $P < 0,001$; obr. 8). Počet druhů byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních pasekách (kontrasty, $P < 0,001$).

**Obr. 1.**

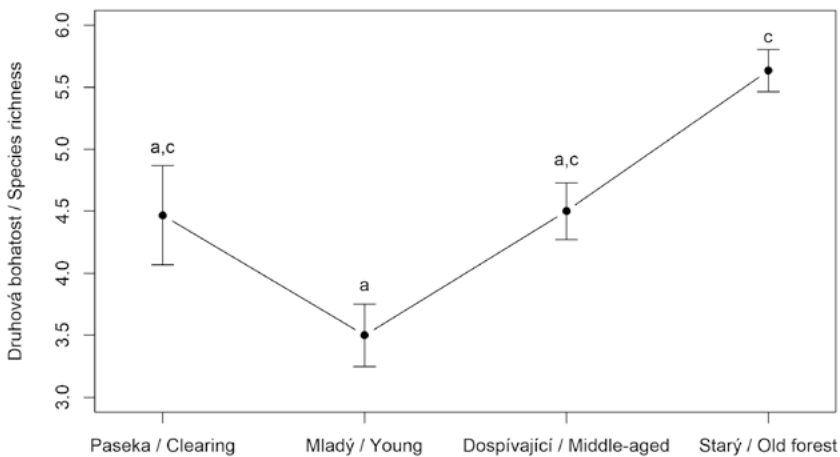
Druhová bohatost pavouků (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky signifikantní rozdíl ($P < 0,050$)

Fig. 1.

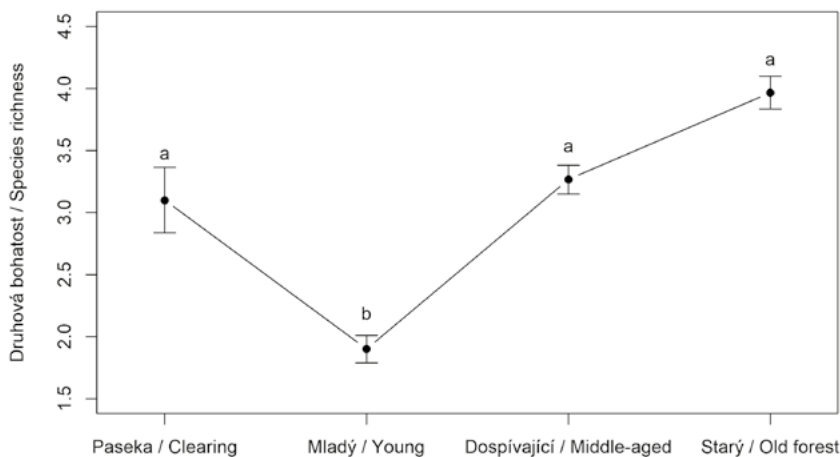
Species richness of spiders (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0,050$)



Obr. 2. Druhová bohatost stonožek (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky signifikatní rozdíl ($P < 0,050$)
Fig. 2. Species richness of centipedes (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0.050$)



Obr. 3. Druhová bohatost mnohonožek (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky signifikatní rozdíl ($P < 0,050$)
Fig. 3. Species richness of millipedes (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0.050$)



Obr. 4. Druhová bohatost stínek (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky signifikatní rozdíl ($P < 0,050$)
Fig. 4. Species richness of woodlice (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0.050$)

Druhá bohatost stínků se mezi jednotlivými managementy pasek významně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 11,1$, $P < 0,001$; obr. 8). Počet druhů byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních pasekách (kontrasty, $P < 0,001$).

Z porovnání výsledků vlivu managementu vyplývá významný rozdíl mezi druhovou bohatostí téměř u všech skupin členovců u frézovaných a nefrézovaných pasek. Kromě střevlíků tak ve všech případech byla vyšší druhová bohatost zjištěna na extenzivních pasekách. Početnost se také významně lišila mezi těmito typy managementu. Rozdíl mezi hospodářským a bezzásahovým (přirozeným) porostem nastal pouze u pár skupin členovců, a to především u pavouků, střevlíků a stonožek, kteří měli vyšší počet druhů v bezzásahovém (přirozeném) lese.

Mezi jednotlivými typy managementu pasek byl u pavouků významný rozdíl v početnosti jedinců (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 5,6$, $P = 0,018$;

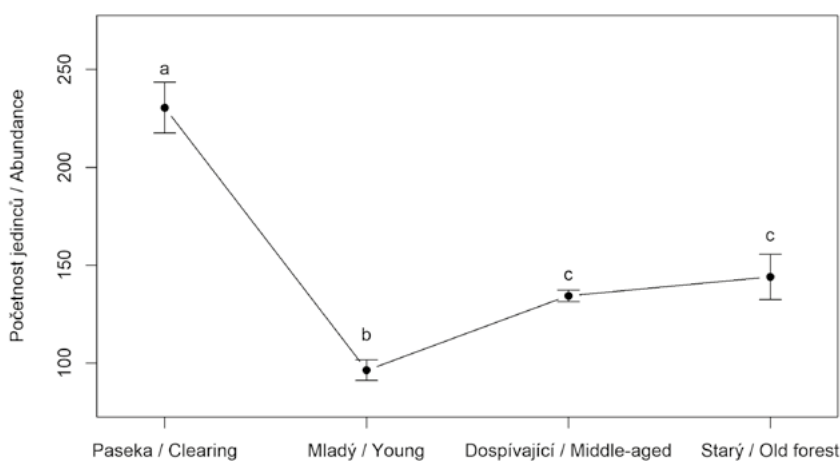
obr. 9). Početnost byla vyšší na intenzivních pasekách než na extenzivních (kontrasty, $P = 0,002$).

Mezi jednotlivými managementy pasek nebyl u střevlíků významný rozdíl v početnosti jedinců (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 2,0$, $P = 0,163$; obr. 9).

Mezi jednotlivými managementy pasek byl významný rozdíl v početnosti jedinců mnohonožek (GLMM-p, $\chi^2_1 = 6,3$, $P = 0,012$; obr. 9). Počet jedinců byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních (kontrasty, $P = 0,001$).

Stejně tak u stonožek byl zjištěn významný rozdíl v početnosti jedinců (GLMM-p, $\chi^2_1 = 6,7$, $P = 0,009$; obr. 9). Počet jedinců byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních (kontrasty, $P < 0,001$).

U stínků byl také zjištěn významný rozdíl v početnosti jedinců (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 5,6$, $P = 0,018$; obr. 9). Počet jedinců byl vyšší na extenzivních pasekách než na intenzivních pasekách (kontrasty, $P = 0,002$).

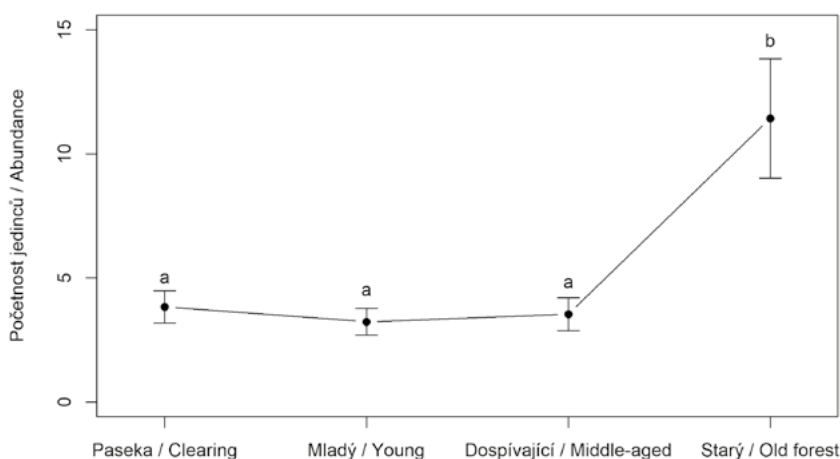


Obr. 5.

Početnost jedinců pavouků (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky významný rozdíl ($P < 0,050$)

Fig. 5.

Abundance of spiders (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0,050$)

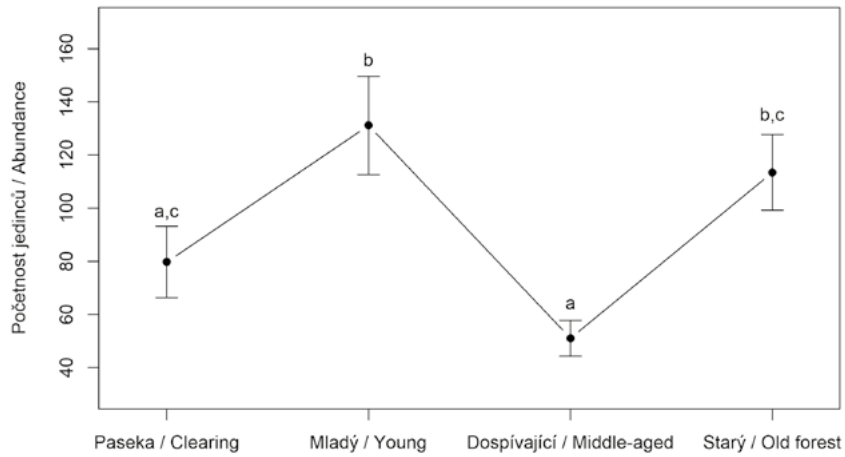


Obr. 6.

Početnost jedinců stonožek (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky významný rozdíl ($P < 0,050$)

Fig. 6.

Abundance of centipedes (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0,050$)

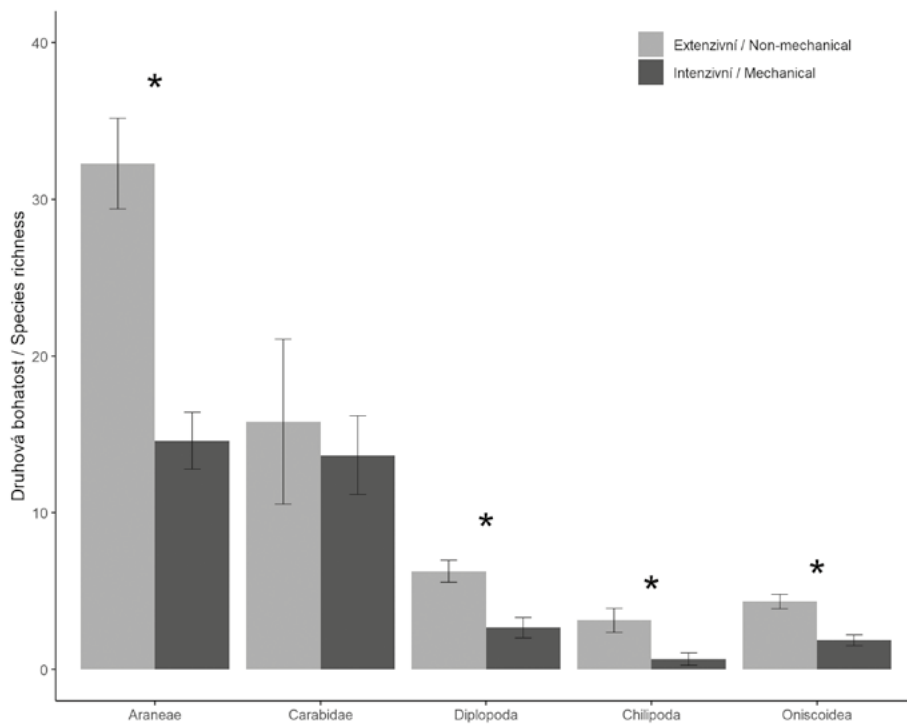


Obr. 7.

Početnost jedinců stínek (průměr ± SE); rozdílná písmena značí statisticky signifikatní rozdíl ($P < 0,050$)

Fig. 7.

Abundance of woodlice (mean ± SE); different letters indicate statistically significant differences ($P < 0.050$)



Obr. 8.

Vliv intenzity managementu na lesních pasekách na druhovou bohatost vybraných epigeických členovců; sloupcové grafy znázorňují průměr ± SE, statisticky signifikatní rozdíl je označen hvězdičkou ($P < 0,050$)

Fig. 8.

Effect of management intensity of forest clearings on species richness of selected epigeic arthropods; bar charts indicate the mean ± SE, statistically significant differences are marked with stars ($P < 0.050$)

Rozdíl v druhové bohatosti a početnosti mezi jednotlivými typy starých porostů

Druhová bohatost pavouků se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 19,2$, $P < 0,001$; obr. 10). Počet druhů byl významně vyšší v bezzásahovém (přirozeném) porostu (kontrasty, $P < 0,001$).

Druhová bohatost střevlíků se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 7,3$, $P = 0,007$; obr. 10). Bezzásahový (přirozený) porost měl vyšší druhovou bohatost než hospodářský porost (kontrasty, $P < 0,001$).

Naopak druhová bohatost mnohonožek se mezi jednotlivými typy starých porostů významně nelišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 0,5$, $P = 0,489$; obr. 10).

Druhová bohatost stonožek se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-p, $\chi^2_1 = 9,5$, $P = 0,002$; obr. 10). Bezzásahový (přirozený) porost měl vyšší druhovou bohatost než hospodářský porost (kontrasty, $P = 0,001$).

U stínek nebyl zjištěn významný rozdíl v jejich početnosti mezi jednotlivými typy starých porostů (GLMM-p, $\chi^2_1 = 1,4$, $P = 0,233$; obr. 10).

Početnost jedinců pavouků se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 11,9$, $P < 0,001$; obr. 11). Početnost byla významně vyšší v hospodářském porostu než v bezzásahovém (přirozeném) porostu (kontrasty, $P < 0,001$).

Početnost jedinců střevlíků se mezi jednotlivými typy starých porostů významně nelišila (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 0,4$, $P = 0,541$; obr. 11).

Početnost jedinců mnohonožek se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 7,2$, $P = 0,007$; obr. 11).

Bezzásahový (přirozený) porost měl nižší početnost než hospodářský porost (kontrasty, $P < 0,001$).

Početnost jedinců stonožek se mezi jednotlivými typy starých porostů významně lišila (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 4,4$, $P = 0,036$; obr. 11). Bezzásahový (přirozený) porost měl vyšší početnost jedinců než hospodářský porost (kontrasty, $P = 0,012$).

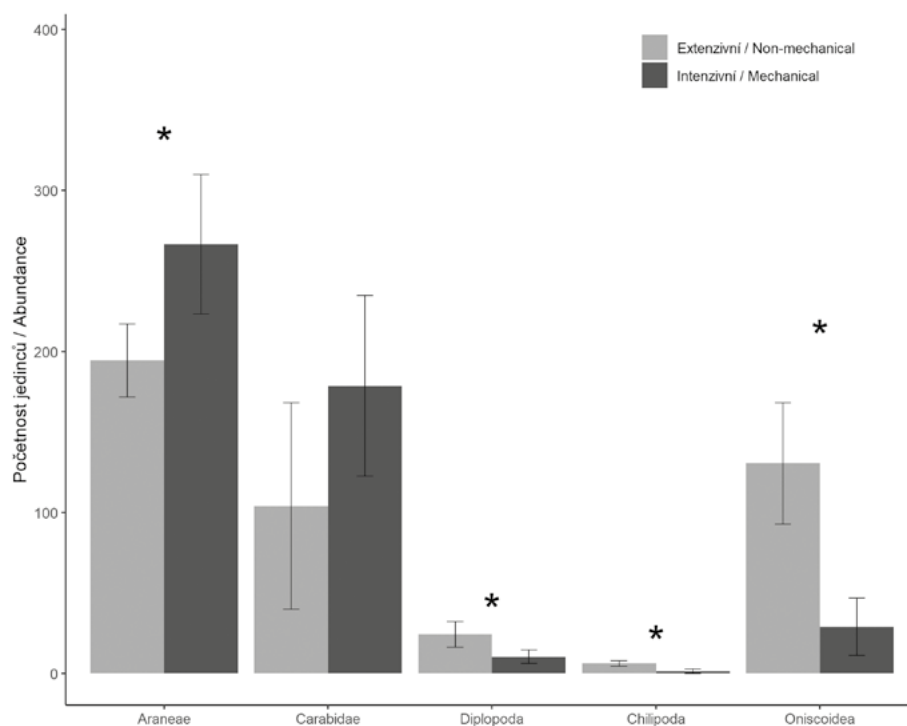
Naopak početnost jedinců stínek se mezi jednotlivými typy starých porostů významně nelišila (GLMM-nb, $\chi^2_1 = 1,3$, $P = 0,249$).

DISKUSE

Na sledovaných pasekách bylo odchyceno 6915 kusů pavouků spadajících do 120 druhů, 4740 střevlíků ze 77 druhů, 104 jedinců z 10 druhů, 467 jedinců mnohonožek o 17 druzích a 2397 jedinců stínek spadajících do 7 druhů. Odchyt probíhal na třech nefrézovaných a na třech frézovaných pasekách. Z výsledků je patrné, že členovci, kteří se vyskytují na frézovaných pasekách, nemají oproti členovcům vyskytujícím se na druhém typu pasek tak bohaté druhové zastoupení. Z toho vyplývá, že frézování pařezů, a tedy i mechanické poškození půdy po vytěžení porostů, mohou negativně ovlivnit druhovou bohatost epigeických členovců obývajících nížinné lesy.

Výsledky celkově potvrzují, že ponechání nefrézovaných pasek v nížinných lesích je žádoucí, jelikož jsou tato stanoviště důležitým biotopem mnoha druhů členovců v intenzivní krajinné oblasti jižní Moravy.

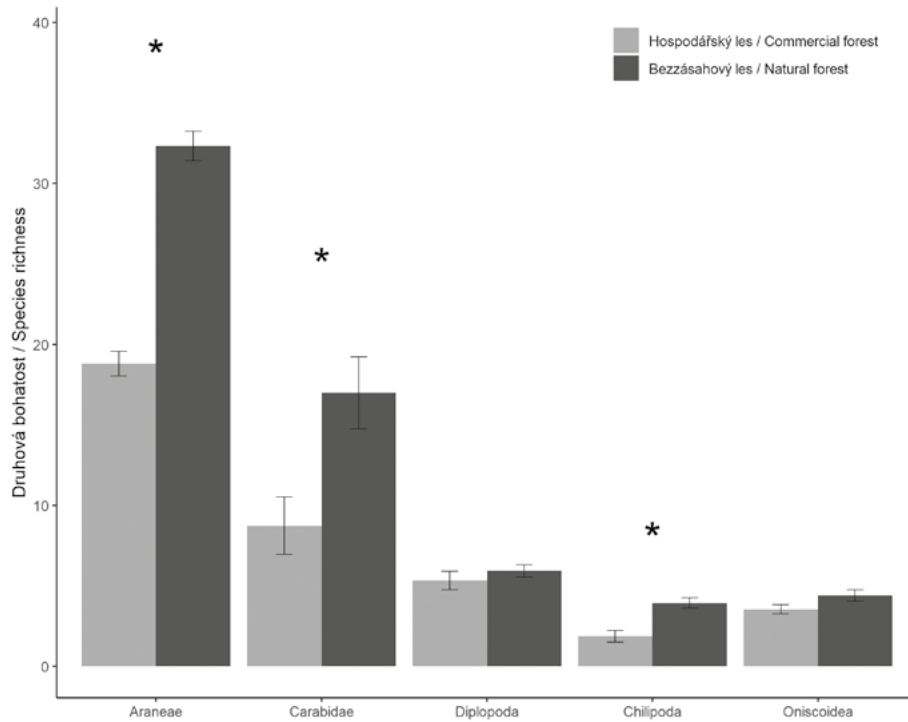
U frézovaných ploch nastává silná destrukce prostředí, proto druhy členovců z těchto ploch emigrují a vyhledávají vhodnější stanoviště. Dle publikace BENGTSOON et al. (2000) je dalším důvodem úbytku druhů fakt, že frézované plochy jsou zároveň chemicky ošetřovány, vzhledem k rychlému nástupu buřene na holoseče. U nefrézovaných ploch tato

**Obr. 9.**

Vliv intenzity managementu na lesních pasekách na početnost vybraných členovců; sloupcové grafy znázorňují průměr ± SE, významný rozdíl je označen hvězdičkou ($P < 0,050$)

Fig. 9.

Effect of management intensity of forest clearings on abundance of selected epigeic arthropods. Bar charts indicate the mean ± SE; statistically significant differences are marked with stars ($P < 0.050$)

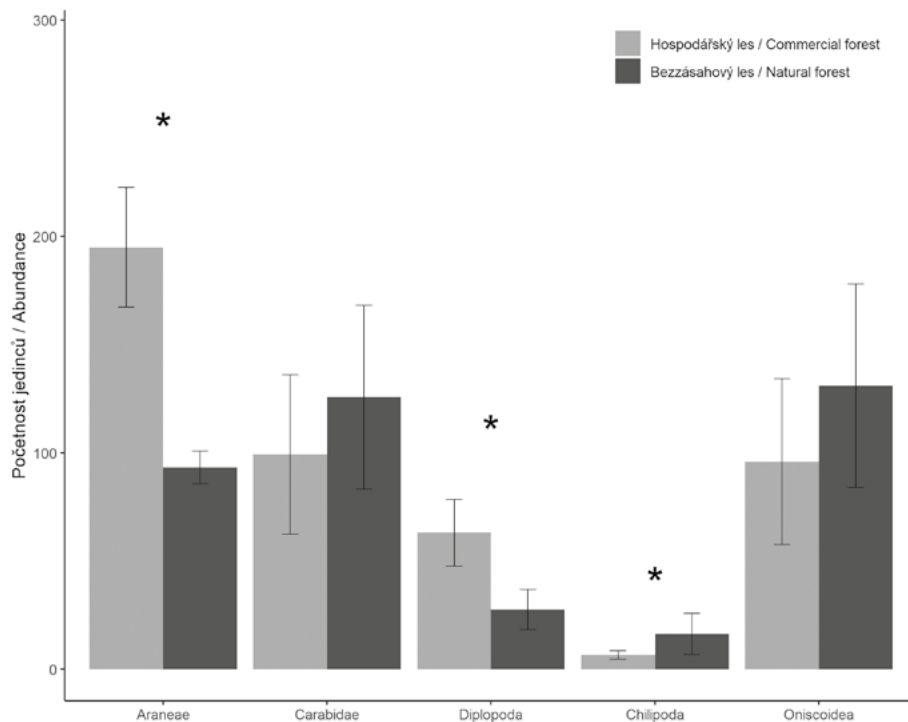


Obr. 10.

Druhová bohatost vybraných skupin epigeických členovců v hospodářském starém porostu a bezzásahovém (přirozeném) porostu; sloupcové grafy znázorňují průměr ± SE, signifikantní rozdíl je označen hvězdičkou ($P < 0,050$)

Fig. 10.

Species richness of selected groups of epigeic arthropods in commercial old forest and non-interventional natural forest; bar charts indicate the mean ± SE, statistically significant differences are marked with stars ($P < 0.050$)



Obr. 11.

Početnost vybraných skupin epigeických členovců v hospodářském starém porostu a bezzásahovém (přirozeném) porostu; sloupcové grafy znázorňují průměr ± SE, signifikantní rozdíl je označen hvězdičkou ($P < 0,050$)

Fig. 11.

Abundance of selected groups of epigeic arthropods in commercial old forest and non-interventional natural forest; bar charts indicate the mean ± SE, statistically significant differences are marked with stars ($P < 0.050$)

aplikace není nutná, proto je společenstvo stabilnější a z okolní krajiny se sem více šíří vzácné druhy preferující otevřená stanoviště. Dále je na nefrézovaných plochách výrazně vyšší heterogenita porostu s přítomností mrtvého dřeva a vyššího rostlinného opadu, což má za následek větší početnost, druhovou bohatost a výskyt vzácných a ohrožených druhů. Frézování způsobuje zánik heterogenity porostu (odstranění dřevní hmoty, narušení půdního pokryvu) a vytváření unifikovaných stanovišť (BENGTSSON 2002; KONVIČKA et al. 2006).

Na sledovaných plochách starých porostů bylo odchyceno 4322 jedinců pavouků spadajících do 112 druhů, 3183 jedinců střívlíků ze 49 druhů, 6 druhů stonožek o 238 jedincích, 16 druhů mnohonožek s 1196 jedinci a 3003 jedinců stínků spadajících do 6 druhů. Druhová bohatost byla vyšší v bezzásahovém (přirozeném) porostu ve srovnání s dospělým hospodářským lesem. Nutno říci, že signifikantně vyšší hodnoty byly potvrzeny pouze pro pavouky, střívlíky a stonožky, ostatní skupiny se významně nelišily mezi oběma typy starého lesa. Pavouci a mnohonožky byli početnější v hospodářském porostu, který je více prosvětlený a otevřený. Stonožky byly více početné v bezzásahovém (přirozeném) porostu, u stínků a střívlíků nebyl zjištěn signifikantní rozdíl, ale jejich početnost mírně převažovala u bezzásahového (přirozeného) porostu nad hospodářským. To je nejspíše způsobeno vyšší přítomností mrtvého dřeva a vyšší strukturou vegetace než v lese hospodářském, který je více homogenní.

Rozdíly u některých skupin členovců nebyly výrazně odlišné mezi bezzásahovým (přirozeným) a hospodářským lesem, což potvrzuje, že i hospodářské staré porosty mohou mít dobré podmínky pro výskyt mnoha druhů; hlavně těch, které preferují prosvětlené lesy. To je prokázáno vyšší početností pavouků, kteří právě v hospodářských starých lesích byli o více než 55 % početnější než v bezzásahových (přirozených) lesích. Pavouci jsou zde aktivnější a vytváří se zde vyšší biomasa. Stejně tomu tak je i u mnohonožek, které rovněž dosahovaly o více než 60 % vyšší abundance v hospodářských starých porostech. Zjištěné rozdíly jsou výsledkem světla, které má pozitivní dopad na biodiverzitu, především v teplomilných doubravách, které byly dříve aktivně obhospodařovány (HÉDL et al. 2010). Z toho důvodu se domníváme, že mírné prosvětlení v bezzásahových chráněných lesích při zachování heterogenních podmínek (množství mrtvého dřeva v porostu, rozmanitost dřevinné vegetace) by jistě jen dále podpořilo lepší podmínky pro biodiverzitu (KOŠULIČ et al. 2016). Důležitým faktorem je právě intenzita zásahů v těchto starých porostech. HUNTER (1999) naznačují ztrátu biodiverzity kvůli nerespektování samovolného rozvoje a intenzivním zásahům v lesním ekosystému. Proto náročnější druhy migrují na jiné, pro ně lepší stanoviště. K obdobným výsledkům došli i HANSEN et al. (1991), kteří tvrdí, že antropogenní zásahy v hospodářských lesích narušují jakékoli přirozené pochody a živočichy vázané na tyto stanoviště. Nedochozí zde k vytvoření a stabilizaci vhodného prostředí pro život bezobratlých druhů, kteří jsou závislí na vyšší kvalitě biotopu. Dále HUNTER (1999) tvrdí, že se v bezzásahovém lese vzhledem k podpoře biologické rozmanitosti klade důraz na přírodní procesy a zákonitosti. Neprovádí se zde tolik (případně žádné) rozsáhlých lidských zásahů, jakožto například nahrazení původní vegetace nevhodným druhovým porostem, či pěstební hospodářské zásahy typů prostřihávek, pročistek, prořezávek a probírek. Proto nejlepší zárukou proti ztrátě biodiverzity představuje dodržování celé řady původních nebo jim podobných podmínek.

Dle práce PURCHART et al. (2013) je zřejmé, že staré hospodářské porosty bývají druhově bohaté, a to především při respektování podmínek pěstování rozmanitých věkových tříd lesa v rámci jednoho území.

V rámci tohoto výzkumu bylo odchyceno nejvíce druhů členovců ve vyšších věkových třídách a pasekách. Naopak nejméně druhů v mladších věkových třídách. To se ale opět lišilo v závislosti na taxonu. Starší porosty disponují vyšší heterogenitou prostředí a jsou prosvětlenější. Nemají plný zápoj korun jako dospívající porosty a nejsou natolik otevřené jako mladé porosty, ve kterých převažují euryvalentní druhy

(MULLEN et al. 2008). GREENSLADE (1968) a BAKER (2000) shodně tvrdí, že u obnovovaných mladých lesů po holosecích nenajdeme některé druhy brouků, protože tahle stanoviště nepreferují.

Výzkum, který prováděli PURCHART et al. (2013) ve smrkových porostech uvádí, že zápoj koruny a množství mrtvého dřeva má největší vliv na druhové složení epigeických členovců. Právě tyto faktory se v jejich výzkumu u pavouků a střívlíků projevovaly výraznou diferenciací výskytu různých druhů v nejmladších (otevřených) a nejstarších (uzavřených) porostech. Diverzita stonožek byla nejvyšší ve stáří porostu 30–35 let. Dále PURCHART et al. (2013) uvádí, že vhodné zásahy v homogenních smrkových porostech mohou pomoci zvýšit diverzitu stanovišť pro většinu epigeických členovců, čímž se zvyšuje, nebo alespoň udržuje, biologická rozmanitost v rámci těchto stanovišť. Toto se dá interpretovat i pro zkoumané plochy starých hospodářských doubrav v tomto výzkumu.

BAGUETTE, GÉRARD (1993) prováděli výzkum na střívlících a zjistili, že druhová bohatost střívlíků klesá se stářím lesního porostu. Vytěžení porostu a jeho opětovné zalesnění vedlo k zániku či dramatickému snížení množství střívlíků. Nově zalesněná plocha neovlivněná zápojem koruny byla kolonizována druhy typickými pro otevřená stanoviště, ale jejich počet se výrazně snížil s postupným růstem věku porostu, z důvodu zápoje koruny. Ve výsledcích výzkumu, který prováděli KONVIČKA et al. (2006), také vyšla nejvyšší druhová bohatost střívlíků na pasekách a postupně klesala k dospívajícím porostům, v nichž byla nalezena jejich nejmenší druhová bohatost. JEFFRIES et al. (2006) tvrdí, že pěstování lesa v různých věkových stupních je jedním z mnoha faktorů, které mohou ovlivnit složení a strukturu společenstev členovců. Souhrnně lze tedy říci, že druhová bohatost a abundance členovců je ovlivněna věkem porostu a strukturou lesa.

Rozdílná věková struktura stromů je důležitým prvkem rozvíjejících se lesů v rámci trvale udržitelného směru lesnictví ve střední Evropě. Právě nerovná věková skladba je kladně působícím faktorem na diverzitu přirozených lesů (LÄHDE et al. 1991; ESSEEN et al. 1997). Je pozitivní, že u lesních stanovišť lze sledovat především důsledky postupných změn způsobu lesního hospodaření, což se kladně podepisuje na biodiverzitě (BENGTSSON et al. 2000; KOŠULIČ et al. 2016). Velká část hospodářských porostů v nížinných lesích v ČR bývá věkově strukturovaná, což má pozitivní vliv na vybrané druhy organismů. Naopak věková nevyrovnanost lesních struktur může do budoucna negativně ovlivnit jejich stabilitu (BENGTSON et al. 2000).

ZÁVĚR

Celkem bylo odchyceno a determinováno 160 druhů pavouků s 18 160 jedinci, 98 druhů střívlíků o 25 646 jedincích, 10 druhů stonožek s počtem 516 jedinců, 22 druhů mnohonožek o 3357 jedinců a 7 druhů stínků o 10 863 jedincích. Nejvíce druhů se vyskytovalo především na pasekách, kde neproběhla mechanická příprava půdy. Ve starších porostech bylo nalezeno více druhů téměř u všech zkoumaných skupin organismů (obr. 1–4). Nejméně druhů členovců bylo nalezeno zejména v mladších věkových třídách lesa. Nejvyšší abundance pro pavouky byla zjištěna na pasekách, pro stonožky ve starém porostu, pro stínky to byl mladý a starý porost (obr. 5–7).

Z porovnání výsledků u vlivu managementu vyplynula nevhodnost mechanické přípravy půdy na pasekách pro většinu organismů (obr. 8–9). Z hlediska lesnické praxe by se mělo výrazně omezit využívání tohoto managementu alespoň na úroveň maloplošné aplikace místo velkoplošného využívání, které je velmi často využíváno ve sledované oblasti. Část paseky by se vždy měla ponechat jako nefrézovaná a její následná péče a management by měl probíhat extenzivním způsobem. Reakce na bezzásahovost starých porostů byla pozitivní především pro druhovou bohatost u pavouků, stonožek a střívlíků v bezzásahových (přirozených) lesích, u ostatních skupin nebyl rozdíl.

U pavouků a mnohonožek byla naopak nejvyšší početnost v hospodářských lesích, u stonožek v bezzásahových (přirozených), ostatní skupiny členovců byly bez rozdílu. Z důvodu zachování vyšší diverzity je nutné udržovat kontinuitu jak starých hospodářských, tak i bezzásahových (přirozených) porostů nížinných lesů. Jelikož u některých skupin členovců (stínek a mnohonožek) druhová bohatost nebyla významně odlišná mezi bezzásahovým (přirozeným) a hospodářským lesem, tak je potvrzen i význam hospodářských starých porostů, které mají dobré podmínky pro výskyt mnoha druhů, převážně těch, které preferují prosvětlené lesy s aktivním managementem.

Poděkování:

Za determinaci střívlíků patří díky Mgr. Jiřímu Procházkovi, Ph.D a za determinaci stonožek, mnohonožek a stínek děkujeme doc. RNDr. et Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. Za konzultace ohledně zpracování statistických analýz děkujeme Mgr. Radku Michalkovi, Ph.D a Bc. Tomášovi Kudláčkovi. Dále děkujeme Bc. Ing. Kamile Surovcové a Ing. Jakubovi Prágrovi za pomoc při sběru a třídění materiálu. Za povolení k výzkumu a sběru materiálu děkujeme LZ Židlochovice (Lesy České republiky, s. p.). Výzkum byl podpořen prostředky specifického vysokoškolského výzkumu LDF MENDELU v rámci IGA projektu „Analýza změn biodiverzity hospodářských nížinných lesů v průběhu sukcesního vývoje s využitím multitaxonového hodnocení“ a „Analýza změn biodiverzity různověkových hospodářských lesů v průběhu odumírání jasanových porostů“ (čísla projektů: LDF_VT_2016002/2016 a LDF_PSV_2017004/2017).

LITERATURA

- BAGUETTE M., GÉRARD S. 1993. Effects of spruce plantations on carabid beetles in southern Belgium. *Pedobiologia*, 37: 129–140.
- BAKER S.C. 2000. Forest litter beetles and their habitat: a comparison of forest regenerated by wildfire and logging practices. BSc (Hons) Thesis. Hobart, University of Tasmania, Hobart, Australia.
- BENGTSSON J., NILSSON S.G., FRANC A., MENOZZI P. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management*, 132: 39–50. DOI: /10.1016/S0378-1127(00)00378-9
- BENGTSSON J. 2002. Disturbance and resilience in soil animal communities. *European Journal of Soil Biology*, 38: 119–125. DOI: 10.1016/S1164-5563(02)01133-0
- BOLKER B.M., BROOKS M.E., CLARK C.J., GEANGE S.W., POULSEN J.R., STEVENS M.H.H., WHITE J-S.S. 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 127–135. DOI: 10.1016/j.tree.2008.10.008
- ESSEEN P-A., EHNSTRÖM B., ERICSON L., SJÖBERG K. 1997. Boreal forests. *Ecological Bulletins*, 46: 16–47.
- GREENSLADE P.J.M. 1968. Habitat and altitude distribution of Carabidae (Coleoptera) in Argyll, Scotland. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 120 (2): 39–54. DOI: 10.1111/j.1365-2311.1968.tb00346.x
- HANSEN A.J., SPIES T.A., SWANSON F.J., OHMANN J.L. 1991. Conserving biodiversity in managed forests. *BioScience*, 41 (6): 382–392.
- HÉDL R., KOPECKÝ M., KOMÁREK J. 2010. Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest. *Diversity and Distributions*, 16: 267–276. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2010.00637.x
- HUNTER M.L. JR. 1999. *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge, UK, Cambridge University Press: 698 s.
- HŮRKA K. 1992. *Střívlíkovití Carabidae*. 1. Praha, Academia: 192 s.
- JEFFRIES J.M., MARQUIS R.J., FORKNER R.E. 2006. Forest age influences oak insect herbivore community structure, richness, and density. *Ecological Applications*, Ecological Society of America, 16: 901–912. DOI: 10.1890/1051-0761(2006)016[0901:FAIOIH]2.0.CO;2
- KONVIČKA M., ČÍŽEK L., BENEŠ J. 2006. *Ohrožený hmyz nížinných lesů: ochrana a management*. Olomouc, Sagittaria: 79 s.
- KORENKO S., ŠTEFÁNIK M. 2005. Pavúky (Araneae) v biomonitoringu životného prostredia. In: Kautman J., Stloukal E. (ed.): *Kongres slovenských zoológov '05 a konferencia Feriancove dni 2005*, 27.–29.9.2005, Smolenice, 22–24.
- KOŠULIČ O., MICHALKO, R., HULA V. 2016. Impact of canopy openness on spider communities: implications for conservation management of formerly coppiced oak forests. *PLoS ONE*, 11 (2): e0148585. DOI: 10.1371/journal.pone.0148585
- KŮRKA A., ŘEZÁČ M., MACEK R., DOLANSKÝ J. 2015. *Pavouci České republiky*. Praha, Academia: 624 s.
- LÄHDE E., LAIHO O., NOROKORPI Y., SAKSA T. 1991. The structure of advanced virgin forests in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 6: 527–537.
- MAGURA T., TÓTHMÉRÉSZ B., ELEK Z. 2003. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation*, 12: 73–85. DOI: 10.1023/A:1021289509500
- MENDELU 2001. *Pěstování lesa. Třídění lesů: Kategorie lesů* [online]. Mendelova univerzita v Brně [cit. 2019-12-04]. Dostupné na/ Available on: http://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/vychodiska/trideni/trid_kat_lesu.html
- MULLEN K., O'HALLORAN J., BREN J., GILLER P., PITHON J., KELLY T. 2008. Distribution and composition of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities across the plantation forest cycle – implications for management. *Forest Ecology and Management*, 256: 624–632. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.05.005
- PEKÁR S., BRABEC M. 2009. *Moderní analýza biologických dat. 1. díl. Zobecněné lineární modely v prostředí R*. Praha, Scientia: 225 s.
- PURCHART L., TUF I.H., HULA V., SUCHOMEL J. 2013. Arthropod assemblages in Norway spruce monocultures during a forest cycle – a multi-taxa approach. *Forest Ecology and Management*, 306: 42–51. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.06.012
- R CORE TEAM. 2018. *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [on-line]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Dostupné na/Available on: <https://www.R-project.org>
- TUF I.H., TUFOVÁ J. 2005. Communities of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) in epigon of oak-hornbeam forests of SW Slovakia. *Ekológia (Bratislava)*, 24:113–123.
- Zpráva. 2018. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017* [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 117s. [cit. 2019-12-01]. Dostupné na/Available on: http://eagri.cz/public/web/file/609179/Zprava_o_stavu_lesa_2017.pdf

EFFECT OF AGE STRUCTURE AND MANAGEMENT TYPE ON EPIGEIC ARTHROPODS IN COMMERCIAL OAK FORESTS

SUMMARY

The aim of the present study was to investigate the changes of species richness and abundance of epigeic arthropods (spiders, ground beetles, centipedes, millipedes and woodlice) in relation to the age structure of commercial oak forests in Southern Moravia, Czech Republic. We also evaluated the effect of the management on the species richness and abundance of arthropods in the old commercial forests and non-interventional natural forests. Furthermore, studied groups of arthropods were compared between two different types of management of forest clearings – stump milling with mechanical soil preparation and without stump milling and non-mechanical soil preparation during succession development.

In total, 160 species of spiders with 18,160 individuals, 98 species of ground beetles with 25,646 individuals, 10 species of centipedes with 516 individuals, 22 species of millipedes with 3,357 individuals, and 7 species of woodlice with 10,663 individuals were recorded. Most species were present in the forest clearings, where the soil was not mechanically prepared. The older age stands hosted the highest species richness for most of the studied organisms (Fig. 1–4). The lowest arthropod species richness was found mainly in the younger age classes of the forest. Spiders had the highest abundance in clearings, centipedes in the old forest, and woodlice in the young and old forest (Fig. 5–7).

According to our results, the mechanical soil preparation of the had a negative effect on most of the studied organisms (Fig. 8–9). The use of this management should be limited to the level of small areas. The part of clearing should always be left partly non-milled, and the subsequent care should be carried out in an extensive manner. The response to non-interventional management of old stands was particularly positive for the species richness of spiders, ground beetles and centipedes in non-interventional forests. Spiders and millipedes had the highest abundance in commercial forests, centipedes in non-interventional forests, and no significant difference was recorded for the other groups of arthropods.

The results showed the importance of forest management diversification in the form of different age groups within a single area. In order to maintain higher arthropod diversity, it is important to preserve the continuity of both commercial and non-interventional natural lowland forests. The species richness of some arthropod groups (woodlice and millipedes) did not differ significantly between non-interventional and commercial forests, therefore the importance of commercial lowland forest is evident.

Zasláno/Received: 06. 01. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 15. 06. 2020