

DIVERZITA A POČETNOST DROBNÝCH SAVCŮ V LESNÍCH VÝSADBÁCH NA PODZIM 2015

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF SMALL MAMMALS IN FOREST PLANTATIONS IN AUTUMN 2015

LADISLAV ČEPELKA¹⁾ ✉ - MARTA HEROLDOVÁ¹⁾ - MILOSLAV HOMOLKA²⁾ - LUBOŠ PURCHART¹⁾ - JOSEF SUCHOMEL³⁾

¹⁾Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

²⁾Akademie věd České republiky, Ústav biologie obratlovců, Květná 8, 603 65 Brno, Czech Republic

³⁾Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: ladislav.cepelka@mendelu.cz

ABSTRACT

The aim of the study is to compare the populations of small mammals in forest tree plantations in different regions and under different conditions (forest vegetation zones – FVZ). Trapping to snap traps took place over 13 days in October 2015. Plots were deployed in regions of the Czech Republic (Beskydy Mts., Jeseníky Mts., Litoměřicko region, Krušné hory Mts.). In total, 578 specimens of small mammals of 11 species were trapped. Four of these species (*Apodemus flavicollis*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis*, *Sorex araneus*) were recorded in all regions and made up 65–100% of the trapped animals. The highest number of species, Shannon index and total relative abundances were found in the Litoměřicko region. The richest and the most numerous small mammal community was found in the 2nd FVZ (oak-beech). Among the mountains, Jeseníky Mts. had the lowest number of species but the highest relative abundance of shrews. The lowest population density of small mammals was found in the Beskydy Mts. More than a third of this number consisted of shrews, which is the highest found proportion. The highest relative abundance of voles (genus *Microtus*) was found in the 7th FVZ (beech-spruce) in the Krušné hory Mts., in the 6th FVZ (spruce-beech) in the Jeseníky Mts. and in the 2nd FVZ in Litoměřicko region. Breeding period of *Microtus agrestis* was not yet over in the previously mentioned areas. As the genus *Microtus* causes the highest gnawing damage in plantations, the above mentioned areas were under the highest risk of damage by rodents during last winter.

Klíčová slova: biodiverzita; drobní zemní savci; lesní výsadby; početnost; lesní vegetační stupně; hraboši; *Microtus*

Key words: biodiversity; small terrestrial mammals; forest plantations; abundance; forest vegetation zones; *Microtus*

ÚVOD

Cílem této práce je srovnání populací drobných savců ve výsadbách lesních dřevin na vybraných územích České republiky (ČR). Plochy byly rozmístěny v Moravskoslezských Beskydech, Hrubém Jeseníku, Českém Středohoří a Krušných horách. Pro srovnání území s odlišnými přírodními podmínkami byla využita společná platforma lesních vegetačních stupňů. Odchyty proběhly v říjnu 2015 během 13 dní. Relativně krátká doba mezi jednotlivými odchyty umožňuje vzájemné srovnání populací a populační dynamiky drobných zemních savců v jednotlivých oblastech. Drobní zemní savci jsou důležitou složkou lesního ekosystému. Hodnocení jejich vlivu na les je dáno v první řadě různou potravní nikou (BUTET, DELETTRE 2011). Negativně ovlivňují lesní porosty zejména herbivorní hlodavci v počátcích jejich obnovní fáze konzumací semen (BOCK, SALSKI 1998) a následně poškozováním kmínků a příležitostně i kořenů semenáčků a sazenic lesních dřevin na nově vzniklých otevřených plochách

(HEROLDOVÁ et al. 2012; LEŠO et al. 2014). Do této skupiny patří primárně hrabošoviti (Arvicolinae), v našich podmínkách pak konkrétně hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*), hraboš polní (*Microtus arvalis*), hrabošek podzemní (*Microtus subterraneus*), hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) a norník rudý (*Clethrionomys glareolus*). Hryzci způsobují v lesích škody poměrně vzácně, nicméně vyskytnou-li se ve výsadbách (zejména podél vodotečí), bývá jejich vliv lokálně velmi významný, neboť mohou zespodu odhryzat kořeny desítkám stromků (ZEJDA et al. 2002). Hraboši rodu *Microtus* ohryzávají báze kmínků stromků obvykle přes zimu do úrovně sněhové pokrývky (HUITU et al. 2003). Poškození způsobené druhy tohoto rodu prakticky nelze vzájemně odlišit (SUCHOMEL et al. 2016). Hlavní složkou jejich potravy jsou trávy, proto se vyskytují nejvíce na pasekách a světlínách, kde bývají hlavními původci škod zejména na mladých listnáčích (SUCHOMEL et al. 2012a). Norník rudý způsobuje obdobná poškození jako hraboši, byť obvykle v podstatně menší míře (SUCHOMEL et al. 2012b). Na rozdíl od hrabošů dobře šplhá (poškození

se objevuje i na větvích a nad úrovní sněhu) a jím způsobený ohryz má jemnější charakter a jen zřídka zasahuje do dřeva (HANSSON, ZEJDA 1977).

Omnivorní hlodavce lze z lesnického hlediska vnímat negativně pouze na samotném počátku obnovy lesa, kdy konzumují semena a někdy i mladé semenáčky (BRYJA et al. 2001). V následujících fázích vývoje stromu již tito hlodavci hrají spíše pozitivní roli konzumací živočichů namnoze stromům škodících, např. hmyzu a plžů (OBRTEL, HOLISOVA 1974). Do této skupiny lze zařadit zejména myšici lesní (*Apodemus flavicollis*) a myšici křovinnou (*Apodemus sylvaticus*).

Z lesnického hlediska ryze pozitivně pak lze vnímat drobné savce z čeledi Soricidae. Všechny druhy rejseků (u nás rejsek horský – *Sorex alpinus*; r. malý – *S. minutus*; r. obecný – *S. araneus*) i bělozubek (bělozubka bělobřichá – *Crocidura leucodon* a šedá – *C. suaveolens*) jsou ryze karnivorní a díky relativně obrovské spotřebě energie zkonzumují vysoké množství bezobratlých (KOLIBÁČ 1996). Další druhy drobných zemních savců mají v lesích ČR obvykle tak nízkou populační hustotu (myška drobná – *Micromys minutus*, myšivka horská – *Sicista betulina*, zástupci plchovitých – Gliridae), že jejich vliv na obnovu lesa je zanedbatelný.

Nejrizikovější fází vývoje porostu z hlediska impaktu hlodavců je období od výsadby do zajištění, kdy může být ohryzem kůry řada stromků vážně poškozena či zničena (SUCHOMEL et al. 2016). Nejčastější poškození bývá na listnatých dřevinách s tenkou kůrou, tzn. v našich podmínkách zejména na buku, habru a javorech (KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ et al. 2016). Proto jsme se v rámci této studie soustředili na synusie drobných zemních savců v nezajištěných výsadbách listnatých dřevin s výraznou dominancí buku lesního od 2. do 7. lesního vegetačního stupně (dále LVS) dle ÚHÚL (PLÍVA 1987). Hlavním zdrojem odlišností ve společenstvech drobných savců by měly být rozdíly mezi jednotlivými LVS a oblastmi. Lze předpokládat vazbu relativní abundance (rA) a biomasy drobných savců na LVS, které mohou být úzce svázány s produktivitou ekosystému. Ta by s vyšším LVS měla klesat (PELIKÁN et al. 1974; TOWNSEND et al. 2003).

MATERIÁL A METODIKA

Monitoring drobných savců byl proveden pomocí sklapovacích pastí kladených do linií během 13 dnů v říjnu 2015 (3.–6. 10. v Českém Středohoří (dále jen „Litoměřicko“); 6.–9. 10. souběžně v Hrubém Jeseníku (dále jen „Jeseníky“) a Krušných horách; 13.–16. 10. v Moravskoslezských Beskydech (dále jen „Beskydy“). Díky této shodě okolností bylo možné srovnat jednotlivé LVS a oblasti takřka v jeden čas napříč Českou republikou.

Podrobnosti k rozmístění ploch dle LVS jsou v tab. 1. Plochy byly voleny v nezajištěných výsadbách s výraznou dominancí buku lesního 2–12 let po výsadbě. Na každé ploše byla jedna linie dlouhá 100 m o 34 sklapovacích pastech, jako návnada bylo použito arašídové máslo (po-

stup shodný s metodikou dle HOMOLKA et al. 2012). Pasti byly exponovány tři po sobě jdoucí noci, úlovek byl sbírán následující den ráno. Ulovení jedinci byli podrobeni standardnímu vyšetření, byla zjištěna jejich druhová příslušnost, tělesné rozměry, stav reprodukčních orgánů, velikost a počet embryí.

Hodnoceny byly rozdíly mezi oblastmi a LVS z hlediska početnosti a struktury populací drobných savců (počet druhů; relativní abundance (dále rA); dominance; diversita; zastoupení gravidních samic a počet embryí). Relativní abundance (rA) vyjadřuje počet jedinců odchycených na 100 pastí exponovaných po jednu noc, tzn. $rA = n * 100 / P$, kde n je počet odchycených jedinců a P počet „pastinocí“, tj. počet pastí exponovaných po jednu noc (TOWNSEND et al. 2003). Dominance (D) byla zjištěna dle vzorce $D = ni / n * 100$ (%), kde ni je počet jedinců daného druhu a n je součet jedinců všech druhů (TOWNSEND et al. 2003). Diversita byla hodnocena pomocí indexů (MAGURRAN 2004).

V grafech rA drobných savců v LVS jednotlivých oblastí byly savci sdruženi do rodů. Ty odpovídají potravním nikám, a tedy i jejich potenciálnímu vlivu na výsadby dřevin. Potenciálními původci škod mohou být norník rudý (*Clethrionomys glareolus*) a zejména hraboši (*Microtus* spp.) – viz např. SUCHOMEL et al. 2016.

Analýzy abundance u drobných savců byly provedeny v programu R (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2016) pomocí zobecněného lineárního modelu s negativně binomickým rozdělením dat a logaritickým linkem (GLM-nb), protože data byla četnostního charakteru s „overdispersion“ (PEKÁR, BRABEC 2016). GLM-nb bylo provedeno s využitím R balíčku „MASS“ (VENABLES, RIPLEY 2002). Lineární prediktor modelu měl podobu dvoufaktorové ANOVA s interakcí mezi faktory. Post-hoc porovnání úrovní jednotlivých faktorů (všechny LVS v rámci jednotlivých pohoří a shodné LVS napříč pohořími) bylo provedeno pomocí treatment kontrastů (PEKÁR, BRABEC 2016).

VÝSLEDKY

Beskydy

Ve výsadbách v Beskydech bylo zaznamenáno šest druhů drobných savců, dva z nich (rejsek malý a plšík lískový) pouze v jednom exempláři v 7. LVS. V 5. a 7. LVS byl druhem s nejvyšší dominancí norník rudý, v 6. rejsek obecný. S rostoucím LVS stoupala rA rejseků a naopak klesalo zastoupení hraboše mokřadního. Přehled dominancí je uveden v tab. 2. Nejvyšší celková i druhová rA byla (s výjimkou zmíněných hrabošů) v Beskydech v 7. LVS, nejnižší v 6. LVS (kromě rejska obecného – viz obr. 1).

Nejvyšší diversita dle Shannonova indexu byla v 7. LVS, nejnižší v 6. LVS. Vyrovnanost (ekvitabilita) byla nejvyšší ve společenstvu 5. LVS. Hodnoty diversity a celkové rA jsou uvedeny v tab. 3.

Jeseníky

V Jeseníkách byl zjištěn nejnižší počet druhů drobných savců ze sledovaných oblastí (pouze 5). V 5. a 6. LVS byl druhem s nejvyšší dominancí hraboš mokřadní. S rostoucím LVS rostlo zastoupení norníka rudého, až se v 7. LVS stal vůbec nejhojnějším druhem. Myšice lesní chyběla pouze v 6. LVS v Jeseníkách. Pouze v 7. LVS byl zastížen plšík lískový (viz tab. 2). Relativní abundance zde s LVS u rejseků klesala, u hlodavců byla maximální v 6. LVS (obr. 2).

Celková rA a index ekvitability byly nejvyšší v 6. LVS, nicméně Shannonův index diversity zde byl naopak nejnižší (tab. 3).

Krušné hory

Z šesti druhů zjištěných v Krušných horách byl v 5. a 7. LVS nejpočetnější hraboš mokřadní, v 6. LVS myšice lesní. Pouze v 5. LVS byl

Tab. 1.

Počet ploch v LVS dle oblastí
Number of plots in forest vegetation zones (FVZ) of regions

LVS/FVZ		2	3	4	5	6	7	Celkem/ In total	
Oblast/Region	Beskydy	LS Ostravice	0	0	0	5	4	3	12
	Jeseníky	LS Jeseník	0	0	0	3	2	4	9
	Krušné hory	LS Litvínov	0	0	0	3	3	12	18
	Litoměřicko	LS Litoměřice	6	6	2	0	0	0	14

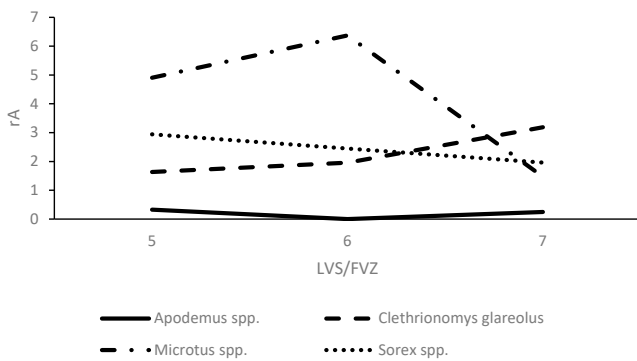
zjištěn rejsek malý, jen v 7. hraboš polní (tab. 2). Z hlediska dominance i rA zde nelze vysledovat v podstatě žádné trendy závislé na průběhu LVS (v 6. LVS mají ubikvitní druhy své minimum či maximum – viz obr. 3).

Indexy diverzity a ekvitability i celková rA byly nejvyšší v 7. LVS, což bylo způsobeno zejména vyššími počty hrabošovitých oproti nižším polohám. V 5. LVS byla oproti 6. vyšší diverzita dle Shannonova indexu, ale nižší vyrovnanost (tab. 3).

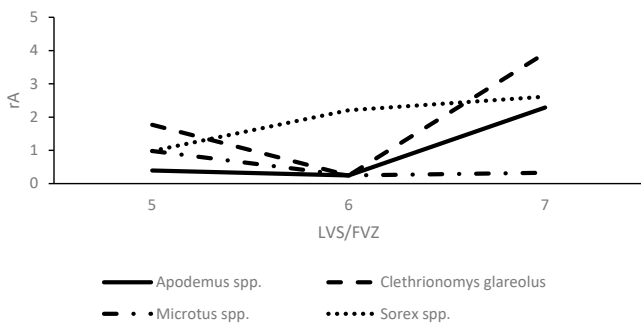
Litoměřicko

Společenstvo drobných savců zde bylo dle očekávání nejpestřejší (9 druhů), mj. se pouze tady podařilo zjistit myšici křovinnou. Nejpočetnějším druhem ve všech LVS zde byl normík rudý (tab. 2). Se stoupajícím LVS klesala rA a podíl hraboše polního a myšice křovinné i úhrnně hlodavců. Naopak rA rejskovitých s rostoucím LVS stoupala (obr. 4).

Shannonův index diversity dosáhl nejvyšších hodnot ve 2. a 4. LVS, nejvyšší ekvitabilitu mělo společenstvo 4. LVS (tab. 3).



Obr. 1. Relativní abundance (rA) rodů drobných savců v Beskydech dle LVS
Fig. 1. Small mammal genus relative abundance (rA) in Beskydy Mts. according to forest vegetation zones (FVZ)



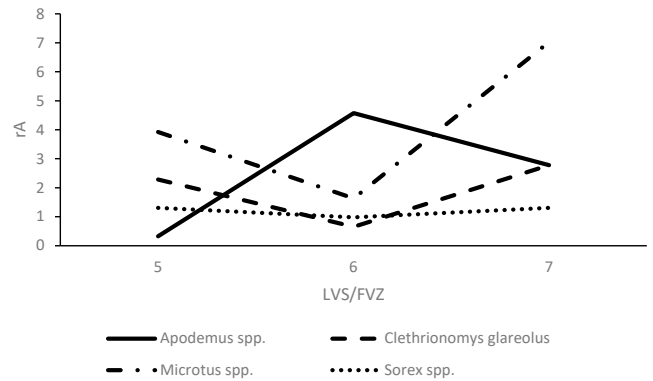
Obr. 2. Relativní abundance rodů drobných savců (rA) v Jeseníkách dle LVS
Fig. 2. Small mammal genus relative abundance (rA) in Jeseníky Mts. according to forest vegetation zones (FVZ)

Srovnání oblastí

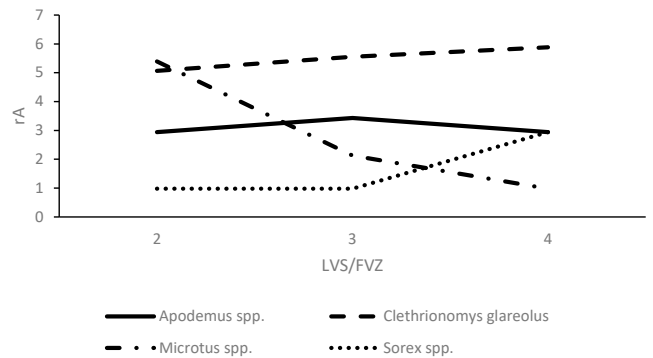
Relativní abundance drobných savců byla ovlivněna interakcí mezi LVS a pohořími, což znamená, že trend rA byl v různých LVS jednotlivých pohoří odlišný (GLM-nb, $\chi^2 = 9,89$, $P = 0,042$, obr. 5). Podrobné výsledky jsou uvedeny v tab. 4. Plyne z nich, že statisticky významné rozdíly mezi LVS v rámci jednoho pohoří byly jen v Beskydech, kde byla rA významně vyšší v 7. LVS. V 5. LVS byla rA drobných savců v Beskydech nižší než v Jeseníkách (kontrasty, $P = 0,019$). V 6. LVS byla rA výrazně nejnižší v Beskydech (kontrasty, $P = 0,023$). V 7. LVS se rA drobných savců lišila mezi Jeseníky a Krušnými Horami (kontrasty, $P = 0,014$).

V Beskydech byly významně vyšší abundance drobných savců v 7. LVS (kontrasty, $P = 0,025$), zatímco mezi 5. a 6. LVS se nelišily ($P = 0,424$). V Jeseníkách ani v Krušných Horách se abundance drobných savců mezi jednotlivými vegetačními stupni nelišily (kontrasty, $P = 0,057$).

Neukončená rozmnožovací sezona (tj. přítomnost gravidních samic) byla zjištěna v Jeseníkách (7 hrabošů mokřadních), v Krušných horách (14 hrabošů mokřadních) a na Litoměřicku (7 jedinců). V takřka



Obr. 3. Relativní abundance rodů drobných savců (rA) v Krušných horách dle LVS
Fig. 3. Small mammal genus relative abundance (rA) in the Krušné hory Mts. according to forest vegetation zones (FVZ)



Obr. 4. Relativní abundance rodů drobných savců (rA) na Litoměřicku dle LVS
Fig. 4. Small mammal genus relative abundance (rA) in the Litoměřicko region according to forest vegetation zones (FVZ)

Tab. 2.

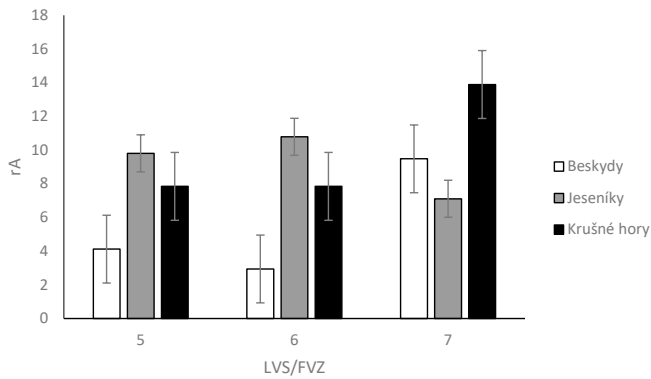
Srovnání dominance druhů drobných savců v jednotlivých oblastech a LVS (%)
Small mammal species dominance comparison among different regions and forest vegetation zones (FVZ) (%)

Druh	Beskydy			Jeseníky			Krušné hory			Litoměřicko			Celkem				
	(LVS/FVZ)	5	6	7	Celkem	5	6	7	Celkem	5	6	7	Celkem	5	6	7	Vše
Myšice lesní <i>Apodemus flavicollis</i>	9,52	8,33	24,14	16,13	3,33	4,17	58,33	20,00	22,48	15,91	27,03	12,00	19,79	5,33	25,86	18,42	18,17
Myšice křovinná <i>Apodemus sylvaticus</i>										4,55	1,35		2,67				0,87
Normík rudý <i>Clethrionomys glareolus</i>	42,86	8,33	41,38	35,48	16,67	18,18	44,83	27,16	19,72	35,23	45,95	40,00	40,11	28,00	12,07	25,88	29,41
Bélzubka šedá <i>Crocidura leucodon</i>										1,35	12,00		2,14				0,69
Myška drobná <i>Micromys minutus</i>											4,00		0,53				0,17
Hraboš mokřadní <i>Microtus agrestis</i>	23,81	8,33	3,45	11,29	50,00	59,09	20,69	41,98	38,99	6,82	4,05	12,00	6,42	42,67	32,76	32,89	25,26
Hraboš polní <i>Microtus arvalis</i>									10,59	8,26	29,55	13,51	19,25				9,34
Hrabošek podzemní <i>Microtus subterraneus</i>										1,14			0,53				0,17
Pišík liskový <i>Muscardinus avellanarius</i>			3,45	1,61			3,45	1,23									0,35
Rejsek obecný <i>Sorex araneus</i>	23,81	75,00	24,14	33,87	30,00	22,73	27,59	27,16	12,50	12,50	9,41	10,09	8,56	22,67	29,31	13,60	15,22
Rejsek malý <i>Sorex minutus</i>			3,45	1,61					4,17	0,46				1,33			0,35

Tab. 3.

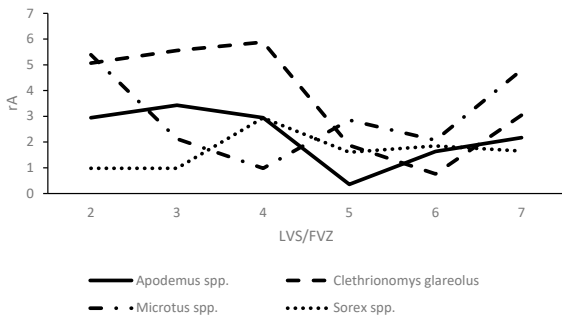
Srovnání počtu druhů, relativních abundancí, podílů hlodavců a rejskovitých, indexů biodiversity a ekvitability v jednotlivých oblastech a LVS
Comparison of the number of species, relative abundances, proportion of rodents and Soricids, biodiversity indices the evenness in regions and forest vegetation zones (FVZ)

Počet druhů	Beskydy			Jeseníky			Krušné hory			Litoměřicko			Celkem						
	(LVS/FVZ)	5	6	7	Celkem	5	6	7	Celkem	5	6	7	Celkem	5	6	7	Vše		
4,12	2,94	9,48	5,07	9,8	10,78	7,11	8,82	7,84	13,89	11,87	14,38	12,09	8,17	12,22	6,68	6,32	11,76	10,49	
3,14	0,74	6,86	3,27	6,86	8,33	5,15	6,43	6,54	12,58	10,62	13,4	11,11	5,56	10,92	5,08	4,47	10,11	8,79	
0,98	2,21	2,61	1,8	2,94	2,45	1,96	2,4	1,31	0,98	1,31	1,25	0,98	2,61	1,31	1,6	1,85	1,65	1,71	
23,81	75,00	27,59	35,48	30,00	22,73	27,59	27,16	16,67	12,50	9,41	10,55	6,82	8,11	32,00	10,70	24,00	29,31	14,04	16,26
1,27	0,84	1,4	1,41	1,12	0,96	1,27	1,22	1,23	1,11	1,47	1,49	1,58	1,41	1,58	1,27	1,33	1,56	1,66	
0,92	0,6	0,78	0,79	0,81	0,87	0,79	0,76	0,8	0,91	0,83	0,81	0,72	0,88	0,74	0,79	0,96	0,8	0,69	



Obr. 5. Průměrné relativní abundance na plochách v jednotlivých oblastech dle LVS a jejich střední chyby

Fig. 5. The average relative abundance (rA) with standard errors per plot among various regions according to forest vegetation zones (FVZ)



Obr. 6. Relativní abundance rodů drobných savců (rA) na všech sledovaných oblastech dle LVS

Fig. 6. Summary of small mammal genus relative abundance in all monitored regions (rA) according to forest vegetation zones (FVZ)

86 % šlo o samice hraboše mokřadního. Ve 2. LVS na Litoměřicku, v 6. a 7. LVS v Jeseníkách a v 7. LVS v Krušných horách bylo gravidních 32,6–40 % samic tohoto druhu. Březí samice jiných druhů byly zjištěny pouze na Litoměřicku ve 2. LVS (2 × myšice křovinná a norník rudý; 1 × hraboš polní).

DISKUSE

Společenstva drobných savců v zapojených lesích se od těch na otevřených plochách podstatně liší jak spektrem druhů, tak populační hustotou (ANDĚRA, GAISLER 2012). Potravní niky drobných savců se v obou prostředích překrývají, jsou ale obsazeny odlišnými druhy. V lese i volné krajině tak najdeme druhy omnivorní (*Apodemus flavicollis* × *A. sylvaticus*), herbivorní (*Clethrionomys glareolus* × *Microtus arvalis*, *M. agrestis*) i karnivorní (*Sorex* spp.), přičemž v závorce prvně jmenovaní jsou typičtí pro zapojené lesy. Z hlediska významu pro obnovu lesa jsou důležité herbivorní druhy, přičemž významnější škody působí v našich podmínkách hraboši ohryzem kmínků sazenic (HEROLDOVÁ et al. 2012; SUCHOMEL et al. 2016). Lesní výsadby jsou specifickým prostředím na pomezí lesa a volné krajiny, proto se zde objevují druhy typické pro oba biotopy. Variabilita diverzity a abundance i rozsah škod jsou vždy lokálně ovlivněny aktuálními environmentálními podmínkami a jejich interakcemi (BRYJA et al. 2001; SUCHOMEL et al. 2012a, 2014; LEŠO et al. 2014). Proto mohou být společenstva drobných savců i v oblastech s téměř totožnými podmínkami značně odlišná a jejich vývoj vč. rozsahu škod lze jen velmi těžko předpovědět.

Nejširší spektrum druhů bylo na Litoměřicku (9), nejužší v Jeseníkách (5). Tři druhy (norník rudý, hraboš mokřadní a rejsek obecný) byly zachyceny ve všech LVS všech oblastí, další druh (myšice lesní) chyběl jen v 6. LVS v Jeseníkách. Norník byl nejpočetnější v Beskydech a na Litoměřicku; v Jeseníkách a Krušných horách převládal hraboš mokřadní (viz tab. 2). Tyto výsledky odpovídají biotopovým preferencím jednotlivých druhů – v řadě výsadeb v Beskydech v podrostu převládá borůvka (*Vaccinium myrtillus*), která je optimálním prostředím pro norníka rudého (SUCHOMEL et al. 2014). V podrostu v Jeseníkách a Krušných horách často dominují traviny, což naopak preferují hraboši rodu *Microtus* (HEROLDOVÁ 1992; SUCHOMEL et al. 2012c). Ve 2. a 3. LVS na Litoměřicku a v 7. LVS v Krušných horách dosáhl více než 10% dominance i hraboš polní. To lze přičíst úzké vazbě tohoto druhu na otevřenou krajinu. Na Litoměřicku je v nižších polohách les typický na suťovištích, obklopen ornou půdou a sady; na vrcholcích Kruš-

Tab. 4. Srovnání statistické významnosti změn relativních abundancí drobných savců mezi LVS v jednotlivých oblastech (NS = nesignifikantní; * = signifikantní; podrobnosti a hodnoty v textu)
Comparison of statistical significance of changes in the relative abundance among small mammals between forest vegetation zones (FVZ) in different regions (NS = nonsignificant; * = significant; for details and exact values see the text)

	LVS/FVZ	Krušné hory			Jeseníky			Beskydy		
		5	6	7	5	6	7	5	6	7
Krušné hory	5	x	NS	NS	NS			NS		
	6		x	NS		NS			*	
	7			x			*			NS
Jeseníky	5				x	NS	NS	*		
	6					x	NS		*	
	7						x			NS
Beskydy	5							x	NS	*
	6								x	*
	7									x

ných hor jsou rozsáhlé travní porosty ať už na imisních holinách, nebo někdejších loukách; všechny tyto biotopy jsou pro hraboše ideální a může se z nich dobře šířit i do nově vzniklého bezlesí. Ostatní druhy drobných savců byly zjištěny jen jednotlivě (tab. 2).

Dle Shannonova indexu byla nejvyšší diverzita ve 2. a 4. LVS, jen nepatrně nižší v 7. LVS. Průběh Shannonova indexu byl ve všech třech horských oblastech paralelní (tj. minimum v 6. LVS, maximum v 7. LVS, viz tab. 3). V 6. LVS byl zjištěn i nejnižší počet druhů, absolutní minimum (3) v Jeseníkách. Pořadí LVS z hlediska ekvitability bylo v každé oblasti odlišné, po zprůměrování vyšla jako nejvyrovnanější společnost 6. LVS. Rozdíly mezi 5. a 7. LVS byly z tohoto hlediska minimální.

Podle dlouhodobého sledování v ČR s nadmořskou výškou klesala početnost populací všech námi zjištěných druhů drobných savců kromě hraboše mokřadního, který měl tendenci opačnou (KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ et al. 2016). V našem sledování celková rA dosáhla maximálních hodnot ve 2. LVS na Litoměřicku, jen nepatrně nižší byla v 7. LVS v Krušných horách. Naopak nejnižší rA byla zjištěna v Beskydech (celková i lokální v 6. LVS). Očekávané změny ve společenstvech drobných savců, tzn. klesající početnost a biomasa (PELIKÁN et al. 1974; TOWNSEND et al. 2003), byly potvrzeny na Litoměřicku a v součtu výsledků všech tří horských oblastí. Relativní abundance hrabošů a rejsek v Beskydech a Jeseníkách měla inverzní průběh (viz obr. 1 a 2). Hraboši měli v 7. LVS v Jeseníkách rA minimální, v Beskydech maximální. V 6. LVS to bylo naopak (Beskydy minimum, Jeseníky maximum), 5. LVS dosahoval v obou pohořích středních hodnot. Zatímco v Jeseníkách s nižším LVS rA rejsek stoupala (celkového maxima dosáhli v 5. LVS), v Beskydech tomu bylo naopak. Výrazné rozdíly mezi Jeseníky a Beskydami se vyskytují téměř pravidelně (SUCHOMEL et al. 2016), nicméně popisovaný výsledek z roku 2015 je netypický – vyšší biodiverzita i rA drobných savců je obvykle v Beskydech (ČEPELKA et al. 2012). Důvodem bude patrně odlišná fáze populačního cyklu drobných savců (JACOB, TKADLEC 2010). Pohoří jsou si geograficky blízka, i klimatické podmínky mají velmi podobné; zdrojem rozdílů je tak patrně geologické podloží a historie a charakter lesních porostů. Porosty i geologie Jeseníků je výrazně uniformnější (krystalinikum, výrazně vyšší podíl sekundárních smrkových monokultur); obojí se patrně promítá i do nižší biodiverzity drobných savců (SUCHOMEL et al. 2016).

Rejskovití dosahovali nejnižší dominance na Litoměřicku; oblasti s jejich nejnižší rA byly Krušné hory. Nízký podíl rejsek v nejnižších LVS koresponduje se zjištěním jejich nejnižší početnosti a dominance v nížinách (SUCHOMEL et al. 2012a), které patrně souvisí s jejich celkovým úbytkem v krajině v důsledku změn v hospodaření (ZEJDA, NESVADBOVÁ 1996).

Nejvyšší rA hrabošů rodu *Microtus* byly zjištěny v 7. LVS Krušných hor a v 6. LVS Jeseníků (tab. 3).

Zmíněné rozdíly jsou nicméně popsány na základě jednorázového srovnání, nelze je proto zevšeobecnit. Populace drobných zemních savců mají v čase různou dynamiku, často podléhají několikaletým cyklům (TKADLEC, ZEJDA 1998; JACOB, TKADLEC 2010). Navíc tyto cykly mohou v každé z oblastí procházet odlišnou fází (ČEPELKA et al. 2012; SUCHOMEL et al. 2014). Pro širší platnost výsledků by bylo třeba provést víceleté sledování.

ZÁVĚR

Biodiverzita společenstev drobných savců klesala s rostoucím LVS. V horských oblastech byl pak snižující se trend v pořadí Krušné hory – Beskydy – Jeseníky. Relativní abundance drobných savců průběžně klesala s rostoucím LVS s výjimkou nejvyššího 7. LVS, kde dosahovala hodnot srovnatelných s 3. LVS (obr. 6). Celková rA v oblastech klesala v pořadí Litoměřicko – Krušné hory – Jeseníky – Beskydy. V Beskydech dosahovali rejsci nejvyšší dominance, která stoupala s rostoucím

LVS. V Jeseníkách rA rejsek s rostoucím LVS klesala, naopak v Beskydech jejich rA s rostoucím LVS stoupala. Myšice měly nejnižší rA v 5. LVS, naopak nejvyšší rA, a tedy i největší podíl jimi zkonsumovaných semen, lze očekávat v 7. LVS v Krušných horách a Beskydech a napříč LVS na Litoměřicku. Nejvyšší rA hrabošů rodu *Microtus* byly v 7. LVS v Krušných horách, v 6. LVS v Jeseníkách a ve 2. LVS na Litoměřicku. Jelikož v obou horských oblastech ještě začátkem října probíhalo rozmnožování, lze právě je označit za nejrizikovější z hlediska vzniku škod hlodavci ohryzem ve výsadbách.

Poděkování:

Za vstřícnost, spolupráci a podporu děkujeme pracovníkům LS Jeseník, LS Litvínov, LS Litoměřice (vše LČR, s. p.) a LS Ostravice (Biskupské lesy). Za podnětné připomínky děkujeme oběma oponentům.

LITERATURA

- ANDĚRA M., GAISLER J. 2012. Savci České republiky: popis, rozšíření, ekologie, ochrana. Academia, Praha: 285 s.
- BOCK W.F., SALSKE A. 1998. A fuzzy knowledge-based model of population dynamics of the Yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) in a beech forest. *Ecological Modelling*, 108: 155–161. DOI: 10.1016/S0304-3800(98)00026-X
- BRYJA J., HEROLDOVÁ M., ZEJDA J. 2001. Společenstva drobných savců ve vrcholových partiích Beskyd. *Beskydy*, 14: 201–208.
- BUTET A., DELETTRE Y.R. 2011. Diet differentiation between European arvicoline and murine rodents. *Acta Theriologica*, 56: 297–304. DOI: 10.1007/s13364-011-0049-6
- ČEPELKA L., SUCHOMEL J., PURCHART L., HEROLDOVÁ M. 2012. Diversity of small mammals synusias of the open forest sites of the Beskydy and Jeseníky Mts. *Beskydy*, 5: 121–134. DOI:10.11118/beskyd201205020121
- HANSSON L., ZEJDA J. 1977. Plant damage by bank voles (*Clethrionomys glareolus* Schreber) and related species in Europe. *Bulletin, European and Mediterranean Plant Protection Organization*, 7: 223–242.
- HEROLDOVÁ M. 1992. The diet of *Microtus agrestis* in immision clearings in the Krušné hory Mts. *Folia Zoologica*, 41: 11–18.
- HEROLDOVÁ M., BRYJA J., JÁNOVÁ E., SUCHOMEL J., HOMOLKA M. 2012. Rodent damage to natural and replanted mountain forest regeneration. *The Scientific World Journal*, 2012: article ID 872536. DOI:10.1100/2012/872536
- HOMOLKA M., ZEJDA J., HEROLDOVÁ M., KAMLER J. 2012. Metodika pro zjišťování početnosti hlodavců v lesním prostředí. Brno, Ústav biologie obratlovců AV ČR: 28 s.
- HUITU O., KOIVULA M., KORPIMÄKI E., KLEMOLA T., NORRDAHL K. 2003. Winter food supply limits growth of Northern vole populations in the absence of predation. *Ecology*, 84: 2108–2118. DOI: 10.1890/02-0040
- JACOB J., TKADLEC E. 2010. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. In: Singleton, G.R. et al. (eds.): *Rodent outbreaks: ecology and impacts*. Metro Manila, IIRI: 207–223.
- KOLIBÁČ J. 1996. The diets of *Sorex araneus* and *Sorex minutus* in selected habitats in the Czech Republic. *Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales*, 80: 95–161.
- KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ J., HOMOLKA M., BARANČEKOVÁ M., HEROLDOVÁ M., BAŇAŘ P., KAMLER J., PURCHART L., SUCHOMEL J., ZEJDA J. 2016. Structure of small mammal communities on clearings in managed Central European forests. *Forest Ecology and Management*, 367: 41–51. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.02.024

- LEŠO P., LEŠOVÁ A., KROPIL R. 2014. Influence of forest fragmentation on the distribution of small terrestrial mammals in fir-beech commercial forest. *Journal of Forest Science*, 60: 324–329.
- MAGURRAN A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Malden, Blackwell: 256 s.
- OBRTL R., HOLISOVA V. 1974. Povaha potravy *Apodemus flavicollis* a *Clethrionomys glareolus* v lužním lese. *Lynx*, 16: 37–45.
- PEKÁR S., BRABEC M. 2016. Modern analysis of biological data. 1. Generalized linear models in R. Praha, Scientia: 245 s. ISBN: 978-80-210-8019-5
- PELIKÁN J., ZEJDA J., HOLISOVA V. 1974. Standing crop estimates of small mammals in Moravian forests. *Zoologické listy*, 23: 197–216.
- PLÍVA K. 1987. Typologický klasifikační systém ÚHÚL. ÚHÚL, Brandýs nad Labem: 52 s.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM. 2016. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing [online]. Vienna, the R Foundation for Statistical Computing [cit 2016-07-14]. Dostupné na/Available on: <https://www.r-project.org/>.
- SUCHOMEL J., PURCHART L., ČEPELKA L. 2012a. Structure and diversity of small-mammal communities of lowland forests in the rural central European landscape. *European Journal of Forest Research*, 131: 1933–1941. DOI:10.1007/s10342-012-0644-3
- SUCHOMEL J., ČEPELKA L., PURCHART L. 2012b. Small mammals at forest plantations in the Jeseníky Mts (Czech Republic). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, LX: 211–218.
- SUCHOMEL J., ČEPELKA L., PURCHART L. 2012c. Relationship between rodent density, environmental factors and tree damage caused by rodent species. *Journal of Forest Science*, 2012: 545–552.
- SUCHOMEL J., PURCHART L., ČEPELKA L., HEROLDOVÁ M. 2014. Structure and diversity of small mammal communities of mountain forests in Western Carpathians. *European Journal of Forest Research*, 133: 481–490. DOI:10.1007/s10342-013-0778-y
- SUCHOMEL J., PURCHART L., ČEPELKA L., HEROLDOVÁ M. 2016. Factors influencing vole bark damage intensity in managed mountain-forest plantations of Central Europe. *European Journal of Forest Research*, 135: 331–342. DOI:10.1007/s10342-016-0938-y
- TKADLEC E., ZEJDA J. 1998. Small rodent population fluctuations: The effects of age structure and seasonality. *Evolutionary Ecology*, 12: 191–210.
- TOWNSEND C.R., BEGON M., HARPER J.L. 2003. *Essentials of ecology*. Oxford, Blackwell: 510 s.
- VENABLES W.N., RIPLEY B.D. 2002. *Modern applied statistics with S*. Springer, New York: 495 s.
- ZEJDA J., NESVADBOVÁ J. 1996. Effect of land use change on reproduction in five rodent species. *Folia Zoologica*, 45: 115–126.
- ZEJDA J., ZAPLETAL M., PIKULA J., OBDRŽÁLKOVÁ D., HEROLDOVÁ M., HUBÁLEK Z. 2002. *Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi*. Praha, Agrospoj: 284 s.

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF SMALL MAMMALS IN FOREST PLANTATIONS IN AUTUMN 2015

SUMMARY

The study compares populations of small terrestrial mammals in forest tree plantations in different regions and under different conditions (forest vegetation zones – FVZ). Trapping to snap traps took place over 13 days in October 2015. Plots were deployed in the Beskydy Mts., Jeseníky Mts., Litoměřicko region, and Krušné hory Mts. (Czech Republic, see Tab. 1).

In total, 578 specimens of small mammals of 11 species were caught (Tab. 2). Three of the species (*Clethrionomys glareolus*, *Microtus agrestis*, *Sorex araneus*) were found at all plots, while *Apodemus flavicollis* was missing only in the 6th FVZ (beech-spruce) in the Jeseníky Mts. Biodiversity of small mammal communities according to Shannon index decreased with increasing FVZ. So the highest numbers of species, Shannon index and total relative abundances were found in the Litoměřicko region (Tab. 3). The richest and the most numerous small mammal community was found in the 2nd FVZ (oak-beech). Communities of the mountain ranges can be sorted from the point of view of biodiversity as follows: Krušné hory Mts. – Beskydy Mts. – Jeseníky Mts. (the last as the poorest). The relative abundance continuously decreased with increasing FVZ except for the highest 7th FVZ (spruce-beech) (Fig. 5). Abundance of small mammals in this FVZ reached values comparable to the 3rd FVZ (beech-oak; Tab. 3). Overall, relative abundance of regions declined in order Litoměřicko region – Krušné hory Mts. – Jeseníky Mts. – Beskydy Mts. Shrews were the most dominant (increasing with the increase in FVZ) in the Beskydy Mts. In the Jeseníky Mts., relative abundance of shrews declined with increasing FVZ (Fig 2). On the contrary, in the Beskydy Mts., their relative abundance increased with rising FVZ (Fig. 1). The highest relative abundance of vole genus *Microtus* was in the 7th FVZ in the Krušné hory Mts., in the 6th FVZ in the Jeseníky Mts., and in the 2nd FVZ in Litoměřicko region (Fig. 2, 3 and 4). Since reproduction still took place in early October in both mountain areas, the above mentioned areas can be characterized as the most risky in terms of gnawing damage by rodents.

Zasláno/Received: 18. 08. 2016

Přijato do tisku/Accepted: 07. 03. 2017