

WPLYW ZRÓŻNICOWANIA GATUNKOWEGO DRZEWOSTANÓW NA ŚMIERTELNOŚĆ POCZWAREK STRZYGONI CHOINÓWKI (*PANOLIS FLAMMEA* SCHIFF.) I ZAWISAKA BOROWCA (*HYLOICUS PINASTRI* L.) W ŚCIÓŁCE LEŚNEJ*

Ignacy Korczyński¹, Robert Kuźmiński¹, Artur Chrzanowski¹,
Andrzej Łabędzki¹, Andrzej Mazur¹, Piotr Łakomy¹,
Ryszard Jasiński²

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Entomologii Leśnej

²Nadleśnictwo Wolsztyn

Streszczenie. Celem badań było określenie śmiertelności poczwarek *Panolis flammea* i *Hyloicus pinastri* powodowanej przez *Micromammalia* w drzewostanach sosnowych oraz w znajdujących się w tych drzewostanach kępach drzew i krzewów liściastych. Poczwarki *P. flammea* i *H. pinastri* były umieszczane w ściółce leśnej. Obserwacje wykonano w okresie 6.02–12.03.2015 roku w ośmiu kępach drzew i krzewów oraz w ośmiu drzewostanach sosnowych. Wykazano, że liczebność owadożernych gryzoni jest większa w niewielkich kępach drzew i krzewów liściastych niż w otaczających kępy drzewostanach sosnowych. Skład gatunkowy kęp liściastych może nie mieć istotnego wpływu na liczebność i aktywność żerową drobnych gryzoni niszczących poczwarki strzygoni choinówki. Duże poczwarki zawisaka są atrakcyjniejsze dla drobnych gryzoni niż mniejsze poczwarki strzygoni choinówki.

Słowa kluczowe: *Panolis flammea*, *Hyloicus pinastri*, różnorodność gatunkowa roślin, śmiertelność poczwarek motyli, *Micromammalia*

*Wyniki uzyskano w ramach projektu „Możliwości wykorzystania patogenów, parazytoidów i drapieżców do ograniczania liczebności szkodliwych owadów” finansowanego przez Dyрекcyję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie w latach 2015–2019.

Corresponding author – Adres do korespondencji: Prof. dr hab. Ignacy Korczyński, Katedra Entomologii Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań, e-mail: ikorczy@up.poznan.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

WSTĘP

W niektórych regionach Polski, w jednogatunkowych drzewostanach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) często pojawiają się gradacje owadów liściożernych zagrażające życiu drzew i utrudniające realizację podstawowych zadań gospodarki leśnej (Gawęda, 2012). W celu ograniczenia nadmiernego zagrożenia drzewostanów stosuje się powszechnie środki owadobójcze, które jednak mogą wpływać niekorzystnie na organizmy niebędące przedmiotem zwalczania. Dlatego od bardzo dawna postuluje się ograniczenie stosowania insektycydów i zastąpienie ich metodami integrowanymi, wykorzystującymi w pierwszej kolejności działania profilaktyczne, zmniejszające prawdopodobieństwo wystąpienia gradacji. Za pożądane jest uznawane między innymi urozmaicenie składu gatunkowego drzewostanów (Makosa, 1992; Szyszko, 1974; Szyszko i in., 1996). Podejmowane w Polsce w ubiegłym wieku próby wprowadzenia na dużą skalę domieszek biocenotycznych do jednogatunkowych drzewostanów sosnowych rosnących na mało żyznych glebach nie przyniosły jednak oczekiwanych efektów. Nasadzenia dość szybko ginęły wskutek niekorzystnego oddziaływania mało żyznych gleb oraz żerowania roślinożernych jeleniowatych. Dlatego w Polsce wdrożono tak zwaną ogniskowo-kompleksową metodę ochrony lasu, której istotnym elementem było wykorzystanie kilkunastoarowych kęp różnych gatunków drzew i krzewów, rozmieszczonych dość rzadko w drzewostanach sosnowych (Burzyński, 1971; Koehler, 1968). Jedna kępa przypadała na ponad 25 ha drzewostanów. Kępy najczęściej tworzone w miejscach sprzyjających rozwojowi różnych gatunków roślin oraz chroniono je przed zgryzaniem przez zwierzęta, ogradzając płotem.

Wpływ różnogatunkowych kęp drzew i krzewów na liczebność owadów szkodliwych w drzewostanach sosnowych był przedmiotem wielu badań. Ostatnie obserwacje nie wykazały istotnie mniejszej liczebności owadów szkodliwych w pobliżu różnogatunkowych kęp drzew i krzewów w porównaniu z miejscami oddalonymi od kęp (Korczyński, 2001a; 2001b). Badania wykazały jednak występowanie większej liczby zwierząt owadożernych, w tym drapieżnych owadów, zarówno w kępach, jak i w ich sąsiedztwie (Korczyński, 2001c; Tarwacki, 2004, 2012).

Celem pracy było zbadanie czy kępy różnych gatunków drzew i krzewów liściastych wpływają na śmiertelność poczwerek dwóch gatunków owadów liściożernych, spowodowaną przez organizmy drapieżne.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano w północnej części Puszczy Noteckiej, w Nadleśnictwie Potrzebowice.

Powierzchnie doświadczalne znajdowały się w ośmiu jednogatunkowych drzewostanach sosnowych w wieku 73–84 lat, na siedlisku III klasy bonitacji, z wyjątkiem drzewostanu sosnowego w oddziale 200b, który miał tylko 48 lat i znajdował się na siedlisku

I bonitacji. Do badań wytypowano też osiem kęp drzew i krzewów liściastych znajdujących się w wymienionych drzewostanach. Kępy drzew i krzewów były w wieku 24–36 lat, powierzchnia każdej z nich wynosiła 1000–1800 m². Wszystkie były ogrodzone drucianą siatką.

Wstępnie w każdej z kęp określono skład gatunkowy drzew i krzewów. Strukturę gatunkową roślinności scharakteryzowano na podstawie analiz terenowych przeprowadzonych z wykorzystaniem skali Braun-Blanqueta (Tomanek, 1966; za Braun-Blanquet, 1951).

W dniu 6.02.2015 roku w każdej z ośmiu kęp umieszczono w ściółce po 30 poczwarek strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Schiff.). Poczwarki rozmieszczono równomiernie wzdłuż transektu równego szerokości kępy. Obok kęp, w sąsiednich drzewostanach sosnowych, umieszczono w ściółce również po 30 poczwarek strzygoni choinówki. Były one rozmieszczone wzdłuż transektu długości 30 m, biegnącego od płotu otaczającego kępę w głąb sosnowego drzewostanu. Poczwarki strzygoni choinówki eksponowano w ściółce do 12.03.2015 roku. W tym czasie kontrolowano je trzykrotnie w celu określenia stanu poczwarek oraz dynamiki niszczenia przez organizmy drapieżne (po 4, 24 i 34 dniach od początku doświadczenia).

Poczwarki umieszczono w ściółce na głębokości 5–10 cm, na plastikowych łyżkach mających we wklęsłej części otwórki umożliwiające odpływ wody deszczowej.

W tym samym czasie wyłożono do ściółki w remizach i w otaczających remizy drzewostanach także poczwarki zawisaka borowca (*Hyloicus pinastri* L.). W tym celu wykorzystano trzy remizy i trzy drzewostany. Poczwarki zawisaka były eksponowane w taki sam sposób jak poczwarki strzygoni, a kontrolowane były w czterech terminach – po 2, 9, 27, 34 dniach od początku doświadczenia. Poczwarki zawisaka posłużyły do ogólnego określenia sprawców redukcji poczwarek, natomiast ze względu na niewielką liczbę powtórzeń nie były wykorzystywane w zaawansowanych metodach nieparametrycznych analiz statystycznych.

W doświadczeniu wykorzystano łącznie 480 poczwarek strzygoni choinówki i 180 poczwarek zawisaka borowca.

Wielkość korelacji między liczbą gatunków drzew i krzewów a liczebnością zniszczonych poczwarek określono z wykorzystaniem współczynnika korelacji r Pearsona (Bogucki, 1979). Istotność różnic między średnimi arytmetycznymi liczebności zniszczonych poczwarek zbadano nieparametrycznym testem Wilcoxon (Ruszczyk, 1978).

WYNIKI

Ogółem stwierdzono występowanie w kępach 26 gatunków drzew i krzewów. Liczba gatunków występujących w poszczególnych kępach była jednak mniejsza i wynosiła od jednego do 16 (tab. 1). W sześciu kępach znajdowało się po co najmniej 10 gatunków, natomiast dwie tworzyła wyłącznie brzoza. Początkowo w każdej kępie znajdowało się około 30 gatunków drzew i krzewów, ale wraz z upływem czasu niektóre z nich wyginęły wskutek selekcyjnego oddziaływania czynników środowiskowych. Liczba gatunków może zatem świadczyć o jakości siedliska (tab. 1).

Tabela 1. Pokrycie powierzchni ośmiu remiz przez poszczególne gatunki drzew i krzewów (skala Braun Blauqueta)

Table 1. Area coverage of eight test sites by respective tree and bush species (Braun Blauquet scale)

Gatunek rośliny Plant species	Lokalizacja (oddział, wydzielenie) Location (forest division, forest sub-division)							
	181c	183d	200b	205a	177b	197a	292a	378a
<i>Betula pendula</i>	1	2	1	2	4	4	1	1
<i>Prunus serotina</i>	4	1	2	2			3	3
<i>Sorbus aucuparia</i>	2	2	2	1			3	2
<i>Tilia cordata</i>	+	1	2	1				
<i>Crataegus monogyna</i>	+	r	1	1			1	
<i>Prunus padus</i>			3					
<i>Carpinus betulus</i>	r	2						
<i>Alnus glutinosa</i>	r		1	1				
<i>Rosa rugosa</i>	1	+	r	+			+	+
<i>Sorbus intermedia</i>	+	1		+				
<i>Populus tremula</i>		1		r				+
<i>Rubus caesius</i>		+	r	1				
<i>Caragana arborescens</i>			+				1	
<i>Salix caprea</i>							1	r
<i>Picea abies</i>			1					
<i>Frangula alnus</i>		+	+	+				+
<i>Symphoricarpos albus</i>	r		+				+	+
<i>Alnus incana</i>			+	+			r	
<i>Quercus robur</i>	+		r				r	
<i>Viburnum opulus</i>			r					+
<i>Cornus alba</i>	+							
<i>Pinus strobus</i>				+				
<i>Salix fragilis</i>	r	r		r			r	
<i>Juperus communis</i>	r							r
<i>Berberis vulgaris</i>	r							
<i>Philadelphus coronarius</i>	r							
Liczba gatunków roślin Number of plant species	16	12	16	14	1	1	11	10

Jedynym gatunkiem, który występował we wszystkich kępach była brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth). Poza tym stosunkowo dużą frekwencję zanotowano u następujących gatunków: czeremcha amerykańska (*Prunus serotina* Ehrh.), jarząb pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) i róża pomarszczona (*Rosa rugosa* Thunb.). Biorąc pod uwagę stopień pokrycia powierzchni, można stwierdzić, że w kępach gatunkami panującymi były: brzoza brodawkowata, czeremcha amerykańska i jarząb pospolity.

Ponieważ poczwarki wyłożono w kępach o bardzo różnej liczbie gatunków drzew i krzewów, można było ocenić czy liczba gatunków tych roślin wpływała na śmiertelność poczwarek powodowaną przez organizmy drapieżne.

W ciągu 34 dni trwania obserwacji najmniej poczwarek strzygoni choinówki zostało zniszczonych w kępie znajdującej się w oddziale 200b, którą tworzyło aż 16 gatunków drzew i krzewów. W tej kępie została zniszczona tylko jedna poczwarka. Natomiast najwięcej poczwarek zostało zniszczonych w kępie znajdującej się w oddziale 177b (19 szt.) oraz w kępie w oddziale 205a (26 szt.). Jedynym gatunkiem tworzącym kępę w oddziale 177b była brzoza brodawkowata.

Wszystkie współczynniki korelacji przedstawione w tabeli 2 są mniejsze niż wartość krytyczna, są więc statystycznie nieistotne. Zatem brak jest podstaw do stwierdzenia, że liczba poczwarek strzygoni choinówki zniszczonych w ściółce leśnej zależała od liczby gatunków drzew i krzewów tworzących kępy znajdujące się w drzewostanach sosnowych.

Tabela 2. Współczynniki korelacji między liczbą gatunków drzew i krzewów a liczbą poczwarek *Panolis flammea* zniszczonych w ściółce kęp w wybranych okresach

Table 2. Correlation coefficients between the number of tree and bush species and the number of *Panolis flammea* pupae damaged in the plant litter within patches in the selected time intervals

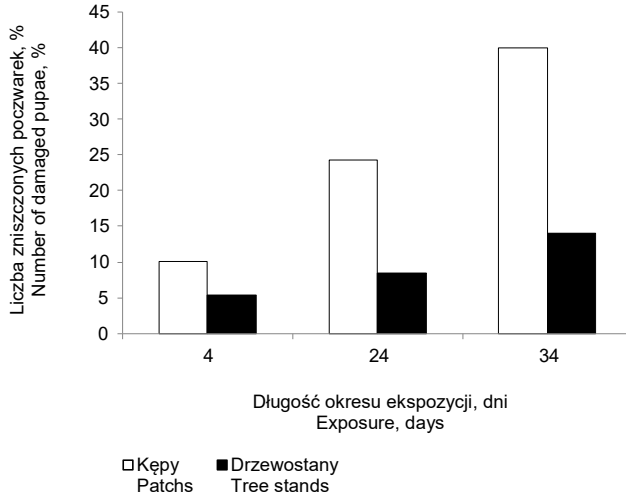
Długość okresu ekspozycji, dni Exposure period, days			Wartość krytyczna przy $p = 0,05$ Critical value at $p = 0,05$
4	24	34	
0,451	0,534	-0,250	0,7067

Dynamikę zwiększania się liczebności zniszczonych poczwarek strzygoni choinówki i zawisaka borowca w ściółce leśnej przedstawiono na rysunku 1 oraz rysunku 2.

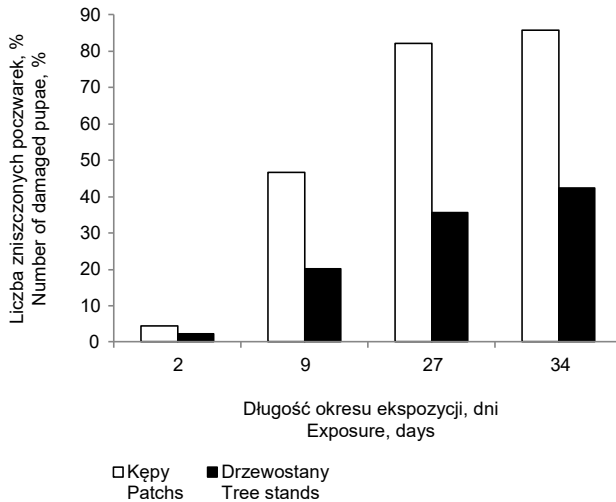
Dane przedstawione na rysunkach 1 i 2 sugerują, że w kępach liściastych drzew i krzewów było niszczone więcej poczwarek w porównaniu z otaczającymi je drzewostanami sosnowymi. Potwierdzają to wyniki analizy statystycznej przedstawione w tabeli 3.

Po czterech dniach ekspozycji, różnica między kępami a drzewostanami była statystycznie nieistotna, natomiast po 24 i 34 dniach ekspozycji była już wysoko istotna (tab. 3).

Poczwarki zawisaka były niszczone o około 100% częściej niż poczwarki strzygoni (rys. 1 i 2). Duże poczwarki zawisaka były atrakcyjniejsze dla drapieżców niż mniejsze poczwarki strzygoni.



Rys. 1. Średnia śmiertelność poczwerek *Panolis flammea* w kępach drzew i krzewów oraz w drzewostanach sosnowych
 Fig. 1. Average mortality of *Panolis flammea* pupae in deciduous tree and bush patches and in surrounding pine tree stands



Rys. 2. Średnia śmiertelność poczwerek *Hyloicus pinastri* w kępach drzew i krzewów oraz w drzewostanach sosnowych
 Fig. 2. Average mortality of *Hyloicus pinastri* pupae in deciduous tree and bush patches and in surrounding pine tree stands

Tabela 3. Liczba zniszczonych poczwerek *Panolis flammea* oraz poziom istotności różnic (p) między średnimi liczbami zniszczonych poczwerek w kępach liściastych oraz w drzewostanach sosnowych

Table 3. Number of damaged *Panolis flammea* pupae and level of difference significance (p) between average numbers of damaged pupae in deciduous vegetation patches and in pine tree stands

Ekspozycja dni Exposure days	Środowisko Site type	Średnia i rozstęp szt. Average and spread pcs.	Odchylenie standardowe szt. Standard deviation pcs.	Poziom istotności (p) Degree of significance (p)
4	kępa patch	2,87 (0–9)	±3,31	>0,05
	drzewostan tree stand	1,38 (0–8)	±2,88	
24	kępa patch	7,12 (1–23)	±7,34	<0,01
	drzewostan tree stand	2,50 (0–9)	±3,07	
34	kępa patch	12,00 (1–26)	±7,89	<0,02
	drzewostan tree stand	4,25 (0–9)	±2,92	

Zarówno wśród kęp, jak i wśród drzewostanów były takie, w których już po miesiącu zginęły wszystkie poczwarki zawisaka (tab. 4). Wskazują na to maksymalne wartości rozstępów wynoszące 30 poczwerek. Wszystkie poczwarki zawisaka zginęły w dwóch kępach (na trzy wykorzystane w obserwacjach dotyczących zawisaka) i w jednym drzewostanie sosnowym (na trzy wykorzystane). Jednocześnie w jednym z drzewostanów,

Tabela 4. Liczebność zniszczonych poczwerek *Hyloicus pinastri* w kępach liściastych i w drzewostanach sosnowych (w sztukach)

Table 4. Number of damaged pupae of *Hyloicus pinastri* in deciduous vegetation patches and in pine tree (in pcs.)

Ekspozycja dni Exposure days	Kępa – Patch		Drzewostan – Tree stand	
	średnia i rozstęp average and spread	odchylenie standardowe standard deviation	średnia i rozstęp average and spread	odchylenie standardowe standard deviation
2	1,33 (0–3)	±1,53	0,67 (0–1)	±0,58
9	14,0 (4–29)	±13,23	6,00 (0–17)	±9,54
27	24,67 (14–30)	±9,24	10,67 (0–30)	±16,77
34	25,67 (17–30)	±7,51	12,67 (0–30)	±15,54

w oddziale 200b, przez cały okres eksperymentu nie została zniszczona ani jedna poczwarka, mimo że w sąsiedniej kępie już po 10 dniach zostało zniszczonych 100% poczwarek zawisaka.

Można jednak przypuszczać, że zwykle liczebność poczwarek niszczonej w części drzewostanu sosnowego, oddalonej średnio tylko o kilkanaście metrów do kępy, powinna być związana z liczebnością poczwarek niszczonej w kępie. Zatem należy wyjaśnić czy liczba poczwarek niszczonej w danej kępie jest skorelowana z liczbą poczwarek niszczonej w jej pobliżu. Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie ośmiu pomiarów wykonanych w ośmiu kępach i w sąsiadujących z nimi drzewostanach (tab. 5).

Tabela 5. Wartości współczynników korelacji między liczbą poczwarek *Panolis flammea* zniszczonych w kępie liściastej i w sąsiednim drzewostanie sosnowym

Table 5. Values of correlation coefficients between the number of *Panolis flammea* pupae damaged in the deciduous patch and in surrounding pine tree stand

Długość okresu ekspozycji, dni Exposure, days			Wartość krytyczna przy $p = 0,05$ Critical value at $p = 0.05$
4	24	34	
0,006	0,703	0,278	0,7067

Współczynniki korelacji przedstawione w tabeli 5 są statystycznie nieistotne, nie pozwalają więc na stwierdzenie, że istnieje istotna korelacja między stopniem redukcji poczwarek w kępie drzew i krzewów liściastych a redukcją w części drzewostanu sosnowego odległej średnio o kilkanaście metrów od kępy. Zatem nie można wykazać wpływu kęp liściastych na środowisko sąsiednich drzewostanów, powodującego zwiększenie śmiertelności poczwarek szkodliwych gatunków motyli.

DYSKUSJA

Na łązkach, na których były umieszczane poczwarki w ściółce leśnej, nie zostawały żadne ślady zarówno po poczwarkach zawisaka, jak i strzygoni. Prawdopodobnie były one zjadane w całości lub zabierane w inne miejsce. Nie jest możliwe precyzyjne określenie gatunków zwierząt, które zniszczyły poczwarki. Poczwarek nie mogły zjadać dziki, ponieważ wszystkie kępy drzew i krzewów liściastych były ogrodzone siatką. Na powierzchni ściółki nie było widać żadnych śladów jej naruszenia. Pod powierzchnią ściółki, po jej odsłonięciu, były widoczne korytarze drobnych gryzoni. W jednym z takich korytarzy znaleziono porzuconą poczwarkę zawisaka. Należy dodać, że żadne rodzime gatunki owadów drapieżnych nie są w stanie zjeść w całości poczwarki zawisaka, nie pozostawiając po niej żadnych śladów. Trzeba też podkreślić, że eksperyment terenowy wykonywano od 6 lutego do 12 marca, kiedy zwierzęta zmiennościepne w zasadzie są

nieaktywne. Dlatego można przyjąć, że organizmami niszczącymi poczwarki były zamieszkujące ściółkę leśną drobne gryzonie aktywne przez cały rok. W Polsce wykonano liczne obserwacje wskazujące na znaczną rolę tej grupy zwierząt w ograniczaniu liczebności poczwarek szkodliwych owadów leśnych (Banach i in., 1979; Bandomir, 1979; Kowalska, 1976). W warunkach borów sosnowych rosnących na mało żyznych glebach najważniejsze znaczenie ma *Apodemus sylvaticus*, który okresowo może się żywić prawie wyłącznie owadami.

W ciągu miesiąca w drzewostanach sosnowych rosnących na siedliskach boru świeżego ginęło około 40% poczwarek zawisaka i około 15% poczwarek strzygoni choinówki. Świadczy to o potencjalnie dużym znaczeniu drobnych gryzoni w ograniczaniu liczebności zimujących w ściółce leśnej foliofagów sosny.

Wzbogacanie środowiska o różne gatunki roślin jest uważane za wpływające korzystnie na *Micromammalia* (Banach i in., 1979). Jednak w tym doświadczeniu nie udało się wykazać istotnego znaczenia różnorodności gatunkowej kęp drzew i krzewów liściastych dla obecności i aktywności drapieżców ograniczających liczebność poczwarek zimujących w ściółce. Zatem trudno jest wskazać szczególnie cenne biocenotycznie gatunki drzew i krzewów, warunkujące występowanie większej liczby owadożernych gryzoni. Istotne znaczenie mógł mieć inny rodzaj ściółki w kępach niż w drzewostanach sosnowych.

WNIOSKI

1. Śmiertelność zimujących w ściółce poczwarek foliofagicznych motyli jest większa w niewielkich kępach drzew i krzewów liściastych w porównaniu z kępami otaczającymi drzewostany sosnowe.

2. Skład gatunkowy kęp liściastych występujących w drzewostanach sosnowych może nie mieć istotnego wpływu na liczebność i aktywność żerową drobnych gryzoni niszczących poczwarki strzygoni choinówki.

3. Brak jest dowodu, że śmiertelność poczwarek strzygoni choinówki w ściółce drzewostanów sosnowych jest skorelowana ze śmiertelnością w kępach drzew i krzewów liściastych występujących w tych drzewostanach.

4. Dla drobnych gryzoni duże poczwarki zawisaka są atrakcyjniejsze niż mniejsze poczwarki strzygoni choinówki.

PIŚMIENNICTWO

- Banach, A., Kozakiewicz, A., Kozakiewicz, M. (1979). Wpływ wzbogacania środowiska na charakter zespołu *Micromammalia* w borze sosnowym. Pr. Inst. Bad. Leśn., 556, 114–126 [in Polish].
- Bandomir, B. (1979). Charakterystyka populacji oraz pokarm *Clethrionomys glareolus* i *Apodemus sylvaticus* z terenów objętych ogniskowo-kompleksową metodą ochrony lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn., 556, 127–147.

- Bogucki, Z. (1979). Elementy statystyki dla biologów. Poznań: Wyd. UAM.
- Burzyński, J. (1971). Stosowanie kompleksowo-ogniskowej metody biologicznej ochrony lasu w Polsce. Sylwan, 115, 11, 47–53 [in Polish].
- Gawęda, P. (2012). Najważniejsze gradacje owadów w latach 1947–2010. Biul. RDLP Toruń, 15(4), 23–25.
- Koehler, W. (1968). O założeniach kompleksowo-ogniskowej metody biologicznej ochrony lasu. Sylwan, 114, 7, 43–51.
- Korczyński I. (2001a). Wpływ małych śródleśnych poletek z różnymi gatunkami drzew i krzewów na liczebność foliofagicznych owadów w drzewostanach sosnowych. Sylwan, 145(5), 31–36.
- Korczyński I. (2001b). Number of sawfly (*Diprioninae*, *Hymenoptera*) cocoons damaged by entomophagous animals in selected distances from a plot with different tree and shrub species. Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn., Forestry, 4, 83–86.
- Korczyński, I. (2001c). Effect of forest plots with different tree and shrub species on the number of *Carabidae* (*Coleoptera*) in pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn., Forestry, 4, 87–93.
- Kowalska, J. (1976). Dynamika drobnych ssaków (*Micromammalia*) na terenie objętym zabiegami ogniskowo-kompleksowej metody biologicznej ochrony lasu. Pr. Inst. Bad. Leśn., 507, 147–167.
- Makosa, K. (1992). Wprowadzanie gatunków liściastych w drzewostanach sosnowych na siedliskach borowych. Sylwan, 136(2), 61–62.
- Ruszczyc, Z. (1978). Metodyka doświadczeń zootechnicznych. Warszawa: PWRiL.
- Tarwacki, G. (2004). Zróżnicowanie gatunkowe zgrupowań biegaczowatych (*Carabidae*) w monokulturach sosnowych po zastosowaniu ogniskowo-kompleksowej metody ochrony lasu. Leśn. Pr. Bad., 1, 103–118.
- Tarwacki, G. (2012). Charakterystyka ekologiczno-wskaźnikowa zgrupowań biegaczowatych (*Carabidae*) w ogniskowo-kompleksowej metodzie ochrony lasu. Sylwan, 156(9), 684–694.
- Tomanek, J. (1966). Botanika leśna. Warszawa: PWRiL.
- Szysko, J. (1974). Relationship between the occurrence of epigeic Carabids (*Col.*, *Carabidae*), certain soil properties, and species composition of forest stand. Ekol. Pol., 22, 237–274.
- Szysko, J., Vermulen, H. J. W., Den Boer, P. J. (1996). Survival and reproduction in relation to habitat quality and food availability for *Pterostichus oblongopunctatus* F. (*Carabidae*, *Col.*). Acta Jutlandica, 71(2), 25–40.

IMPACT OF TREE STAND SPECIES DIVERSITY ON THE MORTALITY OF PUPAE OF PINE BEAUTY (*PANOLIS FLAMMEA* SCHIFF.) AND PINE-HAWK MOTH (*HYLOICUS PINASTRI* L.) IN THE PLANT LITTER

Abstract. The goal of the study was to determine the mortality of pupae of *Panolis flammea* and *Hyloicus pinastri* caused by *Micromammalia* in pine tree stands and in deciduous tree and bush patches present in such tree stands. The pupae of *P. flammea* and *H. pinastri* were put in the forest plant litter. The observations were conducted in the period between 6th February 2015 and 12th March 2015 in eight tree and bush patches and in eight pine tree stands. It was shown that the number of insectivorous rodents is higher in small deciduous tree and bush patches than in the surrounding pine tree stands. The species composition of deciduous vegetation packets may not have significant impact on the numbers and feeding

activity of small rodents damaging the pupae of pine beauty. Large pupae of pine-hawk moth are more attractive for small rodents than smaller pupae of pine beauty.

Key words: *Panolis flammea*, *Hyloicus pinastri*, plant species diversity, moth pupae mortality, *Micromammalia*

Received – Przyjęto: 29.12.2015

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 30.12.2015

For citation – Do cytowania: Korczyński, I., Kuźmiński, R., Chrzanowski, A., Łabędzki, A., Mazur, A., Łakomy, P., Jasiński, R. (2015). Wpływ zróżnicowania gatunkowego drzewostanów na śmiertelność poczwerek strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Schiff.) i zawisaka borowca (*Hyloicus pinastri* L.) w ściółce leśnej. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 14(4), 359–369. DOI: 10.17306/J.AFW.2015.4.30