

Krzysztof PŁATEK*

OCENA KORELACJI MIĘDZY LICZEBNOŚCIAMI LARW WAŻNIEJSZYCH GATUNKÓW FOLIOFAGÓW SOSNY W NADLEŚNICTWIE TUCZNO W LATACH 2000–2002

EVALUATION OF CORRELATION BETWEEN LARVAE NUMBERS
OF THE MOST IMPORTANT PINE DEFOLIATING INSECTS
IN TUCZNO FOREST DISTRICT IN 2000–2002

Abstract. In this paper evaluation of mutual correlation between larvae numbers of the most important pine defoliating insects were presented based on their excrements observations. The excrements of pine noctuid (*Panolis flammea* Den. Et Schiff.; Lepidoptera: Noctuidae) nun moth (*Lymantria monacha* L.; Lepidoptera: Lymantriidae), sawflies (Hymenoptera: Diprionidae), pine sphinx moth (*Hyloicus pinastri* L.; Lepidoptera: Sphingidae), pine moth (*Dendrolimus pini* L.; Lepidoptera: Lasiocampidae), and pine looper (*Bupalus piniarius* L.; Lepidoptera: Geometridae) were studied. The materials used in this paper were collected in 2000–2002. The analysis of Pearson's regression and correlation between larvae excrements mass of different pine defoliating insects was done. High, positive values of correlation coefficient have shown strong connections between these species larvae concentration. The higher numbers of one defoliating insects larvae, the higher numbers of other species larvae.

Key words: pine stands, defoliating insects, larvae, population density.

* Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Szczeciński, ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin; e-mail: kplatek@univ.szczecin.pl

1. WSTĘP

Liczebność populacji owadów cechuje się wyraźną fluktuacją w czasie. Jej dynamiczny wzrost lub spadek jest następstwem działania wielu czynników, w tym również klimatycznych. W bardzo wielu przypadkach warunki biocenotyczne oraz klimatyczne sprzyjają jednoczesnemu rozwojowi populacji różnych gatunków foliofagów. Konsekwencją tego jest często mniej lub bardziej zsynchronizowany wzrost ich liczebności. Ponadto, zgodnie z teorią ognisk gradacyjnych, wzrost liczebności populacji owadów rozpoczyna się najczęściej w specyficznych fragmentach drzewostanów, o szczególnie sprzyjających warunkach do ich rozwoju. Wieloletnie obserwacje występowania larw foliofagów sosny pozwoliły stwierdzić, że liczniejsze występowanie wielu gatunków związane jest z tymi samymi niemal fragmentami drzewostanów, choć w dłuższym okresie przestrzenny charakter ich występowania może się stopniowo zmieniać, prawdopodobnie w następstwie zmian sukcesyjnych i regeneracyjnych w biocenozach leśnych. Wydaje się zatem, że badanie przestrzennego rozwoju populacji owadów jest równie ważne jak obserwacje zmian liczebności w czasie. W związku z wyraźnymi podobieństwami występowania w czasie i przestrzeni kilku ważniejszych gatunków foliofagów sosny istotne było stwierdzenie, czy liczebność larw tych gatunków jest ze sobą skorelowana.

2. MATERIAŁY I METODY

Prezentowane wyniki dotyczą obserwacji z lat 2000–2002. Badania prowadzono w wybranych drzewostanach sosnowych w Nadleśnictwie Tuczo, na obszarze ok. 400 ha. Były to drzewostany reprezentujące różne klasy wieku, bonitację, stopień zadrzewienia i rosnące na siedliskach od boru świeżego do lasu mieszanego świeżego.

Obserwacje występowania larw prowadzono dokonując kontroli opadu ekskrementów. Miejscami kontroli były wyznaczone wcześniej powierzchnie kontrolne wewnątrz drzewostanu, obejmujące drzewo kontrolne (reprezentatywne dla całego drzewostanu) oraz jego najbliższe otoczenie. Pod koronami drzew kontrolnych ustawione były płócienne chwytniki, z których co 2–3 tygodnie zbierano opadłe z koron ekskrementy larw. Na każdej powierzchni kontrolnej ustawiony był jeden chwytnik ekskrementów. Ekskrementy dokładnie selekcjonowano do gatunku owada, który je wydzielił, oraz określano ich masę w stanie powietrznie suchym.

Kontrola opadu ekskrementów odbywała się w 2000 r. od 15 czerwca do 30 października (138 dni) na 77 powierzchniach, w 2001 r. od 15 maja do 7 października (145 dni) na 70 powierzchniach i w 2002 r. od 29 maja do 20 września (114 dni) na 69 powierzchniach. Różnice długości okresu obserwacyjnego nie

miały decydującego wpływu na wyniki, gdyż zarówno w maju jak i w październiku opad ekskrementów był niewielki, a ponad 95% masy ekskrementów uzyskiwano w czerwcu, lipcu, sierpniu i wrześniu. Założono, że obecność ekskrementów jest dowodem obecności larw w koronach drzew, a masa ekskrementów jest proporcjonalna do liczebności larw. Metoda kontroli opadu ekskrementów jest jedną z metod monitorowania występowania larw foliofagów w drzewostanach (Sierpiński 1966; Jensen 1985; Szujewski 1995). Miarodajną metodą oceny różnic w liczebności larw żerujących w koronach drzew może być zarówno analizowanie liczby grudek ekskrementów, jak i ich masy. Potwierdzają to wyniki obserwacji terenowych polegających na corocznej kontroli opadu ekskrementów oraz wyrzykowej kontroli liczebności larw w koronach ściętych drzew. Stwierdzono, że we fragmentach drzewostanów z obfitym opadem ekskrementów jest większa liczba larw w koronach. Ponadto na podstawie analizy statystycznej wykazano, że ogólna liczebność grudek ekskrementów jest ściśle skorelowana z ich ogólną masą (r = od 0,93 do 0,98). W omawianych analizach brano pod uwagę ekskrementy larw strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Den. et Schiff.; *Lepidoptera: Noctuidae*), brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.; *Lepidoptera: Lymantriidae*), boreczników (*Hymenoptera: Diprionidae*), zawisaka borowca (*Hyloicus pinastri* L.; *Lepidoptera: Sphingidae*), barczatki sosnowki (*Dendrolimus pini* L.; *Lepidoptera: Lasiocampidae*) i poprocha cetyniaka (*Bupalus piniarius* L.; *Lepidoptera: Geometridae*).

Przeprowadzono analizę korelacji Pearsona pomiędzy masą ekskrementów larw różnych gatunków foliofagów w kolejnych latach obserwacji oraz masą ekskrementów larw tych samych gatunków z różnych lat. Dodatkowo przeprowadzono analizę regresji i korelacji Pearsona między łączną masą ekskrementów wszystkich badanych gatunków uzyskaną w kolejnych latach. Uznano, że wysokie współczynniki korelacji między masą ekskrementów larw odzwierciedlają odpowiednie relacje liczebności larw w koronach drzew.

3. WYNIKI

Przeprowadzone analizy wykazały w większości przypadków dosyć wysokie, dodatnie wartości współczynników korelacji.

W 2000 r. najwyższy współczynnik korelacji uzyskano między masą ekskrementów larw boreczników a larw poprocha cetyniaka (r = 0,52) oraz larw strzygoni choinówki (r = 0,50), a także między masą ekskrementów larw strzygoni choinówki a larw poprocha cetyniaka (r = 0,50) i brudnicy mniszki (r = 0,49). Niższy, choć również istotne współczynniki korelacji otrzymano między masą ekskrementów larw brudnicy mniszki i poprocha cetyniaka, larw barczatki sosnowki i strzygoni choinówki oraz boreczników, a także poprocha cetyniaka. Na 15

Tabela 1. Współczynniki korelacji Pearsona między masą ekskrementów larw poszczególnych gatunków foliofagów, w kolejnych latach obserwacji

Table 1. Pearson's correlation coefficient between larvae excrements mass of individual defoliating insects, in following years of observation

Gatunek Species	Wartość współczynników korelacji Correlation coefficient				
	2000				
	<i>Panolis flammea</i>	<i>Lymantria monacha</i>	<i>Diprionidae</i>	<i>Hyloicus pinastri</i>	<i>Dendrolimus pini</i>
<i>Lymantria monacha</i>	0,49				
<i>Diprionidae</i>	0,50	0,21			
<i>Hyloicus pinastri</i>	0,02	- 0,13	0,04		
<i>Dendrolimus pini</i>	0,34	0,11	0,38	0,21	
<i>Bupalus piniaria</i>	0,50	0,43	0,52	- 0,10	0,32
2001					
<i>Lymantria monacha</i>	0,42				
<i>Diprionidae</i>	0,68	0,34			
<i>Hyloicus pinastri</i>	0,07	- 0,02	0,20		
<i>Dendrolimus pini</i>	0,11	0,03	0,11	- 0,04	
<i>Bupalus piniaria</i>	0,55	0,41	0,61	0,11	0,07
2002					
<i>Lymantria monacha</i>	0,52				
<i>Diprionidae</i>	0,66	0,38			
<i>Hyloicus pinastri</i>	0,37	0,17	0,36		
<i>Dendrolimus pini</i>	0,31	0,23	0,28	0,27	
<i>Bupalus piniaria</i>	0,50	0,46	0,36	0,35	0,36

pogrubionym drukiem wyróżniono współczynniki istotne przy $p = 0,05$ bold font - coefficients significant with $p=0,05$

przeprowadzonych analiz korelacji między masą ekskrementów larw poszczególnych gatunków w 8 przypadkach otrzymano korelację istotną (tab. 1).

W 2001 r. istotną korelację otrzymano w 6 przypadkach. Najwyższą wartość osiągnął współczynnik korelacji między masą ekskrementów larw strzygoni choińki a larw boreczników ($r = 0,68$) oraz między masą ekskrementów larw boreczników a larw poprocha cetyniaka ($r = 0,61$). Ponadto istotny był współczynnik korelacji między masą ekskrementów larw strzygoni choińki a larw poprocha cetyniaka i larw brudnicy mniszki, oraz między masą ekskrementów larw brudnicy mniszki a larw boreczników i poprocha cetyniaka (tab. 1).

W 2002 r. jedynie w dwóch przypadkach analizy nie wykazały istotnej korelacji między ekskrementami larw dwóch gatunków. Nie stwierdzono istotnej korelacji między masą ekskrementów larw brudnicy mniszki a zawisaka borowca oraz barczatki sosnowki. W wyniku pozostałych analiz współczynnik korelacji między masą ekskrementów larw różnych gatunków wskazuje na ścisłe skorelowanie masy ekskrementów larw jednego gatunku z drugim. Największy współ-

czynnik korelacji ($r = 0,66$) otrzymano między masą ekskrementów larw strzygoni choinówki i boreczników (tab. 1).

Badania wykazały, że w większości przypadków masa ekskrementów larw poszczególnych badanych gatunków foliofagów sosny była ze sobą wyraźnie skorelowana. W ciągu 3 lat badań, na 45 przeprowadzonych analiz korelacji między masą ekskrementów larw, aż w 27 przypadkach współczynniki korelacji Pearsona były statystycznie istotne.

Ponadto, analiza korelacji między masą ekskrementów larw tego samego gatunku w różnych latach również ujawniła ścisły związek masy ekskrementów w jednym roku z masą ekskrementów tego gatunku w innym roku – na 18 analizowanych lat współczynnik korelacji masy ekskrementów był istotny statystycznie aż w 12 przypadkach. Nie wykryto istotnej korelacji jedynie między masą ekskrementów larw zawisaka borowca i barczatki sosnowki w kolejnych latach (tab. 2).

Wykazano również ścisłą korelację ogólnej masy ekskrementów larw wszystkich badanych gatunków między kolejnymi latami obserwacji (ryc. 1, 2, 3).

Tabela 2. Współczynniki korelacji Pearsona między masą ekskrementów larw badanych gatunków z kolejnych lat obserwacji

Table 2. Pearson's correlation coefficient between larvae excrements mass of individual defoliating insects, from following observation years

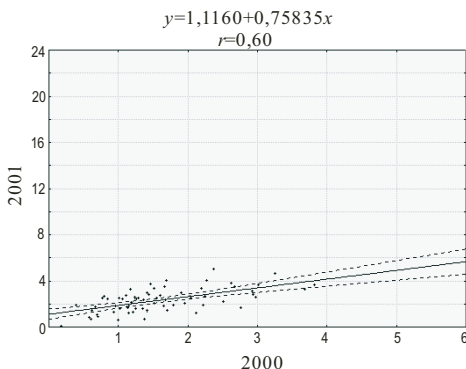
Gatunek Species	Wartość współczynników korelacji Correlation coefficient		
	2000/2001	2000/2002	2001/2002
<i>Panolis flammea</i>	0,57	0,51	0,51
<i>Lymantria monacha</i>	0,38	0,44	0,53
<i>Diprionidae</i>	0,45	0,46	0,45
<i>Hyloicus pinastri</i>	0,13	- 0,22	0,14
<i>Dendrolimus pini</i>	- 0,09	0,18	0,06
<i>Bupalus piniaria</i>	0,43	0,42	0,49

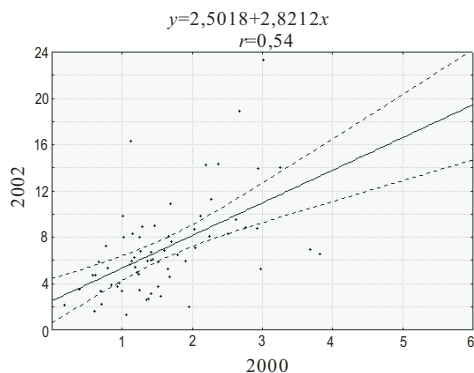
pogrubionym drukiem wyróżniono współczynniki istotne przy $p = 0,05$

bold font – coefficients significant with $p = 0,05$

Ryc. 1. Analiza regresji i korelacji Pearsona między łączną masą ekskrementów larw badanych gatunków foliofagów w latach 2000 i 2001 (korelacja istotna przy $p = 0,05$)

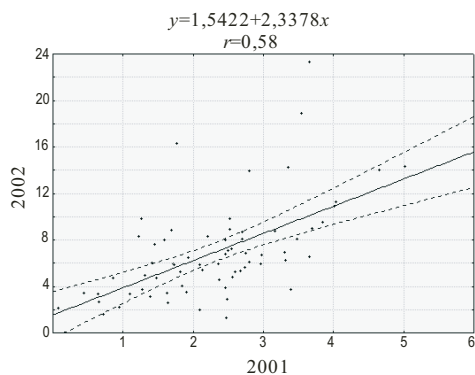
Fig. 1. Analysis of Pearson's regression and correlation of larvae excrements mass in total, from surveyed defoliating insects between 2000 and 2001 (significant correlation with $p = 0,05$).





Ryc. 2. Analiza regresji i korelacji Pearsona łącznej masy ekskrementów larw badanych gatunków foliofagów między rokiem 2000 i 2002 (korelacja istotna przy $p = 0,05$)

Fig. 2. Analysis of Pearson's regression and correlation of larvae excrements mass in total, from surveyed defoliating insects between 2000 and 2002 (significant correlation with $p = 0,05$)



Ryc. 3. Analiza regresji i korelacji Pearsona łącznej masy ekskrementów larw badanych gatunków foliofagów między rokiem 2001 i 2002 (korelacja istotna przy $p = 0,05$)

Fig. 3. Analysis of Pearson's regression and correlation of larvae excrements mass in total, from surveyed defoliating insects between 2001 and 2002 (significant correlation with $p = 0,05$)

4. DYSKUSJA

Ponieważ masę ekskrementów larw można traktować jako odzwierciedlenie zagęszczenia larw w koronach drzew, obliczone w wyniku analiz współczynniki korelacji między masą ekskrementów różnych gatunków w tym samym roku obserwacji oraz między masą ekskrementów tego samego gatunku w różnych latach obserwacji wyrażają – w pewnym uproszczeniu – wzajemne relacje liczebności larw badanych gatunków. Z przeprowadzonych analiz wynika, że istnieje wyraźny dodatni związek między liczebnością larw tych gatunków w badanych drzewostanach. Ponadto, istnieje również bardzo wyraźny dodatni związek między liczebnością larw danego gatunku w jednym roku a liczebnością larw tego gatunku w innym roku obserwacji. Dodatni związek między liczebnością larw danego gatunku jest bardzo prawdopodobny w przypadku dynamicznego rozwoju populacji pod warunkiem, że larwy tego gatunku występują równomiernie w każdym fragmencie drzewostanu, a wzrost liczebności populacji jest również równomierny na całej przestrzeni.

Obserwacje prowadzone na tym terenie już od 1996 r. wykazały, że w okresie badań wszystkie badane foliofagi wykazywały wzrost liczebności, z tym, że wzrost liczebności strzygoni choinówki podczas wielu lat był łagodny, a szczyt jej liczebności przypadł na 2001 r. U pozostałych gatunków szczyt liczebności przypadł w 2002 r., przy czym u brudnicy mniszki wzrost liczebności był najbardziej gwałtowny i nastąpił po niewielkim spadku liczebności w 2001 r. w porównaniu z

rokiem 2000. Liczebność barczatki sosnowki, zawisaka borowca, poprocha cetyniaka i boreczników również znacznie wzrosła w 2002 r., jednak wzrost ten był poprzedzony stopniowym rozwojem ich populacji w latach poprzednich.

Przedstawione wysokie współczynniki korelacji między masą ekskrementów larw wyrażają przede wszystkim korelację przestrzenną i w pewnym stopniu zbieżność w czasie liczniejszego występowania larw tych gatunków foliofagów. Wydaje się zatem, że wzrost liczebności populacji ważniejszych foliofagów sosny zdarza się w mniej więcej tym samym okresie i dotyczy tych samych fragmentów drzewostanów, co widoczne jest zwłaszcza w okresie międzygradacyjnym. Potwierdza to wyniki wieloletnich obserwacji nad przestrzennym rozwojem populacji foliofagów sosny, które wykazały znaczne pokrywanie się ognisk liczniejszego występowania larw kilku gatunków foliofagów (Płatek 2002). Przypadki synchronizacji zmian liczebności różnych gatunków foliofagów notowane były również w ubiegłych latach na innych terenach Polski, w dłuższych przedziałach czasu. Taką synchronizację zmian liczebności stwierdzono w latach 1986–1997 w Nadleśnictwie Ostrów Mazowiecka między *Diprionidae*, *P. flammea*, *B. piniarius*, *H. pinastri*, *D. pini* i *Acantolyda posticalis* Mats. (Hymenoptera: Pamphilidae), na podstawie jesiennych poszukiwań szkodników sosny (Bystrowski 1998).

Jednoczesny wzrost liczebności wielu foliofagów sosny, choć częsty, to nie zawsze występuje i mogą zdarzać się przypadki, kiedy wzrostowi liczebności jednego lub nawet dwóch gatunków foliofagów nie towarzyszy wzrost liczebności populacji innych gatunków foliofagów. W prezentowanych badaniach wyraźna zbieżność liczniejszego występowania w czasie i w przestrzeni dotyczyła przede wszystkim strzygoni choinówki, boreczników, poprocha cetyniaka oraz brudnicy mniszki, a więc gatunków, których larwy z roku na rok opanowują większość powierzchni drzewostanów, ale większe zagęszczenie larw obserwowano tylko w niektórych ich fragmentach (Płatek 2002).

Należy zaznaczyć, że korelacja występowania różnych gatunków w czasie oznacza ich liczniejsze występowanie w tym samym roku, a nie jednoczesne żerowanie w tym samym czasie, gdyż w sezonie okresy aktywności larw niektórych gatunków prawie nie zachodzą na siebie. Szczególnie dotyczy to brudnicy mniszki i poprocha cetyniaka oraz w dużym stopniu strzygoni choinówki i poprocha cetyniaka, gdyż główna aktywność larw poprocha cetyniaka przypada na okres, kiedy rozwój larw brudnicy mniszki oraz strzygoni choinówki jest zakończony lub dobiega końca.

Występowanie larw barczatki sosnowki i zawisaka borowca zasadniczo nie było skorelowane ani między sobą, ani z pozostałymi gatunkami. Jedynie w 2002 r. wartość współczynników korelacji między masą ekskrementów larw sugerowała istnienie dodatniego związku między występowaniem larw tych gatunków. Było to zapewne spowodowane jednoczesnym dużym wzrostem ich liczebności, jak również faktem szybszego wzrostu liczebności larw w tych samych fragmentach drzewostanów. Brak korelacji dotyczył zatem gatunków, których larwy poza okresem gradacyjnym występują punktowo w niektórych fragmentach drzewostanu, a stosunkowo duże współczynniki korelacji w 2002 r. wynikają z dynamicznego

rozwoju populacji zawisaka borowca i barczatki sosnówki i znacznego opanowania przez nie w tym roku większości drzewostanów (Płatek 2003). Ponadto, wysokie współczynniki korelacji masy ekskrementów danego gatunku foliofaga między kolejnymi latami świadczą o utrzymującym się przez lata większym zagęszczeniu larw w koronach drzew prawie dokładnie w tych samych częściach badanych drzewostanów sosnowych. Potwierdza to dotychczasowe informacje o utrzymujących się od wielu lat rejonach w większym stopniu zagrożonych żerem larw tych gatunków. Rozpoczynający się w takich ogniskach jednoczesny rozwój lokalnych populacji danego gatunku daje w konsekwencji efekt rozwoju w skali meta-populacji (Ruxton i in. 1999).

Według niektórych autorów, główną rolę w tworzeniu tak specyficznie korzystnych warunków dla rozwoju owadów w tych częściach drzewostanów odgrywają lokalne charakterystyki, takie jak struktura drzewostanu i jakość biologiczna drzew (Zhang i in. 2003). Na podstawie dotychczasowych obserwacji wydaje się jednak bardzo prawdopodobne, że odpowiadają za to również bardziej subtelne różnice między fragmentami biocenoz leśnych (np. tempo rozkładu szczątków organicznych, sprawność obiegu materii i stan fizjologiczny drzew), gdyż dotychczasowe próby znalezienia związku liczebności larw lub imago foliofagów sosny z charakterystykami drzewostanów nie przyniosły pozytywnych rezultatów. Drzewostany, w których stwierdzano liczniejsze występowanie, zarówno larw, jak i motyli, reprezentowały różne typy siedlisk, dużą rozpiętość wieku, różne klasy bonitacji, różny stopień zadrzewienia, a nawet różny stopień zwarcia koron (Płatek 2000a, 2000b; Szyszko i in. 2002).

5. WNIOSKI

1. W okresie prowadzonych badań stopień korelacji między zagęszczeniem larw strzygoni choinówki (*P. flammaea*), boreczników (*Diprionidae*), poprocha cetyniaka (*B. piniarius*) oraz brudnicy mniszki (*L. monacha*) był wysoki. Większej masy ekskrementów larw jednego gatunku towarzyszyła większa masa ekskrementów larw pozostałych gatunków.

2. Nie stwierdzono stałej korelacji między zagęszczeniem larw barczatki sosnówki (*D. pini*) i zawisaka borowca (*H. pinastri*) a zagęszczeniem pozostałych badanych gatunków. Większa masa ekskrementów larw tych gatunków nie była związana z większą masą ekskrementów larw innych badanych gatunków.

3. Wysoki stopień skorelowania masy ekskrementów larw danego gatunku na poszczególnych powierzchniach kontrolnych między kolejnymi latami świadczył o tym, że z roku na rok relatywnie większe zagęszczenie larw w koronach drzew dotyczy tych samych fragmentów drzewostanów. Potwierdza to dotychczasowe

informacje o utrzymującej się rejonizacji liczniejszego występowania larw foliofagów sosny.

Praca została złożona 18.03.2004 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 7.09.2004 r.

EVALUATION OF CORRELATION BETWEEN LARVAE NUMBERS OF THE MOST IMPORTANT PINE DEFOLIATING INSECTS IN TUCZNO FOREST DISTRICT IN 2000–2002

Summary

Climatic factors and biocenotic conditions are conducive to simultaneous development of different defoliating insects very often. The consequence of that is synchronized growth of their quantity, started in some characteristic fragments of stands with particularly favorable conditions to insects breeding, called breeding centres. The survey was carried on to answer the question: Do changes in numbers of different defoliating insects are correlated in time and space in real terms? Following species were studies: pine noctuid (*Panolis flammea* Den. Et Schiff.; *Lepidoptera: Noctuidae*) nun moth (*Lymantria monacha* L.; *Lepidoptera: Lymantriidae*), sawflies (*Hymenoptera: Diprionidae*), pine sphinx moth (*Hyloicus pinastri* L.; *Lepidoptera: Sphingidae*), pine moth (*Dendrolimus pini* L.; *Lepidoptera: Lasiocampidae*), and pine looper (*Bupalus piniarius* L.; *Lepidoptera: Geometridae*).

Carried out correlation analyses have shown in most of the cases rather high, positive values of coefficients what indicated great degree of simultaneous relationships between excrements mass of larvae of different pine defoliating insects, in following observation years, in surveyed stands. In 2000, the 15 correlation analyses between excrements mass of different species larvae were carried out where in 8 cases the correlation coefficient was significant. In 2001 significant correlation coefficients were reached in 6 cases and in 2002, only in 2 cases analyses did not show significant correlation between larvae excrements of two species. Moreover, analyses of correlation between the same species larvae excrements in different years have shown close quantitative connection of excrements mass in one year to excrements mass of this species in other year. 12 from 18 accounted correlation coefficients were statistically significant. The surveys have proved that there was visible positive connection between larvae concentration of the same species in surveyed stands.

(transl. M. T.)

LITERATURA

- Bystrowski C. 1998: Synchronization of population dynamics of pine foliophages on the example of the autumnal searches in the Ostrów Mazowiecka forest district in the years 1986–1997. *Fol. For. Pol.*, A; 40: 95–106.
- Jensen T. S. 1985: Outbreak and latency population of nun moth *Lymantria monacha* L. *Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* 4, Kiel, 239–243.

- Płatek K. 2000a: Przestrzenna charakterystyka występowania larw strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Schiff.) w drzewostanach Nadleśnictwa Tuczo. Sylwan, 10: 83–93.
- Płatek K. 2000b: Charakterystyka występowania larw boreczników (*Diprionidae*, Hym.) na podstawie opadu ekskrementów w drzewostanach Nadleśnictwa Tuczo. Sylwan, 11: 65–73.
- Płatek K. 2002: Przestrzenne zmiany występowania larw foliofagów sosny w okresie międzygradacyjnym (na przykładzie drzewostanów nadleśnictwa Tuczo). Sylwan, 9: 73–80.
- Płatek K. 2003: Charakterystyka rozwoju lokalnej populacji zawisaka borowca (*Hyloicus pinastri* L.) na podstawie występowania larw, w latach 1996–2002. Sylwan, 8: 49–54.
- Ruxton G. D., Rohani P. 1999: Fitness – dependent dispersal in metapopulations and its consequences for persistence and synchrony. J. Anim. Ecol., 68(3): 530–539.
- Sierpiński Z. 1966: Metodyka entomologicznych badań ilościowych w leśnictwie. Ekol. Pol., XII, 3: 70–281.
- Szujecki A. 1995: Entomologia leśna. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, t. II: 170.
- Szyszek J., Płatek K., Gryuntal S., Klimaszewski K., Dyjak R., Niedziółka M. 2002: Metody prognozowania zagrożeń biocenoz borów sosny powodowanych przez wybrane czynniki biotyczne. Sprawozdanie z zadania badawczego nr 1/99, SGGW, Warszawa.
- Zhang Qi – Bin, Alfaro, Rene I. 2003: Spatial synchrony of the two- year cycle budworm outbreaks in central British Columbia. Canada; Oikos 102 (1): 146–154.