

JAROSŁAW SKŁODOWSKI

Zagrożenie mezofauny powodowane turystycznym zaśmiecaniem lasów

Danger to invertebrate mezofauna caused by the tourism related forest littering

ABSTRACT

Skłodowski J. 2011. Zagrożenie mezofauny powodowane turystycznym zaśmiecaniem lasów. Sylwan 155 (4): 261-268.

The experiment analysed magnitude and structure of invertebrate fauna caught in different empty bottles and cans left by tourists in the four different forest ecosystems. Empty boxes that previously had contained several types of beverage (mineral water, apple juice, bread derived dark brown beverage, coke and beer) were installed. Each bottle was repeated three times. They were subsequently examined on three occasions for invertebrates every two weeks. A total of 1069 specimens belonging to 27 species or taxa were captured. The highest catchability was recorded in fresh mixed coniferous forest. The presence of saprophagous and predatory species in the emptied beverage boxes suggests the establishment of detritus trophic chains. The species composition similarity of invertebrates captured in the empty bottles depended on the site fertility and, only to a minor degree, on the type of beverage. The PCA showed that another factor influential in the species composition of captured fauna was the degree of transparency of the box. The dominant species was *A. stercorosus*; this beetle was most frequently captured in the mixed coniferous forest type. The experiment showed very high danger for the forest invertebrate fauna from the side of empty bottles left by tourists.

KEY WORDS

invertebrates, littering, tourism

ADDRESSES

Jarosław Skłodowski – e-mail: sklodowski@wl.sggw.pl

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Według Paschalisa-Jakubowicza [2009] turystyka jest postrzegana jako trzeci ważny czynnik po rozwoju infrastruktury i zmianach klimatycznych, mający obecnie, jak i w przyszłości, decydujący wpływ na leśnictwo. Również w Polsce turystyka i rekreacja coraz silniej oddziałują na ekosystem leśny. Turystyka wywiera wpływ na żywe i abiotyczne komponenty ekosystemu. Dokładny przegląd oddziaływania turystyki i rekreacji na ekosystem przedstawił Skłodowski [2011]. Jedną z form negatywnego oddziaływania turystyki na drzewostany jest ich zaśmiecanie. W 2008 roku LKP „Lasy Mazurskie” na uprzątnięcie z lasów 6 117 m³ śmieci wydał 215 500 zł, zaś cała Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Olsztynie w tym samym roku wywiozła z lasów 6 860 m³ śmieci, co kosztowało 877 100 zł [Tracz, Pampuch 2009]. Część z tych śmieci stanowiły typowe opakowania po napojach: plastikowe i szklane butelki, aluminiowe puszki itp. Okazuje się, że tego rodzaju śmieci nie tylko obniżają wartość estetyczną krajobrazu leśnego, ale stanowią również pułapkę, do której wchodzi i nie mogąc się wydostać giną bezkręgowce, a czasem i małe kręgowce [Skłodowski 2004; Skłodowski, Podściański 2004]. O skuteczności

łowienia się mezofauny w plastikowych butelkach i aluminiowych puszkach po napojach można przekonać się zaglądając do tych porzuconych przez turystów w lesie. Skuteczność odłowu bezkręgowców do porzuconych przez turystów butelek można zbadać eksperymentalnie wykładając puste butelki po różnych napojach, najczęściej wypijanych przez turystów. Zaletą eksperymentalnego wyłożenia pustych opakowań jest możliwość prowadzenia obserwacji w tym samym czasie oraz doboru różnych warunków eksperymentu (np. siedlisk leśnych).

Celem prezentowanych badań była odpowiedź na pytania o to, czy łowność mezofauny zależy bardziej od siedliska, czy rodzaju napoju i opakowania oraz które gatunki leśnej fauny są najbardziej zagrożone zaśmiecaniem lasu przez turystów.

Miejsce badań

Badania przeprowadzono na terenie leśnictwa Kołodno w Nadleśnictwie Żednia (Puszcza Knyszyńska) w czterech różnych typach siedliskowych lasu. Pierwsza powierzchnia badawcza ulokowana była w oddziale 132f, gdzie na siedlisku Bśw rosły 56-letnia sosna zwyczajna (80%), 56-letnia brzoza brodawkowata (10%) i 36-letni świerk (10%). Drugą powierzchnię założono w oddziale 132d, na siedlisku BMśw w drzewostanie dwupiętrowym. W pierwszym piętrze rosła 68-letnia sosna zwyczajna (80%) i 68-letnia brzoza brodawkowata (20%), a w drugim – świerk pospolity. Trzecia powierzchnia znajdowała się w oddziale 132c. Na siedlisku LMśw, w drzewostanie o zadrzewieniu 0,8 rosły 101-letni świerk pospolity (40%), 101-letnia sosna zwyczajna (20%), 74-letni świerk pospolity (20%), 74-letnia brzoza brodawkowata (10%) i 50-letni świerk pospolity (10%). Czwarta powierzchnia założona została na siedlisku Lśw w oddziale 120a. W skład drzewostanu o zadrzewieniu 0,5 wchodziły 99-letni świerk pospolity (50%) oraz 74-letnie brzoza brodawkowata (20%), świerk pospolity (20%) i sosna zwyczajna (10%).

Metodyka

Prace i obserwacje terenowe przeprowadzono między 2 lipca a 13 sierpnia 2004 roku. Na każdej powierzchni badawczej włożono po 9 opakowań, zawierających resztki po:

- soku jabłkowym – butelki szklane 0,2 l,
- wodzie mineralnej – butelki PET 1,5 l,
- kwasie chlebowym – butelki PET 1,5 l,
- napoju typu cola – butelki PET 2,0 l,
- piwie jasnym 6,2% – puszki aluminiowe 0,5 l.

Wyłożone butelki i puszki zbierano co 2 tygodnie po 3 sztuki z każdego rodzaju 16 i 30 lipca oraz 13 sierpnia. Złowione bezkręgowce oznaczono do gatunku lub taksonu. Ponieważ test Shapiro-Wilka wskazał na rozkłady odbiegające od normalnego, dlatego do porównań wykorzystano test U Manna-Whitney'a. Analizę podobieństwa przeprowadzono wykorzystując analizę dendrogramów metodą Warda. Ponadto zróżnicowanie występowania fauny w opakowaniach po różnych napojach badano analizą składowych głównych (PCA, Principal Components Analysis), której wybór sugerowała wyliczona długość gradientu (2,4) za pomocą analizy DCA (Lepš, Šmilauer 2003). Obliczenia wykonano w pakiecie STATISTICA (StatSoft, Inc.).

Wyniki

W trakcie całego doświadczenia zловиło się 1609 osobników zidentyfikowanych do 27 gatunków lub taksonów (tab.). Największą łowność fauny stwierdzono na siedlisku BMśw (20,4 ±5,7). Różniła się ona istotnie od najniższych analogicznych wielkości obserwowanych w Bśw (3,6 ±1,9)

Tabela

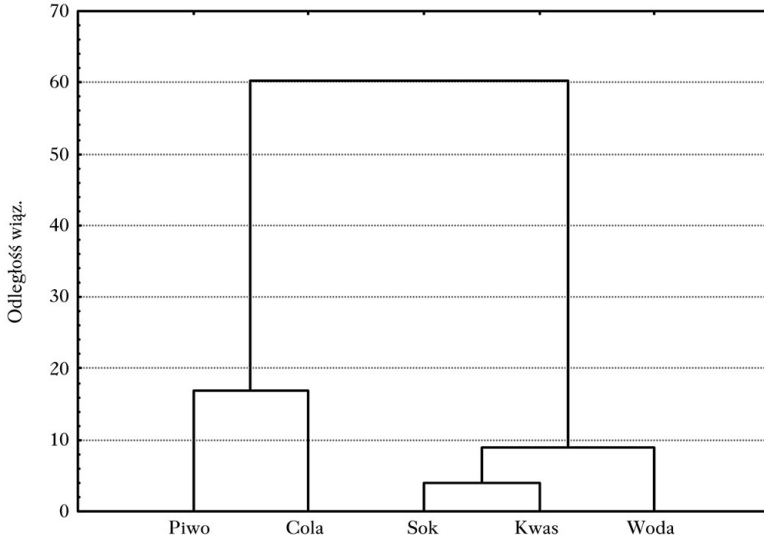
Gatunki i taksony, których obecność zanotowano w butelkach i puszkach po różnych typach napojów
Species and taxa representatives present in different beverages empty bottles and cans left in the forest environment

Gatunek	Woda	Kwas	Cola	Sok	Piwo	Razem
<i>Araneae</i> sp.	0	2	0	0	0	2
<i>Carabus cancellatus</i>	0	1	2	0	0	3
<i>Carabus hortensis</i>	1	2	7	4	0	14
<i>Carabus violaceus</i>	4	1	3	5	2	15
<i>Cephalodius</i> sp.	20	0	0	0	0	20
<i>Coleoptera</i> sp.	0	0	7	0	0	7
<i>Coleoptera</i> sp. larwa	1	4	0	9	1	15
<i>Diptera</i> sp. larwa	0	10	17	7	5	39
<i>Diptera</i> sp.	4	20	51	11	11	97
<i>Formica</i> sp.	0	16	27	4	5	52
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	279	350	217	255	23	1124
<i>Anoplotrupes vernalis</i>	41	42	23	33	0	139
<i>Helix pomatia</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Heteroptera</i> sp.	1	0	9	2	0	12
<i>Hister unicolor</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Ixodes ricinus</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Leptura rubra</i>	0	3	1	0	0	4
<i>Lithobius forficatus</i>	0	0	2	0	0	2
<i>Mecoptera</i> sp.	0	0	3	0	0	3
<i>Myriapoda</i> sp.	2	3	1	2	0	8
<i>Necrophorus investigata</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Necrophorus vespillo</i>	1	0	1	0	0	2
<i>Opiliones</i> sp.	0	0	9	1	0	10
<i>Pterostichus niger</i>	6	4	6	2	2	20
<i>Silpha obscura</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Silpha theravica</i>	7	6	1	0	0	14
<i>Staphylinoidae</i> sp.	2	0	0	0	0	2
Razem	370	465	390	335	49	1609

i LMśw ($3,5 \pm 1,9$). Również średnia łowność bezkręgowców w opakowaniach wyłożonych w Lśw ($8,3 \pm 2,3$) istotnie różniła się od najniższej łowności, którą stwierdzono w opakowaniach eksponowanych w siedliskach Bśw i LMśw ($Z=61,5$ i $54,5$; $p=0,036$ i $0,017$). Nie stwierdzono istotności różnic pomiędzy średnią łownością mezofauny w różnych typach opakowań i to pomimo znacznej rozpiętości pomiędzy skrajnymi wynikami. W opakowaniach po wodzie czy po soku wynosiła ona odpowiednio $95,6 \pm 3,1$ i $95,2 \pm 2,6$, a w butelkach po napojach typu cola zaledwie $70,1 \pm 8,9$. Ponieważ nie wszystkie opakowania były skolonizowane przez faunę, obliczono średnią liczbę zajętych opakowań w trakcie pojedynczego przeglądu. Największą wartość stwierdzono w przypadku butelek po napojach typu cola ($2,0 \pm 0,1$), zaś najmniejszą – w butelkach po kwasie chlebowym ($1,1 \pm 0,8$; $Z=2,1939$; $p=0,022$) oraz po wodzie mineralnej ($0,8 \pm 0,8$; $Z=2,7713$; $p=0,006$). Dodatkowa analiza korelacji pomiędzy średnią liczbą zasiedlonych opakowań po różnych napojach a łownością fauny nie wskazała istotnej zależności.

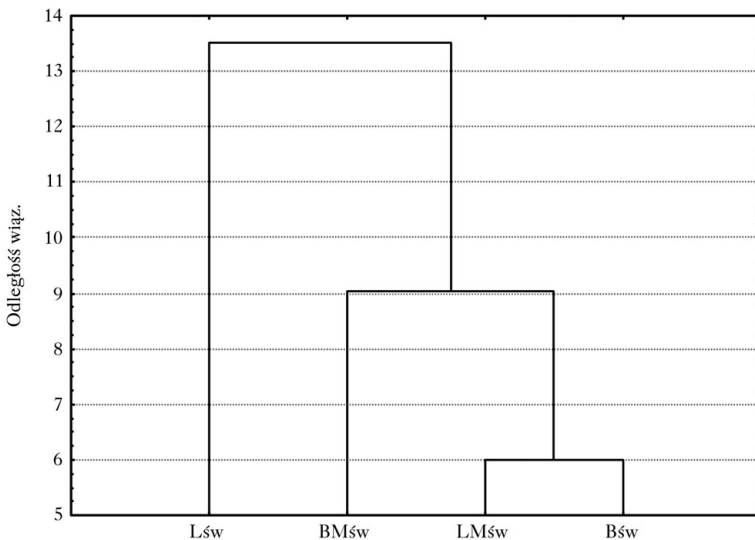
Wśród złowionych bezkręgowców dominował żuk leśny *A. stercorosus* (69,9%), zaś subdominantami były żuk wiosenny *A. vernalis* (8,6%), imago muchówek (6,0%) oraz mrówki (3%). Kompletna lista gatunków i taksonów wskazuje na przewagę saprofagów (tab.). Przeprowa-

dzono analizę podobieństwa gatunkowego, zakładając, że skład gatunkowy fauny łowiącej się w butelkach po napojach z dużą ilością cukru (sok, kwas chlebowy, cola) powinien różnić się od fauny obserwowanej w butelkach po wodzie mineralnej czy puszkach po piwie. Nie potwierdzono w pełni tego przypuszczenia (ryc. 1). Natomiast analiza podobieństwa łwionej fauny w poszczególnych siedliskach ujawniła logiczny porządek według gradientu żyzności, do którego nie pasowało jedynie umiejscowienie LMśw (ryc. 2). Zróżnicowanie łośności bezkręgow-



Ryc. 1.

Podobieństwo składu taksonomicznego fauny łowiącej się do pustych opakowań po różnych napojach
Similarity of taxonomic composition of the fauna captured in different beverages empty boxes

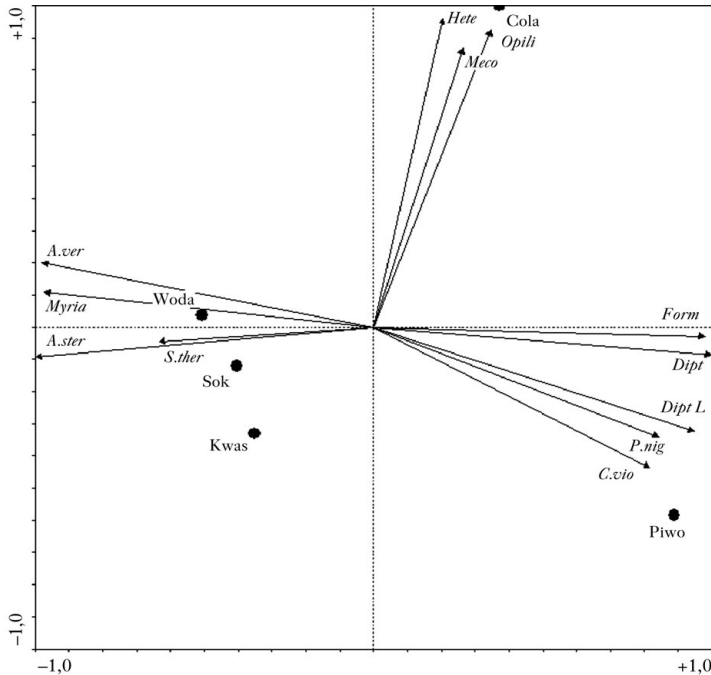


Ryc. 2.

Podobieństwo składu taksonomicznego fauny łowiącej się do pustych opakowań w różnych siedliskach
Similarity of taxonomic composition of the fauna captured in empty boxes in different habitats

ców w opakowaniach po różnych napojach wskazała PCA, która wyraźnie oddzieliła złowienia w puszkach po piwie i w butelkach po coli od grupy punktów utworzonych przez zgrupowania bezkręgowców stwierdzonych w opakowaniach po wodzie, soku jabłkowym i po kwasie chlebowym (ryc. 3). Z umiejscowieniem puszek po piwie na diagramie koreluje występowanie biegaczowatych *C. violaceus* i *P. niger* (*C.vio* i *P.nig*) mrówek (*Form*) i muchówek imago oraz larw (*Dipt*). Z kolei z butelkami po coli koreluje występowanie *Opilione* (*Opili*), *Heteroptera* (*Hete*) i *Mecoptera* (*Meco*). Z chmurą 3 punktów reprezentującą butelki po wodzie, soku i kwasie chlebowym koreluje występowanie obu dużych gatunków żuków: leśnego *A. stercorosus* (*A.ster*) i wiosennego *A. vernalis* (*A.ver*) oraz wijów *Myriapoda* (*Myria*).

Stwierdzono tendencję redukcji udziału saprofagów w złowionej faunie wraz z żyznością siedliska. Łowność na Lśw istotnie różniła się od Bśw ($Z=2,0946$; $p=0,036$) i BMśw ($Z=1,867$; $p=0,060$). Największy udział saprofagów zanotowano w butelkach po wodzie ($95,6 \pm 3,1$) oraz po soku ($95,2 \pm 2,6$), zaś najmniejszy w butelkach po coli ($70,8 \pm 8,9$) – różnice istotne statystycznie ($Z=2,0785$ i $2,1362$; $p=0,031$ i $0,033$). Wśród saprofagów eudominantem okazał się żuk leśny, uzyskujący największą łowność na siedlisku BMśw ($128,0 \pm 35,8$), zaś najmniejszą na LMśw ($23,6 \pm 11,2$). Różnica między łownością bezkręgowców w tych typach siedliskowych lasu okazała się istotna statystycznie ($Z=2,0889$; $p=0,037$). Natomiast różnice pomiędzy łownością żuka leśnego na BMśw i w pozostałych wariantach okazały się bliskie wymaganemu poziomowi istotności ($Z=1,6711$; $p=0,095$). Największą łowność żuk leśny osiągnął w butelkach po kwasie chlebowym ($89,0 \pm 27,3$), zaś najmniejszą w puszkach po piwie ($5,75 \pm 1,6$; $Z=2,1650$; $p=0,031$). Pozostałe różnice pomiędzy wariantami okazały się nieistotne.



Ryc. 3.

Analiza PCA występowania fauny w pustych butelkach i puszkach po różnych napojach
PCA of the occurrence of fauna found in different beverages empty bottles and cans left in the forest environment

Dyskusja

Otrzymane wyniki sugerują największe zagrożenie fauny bezkręgowej wyrzucaniem przez turystów butelek i puszek w drzewostanach na siedlisku BMśw. Numeryczna analiza dendrogramów Warda wskazała na tendencje zróżnicowania podobieństwa fauny łowiącej się do pustych opakowań w gradiencie żyzności siedlisk, co sugeruje zależność składu fauny ginącej w pustych opakowaniach od jakości siedliska. Skłodowski i Podściański [2004] prowadzący podobne badania nie wykazali zależności między siedliskiem a składem fauny bezkręgowej.

Mimo że nie potwierdzono zależności ogólnej łowności bezkręgowców od typu opakowania napoju, udało się wskazać, że najczęściej odnajdowane i zasiedlane były butelki po napojach typu cola, zaś najrzadziej po kwasie chlebowym i wodzie mineralnej. Skłodowski i Podściański [2004] wykazali kilka razy większą łowność w butelkach po napojach typu cola niż w pozostałych testowanych pustych butelkach i puszkach. Napoje typu cola zawierają kofeinę i dużą ilość cukru, co być może jest szczególnie silnie oddziaływującym atraktantem. Czułość analizy numerycznej dendrogramów Warda okazała się zbyt niska, aby zróżnicować łwioną faunę w opakowaniach po napojach z dużą i niską zawartością cukru, o czym świadczy zebranie w jednej aglomeracji fauny puszek po piwie (mniejsza zawartość cukru) i butelek po napoju typu cola (duża zawartość cukru). Znacznie bardziej czuła okazała się PCA, która podobnie do metody Warda w jednej chmurze punktów (aglomeracji) zawarła faunę butelek po wodzie, kwasie chlebowym i soku (napoje bez cukru i z cukrem), jednak wyraźnie rozdzieliła zgrupowania łwione w puszkach po piwie od tych zanotowanych w butelkach po coli. Wydaje się, że kolejnym czynnikiem wpływającym na zróżnicowanie łowiącej się fauny jest stopień zaciemnienia opakowań. Puszki po piwie zapewniają dobre warunki zaciemnienia, co może stymulować wchodzenie do nich aktywnych nocą gatunków biegaczowatych, takich jak *C. violaceus* i *P. niger*.

Według Skłodowskiego i Podściańskiego [2004] w pustych butelkach i puszkach powstają miniekosystemy oparte na łańcuchu detrytusowym, na co wskazywałaby obecność wszystkich stadiów rozwojowych muchówek, pełniących rolę saprofagów (wśród wszystkich stwierdzonych 1005 bezkręgowców, muchówki reprezentowane były przez 255 imago, 227 larw i 40 poczwerek). Natomiast żuk leśny, w badaniach Skłodowskiego i Podściańskiego [2004], występował nielicznie – złowilo się zaledwie 13 osobników! Z kolei w badaniach prezentowanych w niniejszej pracy muchówki występowały nielicznie, natomiast żuk leśny – licznie. Nie wiadomo jednak czy tego rodzaju „zastępstwo” wynika z oddziaływań konkurencyjnych, czy może drapieżnych. Wyjaśnienie tego fenomenu wymaga dodatkowych badań.

Żuk leśny jest przedstawicielem saprofagów. Generalnie udział tego rodzaju zwierząt w faunie bezkręgowców łowiącej się do pustych opakowań wyższy był na siedliskach uboższych (Bśw i BMśw vs. Lśw). Saprofagi osiągały wyższy udział w faunie łowiącej się w butelkach po wodzie i soku, a niższy – po coli. Żuk leśny cechował się wyższą łownością w butelkach po kwasie chlebowym niż w puszkach po piwie. Możliwe, że reagował na resztki kwasu chlebowego, o dość specyficznym smaku i zapachu. Stebnicka [1976] do diety żuka leśnego obok odchodów zalicza grzyby i butwinę leśną. Z kolei według Plewińskiej [2007], żuk leśny mając do dyspozycji 4 różne przynęty w pułapkach, najchętniej wybierał te z mysimi odchodami, następnie z serem gouda, a dopiero w następnej kolejności odchody krów i koni. Preferowany zapach żółtego sera może przypominać fermentujący kwas chlebowy. Jednak niska łowność żuka leśnego w puszkach po piwie może być wymuszona mniejszym rozmiarem otworu wlotowego w puszkach niż w plastikowych i szklanych butelkach. Dodatkowo otwór w puszkach ma kształt zbliżony do trójkątnego, jest więc trudniejszy do sforsowania niż okrągły w butelkach.

Żuk leśny, będąc sprawnym kolonizatorem ekosystemów leśnych, nie wyłączając 3-4 letnich upraw [Skłodowski i in. 1998], występuje na tyle licznie, by wykorzystywać go do prac monitoringowych [Byk 2004]. Na przykład w BMśw zagęszczenie żuka leśnego sięga $1,13 \times 10^3$ osobników/ha [Plewińska 2007]. Ponieważ żuk leśny bardzo szybko gromadzi się w miejscach występowania pokarmu [Plewińska 2007], to liczba jego złowień w butelkach sugeruje odpowiednio liczniejsze występowanie tego gatunku w uboższych siedliskach. Niską łowność żuka leśnego w żyzniejszych siedliskach mogą tłumaczyć rozmiary ciała. Klimaszewski i Struziński [2005] wykazali większe osobniki żuka leśnego w żyzniejszych ekosystemach. Podobnie Skłodowski i Duda [2007] oraz Skłodowski i Perlińska [2010] zaobserwowali większe wymiary ciała żuka leśnego w warunkach dużej podaży materiału organicznego (spowodowanego zaburzeniem huraganem drzewostanu) niż w warunkach zwykłych. Być może żyjące w siedliskach żyzniejszych żuki leśne są na tyle duże, że tylko część z nich (mniejsze osobniki) udaje się przejść przez otwór wejściowy nie tylko puszek, ale i butelek.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazują duże zagrożenie fauny bezkręgowej wyrzucanymi przez turystów butelkami i puszkami. Szczególnie niebezpieczne wydają się butelki PET, w których ginie więcej bezkręgowców niż w puszkach. Najczęściej zasiedlane są butelki po napojach typu cola. Informacje tego typu mogą posłużyć przy wyborze zaopatrzenia turystycznego w okolicach ekosystemów szczególnie cennych. Baczną uwagę należy zwrócić przy wyborze siedlisk leśnych przeznaczonych do użytkowania turystycznego. Szczególnie wysokie zagrożenie fauny stwierdzono w drzewostanach na siedlisku BMśw. Jest to ważna informacja, gdyż siedlisko to uznawane jest za jedno z bardziej odpornych na penetrację turystyczną [Krzemińska-Kostrowicka 1999; Łęski 2001]. Być może dotychczasową klasyfikację odporności leśnych siedlisk na zadeptywanie, opartą na wytrzymałości roślin, należy zrewidować uwzględniając również faunę bezkręgowców?

Podziękowania

Autor pragnie podziękować Panu Adamowi Aleksiukowi, który przeprowadził część terenową badań.

Literatura

- Byk A. 2004. Zmiany liczebności żuka leśnego *Anoplotrupes stercorosus* (Hartm.) pod wpływem zalesień. Sylwan 148 (3): 28-34.
- Klimaszewski K., Struziński W. 2005. Some population characteristics of *Anoplotrupes stercorosus* (Hartmann in Scirba, 1791) in relation to forest habitat and soil quality. W: Skłodowski J. i in. [red.]. Protection of *Coleoptera* in the Baltic Sea Region. Warsaw Agricultural Press. 179-184.
- Krzemińska-Kostrowicka A. 1999. Geoeologia turystyki i wypoczynku. PWN.
- Lepš J., Šmilauer P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge.
- Łęski O. [red.]. 2001. Poradnik Ochrony Lasu. Oficyna Edytorska „Wydawnictwo Świat”.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2009. Leśnictwo a leśna turystyka i rekreacja. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 23: 29-35.
- Plewińska B. 2007. The effect of food odour on food preference, activity and density of dung beetle *Geotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) in a mixed coniferous forest. Polish Journal of Ecology 55 (3): 495-509.
- Skłodowski J. 2004. Giną w śmieciach. Echa Leśne 4: 7-8.
- Skłodowski J. 2011. Zmiany w siedliskach leśnych powodowane przez turystykę i rekreację. W: Ozimek I. [red.]. Rozwój turystyki i rekreacji w obszarach niezurabniowanych – wybrane zagadnienia. Wydawnictwo SGGW. 129-145.
- Skłodowski J., Byk A., Malinowska A., Spała S., Błędowski J. 1998. Występowanie przedstawicieli rodzaju żuk (*Geotrupes Latreille*) na zrębie z pozostawionymi kępami sosen. Sylwan 142 (11): 37-42.

- Skłodowski J., Duda T. 2007. Zmiany długości żuka leśnego *Anoplotrupes stercorosus* w drzewostanach zniszczonych przez huragan i w drzewostanach kontrolnych. W: Skłodowski J. [red.]. Monitoring zooindykacyjny pohuraganowych zniszczeń ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej. Warsaw Agricultural University Press. 107-112.
- Skłodowski J., Perlińska A. 2010. Zmiany długości ciała żuka leśnego *Anoplotrupes stercorosus* w drzewostanach zaburzonych przez huragan i w drzewostanach kontrolnych. W: Skłodowski J. [red.]. Monitoring zooindykacyjny regeneracji ekosystemów leśnych Puszczy Piskiej. Wydawnictwa SGGW. 139-144.
- Skłodowski J., Podściarnski W. 2004. Zagrożenie mezofauny powodowane zaśmiecaniem środowiska. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 23 (2): 271-283.
- Stebnicka Z. 1976. Żukowate – *Serabaeidae*. Klucze do oznaczania owadów Polski 19 (28a).
- Tracz H., Pampuch T. 2009. Środowiskowe aspekty turystyki i rekreacji w ekosystemach Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Mazurskie”. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 23 (4): 274-280.

SUMMARY

Danger to invertebrate mezofauna caused by the tourism related forest littering

The dynamically growing tourism related to the forest ecosystems has generated in the last few decades many versatile impacts. One problem is that the tourists leave many sorts of litter. One of them is empty bottles, which become traps killing invertebrates. An experiment was carried out aiming at the analysis of magnitude and structure of invertebrate fauna caught in different sorts of empty bottles and cans left by tourists in the forest ecosystems. Four different forest sites were selected, where empty boxes that previously had contained some beverage (mineral water, apple juice, kvas – bread derived dark brown beverage, coke and beer) were installed. Each bottle was repeated three times. They were subsequently examined on three occasions for invertebrates every two weeks. A total of 1069 specimens belonging to 27 species or taxa were captured (tab.). The highest catchability was recorded in the site of fresh mixed coniferous forest (20.4 ± 5.7). The lowest catchability was that found in the fresh coniferous forest (3.6 ± 1.9) and in the fresh mixed broadleaved forest type (3.5 ± 1.9). The presence of saprophagous and predatory species in the emptied beverage boxes suggests the establishment of detritus trophic chains. The highest number of invertebrates was captured in fresh mixed coniferous forest. The species composition similarity of invertebrates captured in the empty bottles depended on the site fertility (fig. 2) and, only to a minor degree, on the type of beverage. The PCA clearly distinguished the group of invertebrates caught in the beer cans (fig. 3). Another factor influential in the species composition of captured fauna was the degree of transparency of the box. The difference was found between the transparent PET bottles and beer cans. The beer empty cans by supplying the dark environment may encourage the carabid species active at night like *C. violaceus* and *P. niger*. The dominant species was *A. stercorosus*, which was most frequently captured in the mixed coniferous forest type, choosing first of all empty bottles of kvas and far lesser beer bottles. Smaller catchability in the empty beer boxes was concluded to be the consequence of the beetle large body size and the narrow triangular shape of the entrance to the beer can. In the general, PET bottles seem to be especially dangerous as more invertebrates die in them than in the cans. The experiment showed very high danger for the forest invertebrate fauna from the side of empty bottles left by tourists.