

VYTAUTAS TAMUTIS, JAROSŁAW SKŁODOWSKI

Wpływ wprowadzenia modrzewia na różnorodność i liczebność chrząszczy ściółkowych w borach mieszanych na terenie Litwy*

Effect of larch admixture on forest litter beetle (*Coleoptera*) communities diversity and number of carabid individuals in mixed coniferous habitats of Lithuania

ABSTRACT

Tamutis V., Skłodowski J. 2012. Wpływ wprowadzenia modrzewia na różnorodność i liczebność chrząszczy ściółkowych w borach mieszanych na terenie Litwy. Sylwan 156 (8): 581-592.

During winter time, beetle individuals were collected from soil samples taken from a Scots pine culture, an old-growth Scots pine forest, and a European larch culture and old-growth. The following research questions were put forward: (1) Does an admixture of larch in the forest stand contribute to increase in species diversity as well as the numbers of beetle individuals hibernating in the forest litter? (2) Does an admixture of larch in the forest stand result in an increased proportion of beetle species – potentially pests for the forest trees, in the carabid communities? We analyzed data with use PCA, Ward method. The first question should be answered positively. The second question should be answered negatively. The analyses of beetle fauna overwintering in the forest litter as carried out in this paper confirmed the purposefulness of larch introduction as an admixture in pine stands in Lithuania.

KEY WORDS

hibernating beetles, larch, litter, species diversity

ADDRESSES

Vytautas Tamutis ^(1, 2) – e-mail: dromius@yahoo.com
Jarosław Skłodowski ⁽³⁾ – e-mail: sklodowski@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Zakład Biologii i Ochrony Roślin; Litewski Uniwersytet Rolniczy; Studentu 11, Akademia, LT-53361, Litwa

⁽²⁾ Kowieńskie Muzeum Zoologiczne T. Ivanauskasa; Laisves al. 106, LT-44253 Kowno, Litwa

⁽³⁾ Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159; 02-767 Warszawa

Wstęp

Lasy na terytorium Litwy zajmują 21 598 km², czyli 33,1% powierzchni kraju [Lietuvos... 2010]. W 2010 roku wprowadzono nową klasyfikację lasów opartą na 4 grupach funkcjonalnych: I – ściśle rezerwaty przyrody (26 200 ha – 1,2%), II – drzewostany ochronne i wypoczynkowe (263 600 ha – 12,2%), III – drzewostany chronione (335 100 ha – 15,5%), IV – drzewostany produkcyjne (1 535 000 ha – 71,1%). Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) i świerk pospolity (*Picea abies*) są dwoma najczęściej rosnącymi gatunkami borów litewskich [Lietuvos... 2010]. Na terytorium Litwy introdukowano 83 obce gatunki drzew. Wiele z nich rośnie jako domieszka z gatunkami rodzimymi lub pojedynczo w parkach i arboretach, a tylko niektóre w monolitach [Navasaitis

* Badania były sfinansowane w ramach grantu Litewskiej Rady ds. Badań nr LEK-19/2000.

2004; Januškevičius i in. 2006]. Ze względu na wysoką jakość drewna oraz szybki wzrost szczególnym zainteresowaniem cieszy się modrzew. Na Litwie rozpoznano 9 podgatunków modrzewia, które są jednak trudne do odróżnienia, ponieważ wiele z nich to hybrydy lub formy przejściowe. Pierwszą uprawę modrzewia europejskiego, podgatunku polskiego (*Larix decidua* Mill. ssp. *polonica* Ostenf. & Syrach) założono w 1849 roku w lasach Degsnė (gmina rejonowa Preny – Prienu r.). Nieco później następną uprawę założono w lasach Vidzgiris (okręg Olicki – Alytaus r.). Obecnie prowadzi się badania nad możliwością uprawy modrzewia i nad wpływem tych upraw na ekosystemy.

Owady są istotnym dla zdrowotności upraw składnikiem ekosystemów. Od wielu lat w drzewostanach tworzonych przez rodzime gatunki badane jest zróżnicowanie gatunkowe i rozmieszczenie leśnych gatunków owadów [Pileckis 1958; Mastauskis, Pileckis 1959; Milišauskas 1976; Jakaitis, Valenta 1976; Monsevičius 1986, 1987, 1988; Žiogas, Gedminas 1994; Gedminas 2005; Žiogas, Vaičiškauskas 2007a,b; Dapkus, Tamutis 2008; Ivinskis i in. 2008]. Do tej pory nie prowadzono badań nad owadami w drzewostanach z wprowadzonym modrzewiem.

Chrzęszcze (*Coleoptera*) stanowią liczną grupę zwierząt, niezwykle zróżnicowaną, występującą w różnorodnych ekosystemach lądowych i wodnych. Z tego względu wykorzystywane są jako zooindykatory różnych procesów sukcesyjnych w ekosystemach [Buhac 1999; Rainio, Niemelä 2003; Guang Cai, Bi Qian 2009; Burghlelea i in. 2011], a zwłaszcza w ekosystemach leśnych [Monsevičius 1986; Gedminas, Žiogas 2001; Zdziach 2003; Smoleński i in. 2004; Skłodowski, Garbalińska 2007; Schwerk, Szyszko 2007].

Istnieje wiele ściółkowych gatunków chrząszczy, które uczestniczą w powrocie materii organicznej do producentów w leśnym łańcuchu detrytusowym. Niektóre z nich są drapieżnikami, inne bezpośrednio uczestniczą w procesach dekompozycji materii organicznej. Jeszcze inne wykorzystują ściółkę w trakcie rozwoju larwalnego, w okresie przepoczwarzania lub tylko podczas zimowej hibernacji. Poszczególne gatunki drzew w różnym stopniu oceniają glebę, towarzyszą im też różne gatunki roślin zielnych i mchów. W tych warunkach wykształca się odmienna struktura ściółki, co wpływa bezpośrednio na występowanie i zróżnicowanie gatunkowe chrząszczy [Hobbie i in. 2006; Wiczik i in. 2007]. Dlatego można zapytać o to, czy wprowadzenie modrzewia do drzewostanów litewskich może wpływać na bogactwo gatunkowe chrząszczy ściółkowych oraz jak silny jest wpływ modrzewia na zróżnicowanie gatunkowe chrząszczy. Ponieważ domieszka modrzewia zwiększa zróżnicowanie drzewostanu, można przypuszczać, że zróżnicowanie gatunkowe chrząszczy powinno być większe w takim drzewostanie. Zróżnicowanie gatunkowe lokalnie występujących chrząszczy w dużej mierze zależy od gatunków hibernujących w ściółce. Dlatego można zapytać, czy domieszka modrzewia w drzewostanie zwiększy liczbę hibernujących w ściółce chrząszczy?

Celem badań jest porównanie zróżnicowania gatunkowego hibernujących chrząszczy w ściółce drzewostanów z rodzimymi gatunkami drzew oraz drzewostanów z domieszką modrzewia (*Larix decidua* Mil). Postawiliśmy następujące pytania badawcze:

- (1) Czy domieszka modrzewia w drzewostanach przyczynia się do wzrostu zróżnicowania gatunkowego oraz liczebności chrząszczy hibernujących w ściółce?
- (2) Czy domieszka modrzewia w drzewostanach zwiększa udział wśród chrząszczy gatunków będących potencjalnymi leśnymi szkodnikami?

Teren badań

Badania przeprowadzono od października 2010 do kwietnia 2011 roku w czterech różnych drzewostanach położonych na terytorium Litwy położonych w lasach Braziuki (Braziuku) w okręgu

Kowieńskim (Kauno r.) i Degsnėw okręgu Preny (Prienu r.). W lasach Braziuki do badań wybrano: uprawę sosnową US (54°53'53.9"N, 23°29'42.7"E), starodrzew sosnowy SS (54°54'23.8"N, 23°28'33"E) i uprawę modrzewiową UM (54°53'26.5"N, 23°28'31.1"E). W lasach Degsnė badania prowadzono w starodrzewie modrzewiowym SM (54°34'08.1"N, 23°52'26.9"E) (tab. 1). Klasyfikację siedlisk przyjęto za Vaičys i Labanauskas [1968]: Na – umiarkowana wilgotność, bardzo ubogie siedlisko, Nb – umiarkowana wilgotność, ubogie siedlisko oraz Nc – umiarkowana wilgotność, żyzne siedlisko. Przyjęto zgodnie z skalą Braun-Blanqueta: + – pojedyncze występujące gatunki, 1 – pokrycie do 20% powierzchni, 2 – pokrycie powierzchni 20-25%, 3 – pokrycie 25-50%, 4 – pokrycie terenu 50-75% i 5 – pokrycie przekraczające 75%. Pozostałe parametry opisujące badane drzewostany podane są na stronie zawierających dane taksacyjne (<http://www.amvmt.lt/>).

Tabela 1.

Charakterystyka badanych powierzchni

Description of study plots

Charakterystyka drzewostanu	US	SS	UM	SM
1 piętro				
<i>Larix decidua</i> Mill.	–	–	5	5
<i>Picea abies</i> (L.)	1	–	+	–
<i>Pinus sylvestris</i> L.	5	4	1	–
2 piętro				
<i>Betula pendula</i> Roth.	–	1	1	–
<i>Picea abies</i> (L.)	1	1	1	–
<i>Pinus sylvestris</i> L.	2	1	+	–
<i>Quercus robur</i> L.	+	+	1	–
<i>Tilia cordata</i> Mill.	–	–	–	3
Warstwa krzewów				
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	+	1	+
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+	–	1	+
<i>Betula pendula</i> Roth.	–	+	+	–
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	–	+	–	–
<i>Picea abies</i> (L.)	–	+	+	+
<i>Acer platanoides</i> L.	+	–	–	+
<i>Quercus robur</i> L.	+	+	+	–
<i>Juniperus communis</i> L.	–	+	–	–
Klasyfikacja siedliska	Nb	Nb	Nb	Nc
Wiek drzewostanu	30	100	23	150
Zwarcie	1	0,5	1	0,9
Kompozycja ściółki [%]				
Liście	2	0	6	6
Igły	80	7	80	76
Gałązki	8	5	8	7
Szyszki	3	2	2	3
Mchy	0	83	0	0
Trawy	0	0	0	3
Martwa materia	7	3	4	5

US – uprawa sosnowa, SS – starodrzew sosnowy, UM – uprawa modrzewiowa, SM – starodrzew modrzewiowy

US – Scots pine culture, SS – Scots pine old-growth, UM – European larch culture, SM – European larch old-growth

Metodyka

Do pobierania prób ściółkowych wyznaczono powierzchnie badawcze o wielkości 100 m². Z każdego poletka badawczego pobierano po 5 prób ściółkowych o powierzchni 0,25 m². Zbioru dokonano w dniach 15.10.2010 (UM), 11.11.2010 (US), 05.04.2011 (SM) i 17.04.2011 (SS). Próby ściółkowe przenoszono w plastikowych workach, które przechowywano w temperaturze 1-5°C w lodówce. Chrząszcze wybierano z prób na białym talerzu przy pomocy ekshaustora i konserwowano w spirytusie etylowym. Chrząszcze oznaczano do gatunku pod stereomikroskopem Motic SMZ – 168 przy pomocy kluczy do oznaczania różnych rodzin chrząszczy.

Bezkęgowce po oznaczeniu do gatunku dzielono na potencjalne szkodniki i chrząszcze pożyteczne. Jako potencjalne szkodniki przyjęto te gatunki, które odżywiają się kosztem drzew (aparata asymilacyjny, liść, drewno), zaś za pożyteczne – gatunki drapieżne oraz spełniające inne role w ekosystemie (np. saprofagi). Wskaźnik różnorodności gatunków H' Shannona-Wienera, jak i równomierności gatunków Simpsona E wyliczono zgodnie z wzorami podanymi przez Weina [2003]. Dane testowano programem Statistica (StatSoft, Inc.). Ich zgodność z rozkładem normalnym sprawdzono testem Shapiro-Wilka. Dane odbiegające od rozkładu normalnego porównywano testem U Manna-Whitneya, zaś zgodne – za pomocą analizy wariancji, po której analizę *post hoc* przeprowadzono testem NIR. Ponadto w programie CANOCO 4.0 [ter Braak, Smilauer 1997] wykonano kanoniczną analizę PCA zgrupowań biegaczowatych po wcześniejszym sprawdzeniu długości gradientu, która będąc mniejszą niż 3 jednostki, wskazała przeprowadzenie analizy liniowej.

Wyniki

W uprawach sosnowych i modrzewiowych znaleziono mniej zimujących chrząszczy (odpowiednio 19 i 22) niż w starodrzewach sosnowych i starodrzewach modrzewiowych (odpowiednio 29 i 40). Uwagę przy porównaniu tych samych faz rozwojowych zwraca większa liczba gatunków chrząszczy znajdujących w drzewostanach modrzewiowych niż sosnowych ($F=3,9322$; $p=0,0281$). Podobne obserwacje poczyniono w stosunku do liczby znajdujących osobników. W starodrzewach modrzewiowych znaleziono większą średnią liczbę gatunków ($12,6 \pm 1,52$) niż w starodrzewach sosnowych ($9,2 \pm 3,4$; NIR $p=0,046$) oraz uprawach modrzewiowych ($8,4 \pm 1,82$) i sosnowych ($7,6 \pm 2,7$; NIR odpowiednio $p=0,017$ i $p=0,006$). Największą średnią liczbę znajdujących osobników stwierdzono w starodrzewach modrzewiowych ($31,0 \pm 7,9$) w stosunku do obserwacji liczebności w uprawach modrzewiowych ($17,2 \pm 5,7$; $Z=2,5067$; $p=0,012$) i sosnowych ($10,8 \pm 2,7$; $Z=2,5220$; $p=0,012$).

Wskaźnik różnorodności H' Shanona najwyższymi wartościami ($0,93 \pm 0,02$) opisywał faunę znajdującą w ściółce starodrzewów modrzewiowych, jednak nie udało się potwierdzić istotności różnicy w stosunku do niższych wielkości opisujących różnorodność gatunkową fauny pozostałych badanych upraw i drzewostanów (od 0,80 do 0,83). Również nie znaleziono różnic pomiędzy wielkościami wskaźnika równomierności E Simpsona. Wielkości te były bardzo zbliżone – od 0,37 w starodrzewach modrzewiowych do 0,40 w uprawach sosnowych. Stąd można wnioskować o podobnym liczbowym reprezentowaniu poszczególnych gatunków w wszystkich badanych wariantach drzewostanów.

Analiza udziału potencjalnych szkodników wśród chrząszczy znalezionych w próbach ściółkowych pobranych w badanych drzewostanach nie wykazała istotnych statystycznych różnic, prawdopodobnie ze względu na stosunkowo niewielki zakres uzyskanych wyników, od 1,2% $\pm 0,4$ w US i 2,0% $\pm 3,5$ w SS do 2,4% $\pm 1,94$ w SM. Różnice takie stwierdzono w przypadku

gatunków, które można określić jako pożyteczne. Największy ich udział (28,6% \pm 7,7) zanotowano w starodrzewach modrzewiowych, istotnie mniejszy w US: 9,8% \pm 2,4 ($Z=2,5144$; $p=0,012$), UM: 15,0% \pm 7,7 ($Z=2,5144$; $p=0,012$) oraz blisko progu istotności względem SS: 17,8% \pm 12,6 ($Z=1,6970$; $p=0,089$).

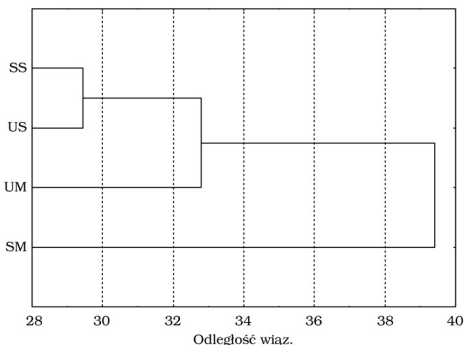
Numeryczna analiza podobieństwa gatunkowego zimującej fauny w ściółce badanych drzewostanów wskazała największe podobieństwo bezkręgowców znajdujących w uprawach i starodrzewach sosnowych. Dopiero w następnej kolejności do tej miniaglomeracji analiza przyłączyła faunę upraw modrzewiowych, zaś na końcu – starodrzewów modrzewiowych. Analiza wyraźnie wskazuje na większe znacznie czynnika podobieństwa składu gatunkowego drzewostanów niż ich wieku (ryc. 1).

Natomiast analiza PCA wyraźnie rozdzieliła faunę starodrzewów sosnowych i modrzewiowych, położoną w górnej połowie diagramu od fauny upraw ulokowanych w dolnej części diagramu (ryc. 2). Pierwsza oś diagramu tłumaczy 54,0% zmienności danych, natomiast druga 33,7%. Oś pionowa wyraża prawdopodobnie gradient wieku drzewostanu, na co wskazuje również przewaga leśnych gatunków w górnej części diagramu. Być może z gradientem wieku drzewostanu luźno powiązany jest gradient wilgotnościowy, co może sugerować położenie higrofilnych gatunków w górnej połowie diagramu: *Cyphon padi* (L.) i *Philonthus varians* (Payk.). Oś pozioma może być związana z składem gatunkowym drzewostanów – po lewej stronie diagramu drzewostany modrzewiowe, zaś po prawej sosnowe. Uwagę zwraca mniejsze rozproszenie strzałek identyfikujących gatunki chrząszczy w uprawach (US i UM) niż starodrzewów, które ulokowane są bliżej siebie (SS i SM).

W ściółce upraw sosnowych znajdowano chrząszcze o istotnie większej średniej długości 6,4 \pm 3,6 niż w pozostałych wariantach: starodrzewów sosnowych (3,6 \pm 2,5; $Z=5,263$; $p>0,001$), upraw modrzewiowych (3,5 \pm 1,7; $Z=4,649$; $p<0,001$) i starodrzewów modrzewiowych (2,9 \pm 1,9; $Z=6,440$; $p<0,001$).

Dyskusja

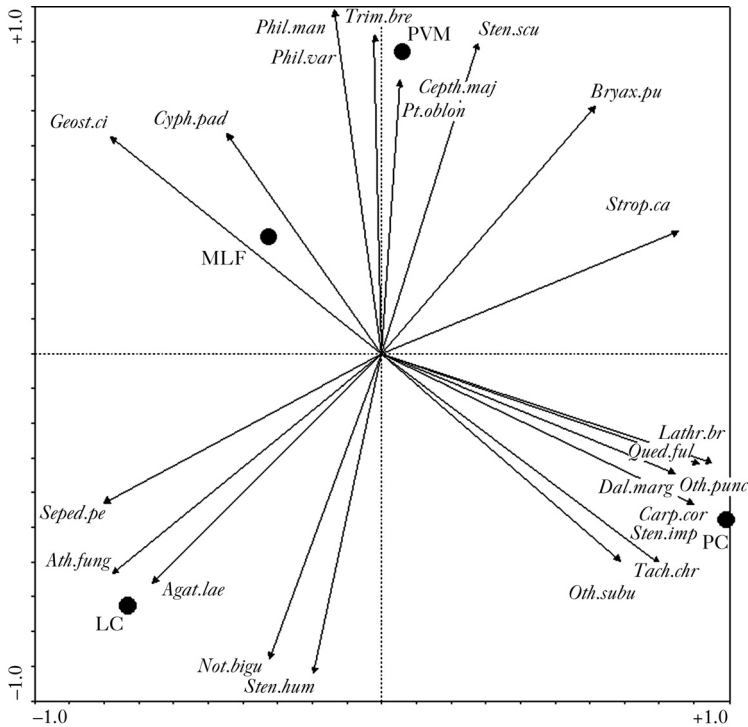
Wszelka działalność człowieka w ekosystemach leśnych prowadzi do uproszczenia struktury i mikrorozróżnicowania ekosystemu [Koivula, Niemelä 2002]. W przypadku drzewostanów iglastych uproszczenie struktury ekosystemu jest szczególnie silne. Zastąpienie drzewostanów liściastych iglastymi skutkuje zmniejszeniem liczby gatunków chrząszczy związanych z ściółką [Wieżik i in. 2007]. Przesiewając ściółkę drzewostanów dębowych i drzewostanów mieszanych, Więżik i in. [2007] udowodnili, że wprowadzanie drzew iglastych, zwłaszcza świerka, przyczynia się do zmniejszenia bogactwa gatunkowego oraz liczebności ściółkowych chrząszczy. Według Scheu i in. [2003] homogeniczną ściółkę w drzewostanach iglastych tworzą gęsto leżące



Ryc. 1.

Dendrogram podobieństw zimującej fauny w ściółce w badanych drzewostanach

Dendrogram of similarity of beetles hibernating in the forest litter of studied stands



Ryc. 2.

Analiza PCA zimującej w ściółce fauny bezkręgowców w badanych drzewostanach
 PCA analysis of in beetle hibernating in the forest litter in investigated stands

obok siebie igły, co redukuje liczbę schronień drapieżnych chrząszczy, a tym samym ich liczbę. Świerk jednak silniej niż modrzew zacienia dno lasu i zakwasza glebę. W ściółce starodrzewów modrzewiowych stwierdziliśmy większy udział gatunków „pożytecznych” niż sosnowych, co sugeruje większe mikrozdóżnicowanie ściółki modrzewiowej niż sosnowej.

O ile liczba gatunków chrząszczy w ściółce młodników sosnowych i modrzewiowych była podobna, o tyle w starodrzewach modrzewiowych stwierdziliśmy większą liczbę gatunków i osobników chrząszczy niż w starodrzewach sosnowych. Złożona jedynie z igieł, mało zróżnicowana ściółka w uprawach, w trakcie produkcyjnego cyklu drzewostanów ulega stopniowemu wzbogaceniu o drobne gałązki, szyszki i gałęzie [Berg, Laskowski 2006]. Wraz z wiekiem drzewostanu wzrasta też miąższość ściółki. Bogactwo gatunkowe chrząszczy na przykładzie rodziny *Carabidae* koreluje pozytywnie z grubością ściółki [Poole i in. 2003]. Grubsza warstwa ściółki zapewnia więcej mikrosiedlisk umożliwiających występowanie większej liczby gatunków biegaczowatych i innych organizmów: skoczogonków, ślimaków itp. [Koivula i in. 1999]. Sztuczne zwiększanie grubości ściółki na siedliskach ubogich prowadzi do wzrostu liczebności biegaczowatych [Koivula i in. 1999; Magura i in. 2002]. Z kolei obecność warstwy mszystej umożliwia występowanie leśnych gatunków stenotopowych, np. *C. hortensis* i *C. caraboides* [Heliölä i in. 2001]. W uprawach liczniejsze są gatunki generalistów środowiskowych i generalistów leśnych, a rzadsze są wyspecjalizowane gatunki ściółkowe. W starodrzewach trend ten się odwraca [Elek i in. 2001; Magura i in. 2003]. My również stwierdziliśmy największy udział fauny „pożytecznej”, rekrutującej się z leśnych specjalistów, w faunie ściółkowej starodrzewów modrzewiowych.

Tabela 2.

Wykaz chrząszczy znalezionych w ściółce badanych drzewostanów

Check-list of beetles found in litter of studied stands

Gatunki	US	SS	UM	SM
<i>Anthribus nebulosus</i> (Forst.)		1		
<i>Cyanapion spencii</i> (Kirb.)				2
<i>Omphalapion hookerorum</i> (Kirb.)				1
<i>Agonum gracile</i> (Sturm)				
<i>Amara brunnea</i> (Gyll.)				
<i>Amara similata</i> (Gyll.)				1
<i>Calathus micropterus</i> (Duft.)				
<i>Harpalus laevipes</i> (Zett.)				2
<i>Harpalus luteicornis</i> (Duft.)			1	
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze)				
<i>Notiophilus biguttatus</i> (F.)	1		4	
<i>Notiophilus palustris</i> (Duft.)	3		1	
<i>Oxypselaphus obscurus</i> (Hbst.)				2
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)		1		
<i>Phyllotreta undulata</i> (Kutsch.)			1	
<i>Plagiosterna aenea</i> (L.)			8	
<i>Calvia decemguttata</i> (L.)				1
<i>Calvia quinquedecimguttata</i> (L.)		1		
<i>Hipodamia notata</i> (Laich.)				
<i>Propylea punctata</i> (L.)				2
<i>Scymnus abietis</i> (Payk.)				9
<i>Atomaria morio</i> Kolen.		1		
<i>Atomaria nigripennis</i> (Kugel.)				
<i>Micrambe abietis</i> (Payk.)				
<i>Hypera rumicis</i> (L.)				1
<i>Otiorhynchus scaber</i> (L.)		1		
<i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)	5	9	2	5
<i>Dalopius marginatus</i> (L.)	1			1
<i>Cercyon tristis</i> (Ill.)				
<i>Enochrus affinis</i> (Thunb.)		1		
<i>Corticaria ferruginea</i> (Marsh.)				
<i>Corticaria gibbosa</i> (Hbst.)				2
<i>Corticarina lambiana</i> (Sharp)				
<i>Agathidium laevigatum</i> (Er.)			1	
<i>Amphicylis globus</i> (F.)			1	
<i>Catops nigrita</i> (Spenc.)				1
<i>Brassicogethes aeneus</i> (F.)				1
<i>Eपुरaea thoracica</i> (Tourn.)				
<i>Meligethes denticulatus</i> (Heer)				
<i>Acrotrichis sitkaensis</i> (Motsch.)	1		1	16
<i>Ptenidium pusillum</i> (Gyll.)				
<i>Cyphon padi</i> (L.)		3	1	10
<i>Cyphon pubescens</i> (F.)				4
<i>Aleochara bipustulata</i> (L.)				1
<i>Aleochara brevipennis</i> (Grav.)				
<i>Amischa nigrofusca</i> (Step.)				2

Tabela 2. cd.

Gatunki	US	SS	UM	SM
<i>Anotylus rugosus</i> (F.)				
<i>Atheta fungi</i> (Grav.)	1		25	16
<i>Atheta gagatina</i> (Baudi)		1		
<i>Atheta graminicola</i> (Grav.)				
<i>Atheta laevicauda</i> (Sahlb.)			1	
<i>Atheta negligens</i> (Muls.)				2
<i>Atheta nigra</i> (Kraatz)				
<i>Atheta orbata</i> (Er.)				
<i>Atheta sodalis</i> (Er.)				
<i>Biblopectus ambiguus</i> (Reich.)				
<i>Brahygluta sinuata</i> (Aubé)		1		
<i>Bryaxis puncticollis</i> (Denny)	1	2		3
<i>Carpelimus corticinus</i> (Grav.)	1			
<i>Cephennium majus</i> (Reit.)		11		
<i>Dacryla falax</i> (Kraatz)				
<i>Drusilla canaliculata</i> (F.)		3		
<i>Erichsonius cinarescens</i> (Grav.)				
<i>Gabrius brevicenter</i> (Sperk)		4		
<i>Gabrius vernalis</i> (Grav.)				1
<i>Geostiba circellaris</i> (Grav.)	3	26	18	38
<i>Ischnosoma splendidum</i> (Grav.)		3		
<i>Lathrobium brunnipes</i> (F.)	10	3		1
<i>Lathrobium longulum</i> (Grav.)				2
<i>Lathrobium pallidipenne</i> (Hoch.)				
<i>Mycetophorus clavicornis</i> (Step.)				
<i>Mycetophorus lepidus</i> (Grav.)				
<i>Myllaena intermedia</i> (Er.)				
<i>Myllaena minuta</i> (Grav.)			1	
<i>Mniusa incrassata</i> (Muls.)				
<i>Nehemitropia sordida</i> (Marsh.)				
<i>Necraphes elongatulus</i> (Müll.)				
<i>Ochtheophilum fracticorne</i> (Payk.)		1		
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze)	1			1
<i>Othius subuliformis</i> Step.	6	4	5	
<i>Oxypoda annularis</i> (Mann.)				9
<i>Oxypoda elongatula</i> (Aube)				
<i>Philonthus cognatus</i> (Step.)				1
<i>Philonthus mannerheimi</i> Fauvel		1		1
<i>Philonthus micanthoides</i> Benick				
<i>Philonthus punctus</i> (Grav.)				
<i>Philonthus umbratilis</i> (Grav.)				
<i>Philonthus varians</i> (Payk.)		1		
<i>Philonthus varius</i> (Gyll.)		1		1
<i>Philonthus laevicollis</i> (Lacord.)				1
<i>Pselaphus heisei</i> Hbst.		4		
<i>Quedius fuliginosus</i> (Grav.)	6	1		4
<i>Quedius limbatus</i> (Heer)				1
<i>Rugilus rufipes</i> Germ.	7			

Tabela 2. cd.

Gatunki	US	SS	UM	SM
<i>Scaphisoma agaricinum</i> (L.)				
<i>Sepedophilus marshami</i> (Step.)			2	
<i>Sepedophilus obtusus</i> (Luze)				
<i>Sepedophilus pedicularius</i> (Grav.)		1	3	1
<i>Stenichnus collaris</i> (Müll.)				1
<i>Stenichnus scutellaris</i> (Müll.)	1	6		3
<i>Stenus flavipalpis</i> (Thom.)			1	
<i>Stenus formicetorum</i> (Mann.)		2		
<i>Stenus humilis</i> (Erich.)	2		6	
<i>Stenus impressus</i> (Germ.)	1			
<i>Tachyporus chrysolinus</i> (L.)	3		1	
<i>Tachyporus hypnorum</i> (F.)				
<i>Trimium brevicorne</i> (Reich.)		5		2
<i>Xantholinus linearis</i> (Oliv.)			1	
<i>Xantholinus tricolor</i> (F.)				
<i>Trixagus dermestoides</i> (L.)				1
Liczba osobników	54	99	85	154
Liczba gatunków	19	29	22	40

Oznaczenia jak w tabeli 1
denotes as in Table 1

W drzewostanach modrzewiowych może występować więcej gatunków chrząszczy niż w drzewostanach liściastych, co sugeruje szczególną rolę modrzewia w kształtowaniu zgrupowań chrząszczy. Xiao-dong i in. [2006] badali zgrupowania chrząszczy w 5-, 15- i 45-letnich plantacjach modrzewiowych (*L. kaempferi* i *L. mastersian*) oraz w 100-letnim lesie liściastym. Wskaźniki różnorodności i równomierności rodzin chrząszczy okazały się wyższe w plantacjach modrzewiowych niż w lesie liściastym. W plantacjach modrzewiowych najniższe wartości wskaźnika uzyskano w najmłodszych uprawach. Największą łowność chrząszczy Xiao-dong i in. [2006] stwierdzili w młodych uprawach modrzewiowych. Według tych autorów na wskaźnik zróżnicowania oraz równomierności gatunków chrząszczy największy wpływ ma zwarcie koron, ich wysokość, pokrywa zielna oraz ściółka.

Większą liczebność chrząszczy w starodrzewach modrzewiowych można też tłumaczyć warunkami fizyko-chemicznymi. Guevara-Escobar i in. [2007] za Balazs [1982] oceniają intercepcję ściółki modrzewiowej na 18%, co jest większą wartością niż ściółki bukowej (7%), jodłowej (7%) i topolowej (2-5%). Bardziej wilgotna ściółka modrzewiowa niż sosnowa, zwłaszcza w starodrzewach, stwarza warunki do życia większej liczbie gatunków. Ale na liczbę gatunków chrząszczy może ponadto wpływać odczyn ściółki. Generalnie w kwaśniejszej ściółce, np. świerkowej, występuje mniej gatunków chrząszczy niż w ściółce mieszanej i liściastej [Parce i in. 2003]. Stąd w mniej kwaśnej ściółce modrzewiowej w porównaniu do sosnowej wystąpiło więcej gatunków chrząszczy. Większa liczba chrząszczy w ściółce starodrzewów modrzewiowych wpłynęła również na zmniejszenie podobieństwa gatunkowego w stosunku do innych wariantów, co doskonale wyraził prezentowany dendrogram (ryc. 1).

Podsumowanie

Na pytanie, czy domieszka modrzewia w drzewostanach przyczynia się do wzrostu zróżnicowania gatunkowego oraz liczebności chrząszczy hibernujących w ściółce, należy odpowiedzieć

twierdząco. Natomiast na pytanie dotyczące zwiększenia udziału chrząszczy roślinożernych (potencjalnych szkodników) w drzewostanach modrzewiowych należy odpowiedzieć negatywnie. Przedstawione obserwacje nad zimującą w ściółce fauną chrząszczy wydają się potwierdzać możliwość wprowadzania modrzewia do drzewostanów sosnowych na terenie Litwy.

Literatura

- Balazs A. 1982. Interceptions-verdunstung des Waldes im Winterhalbjahr als Bestimmungsgrobe des nutzbaren Wasserdargebots. Beitrage zur Hydrologie – Sonderheft 4: 79-102.
- Berg B., Laskowski R. 2006. Litter decomposition: a guide to carbon and nutrient turnover. Academic Press.
- ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 1997. CANOCO for Windows v. 4.02. Centre for Biometry Wageningen.
- Buhac J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture, Ecosystems & Environment 74 (1-3): 357-372.
- Burghlelea C. I., Zaharescu D. G., Hooda P. S., Palanca-Soler A. 2011. Predatory aquatic beetles, suitable trace elements bioindicators. Journal of Environmental Monitoring 13: 1308-1315.
- Dapkus D., Tamutis V. 2008. Assemblages of beetles (*Coleoptera*) in a peat bog and surrounding pine forest. Baltic Journal of Coleopterology 8 (1): 31-40.
- Elek Z., Magura T., Tóthmérész B. 2001. Impact of non-native Norway spruce plantation on abundance and species richness of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*). Web Ecol. 2: 32-37.
- Gedminas A. 2005. The beetles living in cutting residues. W: Skłodowski J., Huruk S., Barševskis A., Tarasiuk S. [red.]. Protection of *Coleoptera* in the Baltic Sea Region. Warsaw. 171-177.
- Gedminas A., Žiogas A. 2001. Pušinio verpiko (*Dendrolimus pini* L.) židinio įtaka paklotės entomofaunai. Lietuvos biologinė įvairovė (būklė, struktūra, apsauga), 20-21 September 2001, Vilnius, Lithuania. 28-29.
- Guang Cai G., Bi Qian F. 2009. Advances of research on carabid beetle as bioindicators. Chinese Bulletin of Entomology 46 (2): 216-222.
- Guevara-Escobar A., Gonzalez-Sosa E., Ramos-Salinas M., Hernandez-Delgado G. D. 2007. Experimental analysis of drainage and water storage of litter layers. Hydrol. Earth Syst. Sci. 11: 1703-1716.
- Heliölä J., Koivula M., Niemelä J. 2001. Distribution of carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) across a boreal forest-clearcut ecotone. Conservation Biology 15 (2): 370-377.
- Hobbie S. E., Reich P. B., Oleksyn J., Ogdahl M., Zytkowskiak R., Hale C., Karolewski P. 2006. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in common garden. Ecology 87 (9): 2288-2297.
- Ivinskis P., Rimšaitė J., Meržijevskis A. 2008. Purviniskiu telmologinio draustinio vabalu (*Insecta, Coleoptera*) pasiskirstymas ir dinamika įvairiose buveinėse. Lietuvos biologinė įvairovė: būklė, struktūra, apsauga 3: 71-78.
- Jakaitis B., Valenta V. 1976. Faunistic complexes of the invertebrates living under the bark of pine stumps in forests of Lithuania. Acta entomologica Lituonica 3: 11-26.
- Januskevicius L., Baroniene V., Liagiene D. 2006. Sumedėjusių augalų introdukcija ir aklimatizacija bei jų rezultatai ir perspektyvos Lietuvoje. Kaunas: Lututė.
- Koivula M., Niemelä J. 2002. Boreal carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in managed spruce forests – a summary of Finnish case studies. Silva Fennica 36: 423-436.
- Koivula M., Punttila P., Haila Y., Niemelä J. 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in the boreal forest. Ecography 22: 424-435.
- Lietuvos miškų ūkio statistika. 2010. Valstybinė miškotvarkos tarnyba. Kaunas, Lithuania.
- Magura T., Tóthmérész B., Elek Z. 2002. Distribution of carabids following leaf-litter manipulation in a Norway spruce plantation. W: Szyszko J. [red.]. How to protect or what we know about Carabid Beetles. Warsaw Agricultural University Press. 247-258.
- Magura T., Tóthmérész B., Elek Z. 2003. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. Biodiv. Conserv. 12: 73-85.
- Mastauskis S., Pileckis S. 1959. Kinivarpos (*Ipidae*), aptiktos Lietuvos TSR. LZUA mokslo darbai 5: 144-146.
- Milišauskas Z. 1976. Lietuvos TSR paprastosios eglės (*Picea abies* Karst.) kankorėžių entomofauna. Acta entomologica Lituonica 3: 37-47.
- Monsevičius V. 1986. Vlijanija osushitelnoj melioracii na faunu podstilochnyh stafilinid bolotnyh sosnovyh lesov. Lietuvos TSR MA darbai C 3 (95): 34-42.
- Monsevičius V. 1987. Sistematiceskij sostav i ekologo-zoogeograficheskaja charakteristika fauny stafilinid Litovskoj SSR. Lietuvos TSR MA darbai C 1 (97): 26-34.
- Monsevičius V. 1988. K izucheniju stafilinid (*Coleoptera, Staphylinidae*) zapovednikov Litovskoj SSR Acta entomologica Lituonica 9: 37-41.
- Navasaitis M. 2004. Dendrologija. Vilnius, Margi raštai, Lithuania.
- Parce J. L., Venier L. A., Mekce J., Pedla J., McKenney D. 2003. Influence of habitat and microhabitat on carabid (*Coleoptera: Carabidae*) assemblages in four stand types. The Canadian Entomologist 135: 337-357.

- Pileckis S. 1958. Blizgiai (*Buprestidae*) ir ūsuočiai (*Cerambycidae*), pastebėti Lietuvos TSR. LZUA mokslo darbai 4: 175-188.
- Poole A., Gormally M., Sheehy Skefington M. 2003. The flora and carabid beetle fauna of a mature and regenerating semi-natural oak woodland in south-east Ireland. *Forest Ecology and Management* 177: 207-220.
- Rainio J., Niemelä J. 2003. Ground beetles as (*Coleoptera: Carabidae*) bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487-506.
- Scheu S., Albers D., Alpei J., Bury R., Klages U., Migge S., Platner C., Salamon J.-A. 2003. The soil fauna community in pure and mixed stands of beech and spruce of different age: trophic structure and structuring forces. *Oikos* 101: 225-238.
- Schwerk A., Szyszko J. 2007. Successional patterns of carabid fauna (*Coleoptera: Carabidae*) in planted and natural regenerated pine forests growing on old arable land. *Baltic Journal of Coleopterology* 7 (1): 9-16.
- Skłodowski J., Garbalińska P. 2007. Ground beetles assemblages (*Coleoptera: Carabidae*) in the third year of regeneration after a hurricane in the Puszcza Piska pine forests. *Baltic Journal of Coleopterology* 7 (1): 17-36.
- Smoleński M., Szujeci A., Kwiatkowski W. 2004. The successional model of forest landscapes valorisation. *Baltic Journal of Coleopterology* 4 (2): 89-116.
- Vaičys M., Labanauskas B. 1968. Dirvožemio tipologinės grupės. W: Miškininko taksasinis žinynas. Vilnius. 182-211.
- Weiner J. 2003. Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN Warszawa.
- Wiezik M., Svitok M., Dovčiak M. 2007. Conifer introductions decrease richness and alter composition of litter-dwelling beetles (*Coleoptera*) in Carpathian oak forests. *Forest Ecology and Management* 247: 61-71.
- Xiao-dong Y., Tian-hong L., Jian Y., Hong-zhang Z. 2006. Diversity of Ground-Dwelling Beetles (*Coleoptera*) in Larch Plantation with Different Stages of Reforestation in Wolong Natural Reserve, Southwestern China. *Zoological Research* 27: 1-11.
- Zdziach P. 2003. Effect of fire of various intensities on assemblages of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) inhabiting pine-stands at different ages. *Baltic Journal of Coleopterology*, 3(2): 101-106.
- Žiogas A., Gedminas A. 1994. Lietuvos brukninių pusynų entomofauna. *Acta entomologica Lituanica* 12: 49-63.
- Žiogas A., Vaičiškauskas S. 2007. Ground beetles (*Coleoptera, Carabidae*) biocenology in the forests of Aukštasis tyras Mire rezervė. *Ekologija* 53 (1): 37-43.
- Žiogas A., Vaičiškauskas S. 2007. Species composition and distribution of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*), in the forests of the Kamanos State Strict Reserve (Lithuania). *Baltic Journal of Coleopterology* 7 (1): 73-82.

SUMMARY

Effect of larch admixture on forest litter beetle (*Coleoptera*) communities diversity and number of carabid individuals in mixed coniferous habitats of Lithuania

During winter time, beetle individuals were collected from soil samples taken from a Scots pine culture (US), an old-growth Scots pine forest (SS), a European larch culture (UM) and old-growth European larch (SM). The following research questions were put forward:

- (1) Does an admixture of larch in the forest stand contribute to increase in species diversity as well as the numbers of beetle individuals hibernating in the forest litter?
- (2) Does an admixture of larch in the forest stand result in an increased proportion of beetle species - potentially harmful (pests) for the forest trees, in the carabid communities?

The highest number of species was found in the old-growth larch stands (12.6 on the average) and the old-growth pine stands (9.2). The least numbers were found in larch plantations (7.6) and pine plantations (7.6). The highest mean number of beetle specimens was found in the old-growth larch stand: 31.0, significantly higher as compared with respective numbers for larch plantations (17.2) and pine plantations (10.8). The Shannon H' diversity index peaked in case of the old-growth larch litter beetles: 0.93 ± 0.02 . In the remaining stands, it varied from 0.80 to 0.83. The Simpson E homogeneity index varied from 0.37 in the larch old-growth stands to 0.40 in pine cultures. The analysis of the share of potential pest beetles among all beetles found

in the forest litter showed no significant differences between the litter samples collected from beneath the studied stands; their share varied from 1.2% in US through 2.0% in SS, and up to 2.4% in SM. Concerning predatory species, their highest portion was observed in the old-growth larch stands: 28.6%; in the other stands, the respective number was significantly lower: 9.8% in pine cultures, 15.0% in larch cultures, and 17.8% in the old-growth pine stands. The Ward numeric analysis of species similarity of beetle communities overwintering in the forest litter proved the highest similarity of beetles in Scots pine cultures and the old-growth Scots pine stand (SS and US – fig. 1).

The PCA analysis (fig. 2) has clearly discriminated between the fauna of old-growth stands, both pine and larch (SS i SM), on one hand (they were located in the upper half of the diagram) and the fauna of forest cultures (US and MS), on the other (the latter were located in the bottom part of the diagram). The first (principal) axis explains 54.0% of data variability, while the second axis is responsible for 33.7%. The vertical axis expresses probably the age gradient of the forest stands; this interpretation is the more likely that in the upper part of the diagram forest species predominate. The actually higher number of both beetle species and individuals spending the winter in the old-growth larch stand litter as compared with the pine stand may be explained in terms of litter properties: the larch litter as compared with the pine litter is less acidic; as a result of smaller needles it contains more humidity creating thus more diversified niches (biotopes?).

Concluding, the first question asked at the beginning: 'Does an admixture of larch in the forest stand contribute to an increase in species diversity as well as the numbers of beetle individuals hibernating in the forest litter?' should be answered positively. The second question however: 'Does an admixture of larch in the forest stands result in an increased proportion of herbivorous beetle species – potential pests for the forest trees, in the beetle communities?' should be answered negatively. The analyses of beetle fauna overwintering in the forest litter as carried out in this paper confirmed the purposefulness of larch introduction as an admixture in pine stands in Lithuania.