

WOJCIECH GRODZKI

*Instytut Badawczy Leśnictwa*

*Zakład Gospodarki Leśnej Regionów Górskich*

*Fredry 39, 30-605 Kraków*

*e-mail: zxgrodzk@cyf-kr.edu.pl*

KORNIK DRUKARZ, *IPS TYPOGRAPHUS* (L.), W GÓRSKICH OBSZARACH CHRONIONYCH,  
JAKO PRZEDMIOT MIĘDZYNARODOWYCH PROGRAMÓW BADAWCZYCH

WSTĘP

Kornik drukarz jest wdzięcznym i często wybieranym obiektem badań. Wynika to z licznych przesłanek, wśród których najważniejszymi są: (i) powszechność występowania tego gatunku w drzewostanach świerkowych Europy i Polski, w tym także w obszarach chronionych (GRODZKI 1998), (ii) rola, jaką spełnia w ekosystemach, zwłaszcza zaś jej ewolucja w zależności od charakterystyki i stanu lasu, (iii) możliwość wykorzystania danych o liczebności jego populacji do pośredniej oceny zdrowotności drzewostanów (CAPECKI 1989), (iv) stosunkowo duża łatwość prowadzenia badań i obserwacji wynikająca zarówno z cech biologii gatunku jak i szerokiego spektrum zajmowanych środowisk, (v) znaczny stopień poznania gatunku, jego biologii i ekologii, ułatwiający dobór odpowiednich metod badawczych oraz interpretację wyników, (vi) istnienie skutecznych narzędzi badawczych umożliwiających precyzyjne śledzenie dynamiki liczebności populacji owadów oraz (vii) łatwość oceny skutków jego występowania, zwłaszcza w warunkach masowych pojawów.

Kornik drukarz jest stałym, integralnym elementem ekosystemów wytworzonych w drzewostanach świerkowych, zarówno w górach jak i na niżu. W warunkach równowagi ekologicznej gatunek ten spełnia rolę naturalnego czynnika selekcyjnego, powodującego eliminację drzew osłabionych z drzewostanów. Niezależnie od przyczyn tego osłabienia oraz długości tworzonego przez nie łańcucha, kornik drukarz

stanowi przeważnie jego ostatnie ogniwo, przyczyniając się do śmierci zaatakowanego drzewa. W normalnie funkcjonujących ekosystemach jego rola jest zatem całkowicie wtórna, bowiem obecność kornika (w różnych stadiach rozwojowych) na drzewach stojących wiąże się zawsze ze stanem obniżenia ich żywotności, a zwłaszcza odporności. Liczne badania prowadzone m.in. w Skandynawii, Francji i Austrii (CHRISTIANSEN i HUSE 1980; BAIER 1996, BRIGNOLAS i współaut. 1998) pozwoliły na opisanie relacji między drzewem żywicielskim a kornikiem drukarzem, zwłaszcza zaś mechanizmu wyboru drzewa przez owady, a następnie powstawania i przełamывania reakcji odpornościowej drzewa atakowanego przez wgryzające się chrząszcze. Mechanizm ten ma podłoże chemiczne, co wiąże się przede wszystkim ze składem łyka, zarówno jako substratu pokarmowego, jak i źródła informacji chemicznych (zapachowych) odbieranych przez owady. W myśl tych prawidłowości, kornik atakować powinien wyłącznie drzewa, które na podstawie odbieranych informacji identyfikuje jako przydatne do zasiedlenia. W dużym uproszczeniu mechanizm ten jest jednym z filarów systemu regulacji liczebności populacji kornika, w którym w równej mierze uczestniczą naturalne czynniki oporu środowiska, zwłaszcza z grupy organizmów entomofagicznych i entomopatogenicznych.

Istotną cechą kornika drukarza jest jednakoż zdolność do zmiany roli w ekosystemach – przejścia ze statusu wtórnego czynnika selek-

cyjnego w czynnik pierwotny, powodujący eliminację drzew o coraz wyższej żywotności. Przejście takie następuje wskutek nagłego spadku odporności populacji drzew w drzewostanie lub też gwałtownego wzrostu liczebności populacji owadów; możliwe jest także synergiczne wystąpienie obu tych warunków równocześnie. Dzieje się tak np. w sytuacji gorącego i suchego sezonu wegetacyjnego, powodującego z jednej strony osłabienie drzew wskutek stresu wodnego, z drugiej zaś szybki wzrost liczebności populacji kornika w warunkach przyspieszonego rozwoju stadiów przedimaginalnych i zwiększenia liczby generacji rozwijających się w ciągu sezonu wegetacyjnego. Następuje wówczas wzrost agresywności owadów, atakujących drzewa o coraz wyższej żywotności, w myśl teoretycznego modelu zwanego „progiem udanego ataku”. Operując dwoma parametrami – liczebnością populacji kornika i odpornością drzew, można dobrać nieskończoną liczbę takich ich układów, w których następuje przełamanie reakcji obronnej i udane zasiedlenie drzew (GRODZKI 1995; CHRISTIANSEN i współaut. 1987).

Istnienie opisanych powyżej mechanizmów legło u podstaw koncepcji wykorzystania kornika drukarza w charakterze indykatora żywotności i odporności drzewostanów świer-

kowych. Jest on bowiem gatunkiem reagującym w sposób niezwykle czuły na zmiany zachodzące w tym zakresie, a ocena tej reakcji jest metodycznie stosunkowo łatwa. Jedną z najprostszych metod takiej oceny jest śledzenie dynamiki wydzielającego się posuszu zasiedlonego przez owady, oparte na inwentaryzacji w drzewostanach i/lub ewidencji przeprowadzonych cięć w tej kategorii. Uzyskana w ten sposób informacja o dynamice wydzielania posuszu, a pośrednio – frekwencji owadów kambiofagicznych z gatunków tworzących zespół kornika drukarza, w którym towarzyszą mu zwykle kornik drukarczyk (*I. amitinus* Eichh.) i rytownik pospolity (*Pityogenes chalcographus* L.), a czasem także inne gatunki korników, pozwala na wnioskowanie o stanie zdrowotnym drzewostanu i stopniu jego osłabienia (CAPECKI 1989). Metoda ta, w połączeniu z oceną frekwencji i zagęszczenia żerowisk kornika drukarza na drzewach zasiedlonych poddanych analizie, jest często wykorzystywana zarówno w badaniach bioindykacyjnych, jak i tych ukierunkowanych na dalsze poznanie biologii i ekologii tego ważnego gatunku owada. Prezentowane w niniejszym opracowaniu badania opierają się na wykorzystaniu opisanych wyżej cech kornika drukarza.

#### KORNIK DRUKARZ JAKO ORGANIZM BIOINDYKACYJNY

W dwu kolejno następujących po sobie projektach badawczych: IUFRO-Biodiversity „Wpływ zdrowotności lasów na bioróżnorodność ze szczególnym uwzględnieniem skutków zanieczyszczenia powietrza w Karpatach” (1998–2000) oraz ILTER „Długoterminowe skutki zanieczyszczeń powietrza w wybranych ekosystemach leśnych Tatr (Karpaty Zachodnie) – wspólne studium polsko-słowacko-amerkańskie” (2000–2001), kornik drukarz wykorzystany został w charakterze bioindykacyjnym – jako wskaźnik reakcji ekosystemu boru świerkowego na stres środowiskowy spowodowany oddziaływaniem zanieczyszczeń, zwłaszcza ozonu troposferycznego. Z wcześniejszych badań wiadomo bowiem, że owady kambiofagiczne, zwłaszcza kornik drukarz, znajdują korzystne warunki rozwoju w świerczynach pozostających pod wpływem długotrwałego oddziaływania niskich koncentracji zanieczyszczeń przemysłowych (CHRISTIANSEN 1989). W warunkach bezpośredniego

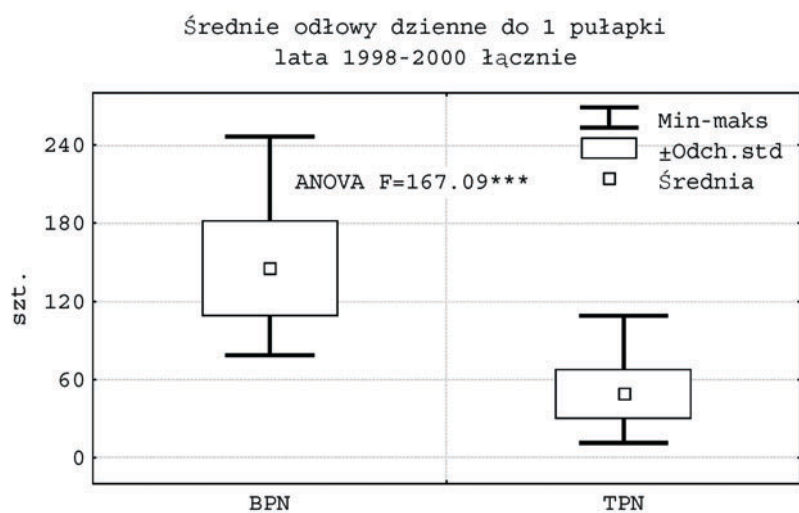
wpływu wysokich koncentracji tych związków występowanie kornika ulega jednak znacznemu ograniczeniu na rzecz gatunków o bardziej wtórnym charakterze (OPPERMANN 1985). Mimo, iż nie stwierdzono bezpośredniego związku między poziomem skażenia środowiska leśnego przez przemysł a nasileniem występowania owadów kambiofagicznych, można dopatrywać się takiej zależności o charakterze pośrednim, jako efektu spadku odporności osłabionych świerczyn na atak owadów fitofagicznych (GRODZKI 1995). Owady z grupy kambiofagów stanowić mogą zatem dobry wskaźnik zmian zachodzących we wrażliwych ekosystemach świerczyn górskich (CAPECKI i GRODZKI 1998), dlatego wybitnie nadają się one do celów bioindykacyjnych w warunkach górskich, gdzie niezmiernie rzadko stwierdzone są bezpośrednie efekty działania przemysłu. Prezentowane tu badania obejmowały obserwacje nad kornikiem drukarzem, których wyniki, nawiązane do szerszych badań ekologicz-

nych, pozwoliły ocenić reakcje tego owada na stres środowiskowy spowodowany zanieczyszczeniem powietrza, poprzez śledzenie dynamiki liczebności jego populacji w obiektach badawczych najpierw w całym łuki Karpat – w Czechach, Polsce, Słowacji, Ukrainie i Rumunii (IUFRO-Biodiversity), a potem już tylko na obszarze Tatr polskich i słowackich (ILTER).

W pierwszym projekcie do badań wybrano 5 par stanowisk, po jednej w każdym z krajów, z „bardziej” i „mniej” zanieczyszczonym obiektem w każdej parze, opierając się na wynikach wcześniejszych pomiarów  $O_3$  (BYTNEROWICZ i współaut. 1998). W Polsce wybrano dwa drzewostany świerkowe, leżące w obszarach ochrony częściowej Tatrzańskiego Parku Narodowego (Obw. ochr. Łysa Polana) i Bieszczadzkiego PN (Obw. ochr. Górny San). Wybór obszarów w ochronie częściowej wynikał z metodyki badań, obejmującej ścinę drzew zasiedlonych oraz intensywne odłowy chrząszczy do pułapek feromonowych. Ocenę liczebności populacji kornika prowadzono bowiem przy pomocy trzech metod: retrospektywnej analizy nasilenia wydzielania posuszu w okresie 5-letnim, analizy entomologicznej ścinanych drzew zasiedlonych oraz odłowów chrząszczy kornika do pułapek feromonowych w 3-letnim

90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pełne wyniki badań zostały już opublikowane (GRODZKI i współaut. 2002), w tym miejscu przytoczone zostaną natomiast główne stwierdzenia z nich wynikające:

- wykazano istnienie różnic w wielkości wszystkich parametrów występowania *I. typographus*, zarówno w obrębie par obiektów (Ryc. 1), jak i w nawiązaniu do stężeń  $O_3$ ; w warunkach wyższych stężeń uzyskiwano z reguły wyższe wskaźniki występowania kornika;
- różnice między stanowiskami o różnym poziomie obciążenia zanieczyszczeniami wskazują, że kornik drukarz, reagujący na zmiany w osłabieniu drzewostanów, może być użyty jako bioindykator stanu lasu/stresu środowiskowego;
- stwierdzona zależność nie jest liniowa (korelacje rang Spearmana  $0,08 < r_s < 0,54$ ), co potwierdza istnienie złożonych interakcji owad-roślina żywicielska, odgrywających decydującą rolę w mechanizmach wyboru drzew i przełamywania ich odporności przez kornika drukarza. Potwierdzają to także różnice między obiektami w Polsce (TPN/BPN), wynikające w znacznej mierze z odmienności panujących w nich warunków środowiskowych (GRODZKI 2000).



Ryc. 1 Średnie dzienne odłowy chrząszczy, *Ips typographus*, do pułapek feromonowych w drzewostanach świerkowych w Bieszczadzkim („bardziej” zanieczyszczony) i Tatrzańskim („mniej” zanieczyszczony) Parku Narodowym w latach 1998–2000.

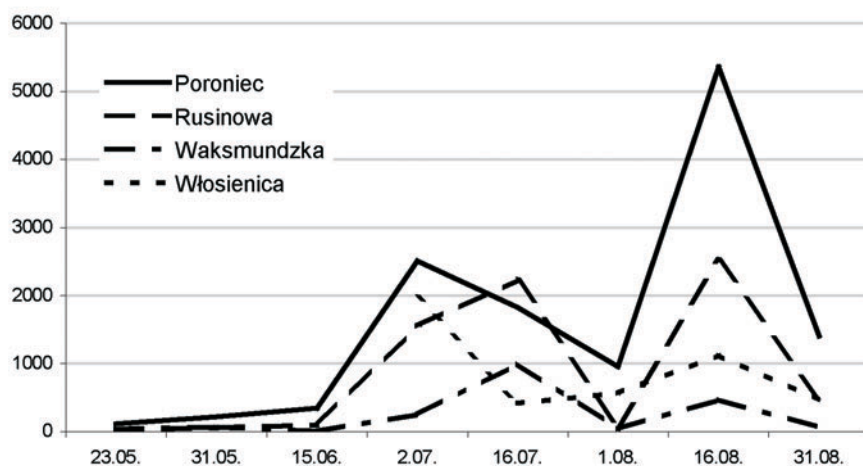
okresie badań terenowych. Wyniki poddano analizom statystycznym, określając zróżnicowanie parametrów występowania kornika w odniesieniu do poziomu skażenia ekosystemów wybranymi substancjami, zwłaszcza  $O_3$ ,  $SO_2$  i  $NO_2$ , zarówno w układzie par powierzchni („bardziej” – „mniej” zanieczyszczone), jak i w układzie bezwzględnych stężeń ozonu („wysokie” – „niskie” z wartością graniczną

Kontynuację tych badań stanowić miał projekt ILTER, który zakładał ograniczenie zasięgu terytorialnego do Tatr, przy podniesieniu stopnia szczegółowości i porównywalności obserwacji i pomiarów z uwagi na mniejszą zmienność warunków naturalnych w obrębie jednego masywu górskiego. Zaplanowano zastosowanie sprawdzonej wcześniej metodyki, jednak w pierwszym etapie badania ograniczono

do obserwacji dynamiki liczebności populacji kornika drukarza przy pomocy pułapek feromonowych. Stanowiska obserwacyjne zlokalizowano w nawiązaniu do punktów pomiaru ozonu przez Instytut Botaniki PAN w Krakowie, formując trzy transekty wysokościowe – 2 po słowackiej i 1 po polskiej stronie Tatr – obejmujące następujące punkty (w nawiasach wysokości npm):

- Polana Poroniec (950) – Polana Rusinowa (1250) – Polana Waksmundzka (1300) – Włosienica (1400),
- Tatranske Matliare (810) – Štart (1200) – Hrebienok (1335) – Skalnaté Pleso (1700),
- Vyšné Hagy (1160) – Ostrva (1480) – Popradské Pleso (1520) – Štrbské Pleso (1530).

programu przerwano wskutek zaprzestania finansowania badań przez stronę amerykańską, zatem uzyskane wyniki są niepełne i mają charakter wstępny. Można jednak w oparciu o nie sformułować kilka stwierdzeń odnoszących się do biologii i ekologii kornika drukarza, a mianowicie: (i) odłowy wykazują znaczne zróżnicowania między latami i stanowiskami; w niższych stanowiskach nasilenie lotu i jego wahania są znacznie większe (Ryc. 2); (ii) przebieg rójki, a zwłaszcza jej szczyty, pozostają pod silnym wpływem warunków pogody (temperatura, opady), co widoczne jest w całym profilu wysokościowym niezależnie od wysokości; (iii) znaczne odłowy zanotowane na wszystkich punktach z 3 transektów, w tym w paśmie górnej granicy lasu po stronie słowackiej (Skal-



Ryc. 2. Przebieg rójki kornika drukarza w 2001 roku na czterech stanowiskach transektu w Tatrzańskim Parku Narodowym, określony na podstawie odłowów do pułapek feromonowych.

Pułapki feromonowe lokalizowano na otwartej przestrzeni (hala, polana), w grupach po 3 sztuki; liczebność odłowionych owadów określano w laboratorium. W badaniach po stronie słowackiej uczestniczyli pracownicy LVU Zvolen (M. Turčani i J. Novotný) oraz TANAP (P. Fleischer). Po 2 latach realizację

natępnego Pleso), wskazują na znaczną siłę dyspersji i zdolności migracyjne drukarza a także – silny efekt wabiący feromonu; (iv) efekt ten jest wyraźny tym bardziej, że pułapki umieszczono poza lasem, a w pobliżu nie występowały drzewostany o widocznej podwyższonej liczebności populacji kornika.

#### KORNIK DRUKARZ JAKO GŁÓWNY PRZEDMIOT BADAŃ

W latach 1999–2001 realizowano projekt pt. „Zintegrowana ocena zagrożenia i nowe technologie postępowania ochronnego w ekosystemach objętych zamieraniem lasu i gradacjami owadów kambiofagicznych „TATRY”<sup>1</sup>, w którym uczestniczyli specjaliści z 9 krajów Europy. Badania prowadzono w polsko-słowackim obszarze transgranicznym obejmującym ok. 3900 ha w rejonie Doliny Białki/Belovod-

skiej w Tatrach, w granicach dwu parków Narodowych – TPN i TANAP. Celem badań było m.in. określenie mechanizmu powstawania i rozwoju gradacji kornika drukarza, jaka miała miejsce w latach 90. ubiegłego wieku na obszarze obu Parków, w drzewostanach świerkowych objętych zróżnicowanym statusem ochronnym. Tamtejsze drzewostany po stronie polskiej znajdują się od ponad 50 lat w obsza-

<sup>1</sup>Projekt finansowany przez Komisję Europejską, kontrakt nr IC15-CT98-0151

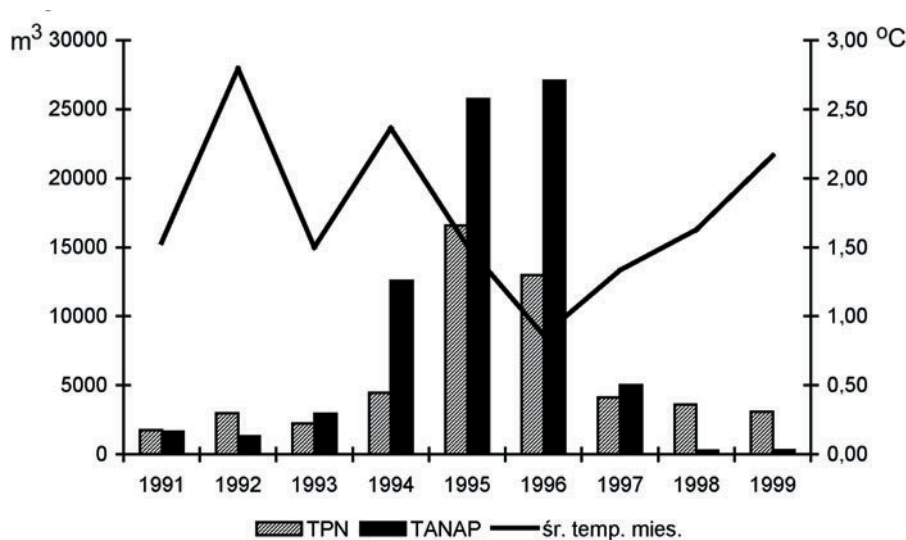
rze ochrony ścisłej (obw. ochr. Łysa Polana i Morskie Oko TPN). Natomiast po stronie słowackiej (Obw. ochr. Javorina TANAP) stosowano w okresie gradacji zróżnicowane podejście: od modelu zbliżonego do rezerwatu ścisłego do 1994 r., poprzez intensywne cięcia sanitarne w okresie kulminacji gradacji (1995–1996), po podejście zintegrowane (od 1997 r.) polegające na stosowaniu różnych metod ochronnych, w tym barier z licznych pułapek feromonowych.

Badania realizowano w dwu skalach: (i) ogólnej – poprzez retrospektywną analizę jakościową i przestrzenną danych o przebiegu gradacji, z zastosowaniem technologii GIS, a także (ii) szczegółowej – poprzez obserwacje i badania terenowe na 5 parach powierzchni zlokalizowanych w obszarze badań.

Celem scharakteryzowania przebiegu gradacji w ujęciu czasowym i przestrzennym stworzono wspólną bazę danych dla całego obszaru badań, obejmującą między innymi parametry stanowiska (wysokość npm, ekspozycja), charakterystykę siedliska (typ siedliskowy lasu, zbiorowisko roślinne), wybrane cechy taksacyjne drzewostanów a także dane o szko-  
dach pochodzenia abiotycznego (wiatr, śnieg)

Uzyskane wyniki są nadal w opracowaniu, jednak już obecnie można, w oparciu o nie, sformułować następujące stwierdzenia:

- gradacja wybuchła w roku 1995, równocześnie po obu stronach granicy, a drzewostany wówczas zaatakowane znajdowały się w różnych, nie sąsiadujących bezpośrednio częściach obszaru badań na terenie obu krajów;
- przebieg gradacji, wyrażony średnią miąższością drzew zasiedlonych na 1 ha drzewostanów w kolejnych latach, był niemal identyczny po obu stronach granicy ( $r_s=0,91$ ), a w okresie kulminacji wskaźnik ten osiągał wyższe wartości w części słowackiej;
- czynnikiem wyzwalającym wybuch gradacji był układ warunków pogody w pierwszej połowie lat 90., zwłaszcza wysokie temperatury i deficyt wodny podczas sezonów wegetacyjnych;
- gradacja załamała się w 1997 r., równocześnie po obu stronach granicy, w następstwie niekorzystnych dla kornika warunków pogody podczas wilgotnych i chłodnych sezonów wegetacyjnych lat 1996–1998 (Ryc. 3);



Ryc. 3. Przebieg gradacji kornika drukarza wyrażony miąższością drzew zasiedlonych w polskiej (TPN) i słowackiej (TANAP) części obszaru badań, na tle średnich temperatur miesięcznych w latach 1991–1999 w Javorinie.

i nasileniu wydzielania posuszu przez kornika drukarza w okresie dziesięciolecia 1990–1999. Podstawową jednostkę terytorialną bazy stanowiło wydzielenie leśne. Dla celów analizy przestrzennej opracowana została także mapa numeryczna (model terenu, ciekły wodne, drogi, podział powierzchniowy lasów) na bazie której tworzone warstwy tematyczne oparte na zebranych danych.

- skutkiem gradacji po stronie polskiej są znaczne fragmenty zamarłego starodrzewu świerkowego z różnowiekowym odnowieniem w dnie lasu. Po stronie słowackiej, w wyniku intensywnych cięć zupełnych, powstały rozległe obszary wylesione bez odnowień naturalnych;
- drzewostany objęte gradacją cechowała wysoka predyspozycja na atak kornika, wy-

nikająca z ich cech i położenia (drzewostany o najwyższej podatności zostały najsilniej zaatakowane). Po stronie polskiej na znacznej powierzchni wystąpiło zjawisko naturalnego rozpadu starych drzewostanów, których brak po stronie słowackiej zaowocował przedwczesną eliminacją drzewostanów młodszych.

Przeprowadzone badania przyniosły bardzo bogaty i obszerny materiał, który jest

sukcesywnie opracowywany przez specjalistów z różnych dziedzin (entomologia i ochrona lasu, ekofizjologia, biochemia, gleboznawstwo i inne). Informacje o postępie prac znaleźć można na stronie internetowej projektu ([http://www.vsv.slu.se/schlyter/tatry\\_pr/tatrypr.htm](http://www.vsv.slu.se/schlyter/tatry_pr/tatrypr.htm)), a szereg opracowań szczegółowych jest obecnie w przygotowaniu.

#### PODSUMOWANIE – PRÓBA BILANSU

Przedstawione w opracowaniu badania mają zasadniczą wspólną cechę: prowadzone były w drzewostanach parków narodowych, w obszarach objętych statusem ochronnym. Jest to ze wszech miar prawidłowe, albowiem otwarcie na badania naukowe stanowi jeden z głównych celów statutowych parków narodowych. Niezależnie zatem od rangi problemu występowania kornika drukarza i jego skutków (także przyrodniczych), należy uświadomić sobie wartość badań prowadzonych w ekosystemach poddanych wyłącznie bądź w znacznej mierze prawom natury, nie zaś priorytetom gospodarczym. Możliwość śledzenia naturalnych procesów, zwłaszcza w obszarach ochrony ścisłej, jest niewątpliwie czynnikiem rzutującym na uzyskiwane wyniki, a opisane w ten sposób prawidłowości i mechanizmy znajdują zastosowanie w ekologicznie ukierunkowanym zagospodarowaniu lasów o charakterze produkcyjnym. Nie do przecenienia są ta-

kże czysto poznawcze walory uzyskiwanych tu wyników, czemu sprzyja ograniczony dostęp osób postronnych do obszarów ochrony ścisłej, ułatwiający prowadzenie obserwacji, szczególnie tych wymagających instalacji specjalistycznej aparatury. Utrudnieniem w realizacji prac terenowych bywa natomiast ograniczona dostępność terenu, wymuszająca długie dojścia do obiektów badawczych, a także ograniczenia wynikające z reżimu ochrony ścisłej – np. brak możliwości ścinki drzew zasiedlonych, niezwykle uciążliwy w badaniach nad owadami kambiofagicznymi.

Prezentowane projekty stanowią modelowy przykład współpracy międzynarodowej, tak w odniesieniu do transgranicznego charakteru badań jak i interdyscyplinarności zespołów specjalistów z różnych krajów. Przykłady te dowodzą zarazem atrakcyjności polskich obszarów chronionych jako obiektów badań naukowych o wymiarze ponadnarodowym.

#### SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) IN PROTECTED MOUNTAIN AREAS AS A SUBJECT OF INTERNATIONAL RESEARCH PROGRAMS

##### S u m m a r y

The paper presents the aims and principal results of three international research programs dealing with *Ips typographus*, carried out with differentiated approaches. In two projects (IUFRO-Biodiversity and ILTER) the insect was used as a bioindicator of environmental stresses caused by air pollution, mainly ozone. The differences in selected parameters characterizing bark beetle occurrence on Norway spruce in investigated stands (infestation density, beetle-caused tree mortality, captures in pheromone traps) show a positive, however not linear, response of *I. typographus* to this kind of stress, expressed by the increase of its population density. Within the ILTER project (suspended after 2 years) some important information about *I. typographus* ecology has been collected, especially

concerning its adaptation and dispersion abilities in the mountain conditions, including upper montane and timberline zones. The third project (INCO-Copernicus TATRY) was focussed on better understanding of spreading of the bark beetle outbreak in a transboundary area in Tatra mountains. The analysis of the data from Polish (TPN) and Slovak (TANAP) Tatra National Parks revealed the same course of the bark beetle outbreak in both parts of the study area, regardless of the nature of the protection regime applied in individual countries. The high dependence of the outbreak on the weather conditions, as well as forest stand and site characteristics, was described. In conclusion, the role of national parks in the research on the bark beetle occurrence on Norway spruce is discussed.

## LITERATURA

- BAIER P., 1996. *Defence reactions of Norway spruce (Picea abies Karst.) to controlled attacks of Ips typographus (L.) (Col., Scolytidae) in relation to tree parameters*. J. Appl. Entomology 120, 587–593.
- BRIGNOLAS F., LIEUTIER F., SAUVARD D., CHRISTIANSEN E., BERRYMAN A.A., 1998. *Phenolic predictors for Norway spruce resistance to the bark beetle Ips typographus (Coleoptera: Scolytidae) and an associated fungus Ceratocystis polonica*. Can. J. For. Res. 28, 720–728.
- BYTNEROWICZ A., GRODZIŃSKA K., GODZIK B., KRYWULT M., 1998. *Monitoring of tropospheric ozone and evaluation of its effects on forests in the Carpathian Mountains*. Proceedings of the ILTER Regional Workshop, 16–18 September 1998, Mądralin 143–151.
- CAPECKI Z., 1989. *Rejony zdrowotności lasów sudeckich*. Prace Inst. Bad. Leśn. Nr 688.
- CAPECKI Z., GRODZKI W., 1998. *Owady jako przyczyny, wskaźniki i następstwa zmian w ekosystemach leśnych Sudetów Zachodnich*. [W:] *Geoekologiczne problemy Karkonoszy*. SAROSIEK J., STURSA J. (red.), Acarus, Poznań, II, 85–92.
- CHRISTIANSEN E., 1989. *Bark beetles and air pollution*. Medd. NISK 42, 101–107.
- CHRISTIANSEN E. i HUSE K. J., 1980. *Infestation ability of Ips typographus in Norway spruce, in relation to butt rot, tree vitality and increment*. Medd. NISK 35, 473–482.
- CHRISTIANSEN E., WARING R. H., BERRYMAN A. A., 1987. *Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationships*. For. Ecol. Manage. 22, 89–106.
- GRODZKI W., 1995. *Zanieczyszczenia przemysłowe a gradacje szkodników owadzych w lasach górskich*. Sylwan 5, 13–19.
- GRODZKI W., 1998. *Bark beetles in the national parks of the Polish mountains*. Jubilee Conference “Forests and Forestry Research for the Third Millennium”, Zvolen (Slovakia), 11–14.10.1998, I, 197–202.
- GRODZKI W., 2000. *Porównawcze badania nad dynamiką liczebności populacji kornika drukarza Ips typographus (L.) w objętych ochroną częściową drzewostanach świerkowych w Tatrzańskim i Bieszczadzkim Parku Narodowym*. [W:] *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek. Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*. Streszczenia prac. PTPNoZ-TPN.
- GRODZKI W., MCMANUS M., KNIZEK M., MESHKOVA V., MIHALCIUC V., NOVOTNY J., TURCANI M., SLOBODYAN Y., 2002. *The response of Ips typographus (L.) populations in polluted and non-polluted spruce stands in the Carpathian Mountain region*. [W:] *Effects of Air pollution on Forest Health and Biodiversity in Forests of the Carpathian Mountains*. SZARO R. C., BYTNEROWICZ A., OSZLANYI J. (red.), IOS Press, NATO Science Series, Series I, Life and Behavioural Sciences, 345, 236–249.
- OPPERMANN T.A., 1985. *Rinden und holzbrütende Insekten an immissionsge schädigten Fichten und Kiefern*. Holz-Zentralbl. 1985, 14, 213–217.