



**7**

# **Annales Academiae Paedagogicae Cracoviensis**

**Studia Zoologica I**



**7**

**Annales  
Academiae  
Paedagogicae  
Cracoviensis**

**Studia Zoologica I**

**pod redakcją  
Zofii Ciesielskiej**

**Wydawnictwo Naukowe  
Akademii Pedagogicznej  
Kraków 2002**

## **Recenzenci**

prof. dr hab. Andrzej Leśniak  
prof. dr hab. Tadeusz Kaźmierczak  
prof. dr hab. Stanisław Krawczyk  
prof. dr hab. Anna Krzysztofowicz  
prof. dr hab. Maria Rościszewska  
prof. dr hab. Małgorzata Skrzypczyńska  
prof. dr hab. Jerzy R. Starzyk

Niniejszy numer jest kontynuacją  
Rocznika Naukowo-Dydaktycznego Akademii Pedagogicznej  
Prace Zoologiczne (do roku 2001 ukazały się numery I–VII)

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków 2002

projekt graficzny Jadwiga Burek

ISSN 1643–6512

Redakcja/Dział Promocji  
Wydawnictwo Naukowe AP  
31–116 Kraków, ul. Studencka 5  
tel./fax (0–12) 430–09–83  
e-mail: wydawnictwo@ap.krakow.pl

łamanie Jadwiga Czyżowska  
druk i oprawa Wydawnictwo Naukowe AP, zam. 23/02

## Wstęp

Zamierzeniem redakcyjnym prezentowanego numeru było jego ukierunkowanie na problematykę ekologiczną, stąd większość prac to wyniki oryginalnych badań prowadzonych w Zakładzie Ekologii i Ochrony Środowiska Instytutu Biologii Akademii Pedagogicznej. Prace osób z innych zakładów oraz innych instytutów również nawiązują do tej dziedziny nauki. Obecnie bowiem nie sposób prowadzić badań zoologicznych, zwłaszcza terenowych, bez uwzględnienia elementów ekologii badanych gatunków czy podstawowych relacji środowiskowych.

Problematyka z zakresu ekologii s.s. oprócz eksperymentalnych badań z ekologii populacji obejmuje zagadnienia biocenotyczne z zakresu ekologii gleby. Badania populacyjne przedstawiono na przykładzie klasycznych obiektów laboratoryjnych z tego zakresu, jakimi są gatunki szkodników magazynowanego ziarna zbóż, z uwagi na możliwość zachowania w hodowlach ich naturalnych uwarunkowań. Zagadnienia biocenotyczne dotyczą ekologii gleby. Publikowane prace zawierają rezultaty prowadzonych od szeregu lat badań dotyczących roli pedofauny, a larw *Diptera* w szczególności, w procesach glebotwórczych oraz kierunków przemian w strukturze badanych zespołów w efekcie antropopresji.



Zofia Ciesielska, Anna Chrzan

## Przemiany w zespołach larw *Diptera* w rekultywowanej glebie w Krakowie-Zakrzówku

### Wstęp

Badania ostatnich lat koncentrują się na zmianach występujących w składzie i strukturze zespołów zwierząt pod wpływem przekształceń środowiska, z możliwością wykorzystania danych w bioindykacji.

Większość organizmów żyjących w glebie poprzez swoje funkcje życiowe uczestniczy w obiegu materii, który jest jednym z podstawowych procesów warunkujących prawidłowe funkcjonowanie ekosystemu. Jednocześnie organizmy te przyczyniają się do magazynowania i transportu uwolnionych składników mineralnych i organicznych, a następnie udostępniania ich innym organizmom. Udział poszczególnych grup bezkręgowców w procesach rozkładu materii organicznej jest zróżnicowany i zależy od liczebności i aktywności metabolicznej. Ważną rolę w tych procesach odgrywają larwy muchówek, ze względu na znaczący udział ilościowy w faunie glebowej, jak i wielokierunkowe adaptacje troficzne.

Na zmiany zachodzące w glebie narażone są przede wszystkim organizmy żyjące w glebie, do której opadają wszystkie emisje. Różny jest również stopień ich wrażliwości, nawet w obrębie poszczególnych jednostek systematycznych na wpływy antropopresji.

Badania bioindykacyjne w odniesieniu do fauny glebowej koncentrują się wokół poszukiwań organizmów kumulujących substancje toksyczne, których poziom w organizmach stanowi podstawę oceny skażenia środowiska tymi substancjami. Wykorzystuje się również reakcje zespołów roślin i zwierząt całych biocenoz, a stwierdzone zmiany w strukturze zespołów organizmów oraz relacje pomiędzy grupami są odpowiedzią na oddziaływanie zespołu czynników abiotycznych i biotycznych. Analiza struktury zespołów wybranych grup bezkręgowców pozwala stwierdzić, czy jest ona charakterystyczna dla określonych naturalnych środowisk łąkowych, leśnych, przekształconych rolniczych czy zdegradowanych. Sprowadza się ona często do troficznego zróżnicowania zgrupowań oraz określonych relacji pomiędzy udziałem biomasy poszczególnych grup troficznych.

## Materiał i metodyka

Badania prowadzono w latach 1995–1998 w glebie śródmiejskiej łąki w Krakowie–Zakrzówku poddanej procesowi rekultywacji. Zabiegi rekultywacyjne na wybranym do badań stanowisku sprowadzały się do nawadniania, zadrzewiania i zakrzewiania.

Materiał do badań pobierano jeden raz w miesiącu, od marca do grudnia, za pomocą ramy glebowej. Każda seria składała się z 16 prób o łącznej powierzchni wynoszącej 0,25 m<sup>2</sup>. Faunę glebową wypłaszano metodą dynamiczną w zmodyfikowanym aparacie Tullgrena.

Wyekstrahowane larwy *Diptera* rozdzielano i konserwowano w 70% alkoholu. Oznaczanie larw *Diptera* jest bardzo trudne z powodu różnic morfologicznych poszczególnych stadiów larwalnych w obrębie tego samego gatunku. Z tego względu oznaczenie szczegółowe do gatunku lub do rodzaju wielu larw było praktycznie niewykonalne i większość larw oznaczono do rodziny. Do oznaczania używano dostępnych kluczy: Brauns 1954, Paulian 1956, Savčenko 1983.

Klasyfikowanie do poszczególnych grup troficznych oparto na opracowaniach Seguy'a (1950, 1951), Braunsa (1954), Pauliana (1956), Čeperaka i in. (1984) oraz badaniach i obserwacjach własnych.

Przeanalizowano zmiany zagęszczenia, stanu biomasy, różnorodność oraz strukturę troficzną zespołów na tle abiotycznych czynników środowiska: pH, wilgotności, zawartości materii organicznej i metali ciężkich w glebie.

## Teren badań

Stanowisko badań usytuowane było na łące przyległej do rezerwatu i parku miejskiego zwanego Krzemionkami Zakrzowskimi lub Skałami Twardowskiego, znajdującej się na terenie Krakowa–Zakrzówka. Rezerwat „Skały Twardowskiego” został utworzony celem ochrony interesującej roślinności wapiennej oraz zjawisk krasowych i geologicznych.

Tereny te charakteryzują się płytkimi glebami wapiennymi o zawartości Ca około 9600 mg/l. Od wschodniej strony zalesiony obszar rezerwatu graniczy z kamieniołomem, obecnie już nieczynnym. Olbrzymie ściany skalne powstałe w czasie eksploatacji wapienia zarastają trawą. Tereny zajęte przez zwałowisko obecnie stanowią przedmiot zabiegów rekultywacyjnych poprzez wprowadzanie zadrzewień (Brodzicki 1994).

Wśród zadrzewień dominują: *Quercus robur* L., *Acer campestre* L., *Fagus sylvatica* L., *Pinus sylvestris* L., *Sambucus nigra* L. W runie występują: *Geum urbanum* L., *Galium aparine* L., *Chelidonium maius* L., *Viola odorata* L., *Veronica chamaedrys* L., *Impatiens parviflora* DC. Wśród roślinności łąki wyróżniono: *Bromus internis* Ley SS., *Poa pratensis* L., *Poa annua* L., *Dactylis glomerata* L., *Taraxacum officinale* Web., *Plantago lanceolata* L., *Veronica chamaedrys* L., *Ranunculus acer* L., *Galium aparine* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cerastium arvense* L., *Agrimonia*



*eupatoria* L., *Urtica dioica* L., *Geranium Robertianum* L., *Fragaria vesca* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Trifolium campestre* Schreb., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Achillea millefolium* L.

Gleba na stanowisku w Zakrzówku zaliczana jest do II kategorii. Jest to gleba lekka, z piaskiem gliniastym o zawartości frakcji < 0,02 mm w granicach 11–20% (Turzański i in. 1996, 1997). Badana gleba wykazywała odczyn obojętny lub lekko zasadowy (pH 6,6–7,3), co wynika z dużej zawartości w niej wapnia. Zawartość próchnicy w badanej glebie wahała się od 3,31% do 9,79%. Zawartości metali ciężkich Cd, Cr, Ni, Pb w badanych okresach nie przekraczały dopuszczalnych wartości dla gleb Polski i zawierały się w przedziałach:

Cd	0,92–1,13 mg/kg
Cr	12,67–26,1 mg/kg
Ni	11,7–14,1 mg/kg
Pb	28,83–33,9 mg/kg

Wilgotność gleby w okresie letnim (V–VIII) w latach 1995, 1996 i 1998 wahała się w granicach 5–13%, a w 1997 roku – 25–35%. Średnia suma opadów wpływająca na wilgotność gleby wynosiła w kolejnych latach: 1995 – 660,4 mm, 1996 – 765 mm, 1997 – 823 mm, 1998 – 720 mm.

## Wyniki

### Liczebność larw muchówek

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić istnienie ukierunkowanego procesu zmian w zespole badanej grupy pedofauny. Średnie zagęszczenie larw *Diptera* wykazywało tendencję wzrostową w kolejnych latach badań, od około 60 os./m<sup>2</sup> w latach 1995–1996 do 90,4 os./m<sup>2</sup> w 1998 roku, przy wzroście aż do 164 os./m<sup>2</sup> w 1997 roku (tab. 1). Ten jednorazowy gwałtowny wzrost liczebności mógł być dodatkowo stymulowany wysokim stanem wilgotności gleby w lecie 1997 roku, potwierdzony sumą opadów wyższą w tym roku o ponad 100 mm od pozostałych lat.

Wraz ze wzrostem liczebności miała miejsce również tendencja do wzrostu zróżnicowania zespołu larw *Diptera*.

W 1995 roku stwierdzono występowanie larw należących do 11 rodzin, a w roku 1997 aż do 18 rodzin (ryc. 1).

Ryc. 1. Zróżnicowanie zespołów glebowych larw *Diptera* w latach 1995–1998

Wskaźniki	1995	1996	1997	1998
Zagęszczenie l.os./m <sup>2</sup> /sezon	64,5	60,5	164	90,4
Biomasa mg s.m./m <sup>2</sup> /sezon	363,9	27,41	166,55	362,5
Wskaźnik dominacji (%)	41,8 ( <i>Stratiomyiidae</i> )	35,8 ( <i>Chironomidae</i> )	21,3 ( <i>Chironomidae</i> )	45,5 ( <i>Bibionidae</i> )
Zróżnicowanie (liczba rodzin)	11	10	18	13
Wskaźnik Shannona (H')	0,62	0,73	0,93	0,73
Struktura troficzna R/D*	31	0,64	0,42	5
Średni ciężar osobniczy (mg s.m.)	5,64	0,45	1,02	4,01
Średni ciężar osobniczy saprofagów (mg s.m.)	2,38	0,4	0,53	2,14

Tabela 1. Porównanie zmian w strukturze zespołów larw *Diptera* w glebie łąki w Zakrzówku w latach 1995–1998

\* R/D – wskaźnik ilościowy roślinozerców do drapieżców

W ciągu całego okresu prowadzonych badań stwierdzono obecność larw: *Cecidomyiidae*, *Chironomidae*, *Muscidae*, *Empididae*, *Dolichopodidae* i *Bibionidae* (tab. 2).

Wzrostowi zróżnicowania zespołów w latach 1995–1997 towarzyszył spadek wartości wskaźnika dominacji z 42 do 21%. W roku 1995 najwyższy wskaźnik dominacji wynoszący 42% przypadał na larwy *Stratiomyiidae*, a w latach 1996 i 1997 na larwy *Chironomidae*, z tendencją spadkową z 36 do 21%. Natomiast w 1998 roku nastąpił wzrost wskaźnika dominacji larw *Bibionidae* do 45%, które w latach 1995–1997 charakteryzowała względnie stała wartość wskaźnika dominacji wahająca się w granicach od 14% do 17%.

Pozostałe subrecedenty, formy występujące sporadycznie, to przedstawiciele 11 rodzin: *Scatopsidae*, *Psychodidae*, *Solvidae*, *Syrphidae*, *Lonchopteridae*, *Tabanidae*, *Asilidae*, *Rhagionidae*, *Erinnidae*, *Therevidae*, *Limnobiidae*. Larwy należące do tych rodzin charakteryzował również niski wskaźnik stałości występowania, zawarty w granicach od 12 do 50% (tab. 3).

Lp.	Nazwa rodziny	1995	1996	1997	1998
1.	<i>Cecidomyiidae</i>	+	+	+	+
2.	<i>Chironomidae</i>	+	+	+	+
3.	<i>Stratiomyiidae</i>	+	-	+	+
4.	<i>Scatopsidae</i>	-	-	+	-
5.	<i>Lonchaeidae</i>	+	-	+	-
6.	<i>Muscidae</i>	+	+	+	+
7.	<i>Psychodidae</i>	-	-	+	-
8.	<i>Phryneidae</i>	+	+	+	-
9.	<i>Solvidae</i>	-	-	+	-
10.	<i>Syrphidae</i>	-	+	+	+
11.	<i>Lonchopteridae</i>	-	+	-	-
12.	<i>Dolichopodidae</i>	+	+	+	+
13.	<i>Empididae</i>	+	+	+	+
14.	<i>Tabanidae</i>	-	-	+	+
15.	<i>Asilidae</i>	-	-	+	-
16.	<i>Therevidae</i>	-	-	-	+
17.	<i>Rhagionidae</i>	-	-	+	-
18.	<i>Erinnidae</i>	-	-	-	+
19.	<i>Limnobiidae</i>	-	+	-	-
20.	<i>Bibionidae</i>	+	+	+	+
21.	<i>Ceratopogonidae</i>	+	-	+	+
22.	<i>Tipulidae</i>	+	-	+	+

Tabela 2. Różnorodność zespołów larw *Diptera* w glebie łąki w Zakrzówku

+ występuje  
- nie występuje

Wzrastał stopniowo wskaźnik stałości występowania larw *Cecidomyiidae* z 12 do 87% oraz *Chironomidae* i *Dolichopodidae* z 12 do 75%. W miarę upływu lat od rozpoczęcia rekultywacji terenu w Zakrzówku pojawiało się coraz więcej form akcydentalnych i akcesorycznych. Dane uzyskane w roku 1997 pozwoliły na zakwalifikowanie do nich z wartością wskaźnika stałości występowania w przedziale od 12% do 37% przedstawicieli aż 13 rodzin, przy czym występowania sześciu spośród nich, a mianowicie: *Scatopsidae*, *Psychodidae*, *Solvidae*, *Tabanidae*, *Asilidae* i *Rhagionidae*, wcześniej w glebie tego stanowiska nie stwierdzono.

W 1998 roku pojawiły się w próbach jeszcze larwy z rodziny *Erinnidae* i *Therevidae* o 20% wskaźniku stałości występowania.

Lp.	Nazwa rodziny	1995	1996	1997	1998
		%	%	%	%
<b>SAPROFAGI</b>					
1.	<i>Cecidomyiidae</i>	0,8	6,6	17,0	6,2
2.	<i>Chironomidae</i>	0,8	35,8	21,3	8,5
3.	<i>Stratiomyiidae</i>	41,9	–	5,2	23,5
4.	<i>Scatopsidae</i>	–	–	1,5	–
5.	<i>Lonchaeidae</i>	3,8	–	4,3	–
6.	<i>Muscidae</i>	0,8	5,7	16,5	0,4
7.	<i>Psychodidae</i>	–	–	0,6	–
8.	<i>Phryneidae</i>	2,3	0,9	1,5	–
9.	<i>Solvidae</i>	–	–	1,5	–
10.	<i>Syrhidae</i>	–	0,9	1,2	0,4
11.	<i>Lonchopteridae</i>	–	1,9	–	–
Łącznie		<b>50,4</b>	<b>51,9</b>	<b>71,6</b>	<b>39,0</b>
<b>DRAPIEŻNE</b>					
12.	<i>Dolichopodidae</i>	0,8	1,9	8,5	3,5
13.	<i>Empididae</i>	0,8	27,3	0,3	4,5
14.	<i>Tabanidae</i>	–	–	1,8	0,4
15.	<i>Asilidae</i>	–	–	0,6	–
16.	<i>Rhagionidae</i>	–	–	0,6	–
17.	<i>Erinnidae</i>				0,9
18.	<i>Therevidae</i>				1,3
Łącznie		<b>1,6</b>	<b>29,2</b>	<b>11,9</b>	<b>10,6</b>
<b>FITOSAPROFAGI</b>					
19.	<i>Limnobiidae</i>	–	1,9	–	–
20.	<i>Bibionidae</i>	15,5	17,0	14,3	45,5
21.	<i>Ceratopogonidae</i>	31,0	–	0,9	1,8
22.	<i>Tipulidae</i>	1,5	–	1,2	3,1
Łącznie		<b>48,0</b>	<b>18,9</b>	<b>16,5</b>	<b>50,4</b>

Tabela 3. Udział procentowy poszczególnych rodzin w ogólnej liczebności larw *Diptera* w glebie łąki w Zakrzówku w latach 1995–1998

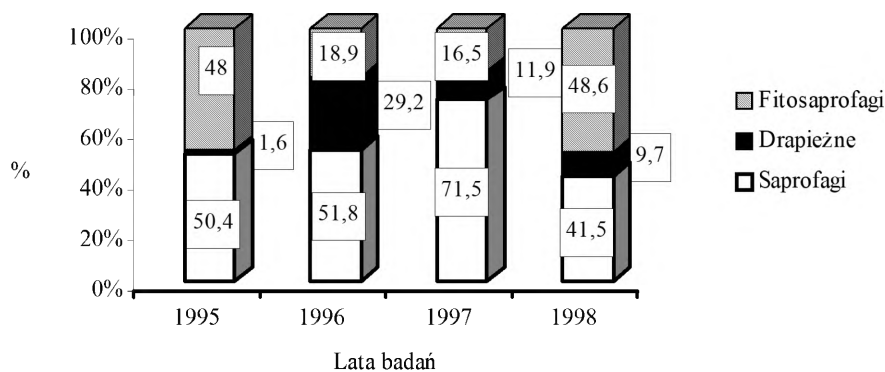
### Biomasa

Stan biomasy glebowych larw *Diptera*, aczkolwiek zmienny, nie wykazywał tak wyraźnego ukierunkowania. W 1995 roku ogólna ich biomasa była stosunkowo wysoka i wynosiła średnio 364 mg s.m./m<sup>2</sup> (tab. 1). W sezonie wegetacyjnym 1996 roku nastąpił blisko 13-krotny jej spadek do wartości zaledwie 27 mg s.m./m<sup>2</sup>. W latach 1997–1998 stwierdzono ponowny wzrost wartości biomasy – z 166 mg s.m./m<sup>2</sup> do 362 mg s.m./m<sup>2</sup>. Wahania stanu biomasy są konsekwencją zmiennego występowania w kolejnych latach dużych larw drapieżnych i fitosaprofagicznych. I tak, najwyższa wartość biomasy, odnotowana w 1998 roku, wynikała z występowania stosunkowo

dużych larw drapieżnych *Therevidae* i *Tabanidae*. Wysokie wartości biomasy w 1995 roku wynikały natomiast z 66% udziału w ogólnej biomasy glebowych larw *Bibionidae*. Natomiast w roku 1996 znacznie mniejszy, ponad 30% udział w biomacie przypadła na licznie występujące larwy *Empididae* i *Chironomidae*. W 1997 roku łączna biomasa dużych larw *Tipulidae*, o średnim ciężarze ciała wynoszącym ok. 26 mg s.m. była najwyższa. Jej udział sięgał ponad 30% ogólnego stanu biomasy.

### Struktura troficzna

Tendencję do ukierunkowanych zmian stwierdzono również w strukturze troficznej zespołu wyrażonej ilościowym udziałem. We wszystkich okresach prowadzonych badań grupą dominującą stanowiły tu larwy saprofagiczne lub fitosaprofagiczne (ryc. 2).



Ryc. 2. Porównanie struktury troficznej zespołów larw *Diptera* w glebie łąki w Zakrzówku w latach 1995–1998 (% w liczebności)

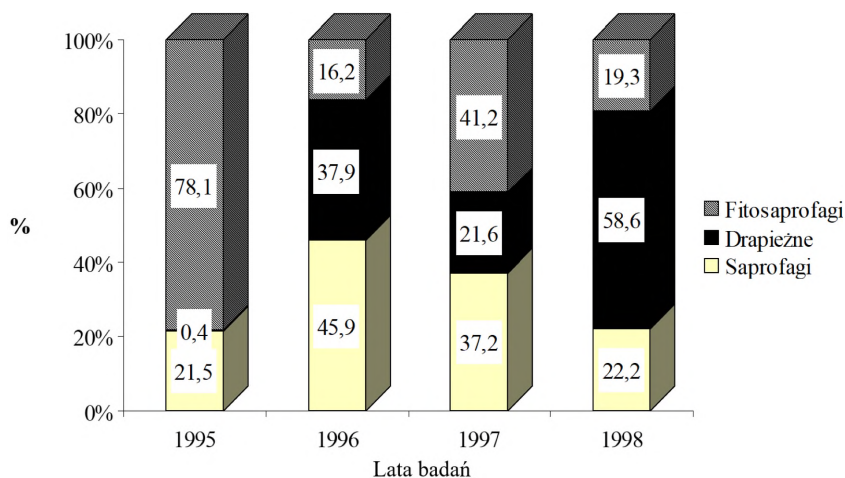
Ich średnia liczebność w sezonie w latach 1995–1998 wahała się od 31 do 117 osobników/m<sup>2</sup>. Udział saprofagów w ogólnej liczebności larw *Diptera* zawarty był w granicach od 41 do 71% (ryc. 2). Najwyższe zagęszczenie larw saprofagicznych przypadało na okres jesienny (z wyjątkiem 1998 roku, gdy przypadało na lato) i wynosiło w kolejnych latach odpowiednio 152, 172 i 520 os./m<sup>2</sup>. W obrębie saprofagów wyodrębniono przedstawicieli 11 rodzin: *Chironomidae*, *Lonchopteridae*, *Phryneidae*, *Psychodidae*, *Muscidae*, *Stratiomyiidae*, *Syrphidae*, *Solvidae*, *Cecidomyiidae*, *Scatopsidae* i *Lonchaeidae* (tab. 3).

Duże zróżnicowanie wykazywały również zgrupowania larw drapieżnych, w obrębie których wyróżniono przedstawicieli aż 7 rodzin: *Dolichopodidae*, *Empididae*, *Rhagionidae*, *Asilidae*, *Tabanidae*, *Erinnidae* i *Therevidae*. Jednakże ich łączny udział w ogólnej liczebności był nierównomierny, ulegał znacznym wahaniom i wynosił około 2% w 1995 roku, 29% w 1996 roku, 12% w 1997 roku i 11% w 1998 roku.

W glebie łąki w Zakrzówku również licznie występowały fitosaprofagiczne larwy należące do rodzin: *Bibionidae*, *Ceratopogonidae*, *Tipulidae* i *Limnobiidae*. Ich udział w ogólnej liczebności kształtował się w granicach od 16 do 48% (tab. 3).

Struktura troficzna zespołu wyrażona w biomase kształtowała się odmiennie. W roku 1995 najwyższe jej wartości sięgające aż ponad 280 mg s.m./m<sup>2</sup> przypadają na fitofagi i fitosaprofagi, przy jednoczesnych minimalnych wartościach biomasy larw drapieżnych.

Zmiany relacji w łącznym stanie biomasy w miarę upływu lat ukierunkowane są na zrównoważenie udziału poszczególnych grup. Proces ten jest widoczny przy zestawieniu zmian procentowego udziału biomasy w latach 1995–1998. Relacje wzajemnego udziału larw saprofagicznych, drapieżnych i fitofagicznych wynosiły w 1995 roku odpowiednio około 21%; 0,4% i 78%, w 1997 roku już 37%, 22% i 41%, natomiast w 1998 roku zdecydowaną przewagę, prawie 59%, uzyskały drapieżne przed saprofagicznymi larwami (22%) i fitosaprofagami 19% (ryc. 3).



Ryc. 3. Porównanie struktury troficznej zespołów larw *Diptera* w glebie łąki Zakrzówku w latach 1995–1998 (% w biomase)

Liczebność drobnych larw saprofagicznych była wysoka, natomiast relacje pomiędzy udziałem larw drapieżnych i fitosaprofagicznych wyrażone wskaźnikiem R/D były zmienne. I tak wartość wskaźnika R/D w roku 1995 wynosiła 31, w latach 1996–97 wahała się w granicach od 0,64 do 0,4, natomiast w 1998 roku wynosiła 5 (tab. 1).

Tak duże różnice w wartościach wskaźników są wynikiem gwałtownego wzrostu liczebności larw drapieżnych, przy jednoczesnych znacznych wahaniami liczebności pozostałych grup troficznych. Wskazuje to na zmienność struktury troficznej zespołu w glebie poddanej procesowi rekultywacji.

## Dyskusja

Znaczna część larw *Diptera* to typowe formy glebowe. O ich znaczącej roli w glebie decyduje między innymi ich wysoka liczebność, stan biomasy oraz relacje troficzne zachodzące w obrębie zgrupowań. Różnice dotyczące średnich liczebności larw *Diptera* zarówno w glebach leśnych, jak i łąkowych wykazane przez wielu autorów są znaczne. Wykazują ścisły związek z rodzajem gleby, a zwłaszcza z jej wilgotnością i zawartością substancji organicznej. Gilarov (1965) ocenił średnie zagęszczenie larw muchówek w 1 m<sup>2</sup> gleby na 82 w lesie i 92 na łąkach śródleśnych, uznając je jednocześnie za najaktywniejsze saprofagi glebowe. Różnorodność i liczebność bezkręgowców w lasach jest z reguły wielokrotnie wyższa niż na polach uprawnych, z których przynajmniej raz w roku usuwa się i zmienia roślinność. W glebach organicznych i wilgotnych łąk liczni autorzy odnotowali również wysokie wartości liczebności larw *Diptera*, porównywalne z liczebnością w glebach leśnych. Persson i Lohm (1977) w glebach wilgotnych łąk w północnej Szwecji stwierdzili maksymalne ich zagęszczenie wynoszące ponad 1500 os./m<sup>2</sup>. Podobnie Ciesielska i inni (1989, 1995) wykazali wysoką liczebność glebowych larw *Diptera* dochodzącą do 3500 os./m<sup>2</sup> w glebach naturalnych łąk torfowych w Pradolinie Biebrzy. Znacznie niższe wartości zagęszczenia larw *Diptera* – ponad 307 os./m<sup>2</sup> w glebach łąk naturalnych, a w glebach pól uprawnych o połowę niższe – stwierdziła Nabiałczyk-Karg (1985).

W glebach łąk uprawianych, znajdujących się w różnych stadiach sukcesji, Frouz (1997) wykazał wyższe zagęszczenie larw *Diptera*, w granicach od 588 do 823 osobników w 1 m<sup>2</sup>. Z kolei Nowak (1971) stwierdził, iż w glebie naturalnej łąki bagiennej zagęszczenie omawianych larw wynosiło zaledwie 78 os./m<sup>2</sup>. Porównywalne wartości zagęszczenia, w granicach 60,5 do 164 os./m<sup>2</sup>, odnotowano w glebie badanej łąki w Zakrzówku.

Stwierdzono tutaj sezonowe wahania liczebności związane z biologią, okresami wylotu imagines i zimowaniem w glebie w stadium larwalnym, które pozwoliły na wyodrębnienie dwóch szczytów liczebności glebowych larw *Diptera*, na wiosnę i w jesieni, przy czym szczyt jesienny jest wyraźniejszy. Dwa szczyty w sezonowym rozkładzie liczebności glebowych larw *Diptera* potwierdzają liczni autorzy: Kurčeva (1971), Paplińska (1980), Ciesielska i in. (1991).

Zarówno liczebność, jak i biomasa drobnych larw saprofagicznych wykazują dużą zmienność związaną z wahaniami wilgotności gleby, przy zachowaniu stałych tendencji do wzrostu różnorodności zespołów i komplikowaniu się układów organizmów sprzyjających stabilizacji biocenozy (Lavelle i in. 1998). W glebach łąk odwodnionych, w miarę upływu lat od odwodnienia układ ulegał przekształceniom: organizmy drobne, o krótkich cyklach życiowych i szybkiej przemianie materii były zastępowane przez zwierzęta większe, należące do makro- i mezofauny, o dłuższych cyklach życiowych i wolniejszych procesach metabolizmu. Nabiałczyk-Karg (1985) wykazała znaczne różnice w biomacie larw muchówek występujących w glebie łąk

i pól uprawnych. W glebie łąki biomasa larw *Diptera* była wysoka i wynosiła 1885 mg s.m./m<sup>2</sup>, natomiast na polu uprawnym była 3,5-krotnie niższa. Porównywalnie wysokie wartości stanu biomasy larw *Diptera* wykazała Ciesielska i in. (1991) w glebach odwadnianych łąk południowo-wschodniej Polski.

Znacznie niższe wartości stanu biomasy tej grupy pedofauny stwierdzono w glebie badanych stanowisk usytuowanych na łąkach w okolicy Krakowa. Jej średnie wartości w toku badań własnych mieściły się w granicach od 38 mg s.m./m<sup>2</sup> do 362 mg s.m./m<sup>2</sup>.

Spadek ogólnej biomasy fauny w środowiskach przekształconych przez działalność człowieka stwierdzono w wielu opracowaniach (Ciesielska i in. 1989, 1995). Dla glebowych larw *Diptera* wskaźnikiem bioindykacyjnym mogą być zmiany biomasy osobniczej, które w środowiskach silnie przekształconych przez działalność przemysłową na Śląsku oraz na łąkach odwodnianych w dolinie Biebrzy, zwłaszcza na posusznych łąkach olesowych, wykazywały tendencję do zmniejszania się (Palińska 1983, Dąbrowska-Prot 1987, Ciesielska i in. 1991).

Z porównania stanu biomasy i ciężarów osobniczych larw *Diptera* w badanych glebach w Zakrzówku wynika, że wpływ antropopresji przemysłowej wyraża się w przebudowie zespołów w kierunku zwiększania udziału form drobnych.

Wśród glebowych larw *Diptera* obok typowych saprofagów występują formy fitosaprofagiczne i fitofagiczne, które w warunkach dużej wilgotności gleby i przy dużych zasobach rozkładającej się materii organicznej mogą zmieniać sposób odżywiania się (Seguy 1950, Kurčeva 1971).

Saprofagi mają większe znaczenie w procesie obiegu materii niż fitofagi i drapieżce, bowiem przeciętna masa ich wydaliny jest około 9-krotnie większa od masy zużywanego pokarmu, równocześnie zużywają więcej energii na produkcję jednostki masy ciała niż roślinożerne i drapieżne (Reichle 1971). W glebie podlegającej rekultywacji w Zakrzówku we wszystkich okresach prowadzonych badań grupą dominującą były saprofagiczne larwy *Diptera*, których udział ilościowy wzrastał od 50% do 72%.

Udział drapieżnych form *Dolichopodidae*, *Empididae*, *Rhagionidae*, *Asilidae* i *Tabanidae* w ogólnej liczebności był nierównomierny i ulegał znacznym wahaniom od 1% do 29%. Drapieżne formy regulują liczebność fitofagów i saprofagów, wykorzystując je jako pokarm. Prowadzi to do kumulacji w ich ciałach związków, których rozkład zostaje w ten sposób okresowo zahamowany. Możliwość kumulacji przez formy drapieżne stosunkowo dużej ilości materii jest związana z dużymi wymiarami ich ciała, co przyczynia się do spowalniania rozkładu materii organicznej i sprzyja jej retencji w ekosystemie (Ciesielska i in. 1991; Kajak i in. 1991).

Wysoki był natomiast udział fitosaprofagów w ogólnej liczebności larw muchówek, przy czym w kolejnych latach ulegał on zmniejszeniu z 48% do 16%. Zwiększona ich liczebność powoduje znacznie mniejsze odkładanie się substancji organicznej w glebie (Borowski 1995). Zmiany relacji w łącznym stanie biomasy grup troficznych w miarę upływu lat są na stanowisku w Zakrzówku ukierunkowane na zrównoważenie udziału poszczególnych grup troficznych.



Określone zależności pomiędzy grupami troficznymi w zespole larw *Diptera*, a zwłaszcza ich stanem biomasy, skorelowane ze zmianami zachodzącymi w procesach mineralizacji i zawartości próchnicy, umożliwiają wykorzystanie procesu zmian w zespotech oraz kierunku tych zmian jako bioindykatora przemian w glebie pod wpływem antropopresji. Podstawą analiz bioindykacyjnych jest założenie, że wraz ze wzrostem stresu środowiskowego spada liczebność i biomasa oraz różnorodność jakościowa fauny, a przebudowie ulega jej struktura troficzna, polegająca na wzroście udziału form roślinożernych i pasożytniczych (Dąbrowska-Prot 1996, Lavelle i in. 1998).

### Bibliografia

- Borowski J., 1995, *Antropogeniczne przeobrażenia zgrupowań larw Diptera borów sosnowych Polski*, [w:] *Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych*, red. A. Szujewski, Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 335–354
- Brauns A., 1954, *Terricole Dipterenlarven*, T. I, Gottingen, Frankfurt, Berlin
- Brodzicki M., 1994, *Wykorzystanie kamieniolomów do rekreacji i wypoczynku na przykładzie Kamieniolomów Zakrzówek i Czatkowice*, *Aura*, 3, 9–11
- Ciesielska Z., Dąbrowska-Prot E., Kajak A., Wasilewska L., 1989, *Ecological Consequences of the Intensification of Agriculture in North-Eastern Poland*, *Ecology Int. Bull.*, 17, 25–30
- Ciesielska A., Kaczmarek M., Makulec G., Pętał J., Wasilewska L., 1991, *Zespoły bezkręgowców glebowych – ich funkcje i przemiany w glebach torfowych*, *Wiad. Instyt. Melior. i Użyt. Ziel.*, T. XVI, z. 3, 195–209
- Ciesielska Z., Chrzan A., 1995, *Zgrupowanie larw Diptera na tle przemian zachodzących w glebach pod wpływem antropopresji*, *Materiały 42 Zjazdu PTE*, Poznań, 14–15
- Čeperak J., red., 1984, *Diptera Slovenska. I. (Nematocera, Brachycera-Orthorrhapha)*, Veda Vydav. Slov. Akad. Vied., Bratislava
- Dąbrowska-Prot E., 1987, *Muchówki (Diptera) jako bioindykatory stanu środowiska przyrodniczego*, *Wiad. Entomol.*, T. 7, nr 1–2, 1–9
- Dąbrowska-Prot E., 1996, *Bioindykacyjne znaczenie Diptera do oceny ekosystemów leśnych*, *Sylwan*, 2, 63–70
- Frouz J., 1997, *Changes in communities of soil dwelling Dipteran larvae during secondary succession in abandoned fields*, *Eur. J. Soil Biol.*, 33 (2), 57–65
- Gilarov M.S., 1965, *Počvennyje zivotnyje kak komponenty biocenozy*, *Žurn. Obsčej. Biol.*, T. XXVI, 3, 276–290
- Kajak A., Andrzejewska L., Ciesielska Z., 1991, *Ekologiczna analiza przemian zachodzących na torfowiskach pod wpływem gospodarki*, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 372, 435–453
- Kurčeva G.F., 1971, *Roľ počvennych zivotnych v razloženii i gumifikaciji rastitelnych ostatkov*, *Izd. Nauka*, M
- Lavelle P., Bignell D., Lepage M., 1998, *Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers*, *Eur. J. Soil Biol.*, 33 (4), 159–193
- Nabiałczyk-Karg J., 1985, *Zróżnicowanie biomasy glebowych larw owadów w agroekosystemach*, *Prace Kom. Nauk. Pol. Tow. Gleb. PTG*, 90, 30–35
- Nowak E., 1971, *Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley, IV, Soil macrofauna*, *Ekol. Pol.*, 19, 129–139

- Paplińska E., 1980, *Preliminary analysis of communities of Diptera larvae in forest ecosystems from variously utilized areas*, Pol. Ekol. Stud., 6, 4, 625–644
- Paplińska E., 1983, *Udział larw muchówek w procesach glebowych*, Wiad. Entomol., T. 3, nr 3–4, 127–142
- Paulian R., 1956, *La vie larvaire des Insectes*, Libr. R. Thomas
- Persson T., Lohm U., 1977, *Energetical significance of the annelids and arthropods in a Swedish grassland soil*, Ecological Bulletins, 23, 1–211
- Reichle D.E., 1971, *Energy and nutrient metabolism of soil and litter invertebrates*, [w:] *Productivity of forest ecosystems*, ed. P. Duvigneaud, UNESCO, Paris, 465–477
- Savčenko E.N., 1983, *Fauna SSSR*, Nasekomyje dvukrylyje, II, 1–2
- Seguy E., 1950, *La biologie des Dipteres. S.A.*, T. XXVI, Paris
- Seguy E., 1951, *Atlas des Dipteres de France*, t. I, II, Paris
- Turzański K.P., Godzik B., red., 1996, *Ocena stanu zanieczyszczenia gleb województwa krakowskiego metalami ciężkimi i siarką*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Kraków
- Turzański K.P., Wertz J., red., 1997, *Raport o stanie środowiska w województwie krakowskim w roku 1996*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Kraków

## Changes of the larvae *Diptera* communities in the recultivated soil in Krakow-Zakrzówek

### Abstract

The structure of *Diptera* larvae groups living in a re-cultivated meadow in Kraków-Zakrzówek was studied between the years 1995–1998. An increase in abundance and diversity, as confirmed by Shannon index (0,64–0,93), indicates that the transformation of group structure is a directional process. The trophic structure of the group also showed directional alterations. In all research periods, saprophagous dipterous larvae were the dominant groups and their abundance increased from 50% to almost 72%. The contribution of predaceous *Dolichopodidae*, *Empididae*, *Rhagionidae*, *Asilidae* and *Tabanidae* to the total number of dipterous larvae was not regular and varied greatly (from 1% to 29%). The phytosaprophagous larvae of *Limnobiidae*, *Bibionidae*, *Tipulidae* and *Ceratopogonidae* were also very numerous, but their abundance fell in successive years from 48% to 16%.

The changes in total biomass during the research period showed a tendency to balance the participation of all trophic groups.

Anna Chrzan, Maria Marko-Wortowska

## Zespoły larw *Diptera* w glebie regła dolnego w Gorczańskim Parku Narodowym

### Wstęp

Larwy muchówek stanowią znaczący komponent fauny glebowej zarówno pod względem liczebności, biomasy, jak i różnorodnych powiązań troficznych. Ich znaczenie wynika z udziału w procesach glebotwórczych i poprzez wielorakie związki troficzne w przywracaniu glebie substancji odżywczych pobieranych z niej przez rośliny. Larwy *Diptera* przyspieszają rozkład resztek roślinnych i zwierzęcych poprzez konsumpcję martwej materii organicznej, jak również stymulują działalność mikroorganizmów saprofitycznych (Kurčeva 1960, 1972).

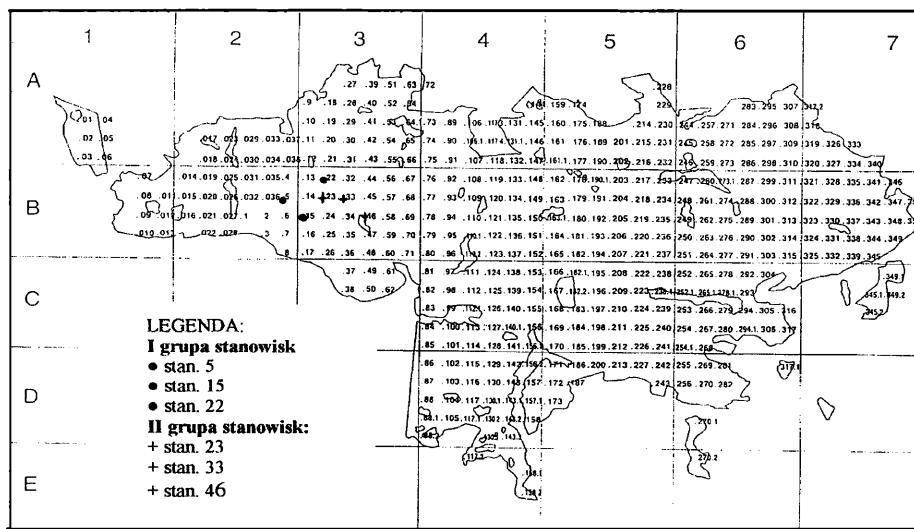
Badania dotyczące larw *Diptera* w glebach regła dolnego Gorczańskiego Parku Narodowego nie stanowią tylko rejestru taksonów występujących w badanym terenie. Ich celem jest wykazanie zależności pomiędzy strukturą zespołów a uwarunkowaniami siedliskowymi.

Stwierdzono, że różnorodność zespołów larw w glebach leśnych jest duża, z reguły wyższa niż w glebach łąkowych, natomiast struktura zespołów wykazuje ścisły związek zarówno z rodzajem gleby, jej wilgotnością, jak i charakterem drzewostanu, a tym samym rodzajem ściółki (Ciesielska 1983, Ciesielska i in. 1991).

Larwy *Diptera* zasiedlając przede wszystkim ściółkę i górną warstwę gleby wykazują dużą wrażliwość na antropogenne zmiany siedliska glebowego, zwłaszcza te, w konsekwencji których następuje spadek wilgotności (Borowski 1995). Wrażliwość ta wyraża się najczęściej obniżeniem liczebności, biomasy, a także zmianami w strukturze troficznej zespołów. Kierunki zmian w zespołach larw mogą być wskaźnikiem zmian środowiskowych.

### Teren badań, materiał i metodyka

Do badań porównawczych wytypowano dwie grupy stanowisk wybranych spośród ponad 400 stałych powierzchni monitoringowych (ryc. 1).



Ryc. 1. Siatka stałych powierzchni monitoringowych w Gorczańskim Parku Narodowym z zaznaczeniem powierzchni badawczych

Powierzchnie te scharakteryzowane są pod względem wysokości nad poziom morza, ekspozycji, nachylenia terenu, typu utworu geologicznego, siedliskowego typu lasu, rodzaju gleby, zbiorowiska roślinnego, zwarcia drzewostanu i procentu pokrycia powierzchni gleby przez runo. Dane powyższe zaczerpnięto z *Przewodnika po stałych powierzchniach monitoringowych GPN* (tab. 1).

Badane parametry	I grupa stanowisk			II grupa stanowisk		
	stan. 5	stan. 15	stan. 22	stan. 23	stan. 33	stan. 46
1	2	3	4	5	6	7
Typ powierzchni	rezerwat ścisły	rezerwat ścisły	rezerwat ścisły	rezerwat ścisły	rezerwat ścisły	rezerwat ścisły
Wysokość n.p.m. (m)	740	800	850	930	990	1020
Ekspozycja	płn.-wsch.	płn.-wsch.	płn.-wsch.	płd.-wsch.	zachodnia	północna
Nachylenie terenu w stopniach	25	15	15	10	10	15
Typ utworu geologicznego	piaskowce inoceramowe	piaskowce i łupki inoceramowe	piaskowce i łupki magurskie	piaskowce, iły, łupki magurskie i podmagurskie		
Typ gleby	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna
Siedliskowy typ lasu	las górski umiarkowanie świeży	las górski silnie świeży	las górski silnie świeży	las górski umiark. świeży	las mieszany górski umiark. świeży	las mieszany górski umiark. świeży

1	2	3	4	5	6	7
Typ zbiorowiska roślinnego	żyźna buczyna karpacka			żyźna buczyna karpacka		
Zwarcie drzewostanu	pełne	umiarkowane	umiarkowane	pełne	przerywane	pełne
Procent pokrycia powierzchni przez runo	70	80	70	40	90	25

Tabela 1. Ogólna charakterystyka porównawcza powierzchni badawczych oparta na danych monitorin-  
gowych (Loch i in. 1994)

Na wyznaczonych do badań stanowiskach określono także takie fizyko-chemiczne właściwości gleby, jak: wilgotność, temperatura, zawartość próchnicy, odczyn, zasolenie oraz zawartość metali ciężkich i innych wybranych pierwiastków, których określenie wykonała Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Krakowie. Charakterystykę porównawczą wybranych siedlisk zestawiono w tab. 2.

Badane parametry	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk
<b>a) podobieństwa</b>		
Typ gleby	brunatna kwaśna	brunatna kwaśna
Zbiorowisko roślinne	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>
Zwarcie drzewostanu	pełne	pełne
pH w H <sub>2</sub> O	4,5	4,2
Zasolenie (g KCl)	0,16	0,25
NO <sub>3</sub>	10	10
Cl	11	10
<b>b) różnice</b>		
Wysokość n.p.m.(m)	740–850	930–1020
Wilgotność gleby (%)	31–47	40–56
Temperatura gleby (°C)	7–12	7–9
Zawartość próchnicy (%)	11,63	19,93
Zawartość w glebie w mg/kg		
Cd	0,76	0,40
Cr	22,07	29,03
Ni	16,43	18,53
Pb	95,03	160,93
Zawartość w glebie w mg/l		
K	65	45
P	24	15
Ca	440	240
Mg	59	41

Tabela 2. Charakterystyka porównawcza badanych siedlisk

Dwie grupy stanowisk wytypowano na podstawie różnic w wysokości nad poziom morza. Pierwsza grupa była usytuowana w granicach 740 do 850, zaś druga grupa od 930 do 1020 m n.p.m.

Do pobierania prób glebowych zastosowano ramę Morrisa. Próby pobierano z wierzchniej warstwy gleby do głębokości 5 cm. Na każdym stanowisku pobierano po 4 próby w okresie wiosennym, letnim i jesiennym w latach 1996 i 1997. Pedaunę wyplaszano w zmodyfikowanym aparacie Tullgrena, a następnie larwy *Diptera* oznaczano do rangi rodziny oraz klasyfikowano do grup troficznych. Na podstawie pomiarów ciała larw wyznaczano ich biomasę (Schatz 1981). Wyniki dotyczące liczebności i biomasy odnoszono do zagęszczenia przypadającego na 1 m<sup>2</sup> powierzchni. Strukturę troficzną opracowano na podstawie procentowych wartości udziału grup troficznych w ogólnej liczbie osobników przypadających na 1 m<sup>2</sup> oraz wskaźnika struktury troficznej zgrupowania wyrażonego stosunkiem saprofagów i fitofagów do drapieżców (S+Fs/D).

## Wyniki

Na stanowiskach usytuowanych niżej (w I grupie stanowisk) stwierdzono jesienny szczyt liczebności. Zagęszczenie larw *Diptera* w tym okresie wynosiło 148 osobników w 1 m<sup>2</sup>, podczas gdy wiosną 110, a latem jedynie 53 osobniki (tab. 3a).

Nazwa rodziny	WIOSNA		LATO		JESIEŃ	
	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk
<i>Chironomidae</i>	23,7	19,3	16,7	1,3	64,7	95,4
<i>Cecidomyiidae</i>	41,2	11,2	6,7	12,0	34,7	40,7
<i>Scatopsidae</i>	9,7	1,3		1,3	3,2	2,0
<i>Lonchaeidae</i>	2,0		0,2	1,3	2,7	2,0
<i>Phryneidae</i>				1,3	3,1	
<i>Ceratopogonidae</i>					0,7	
<b>SAPROFAGI łącznie</b>	<b>76,6</b>	<b>31,8</b>	<b>23,6</b>	<b>17,2</b>	<b>109,1</b>	<b>141,1</b>
<i>Dolichopodidae</i>	15,7	0,7	9,8	1,3	16,7	2,0
<i>Rhagionidae</i>	4,2	1,3	14,7	1,3	6,7	2,0
<i>Empididae</i>	6,7	7,4	0,8	6,7	6,7	13,2
<i>Tabanidae</i>	0,7		0,7			
<b>DRAPIEŻNE łącznie</b>	<b>27,3</b>	<b>9,4</b>	<b>26,0</b>	<b>9,3</b>	<b>30,1</b>	<b>17,2</b>
<i>Limnobiidae</i>	6,0	3,3	3,3	8,0	8,7	14,7
<b>FITOSAPROFAGI łącznie</b>	<b>6,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>8,0</b>	<b>8,7</b>	<b>14,7</b>
<b>Ogółem</b>	<b>109,9</b>	<b>44,5</b>	<b>52,9</b>	<b>34,5</b>	<b>147,9</b>	<b>173,0</b>

Tabela 3a. Porównanie zagęszczenia larw *Diptera* w glebach badanych siedlisk (l.os./m<sup>2</sup>)

Podobne relacje zaobserwowano w odniesieniu do biomasy. Jesienią wartość biomasy wynosiła 141,3 mg s.m./m<sup>2</sup>, natomiast wiosną i latem była dwukrotnie niższa (tab. 3b).

Nazwa rodziny	WIOSNA		LATO		JESIEŃ	
	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk
<i>Chironomidae</i>	8,8	7,5	6,5	1,6	79,4	42,4
<i>Cecidomyiidae</i>	8,7	3,3	1,8	2,3	7,3	10,0
<i>Scatopsidae</i>	3,2	1,0		1,0	0,8	0,7
<i>Lonchaeidae</i>	1,0		0,3	1,0	3,2	0,5
<i>Phryneidae</i>				0,9	2,6	0,5
<i>Ceratopogonidae</i>					0,2	
<b>SAPROFAGI łącznie</b>	<b>21,7</b>	<b>11,8</b>	<b>8,6</b>	<b>6,8</b>	<b>93,5</b>	<b>54,1</b>
<i>Dolichopodidae</i>	28,0	0,4	7,6	2,0	6,1	1,8
<i>Rhagionidae</i>	2,8	13,8	29,8	1,6	25,0	32,0
<i>Empididae</i>	4,0	2,4	0,5	6,4	3,2	6,5
<i>Tabanidae</i>	2,2		2,2			
<b>DRAPIEŻNE łącznie</b>	<b>37,0</b>	<b>16,6</b>	<b>40,1</b>	<b>10,0</b>	<b>34,3</b>	<b>40,3</b>
<i>Limnobiidae</i>	3,1	15,5	10,9	7,0	13,5	36,2
<b>FITOSAPROFAGI łącznie</b>	<b>3,1</b>	<b>15,5</b>	<b>10,9</b>	<b>7,0</b>	<b>13,5</b>	<b>36,2</b>
<b>Ogółem</b>	<b>61,8</b>	<b>43,9</b>	<b>59,6</b>	<b>23,8</b>	<b>141,3</b>	<b>130,6</b>

Tabela 3b. Porównanie biomasy larw *Diptera* w glebach badanych siedlisk (mg s.m./m<sup>2</sup>)

W okresie jesiennym zespoły larw charakteryzowało również wyższe zróżnicowanie gatunkowe. Stwierdzono wówczas obecność przedstawicieli 10 rodzin reprezentujących wszystkie podstawowe grupy troficzne, tj. saprofagi, fitosaprofagi i drapieżne. Niższe zróżnicowanie miało miejsce w okresie wiosennym i letnim, kiedy to zanotowano odpowiednio przedstawicieli 9 i 8 rodzin. Ciężar osobniczy larw w okresie jesiennym w pierwszej grupie stanowisk wynosił 0,96 mg s.m. Wiosną larwy charakteryzowały się prawie dwukrotnie niższym ciężarem osobniczym. Natomiast latem ciężar osobniczy był najwyższy i wynosił 1,12 mg s.m. (tab. 4).

Wskaźniki	WIOSNA		LATO		JESIEŃ	
	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk	I grupa stanowisk	II grupa stanowisk
Liczebność (l.os./m <sup>2</sup> )	109,9	44,5	52,9	34,5	147,9	173
Zróżnicowanie (liczba rodzin)	9	7	8	9	10	8
Biomasa (mg s.m./m <sup>2</sup> )	61,8	43,9	59,6	23,8	141,3	130,1
Ciężar osobniczy B/N	0,56	0,97	1,12	0,68	0,96	0,80
Wskaźnik dominacji (%)	37,5	43,4	31,6	34,8	43,8	55,5
Fs + S/D	3,02	3,7	1,03	2,7	3,9	9,06

Tabela 4. Porównanie struktury zespołów glebowych larw *Diptera* na badanych stanowiskach

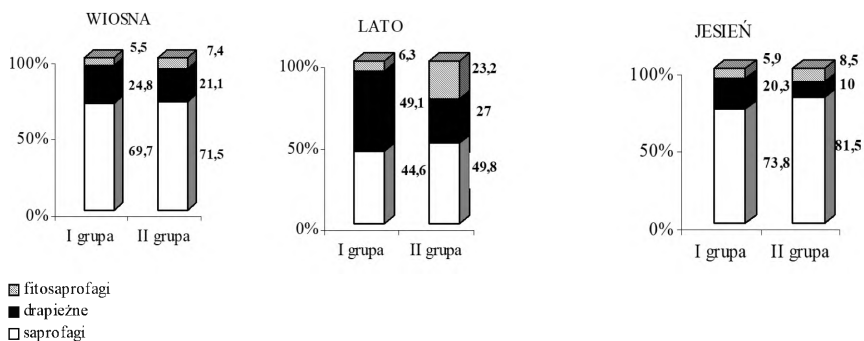
Saprofagiczne larwy *Chironomidae* w pierwszej grupie stanowisk dominowały w zespole w okresie jesiennym (około 44%) i latem (37%). Na wiosnę w zespole licznie reprezentowane były również saprofagiczne larwy z rodziny *Cecidomyiidae* (37%).

W II grupie stanowisk najwyższe zagęszczenie larw również miało miejsce w okresie jesiennym (173 osobniki w 1 m<sup>2</sup>). Znacznie niższe wartości zagęszczenia, a mianowicie 44 i 34 os./m<sup>2</sup> odnotowano odpowiednio w okresie wiosennym i letnim.

W odniesieniu do biomasy zaobserwowano podobne prawidłowości. Najwyższą biomasą charakteryzowały się larwy w okresie jesiennym (130 mg s.m./m<sup>2</sup>). Prawie trzykrotnie niższą biomasę stwierdzono na wiosnę i sześciokrotnie niższą w lecie (tab. 4)

W glebie II grupy stanowisk odnotowano przedstawicieli 7 rodzin wiosną, 9 latem i 8 w jesieni. W okresie jesiennym i na wiosnę dominowały saprofagiczne larwy *Chironomidae* ze wskaźnikiem dominacji 55% i 43%, latem zaś larwy *Cecidomyiidae* stanowiły ok. 35%. Średni ciężar osobniczy larw w badanych okresach sezonu wegetacyjnego był wyrównany.

W strukturze troficznej grupami dominującymi pod względem liczebności na obydwu grupach stanowisk były larwy saprofagiczne. W I grupie stanowisk udział saprofagów w ogólnej liczebności zawierał się w przedziale od 44% w lecie do 74% w jesieni. Również podobne relacje stwierdzono w II grupie stanowisk. Saprofagi stanowiły 50% liczebności wszystkich larw w okresie letnim i aż 82% w jesieni. Drapieżne larwy tylko w sezonie letnim stanowiły grupę dominującą w I grupie stanowisk (49%), w pozostałych okresach ich udział procentowy wahał się od 10 do 27% (ryc. 2a).



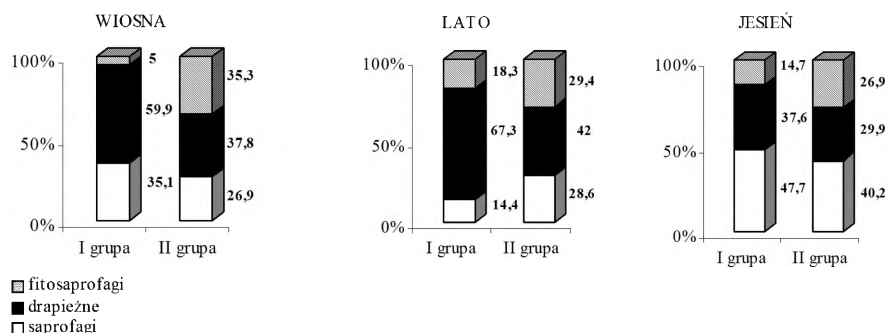
Ryc. 2a. Udział procentowy grup troficznych w ogólnej liczebności (%)

Inaczej relacje pomiędzy grupami troficznymi kształtują się w biomasie.

Grupą dominującą w sezonie wiosennym i letnim w obydwu grupach stanowisk są drapieżne formy, których udział w ogólnej biomasie wynosił od 38% (II grupa stanowisk) do 67% (I grupa stanowisk). W okresie jesiennym dominowały pod



względem biomasy, podobnie jak pod względem liczebności, larwy saprofagiczne i stanowiły ok. 48% (I grupa) i 40% (II grupa) (ryc. 2b).



Ryc. 2b. Udział procentowy grup troficznych w ogólnej biomase (%)

## Podsumowanie

W obydwu badanych grupach siedlisk dynamikę liczebności i biomasy larw *Diptera* charakteryzuje jesienny szczyt, który jest reprezentatywny dla tego gatunku larw. Dlatego podsumowanie dotyczy tylko tego okresu.

Zagęszczenie glebowych larw *Diptera* jest zdecydowanie wyższe w grupie stanowisk wyżej usytuowanych (II grupa stanowisk), które jednocześnie charakteryzuje wyższa zawartość próchnicy w glebie. W odniesieniu do biomasy stwierdzono wyrównane jej wartości. Natomiast zróżnicowanie larw wyrażone liczbą rodzin jest nieco wyższe w grupie stanowisk położonych niżej (I grupa stanowisk), gdzie stwierdzono występowanie przedstawicieli 10 rodzin *Diptera*. W II grupie stanowisk stwierdzono 8 rodzin.

Z analizy struktury troficznej larw wynika, że w obydwu badanych grupach stanowisk występują przedstawiciele niemal wszystkich grup troficznych, tzn. fitosaprofagów, saprofagów i drapieżców. Różnice w strukturze troficznej dotyczą głównie udziału drapieżnych larw *Dolichopodidae*, *Rhagionidae* i *Tabanidae*. Ich zagęszczenie, jak również biomasa jest wyższa na stanowiskach niżej położonych. Potwierdza to około trzykrotnie wyższa wartość wskaźnika struktury troficznej zespołu, wyrażona relacją saprofagów i fitosaprofagów do drapieżców w II grupie stanowisk. Analiza wskaźnika wskazuje na podobieństwo obydwu grup stanowisk pod względem dominacji, bowiem zarówno w I, jak i II grupie stanowisk dominują saprofagiczne larwy *Chironomidae*, których udział w zespole wynosi odpowiednio: I grupa stanowisk (niżej położone) – 44%, II grupa stanowisk (wyżej położone) – 55%.

Z przeprowadzonej analizy danych wynika, że decydujący wpływ na różnice w zespołach larw *Diptera* badanych stanowisk wywiera zawartość próchnicy, co

potwierdzają wyniki uzyskane w II grupie stanowisk. Nie stwierdzono wpływu znajdujących się w badanej glebie związków kadmu, chromu, niklu i ołowiu, których zawartość według przeprowadzonych analiz mieści się w granicach średnich charakterystycznych dla przeciętnych gleb leśnych Polski.

### Bibliografia

- Borowski J., 1995, *Antropogeniczne przeobrażenia zgrupowań larw Diptera borów sosnowych Polski*, [w:] *Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych*, red. A. Szujewski, Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 335–354
- Ciesielska Z., 1983, *Trophic interrelations in the communities of Diptera larvae on peatbogs*, Verh. SIEEC X Budapest, 111–114
- Ciesielska A., Kaczmarek M., Makulec G., Pęta J., Wasilewska L., 1991, *Zespoły bezkręgowców glebowych – ich funkcje i przemiany w glebach torfowych*, Wiad. Instyt. Melior. i Użytk. Ziel., T. XVI, z. 3, 195–209
- Kurčeva G.F., 1960, *Rol' bespozvonočnych životnych v razložennii dubovo opada*, Počvovedenije 4, 16–23
- Kurčeva G.F., 1972, *Počvennyje bespozvonočnyje lesov Zakarpattia*, Pedobiol., 12, 381–400
- Loch J., Czarnota P., Błuszczak J., 1994, *Przewodnik po stałych powierzchniach monitorin-gowych Gorczańskiego Parku Narodowego*, Acarus, Poznań
- Persson T., Lohm U., 1977, *Energetical significance of the Annelids and Arthropods in a Swedish grassland soil*, Ecol. Bull., 23, Stockholm, 1–211
- Schatz H., 1981, *Abundanz, Biomasse und Respirationstrate der Arthropoden – Messo-fauna im Hochgebirges (Obergurgl, Tiroler Zentralalpen)*, Pedobiol., 22, 52–70

### The communities of larvae *Diptera* in the soil of lower subalpine forest in Gorce National Park

#### Abstract

Studies were performed on two groups of soil localities from lower subalpine forest in Gorce National Park, differing in terms of altitude, humus content, soil humidity and heavy metal content. The results are as follows:

1. The concentration of soil dipterous larvae is much higher in the group of localities at higher altitude and containing more humus.
2. Family diversity is slightly higher in the group of localities situated at lower altitude.
3. Concentration and biomass of predaceous dipterous larvae from families *Dolichopodi-dae*, *Rhagionidae* and *Tabanidae* are higher in localities situated at lower altitude.
4. The humus content in soil has a decisive influence on diversity of dipterous larvae groups, whereas the contents of cadmium, chromium, nickel and lead do not.

Zofia Ciesielska, Małgorzata Kłyś

## Aktywność migracyjna

## populacji kaptownika zbożowca

## *Rhyzopertha dominica* (F)

## (Coleoptera, Bostrychidae)

### Wstęp

Tendencja do rozprzestrzeniania się drogą migracji, jaką wykazują populacje chrząszczy spichrzowych stanowi główną przyczynę ciągłego atakowania przez nie zapasów ziarna zgromadzonych w magazynach i spichrzach. Jest to bardzo poważny problem w skali światowej zarówno z uwagi na ogromne straty ekonomiczne, wynikające z niszczenia przez te owady żywności, jak i z powodu wykluczenia możliwości stosowania w zajmowanych przez nie siedliskach powszechnie przyjętych środków do zwalczania szkodników. Naturalne metody walki z tą grupą owadów to przede wszystkim zapobieganie ich występowaniu, co wymaga dobrej znajomości biologii i ekologii populacji poszczególnych gatunków. Problem uwarunkowań aktywności migracyjnej populacji ma więc w odniesieniu do tej grupy szkodników znaczenie nie tylko teoretyczne, lecz również praktyczne.

Obiekt prezentowanych badań stanowiła populacja *Rhyzopertha dominica* (F) (Bostrychidae), groźnego szkodnika magazynowanych produktów zbożowych. Gatunek ten zaliczany jest do magazynowych szkodników pierwotnych, z uwagi na to, że ich mocno rozwinięty aparat gębowy umożliwia nagryzanie okrywy ziarna zbóż, co następnie ułatwia penetrację innych gatunków szkodników. Uwarunkowania szerokiego rozprzestrzenienia tego gatunku nie są znane, poza biernym przenoszeniem. Czynne przemieszczanie się imagines nie jest możliwe z powodu budowy ich ciała, która wyklucza poruszanie się poziomo po gładkiej powierzchni. Są one natomiast dobrze przystosowane do poruszania się w obrębie pryzm ziarna. Stwierdzone krótkotrwałe wyloty poza pomieszczenia magazynów nie wyjaśniają zagadnienia (Ciesielska i Kłyś 1995, Perez-Mendoza i in. 1998).

W pracy, opartej na badaniach laboratoryjnych, przyjęto założenie, iż przy odpowiednim zespole warunków środowiskowych, umożliwiającym wychodzenie imagines poza zajmowane siedlisko, populacja *R. dominica*, podobnie jak populacje

innych chrząszczy spichrzowych (Ciesielska 1992, 1994) może wykazywać wysoką aktywność migracyjną.

## Metodyka badań

Ocenę aktywności migracyjnej populacji przeprowadzono na podstawie eksperymentów. Uwzględniono w nich emigrację, czyli jednokierunkowe wychodzenie osobników poza obręb populacji wyjściowej, oraz migracje dwukierunkowe, czyli wychodzenie osobników z możliwością ich powrotu do populacji wyjściowej. Zastosowano dwa zestawy eksperymentalnych naczyń hodowlanych, których konstrukcja umożliwiała opuszczanie siedliska wyjściowego dorosłym osobnikom *R. dominica*. Każdy zestaw składał się z dwóch naczyń: wewnętrznego plastikowego o powierzchni dna wynoszącej 28 cm<sup>2</sup> oraz zewnętrznego szklanego o powierzchni dna równej 50 cm<sup>2</sup>, szczelnie przykrytego gazą młyńską. W dnie naczynia wewnętrznego i w jego bocznych ściankach do wysokości ziarna pszenicy wykonano 30 otworków o średnicy 1,5 mm w odstępach 1,5 cm. Jako substrat we wszystkich naczyniach zastosowano 40 g pszenicy. Imagines populacji wyjściowej *R. dominica* wprowadzano tylko do perforowanych naczyń wewnętrznych, skąd miały możliwość emigracji oraz dwukierunkowych migracji. Zróznicowanie możliwości migracyjnych osobników badanych populacji stanowiło podstawę przeprowadzonych wariantów eksperymentu.

- Wariant 1. Emigracja (jednokierunkowa)

Do perforowanego dna wewnętrznego plastikowego naczynia zamontowano „wkręty” o wysokości 4 cm, co pozwoliło na ustawienie naczyń na takiej wysokości nad ziarnem, iż emigrujące osobniki nie mogły wrócić z powrotem do populacji wyjściowej.

- Wariant 2. Migracje (dwukierunkowe)

Perforowane plastikowe naczynie wewnętrzne ustawiono bezpośrednio na ziarnie zawartym w naczyniu zewnętrznym. Umożliwiało to osobnikom zarówno emigrację, jak i powrót do populacji wyjściowej.

We wszystkich eksperymentach hodowle rozpoczynano od jednowiekowych osobników dorosłych, które uzyskiwano według wcześniej opracowanej i następnie zmodyfikowanej metodyki (Ciesielska 1971, 1978, 1985). Zastosowana metoda comiesięcznych kontroli z równoczesnym uzupełnianiem substratu umożliwiła prowadzenie poszczególnych eksperymentów w warunkach zbliżonych do naturalnych dla tej grupy owadów przez 10 miesięcy. Jako substrat zastosowano pszenicę, uznaną na podstawie wcześniejszych badań za najdogodniejszy pokarm dla *R. dominica*, jak również siedlisko rozwoju (Ciesielska 1985, Kłyś niepubl.). Badania prowadzono w optymalnych warunkach termiczno-wilgotnościowych, a mianowicie w temp. 28°C i RH 60%. Wszystkie warianty eksperymentów prowadzono w trzech powtórze-

niach. Ocenę aktywności i dynamiki liczebności populacji oparto na analizie liczebności populacji oraz wskaźników wzrostu populacji: śmiertelności, struktury płciowej, migracji oraz zasiedlenia. Statystycznego opracowania materiału dokonano na podstawie analizy wariancji oraz testu istotności.

## Wyniki

Populacja *R. dominica* wykazuje wysoką aktywność emigracyjną. W zastosowanych warunkach środowiskowych, umożliwiającą jednokierunkowe przemieszczanie się osobników przebieg procesu nie był równomierny. Począwszy od początkowego zasiedlenia substratu aż do zakończenia eksperymentu po upływie 10 miesięcy wyodrębniono dwa okresy nasilonej emigracji. Pierwszy, potwierdzony 84% wartością wskaźnika emigracji, zawarty w okresie początkowych 100 dni, oraz drugi – po upływie 220 dni, w którym wartość wskaźnika dochodziła do 75%. W ciągu całego okresu badań wartości wskaźników emigracji wahały się w granicach od 62 do 84% (tab. 1, 5, ryc. 1). Różnice pomiędzy liczebnością populacji wyjściowej a liczebnością grup emigrujących są wysoce istotne statystycznie. Analiza wariancji wskazuje, że po upływie 100 dni  $F = 820,077$ , a po 220 dniach  $F = 53,444$  (tab. 3). Zwraca uwagę fakt, iż wyraźna tendencja populacji *R. dominica* do rozprzestrzeniania się drogą emigracji ma miejsce nawet w początkowym okresie zasiedlenia nowego substratu (tab. 6, ryc. 3, 4). W tym początkowym okresie, pomiędzy 40 a 100 dniem trwania eksperymentu rozpoczyna się również aktywne zasiedlanie ziarna znajdującego się poza obrębem substratu wyjściowego przez osobniki emigrujące, które trwa do końca eksperymentu, tj. do 280 dnia. Wskaźniki zasiedlenia substratu znajdującego się poza zasięgiem populacji wyjściowej w ciągu całego okresu prowadzenia badań są średnio dwukrotnie wyższe od wskaźników zasiedlenia ziarna przez populację wyjściową po upływie analogicznego okresu czasu (tab. 6, ryc. 3).

Czas (t) Dni	Liczba osobników populacji wyjściowej				Liczba emigrantów			
	żywe		martwe		żywe		martwe	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
40	33,3	0,9	0,0	0,0	46,7	1,9	8,0	0,0
70	97,3	3,8	0,0	0,0	217,3	16,8	10,7	1,9
100	69,3	6,8	0,0	0,0	345,3	11,8	17,3	1,9
130	326,7	25,3	0,0	0,0	517,3	26,4	29,3	1,9
160	552,0	44,9	4,0	0,0	880,0	80,8	29,3	1,9
190	497,3	39,5	5,3	1,8	1102,7	45,3	70,7	6,6
220	280,0	23,2	13,3	1,9	556,0	48,1	309,3	16,8
250	281,3	16,8	4,0	0,0	344,0	25,5	473,3	44,3

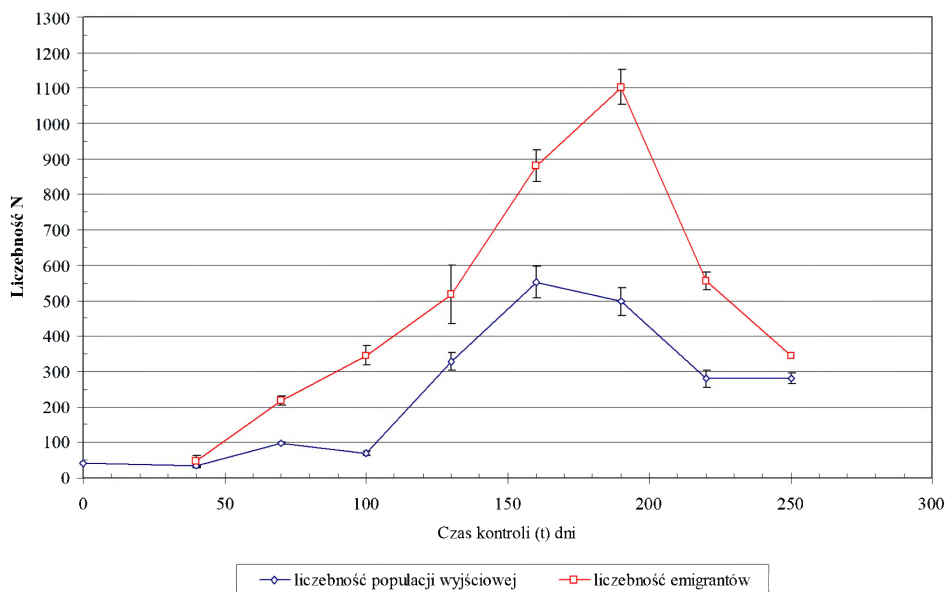
Tabela 1. Liczebność populacji *R. dominica* w warunkach emigracji

Pokarm: 40 g pszenicy w naczyniu wewnętrznym

40 g pszenicy w naczyniu zewnętrznym

Temperatura: 28°C

Wilgotność: 60%



Ryc. 1. Dynamika liczebności populacji *R. dominica* z uwzględnieniem procesu emigracji

Wysokiej aktywności emigracyjnej towarzyszy wysoka śmiertelność. Wskaźniki śmiertelności w grupach emigrantów wahają się w granicach od 3% do 57%, natomiast w populacji wyjściowej w ciągu całego okresu badań nie przekraczają 4,5%. Najwyższa śmiertelność przypada na okres końcowego zużycia substratu po upływie 220–250 dni i wynosi w populacji wyjściowej 4,5%, a w grupach migrantów 35,7%.

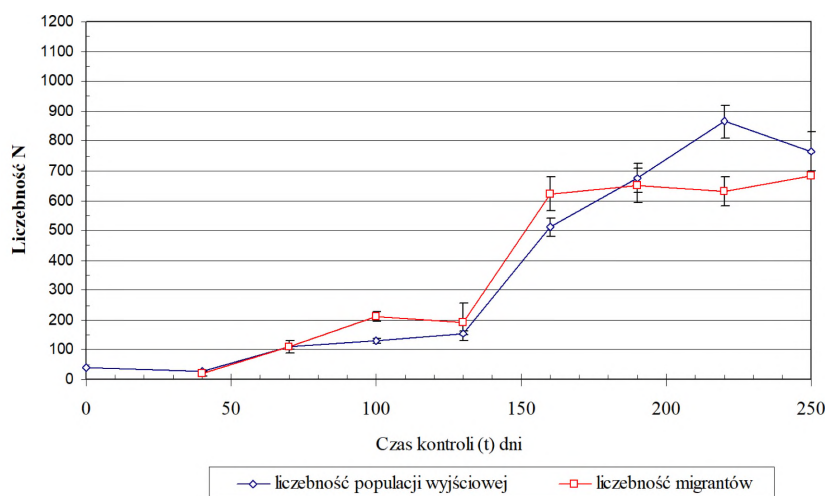
Z zestawienia wartości wskaźników struktury płciowej w populacjach wyjściowych oraz grup emigrantów, w których są one z reguły  $<1$  wynika, że samice wykazują wyższą aktywność emigracyjną. Charakteryzuje je również wyższa śmiertelność (tab. 7). W populacji wyjściowej struktura płciowa jest na ogół zrównoważona, z niewielką tendencją do przewagi udziału samców, co może być efektem wzmożonej emigracji samic. Śmiertelność samic *R. dominica* wzrasta wraz ze starzeniem się populacji i zużyciem substratu. Wskaźniki płci przyjmują wartości  $>1$ , w obydwu częściach populacji.

Dane uzyskane w eksperymentach umożliwiających swobodne migracje dwukierunkowe pozwalają stwierdzić, że migracyjność populacji *R. dominica* prowadzi do równomiernego opanowania substratu. Wartości wskaźników migracji w zastosowanych warunkach utrzymują się w ciągu całego okresu prowadzenia badań w granicach 50%, z niewielkimi sporadycznymi odchyleniami (tab. 2, 5, ryc. 2). Z analizy wariancji wynika, iż różnice pomiędzy liczebnością populacji wyjściowej a grupami osobników znajdującymi się poza obrębem populacji wyjściowej nie są

istotne statystycznie,  $F=0,139$  (tab. 3). Równomierne opanowanie ziarna potwierdzają również zbliżone wartości wskaźników zasiedlenia obydwu części substratu (tab. 6, ryc. 4).

Czas (t) Dni	Liczba osobników populacji wyjściowej				Liczba migrantów			
	żywe		martwe		żywe		martwe	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
40	26,7	1,9	1,3	1,9	21,3	1,9	1,3	1,9
70	108,0	7,5	0,0	0,0	108,0	7,3	4,0	0,0
100	129,3	7,5	0,0	0,0	210,7	20,3	6,7	1,9
130	156,0	5,7	4,0	0,0	192,0	17,3	8,0	0,0
160	510,7	30,2	8,0	0,0	622,7	62,5	17,3	1,9
190	674,7	49,6	20,0	0,0	650,7	58,1	37,3	1,9
220	865,3	55,6	14,7	1,9	630,7	58,6	113,3	10,4
250	764,0	66,3	13,3	1,9	684,0	49,8	104,0	8,6

Tabela 2. Liczebność populacji *R. dominica* w warunkach migracji dwukierunkowych



Ryc. 2. Dynamika liczebności populacji *R. dominica* z uwzględnieniem procesu migracji dwukierunkowych

W warunkach umożliwiających dwukierunkowe migracje, podobnie jak w warunkach zapewniających swobodną emigrację, śmiertelność jest wyższa w grupach migrantów. Różnice pomiędzy wartościami wskaźników śmiertelności w populacji wyjściowej i w grupach osobników migrujących są tu jednak mniejsze. Natomiast najwyższa śmiertelność również przypada na okres po upływie 220–250 dni i wykazuje związek ze starzeniem się populacji i zużyciem substratu siedliskowo-pokarmowego (tab. 6, ryc. 4).

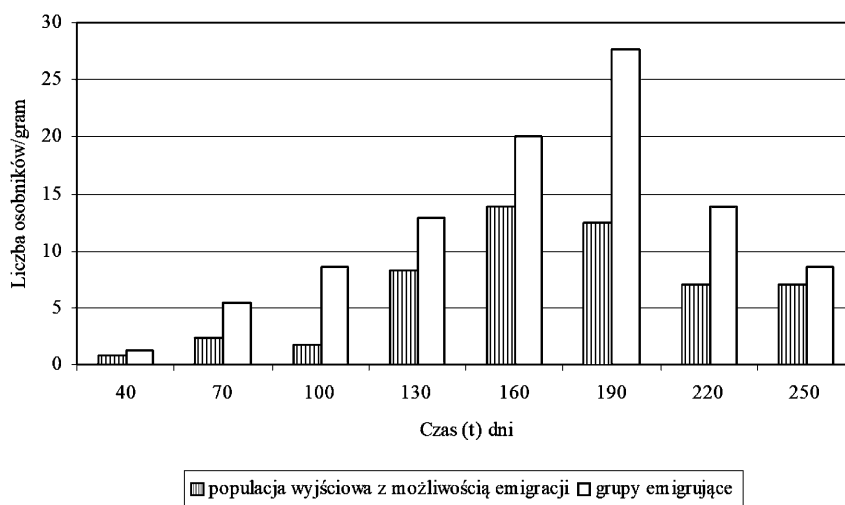
Czas (t) Dni	Emigracja			Migracje dwukierunkowe		
	średnia liczba osobników		F	średnia liczba osobników		F
	populacja wyjściowa	grupy emigrujące		populacja wyjściowa	grupy migrujące	
40	33,3	46,7	80,0*	26,7	21,3	8,0*
70	97,3	217,3	97,590*	108,0	108,0	0,139
100	69,3	345,3	820,077*	129,3	210,7	27,161*
130	326,7	517,3	29,129*	156,0	192,0	7,839*
160	552,0	880,0	25,152*	510,7	622,7	5,207
190	497,3	1102,7	202,720*	674,7	650,7	0,927
220	280,0	556,0	53,444*	865,3	630,7	16,450*
250	281,3	344,0	8,438*	764,0	684,0	1,872

**Tabela 3.** Analiza wariancji liczebności populacji wyjściowej oraz grup emigrujących i migrujących *R. dominica*

F – współczynnik wariancji

p < 0.05

\* – istotne statystycznie

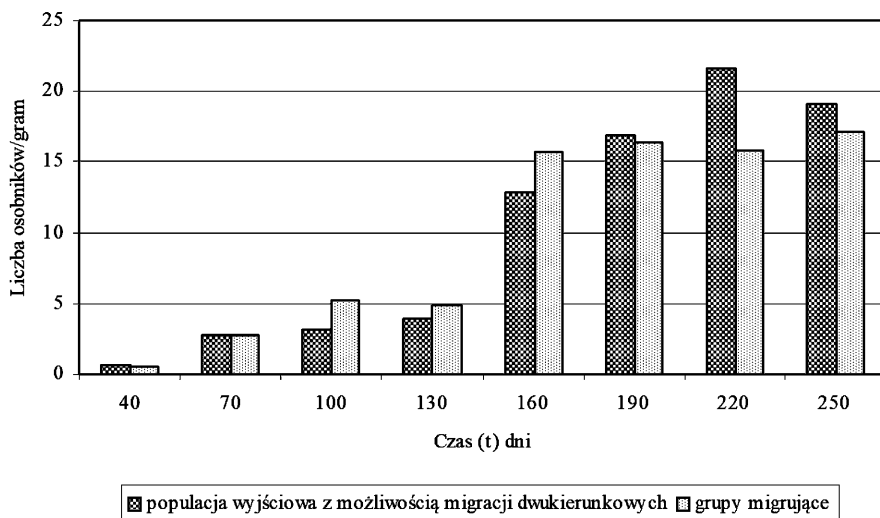


**Ryc. 3.** Wskaźnik zasiedlenia populacji *R. dominica* w warunkach emigracji

Struktura płciowa wyjściowej populacji *R. dominica* w tej części eksperymentu jest zrównoważona, z niewielką tendencją do przewagi udziału samic. W grupach migrantów natomiast wskaźniki płci przyjmują wartości znacznie < 1. Relacje te ulegają zmianie dopiero w miarę wzrostu zużycia substratu i starzenia się populacji. W badanych warunkach eksperymentalnych po upływie 220–250 dni stwierdzono zrównoważenie struktury płciowej populacji, wyrażone wartościami wskaźnika zbliżonymi do 1 (tab. 7). Wynika stąd, że również w warunkach umożliwiających osob-



nikom emigrującym powrót do populacji wyjściowej, aktywność migracyjna samiec jest znacznie wyższa zarówno w początkowym okresie zasiedlania substratu, jak i w końcowych etapach rozwoju populacji.



Ryc. 4. Wskaźnik zasiedlenia populacji *R. dominica* w warunkach migracji dwukierunkowych

Czas (t) Dni	Wskaźnik śmiertelności				
	Hodowla kontrolna	Emigracja		Migracje dwukierunkowe	
		populacja wyjściowa	grupy emigrujące	populacja wyjściowa	grupy migrujące
		%	%	%	%
40	20,7	0,0	14,6	4,8	5,9
70	9,1	1,4	4,7	0,0	3,5
100	0,0	0,0	4,8	0,0	3,1
130	0,0	0,0	5,4	2,5	4,0
160	3,1	0,7	3,2	1,5	2,7
190	7,8	1,1	5,4	2,9	5,6
220	19,8	4,5	35,7	1,7	15,2
250	29,7	1,4	57,9	1,7	13,2

Tabela 4. Zestawienie wskaźników śmiertelności populacji *R. dominica* w warunkach swobodnej migracji i w hodowli kontrolnej

Czas (t) dni	Emigracja	Migracje dwukierunkowe
	%	%
40	62,2	44,7
70	70,1	50,6
100	84,0	62,7
130	62,6	55,7
160	62,1	55,2
190	70,0	49,3
220	74,8	45,8
250	74,2	50,3

Tabela 5. Wskaźniki migracyjności populacji *R. dominica*

Czas (t) dni	Emigracja		Migracje dwukierunkowe	
	wskaźniki zasiedlenia populacji		wskaźniki zasiedlenia populacji	
	populacja wyjściowa	osobniki emigrujące	populacja wyjściowa	osobniki migrujące
40	0,8	1,2	0,7	0,5
70	2,4	5,4	2,7	2,7
100	1,7	8,6	3,2	5,3
130	8,2	12,9	3,9	4,8
160	13,8	22,0	12,8	15,7
190	12,4	27,6	16,9	16,3
220	7,0	13,9	21,6	15,8
250	7,0	8,6	19,1	17,1

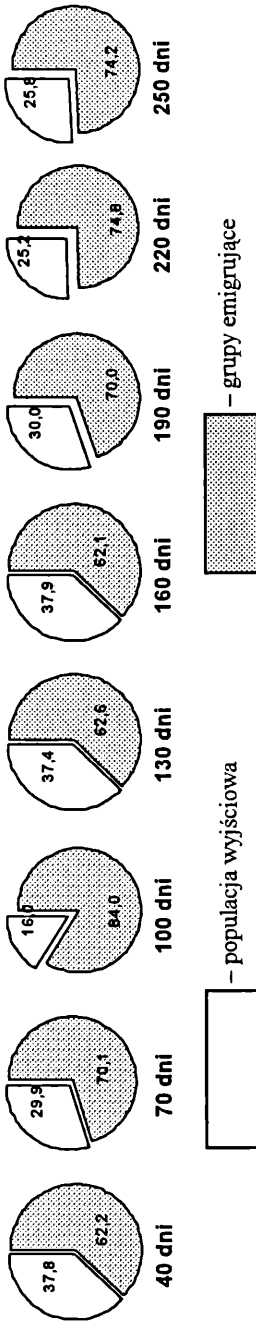
Tabela 6. Wskaźniki zasiedlenia substratu przez populację *R. dominica* w warunkach swobodnych emigracji i migracji (liczba osobników/gram ziarna)

Czas (t) dni	Hodowla kontrolna		Emigracja				Migracje dwukierunkowe			
			populacja wyjściowa		grupy emigrujące		populacja wyjściowa		grupy migrujące	
	Osobniki									
	żywe	martwe	żywe	martwe	żywe	martwe	żywe	martwe	żywe	martwe
40	1,4	1,0	0,9	0,0	0,8	0,3	1,0	1*	0,7	1*
70	1,0	0,9	1,1	0,0	0,9	0,5	0,9	0,0	0,8	0,5
100	0,7	0,0	0,9	0,0	0,9	0,4	0,8	0,0	0,7	0,3
130	0,8	0,0	1,0	0,0	0,8	0,6	1,0	0,5	0,9	0,4
160	0,7	0,8	1,0	0,5	0,8	0,8	1,0	0,6	0,9	0,4
190	1,0	0,8	1,1	1,0	0,8	0,3	1,1	0,3	0,9	0,6
220	1,1	0,6	1,4	0,6	0,9	0,6	0,8	0,6	1,0	0,6
250	1,2	0,7	1,1	0,7	1,3	0,3	1,0	0,3	1,0	0,7

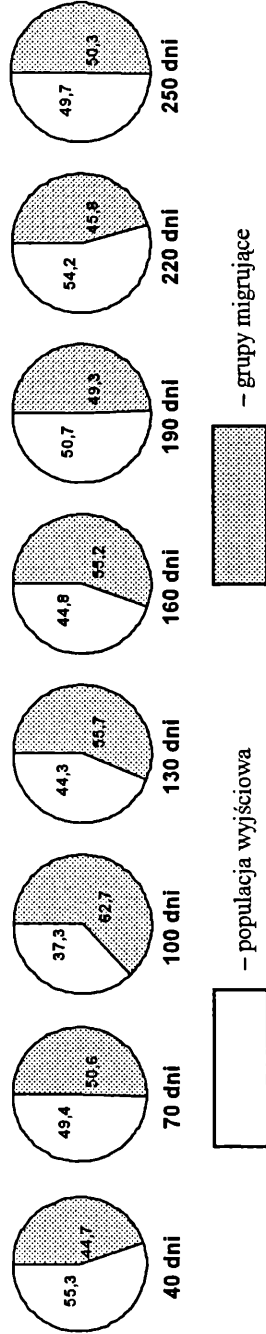
Tabela 7. Zestawienie wskaźników płci ( $\sigma^7$  ♀) populacji *R. dominica* w warunkach swobodnej emigracji i migracji oraz w hodowli kontrolnej

\* W próbie obecność osobników jednej płci

**Emigracja**



**Migracje dwukierunkowe**



Ryc. 5. Zmiany aktywności migracyjnej populacji *R. dominica* wyrażone procentowym wskaźnikiem migracji

## Dyskusja

Zespoły organizmów wraz z zasiedlanym przez nie ziarnem zgromadzonym w spichrzach stanowią swoiste ekosystemy o zadziwiająco powtarzającym się składzie i strukturze zespołów owadów, pomimo izolacji przestrzennej poszczególnych magazynów zbożowych. Na ogół uważa się, że rozprzestrzenianie się szkodników magazynowych zachodzi przede wszystkim poprzez zawleczenia, że jest ono częściej biernie niż aktywne. Jednakże, jak wynika z badań prowadzonych w magazynach i silosach oraz w symulowanych badaniach laboratoryjnych na takich gatunkach jak *Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitophilus oryzae* L., *Sitophilus granarius* L., czy *Laemophleus minutus* L., chrząszcze te przemieszczają się bardzo szybko w obrębie pryzm ziarna, a nawet poza nie na znaczne odległości, atakując i zanieczyszczając nowe zapasy ziarna (Sandner 1964, Surtees 1964, Ciesielska 1971, 1985, Sinha 1973). W ekosystemach naturalnych migracje populacji oprócz naturalnych tendencji do rozprzestrzeniania się wiążą się z poszukiwaniem pokarmu, partnera odmiennej płci, miejsca do rozrodu i rozwoju potomstwa, jak również z poszukiwaniem schronienia przed drapieżcami. Najczęściej są to ruchowe uwarunkowania behawioralne i fizjologiczne o podłożu genetycznym. Oprócz nich istnieją jeszcze uwarunkowania środowiskowe, aktywizujące procesy migracyjne. Do takich zaliczyć można preferencje pokarmowe i siedliskowe chrząszczy spichrzowych, które wywierają stymulujący wpływ na przebieg migracji (Ciesielska 1992, 1994, Kłyś 1999). Uwarunkowania populacyjne natomiast są wynikiem kontaktów międzyosobniczych w obrębie populacji danego gatunku. W efekcie przemieszczania się części populacji zmienia się jej rola ekologiczna w danym siedlisku. Osobniki migrujące na ogół osiągną lepsze możliwości dostępu do zasobów pokarmowych, co zwiększa ich szanse przeżycia. Migracje mogą prowadzić również do przebudowy płciowej i wiekowej struktury populacji, a w efekcie do wzrostu lub spadku śmiertelności. Tak więc proces migracji wywiera bezpośrednio i pośrednio wpływ na liczebność populacji.

Populacje chrząszczy magazynowych, jak wynika z obserwacji prowadzonych w silosach i w spichrzach oraz badań eksperymentalnych, wykazują wyjątkową aktywność dyspersji i migracji, mimo iż spośród wymienionych uwarunkowań tego procesu niewiele można odnieść do tej ekologicznej grupy owadów. Specyficzny homogeny układ ekosystemalny, jaki tworzy nagromadzone ziarno wraz z zasiedlającymi je populacjami szkodników, charakteryzuje się nieograniczoną ilością pokarmu oraz miejsca do rozrodu i rozwoju larwalnego, jak również brakiem lub niewielkim udziałem wrogów naturalnych. Zarówno w warunkach magazynowych, jak i w zastosowanych warunkach laboratoryjnych przy nieograniczonym dostępie do pokarmu i miejsca składania jaj motorem aktywności migracyjnej populacji nie może być poszukiwanie nowych siedlisk. Stąd nasuwa się pytanie, jakie są uwarunkowania aktywności migracyjnej populacji chrząszczy spichrzowych i czy są one wspólne dla tej grupy owadów. Za czynniki ograniczające ich występowanie,

a zwłaszcza populacje *R. dominica*, uznaje się przede wszystkim temperaturę i wilgotność (Yinon, Shulov 1970, White 1987, Desmarchelier 1988, Samson i in. 1988). Nie stwierdzono, jak dotąd, czy czynniki te wywierają wpływ na aktywność migracyjną w obrębie przyzmi ziarna. Poza obręb zajmowanych w spichrzach siedlisk przez populacje *R. dominica*, których imagines nie są przystosowane do przemieszczania się po równej powierzchni, migracje może umożliwiać zdolność do okresowych krótkotrwałych podlotów. Potwierdzają to zarówno badania terenowe, jak i własne badania laboratoryjne (Kłyś 1997, Perez-Mendoza i in. 1998).

Badania prowadzone na populacjach *S. granarius*, *S. oryzae* i *O. surinamensis* wykazały ich wysoką aktywność migracyjną, niezależną od czynników populacyjnych i środowiskowych (Ciesielska 1992, 1994). Opracowany na podstawie wyników licznych eksperymentów model przebiegu procesu migracji populacji w początkowym okresie zasiedlania nowego substratu wskazuje na istnienie trzech etapów o różnej aktywności (Ciesielska 1992). Najaktywniejszy jest okres pierwszy, bezpośrednio po wprowadzeniu populacji do nowego substratu. Dane te różnią się od wcześniej publikowanych wyników, wskazujących na przegęszczenie, jako na główną przyczynę migracji populacji chrząszczy spichrzowych (Sandner 1961). Przegęszczenie i zużycie substratu, jak wskazuje opracowany model, to dopiero trzeci etap tego procesu. Najbardziej interesujące jednakże wydają się te dane, które wskazują na wysoką aktywność zarówno emigracyjną, jak i migracyjną w pierwszym okresie zasiedlania substratu, czyli na dużą ruchliwość, intensywne przemieszczanie się osobników poza obręb populacji, pomimo nadmiaru pokarmu i optymalnych warunków bytowania (Ciesielska 1994). Taki przebieg procesu potwierdzają również wyniki prezentowanej pracy, a dotyczące populacji gatunku o odmiennej budowie ciała od omówionych w cytowanej pracy, o budowie utrudniającej aktywne przemieszczanie się. Poprzez zastosowanie odpowiednich modyfikacji w strukturze naczyń eksperymentalnych uzyskano precyzyjnie udokumentowane dane, dotyczące aktywności migracyjnej populacji *R. dominica*. W odniesieniu do tego gatunku występowanie analogicznych trzech etapów aktywności migracyjnej stwierdzono tylko w przebiegu procesu emigracji. Różnice dotyczą dwukierunkowych migracji. W populacji *R. dominica* proces ten przebiega niemal równomiernie zarówno w czasie, jak i w przestrzeni (fig. 5). Pozwala to na sformułowanie uogólnienia, iż przebieg procesów migracji jest zależny zarówno od uwarunkowań behawioralnych, jak i od czynników środowiskowych. Na aktywność emigracyjną populacji *R. dominica* wpływ wywierają uwarunkowania środowiskowe, natomiast dwukierunkowe migracje wynikają z behawioru tego gatunku i prowadzą do równomiernej dyspersji populacji. Odpowiednia modyfikacja warunków środowiskowych wyzwała zahamowaną czy utajoną aktywność migracyjną populacji *R. dominica*, wskutek daleko idących morfologicznych adaptacji imagines.

Uzyskane dane dotyczące populacji *R. dominica*, jak również wyniki prac dotyczących innych gatunków (Ciesielska 1992, 1994) dają ponadto podstawę do stwierdzenia, że w efekcie procesów migracji chrząszczy spichrzowych zachodzi ukierun-

kowane zróżnicowanie struktury w obrębie populacji, wyodrębniające grupy migrantów z populacji wyjściowej. Różnice dotyczą przede wszystkim struktury płciowej oraz wskaźnika śmiertelności, czyli tych cech, które wywierają wpływ na liczebność i aktywność populacji. W grupach migrantów przeważa udział samic, jak również wzrasta śmiertelność. Z kolei wyższe wartości wskaźników zasiedlenia ziarna poza obrębem populacji sugerują, iż w obrębie grup migrantów może mieć miejsce wyższa rozrodczość. Migracyjność populacji szkodników i jej uwarunkowania odpowiedzialne za rozprzestrzenianie się tych trudnych do zwalczania szkodników wymagają dalszych badań i weryfikacji dotąd uzyskanych wyników.

### Bibliografia

- Andrzejewski R., Kajak A., Pieczyńska E., 1963, *Efekty migracji*, Ekol. Pol. B. 9, z. 2, 161–172
- Ciesielska Z., 1971, *Studies on interspecific competition between Rhizopertha dominica F. (Col. Bostrychidae) and Oryzaephilus surinamensis L. (Col. Cucujidae)*. Ekol. Pol. A, z. 19, 263–276
- Ciesielska Z., 1978, *Interactions among populations of granary beetles (Sitophilus granarius L., Rhizopertha dominica F. and Oryzaephilus surinamensis L.)*. Pol. Ecol., Studies 4, 4
- Ciesielska Z., 1985, *The relationship between sex ratio and population dynamics of Sitophilus granarius L. (Col. Curculionidae) and Oryzaephilus surinamensis L. (Col. Cucujidae) in various environmental conditions*, Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent., 4, 272–274
- Ciesielska Z., 1992, *Tendencies to migration in granary beetles populations*, Proc. Int. Symp. on Stored-Grain Ecosystems, Winnipeg, Canada
- Ciesielska Z., 1994, *Dynamics and expansion of populations of stored beetles populations*, Proc. Int. Working Conf. on Stored-products Protection, Canberra, Australia, 500–508
- Ciesielska Z., Kłyś M., 1995, *Morfologia Rhizopertha dominica F. na tle funkcji życiowych kolejnych stadiów rozwojowych*, Mat. Konf. 42 Zjazdu PTE
- Desmarchelier J.M., 1988, *The relationship between wet-bulb temperature and the intrinsic rate of increase of eight species of stored-product Coleoptera*. J. stored Prod. Res. Vol. 24, No. 2, 107–113
- Kłyś M., 1997, „Morfologiczne i ekologiczne uwarunkowania dynamiki liczebności i migracji populacji *Rhizopertha dominica F. (Coleoptera, Bostrychidae)*”, niepublikowana praca doktorska
- Kłyś M., 1999, *Aktywność migracyjna populacji kaptownika zbożowca (Rhizopertha dominica F. Coleoptera, Bostrychidae) w warunkach wybiórczości pokarmowej*, Mat. Konf. PTZool, Słupsk
- Perez-Mendoza J., Dover B.A., Hagstrum D.W., and Baker J.E., 1998, *Flight activity of Rhizopertha dominica (Coleoptera: Bostrychidae) in response to feeding damage and accumulation of waste*, J. Econ. Entomol., 91 (6), 1445–1448
- Sandner H., 1964, *Badania nad wpływem gęstości populacji niektórych gatunków szkodników przechowalniowych na ich rozrodczość*, Pol. Pismo Ent. B, nr 7, z. 1–2, 71–77

- Samson P.R., Parker R.J. and Jones A.L., 1988, *Laboratory studies on protectants for control of Sitophilus oryzae (Coleoptera: Curculionidae) and Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrychidae) in paddy rice*, J. stored Prod. Res. Vol. 25, No. 1, 39–48
- Sinha R.N., 1973, *Ecology of storage*. Ann. Technol. Agric., 22/3/, 351–369
- Surtees G., 1964, *Laboratory studies on dispersion behaviour of adult beetles in grain-IV. The lesser grain borer Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera: Bostrychidae)*, Bull. ent. Res., 54, 715–722
- Weston P.A., Barney R., 1998, *Comparison of three trap types for monitoring insect populations in stored grains*, J. Econ. Entomol., (91) (6), 1449–1457
- White G.G., 1987, *Field estimates of population growth rates of Tribolium castaneum (Herbst) and Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Bostrychidae) in Bulk Wheat*, J. stored Prod. Res., Vol. 24, No. 1, 13–22
- Yinon U., Shulov A., 1970, *The dispersion of Trogoderma granarium in a temperature gradient and comparison with other stored product beetles*, Ent. exp. appl. 13, 107–121

## Migration activity of the population of *Rhyzopertha dominica* F. (Col. Bostrychidae)

### Abstract

The migratory activity of lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (F.) Coleoptera, Bostrychidae, the pest of cereal grain crops, was studied. We found that although the adult individuals showed highly specialised morphological features which limit relocation, favourable circumstances may nevertheless promote migration. Our experiments indicated that in populations with a high migratory activity, the direction of movements is non-random. Unidirectional emigration index ranges from 62% to 84%, whereas indices of two-directional migration are lower (42% to 62%), resulting in a uniform dispersion of the population. Moreover, movements led to differentiation of the population structure, which differed between the migrant groups. The experiments revealed differences in sex ratio, mortality indices and colonisation rate. The prevalence of the females among the migrants and their higher rate of substrate colonisation were responsible for the population expansion and high reproductive rate of these seemingly immobile pests.





Anna Dziedzicka

## Obserwacje czerwców (*Coccinea*) szklarniowych w krakowskim Ogrodzie Botanicznym UJ w okresie 40-lecia (1958-1998)

Praca zawiera wykaz gatunków czerwców zidentyfikowanych w szklarniach Ogrodu Botanicznego w Krakowie, z uwzględnieniem zabiegów pielęgnacyjnych mających ograniczyć ich liczbę.

Badania nad czerwcami szklarniowymi w Krakowie zapoczątkował prof. Z. Kawecki, kierując pracami magisterskimi w roku 1958. Kontynuowała je autorka przez cztery następne dziesięciolecia. Zaowocowały one identyfikacją 39 gatunków czerwców. Wyniki badań znalazły się w wielu publikacjach (Kawecki 1985, Dziedzicka 1987, 1988 a,b, 1989, 1990 a,b). Niektóre nowe zostały zebrane w roku 1998.

Z zarejestrowanych w Polsce 42 gatunków czerwców szklarniowych 39 zebrano w szklarniach krakowskich. Stanowi to 1/4 fauny czerwców krajowych, żyjących w wolnej przyrodzie. Zestawienie ich w jednej pracy może się okazać pożyteczne dla opiekunów roślin w szklarniach, studentów i przyszłych badaczy tej interesującej, a stosunkowo mało znanej grupy owadów. Nazwy gatunków nowych dla Polski zaznaczono kropką.

### Wykaz gatunków

Rodzina *Pseudococcidae*

1. *Nipaecoccus nipae* Mask.
2. *Pseudococcus longispinus* Targ.-Tozz.
3. *Pseudococcus maritimus* (Ehr.)
4. *Planococcus citri* (Risso)
- 5. *Rhizoecus cacticans* (Hambl.)
- 6. *Rhizoecus dianthi* Green

Rodzina *Coccidae*

- 7. *Coccus hesperidum* L.
- 8. *Coccus pseudoesperidum* (Ckll.)
- 9. *Coccus pseudomagnoliarum* (Kuw.)
- 10. *Coccus perlatus* (Ckll.)
- 11. *Coccus viridis* Green
- 12. *Chloropulvinaria floccifera* (Westw.)
- 13. *Eucalymnatus tessellatus* (Sign.)
- 14. *Saissetia coffeae* (Walk.)
- 15. *Saissetia nigra* (Nietn.)
- 16. *Saissetia oleae* (Oliv.)

Rodzina *Asterolecaniidae*

- 17. *Astrolecanium epidendri* (Bouché)

Rodzina *Diaspididae*

- 18. *Abgrallaspis cyanophyli* (Sign.)
- 19. *Abgrallaspis gliwicensis* Komosińska
- 20. *Aonida lauri* (Bouché)
- 21. *Aonidiella aurantii* (Mask.)
- 22. *Aspidiotus nerii* (Bouché)
- 23. *Borchseniaspis palmae* (Cock.)
- 24. *Carulaspis juniperi* (Bouché)
- 25. *Chrysomphalus aonidum* L.
- 26. *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan)
- 27. *Diaspis bromeliae* (Morgan)
- 28. *Diaspis boisduvalii* (Sign.)
- 29. *Diaspis echinocacti* (Bouché)
- 30. *Furchadiaspis zamiae* (Morgan)
- 31. *Hemiberlesia rapax* (Comst.)
- 32. *Hemiberlesia lataniae* (Sign.)
- 33. *Howardia biclavis* (Comst.)
- 34. *Kuwanaspis bambusae* Kuwana
- 35. *Lepidosaphes machilii* (Mask.)
- 36. *Lepidosaphes oleae* Leon.
- 37. *Parlatoria pergandii* (Comst.)
- 38. *Parlatoria proteus* (Curtis)
- 39. *Pinnaspis aspidistrae* (Sign.)

Z gatunków uznanych przez Kaweckiego (1985) za wątpliwe zebrano:

*Lepidosaphes oleae* Leon.

*Hemiberlesia lataniae* (Sign.)

*Diaspis echinocacti* (Bouché)

Nie zostały zebrane wymienione w katalogu czerwców (Kawecki 1985) gatunki:

1. *Aspidiotus palmarum* (Bouché)
2. *Aspidiotus spinosus* Comst.
3. *Ceroplastes rusci* (L.)
4. *Dynaspidiotus britannicus* (Newst.)
5. *Fiorinia fiorini* (Targ.-Tozz.)
6. *Gymnaspis aechmeae* Newst.
7. *Orthesia insignis* Browne
8. *Pinnaspis strachani* (Cooley)
9. *Unaspis regularis* (Newst.)

W roku 1998 zebrano w szklarniach krakowskich tylko 11 gatunków czerwców, w tym 3 nowe dla fauny Polski. Były to następujące gatunki:

1. *Coccus hesperidum* – z *Plathycerium*
- 2. *Coccus perlatus* – z *Davalia solida*, *Hedera helix*, *Plathycerium veitchii*
3. *Pseudococcus longispinus* – z 30 gatunków roślin
4. *Pseudococcus maritimus* – z 30 gatunków roślin
5. *Planococcus citri* – z roślin należących do 24 rodzin (wykaz poniżej)
- 6. *Rhizoecus dianthi* – z *Acacia longifolia*, *Sizygium paniculatum*, fot. 1
- 7. *Carulaspis juniperi* – z *Cupressus*, *Cyptomeria japonica*
8. *Furchadiaspis zamiae* – z *Cycas revoluta*, *Cycas circinalis*
9. *Aspidiotus nerii* – z *Phoenix*, *Oleander*, *Macadamia*
10. *Hemiberlesia lataniae* – z *Cycas cyrcinalis*, *Acacia longifolia*
11. *Hovardia biclavis* – pojedynczy okaz z *Ficus sp.*

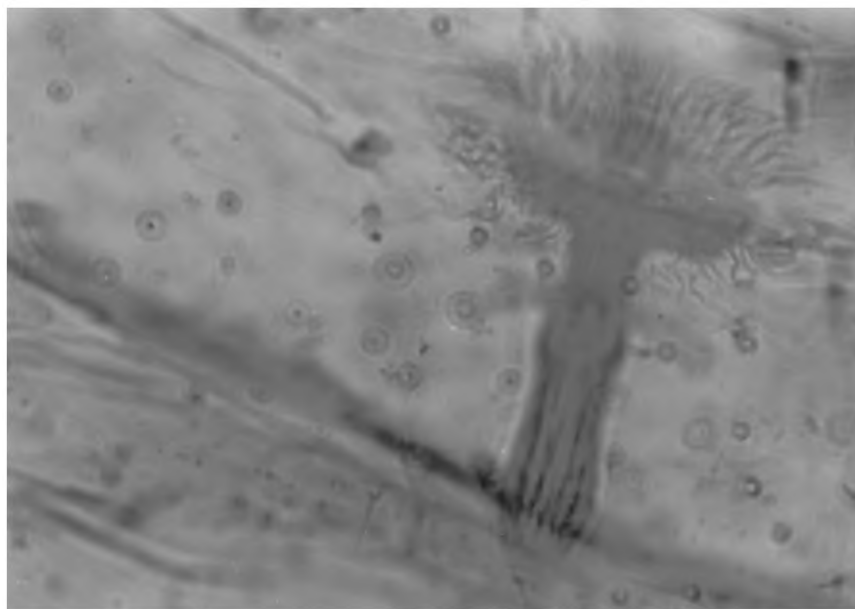
Sądzę, że gatunek *Carulaspis juniperi* występujący w szklarni na dwóch gatunkach roślin może być wpisany na listę czerwców szklarniowych. *Rhizoecus dianthi* Green był dotychczas nieznanym w naszym kraju, także jego żywiciel *Acacia longifolia* nie był dotychczas podawany w literaturze. Również rodzina *Fagaceae* nie figurowała wśród żywicieli tego gatunku.

W związku z prowadzeniem ożywionej wymiany roślin pomiędzy Ogirodem Botanicznym w Krakowie i innymi ogrodami w Europie i świecie należy się spodziewać, że zostaną zawleczone nowe gatunki czerwców.

Większość zebranych w szklarniach gatunków to polifagi. Np. *Planococcus citri* zebrano z 64 żywicieli należących do następujących rodzin: *Araceae*, *Agavaceae*, *Apocynaceae*, *Araliaceae*, *Aristolochiaceae*, *Asteraceae*, *Casuaraceae*, *Convolvulaceae*, *Crassulaceae*, *Cyatheaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fagaceae*, *Maranthaceae*, *Meliaceae*, *Pandanaceae*, *Passiflorae*, *Polypodiaceae*, *Protaceae*, *Rhizophoraceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Strelitziaceae*, *Verbenaceae*, *Vitaceae*.



a



b

Fot. 1. *Rhizoecus dianthi* Green. a) samica b) pochwa

Skład gatunkowy czerwców w krakowskich szklarniach wciąż ulegał zmianie. Jedne gatunki ginęły, a pojawiały się nowe. Np. w roku 1998 stwierdzono wyginiecie gatunku *Diaspis boisduvialii* i *Asterolecanium epidendri*. Zniknął ze szklarni rodzaj *Saissetia*, wydawało się wszędobylski i niezniszczalny. Stan ten jest prawdopodobnie wynikiem intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych prowadzonych w szklarni przez opiekunów roślin.

## Metody zwalczania czerwców

Do zwalczania czerwców w Ogrodzie Botanicznym stosuje się metody chemiczne oraz biologiczne. Środki chemiczne są dwojakie:

1. Trucizny wglębnie działające (związki fosforoorganiczne). Po naniesieniu na roślinę (opryskaniu) wnikają do jej wnętrza w tym miejscu, gdzie zetknęły się z rośliną. Nie są przenoszone przez soki roślinne. Pod wpływem hormonów roślinnych są inaktywowane. Działanie owadobójcze 10–14 dni. Do oprysków stosuje się Actelic 50 EC.

2. Trucizny układowe (systemiczne). Rozpuszczają się w wodzie i wnikają do tkanek roślinnych, skąd wraz z sokiem komórkowym są rozprowadzane po całej roślinie. Zwalczają szkodniki ssące i żerujące w głębszych tkankach roślin. Są bardziej selektywne niż inne preparaty. Po wniknięciu do rośliny przestają być toksyczne. Do oprysków i podlewania stosuje się: Bi 58EC (Dimetoat), Anthio.

W walce biologicznej stosuje się:

1. Czerwcolubka żółtawa – *Leptomastix dactylopii* (Howard) (Hymenoptera, Encyrtidae). Jest to mała błonkówka (3 mm), której samice składają jaja do wnętrza ciała czerwców dorosłych lub starszych stadiów larwalnych. Rozwój gatunku przebiega w ciele żywiciela, trwa zależnie od temperatury 15–40 dni. Zaatakowane przez pasożyta czerwce zamieniają się w brązowe, beznogie mumie. *Leptomastix dactylopii* jest wyspecjalizowanym pasożytem mączystka cytrusowego – *Planococcus citri* Risso. Hodowlą tego entomofaga zajmują się specjalistyczne firmy, np. belgijska – Biobest i holenderska – Coppert BV.

2. Biedronka wełnowcowa (mączystkowa) – *Cryptolaemus montrouieri* (Muls.) (Coleoptera, Coccinellidae). Jest to chrząszcz ok. 4 mm długości. Samice tego gatunku składają jaja do worka jajowego mączystków (*Pseudococcidae*). Maksymalna płodność jednej samicy wynosi około 50 jaj, a więc może porazić około 50 mączystków. Żerują zarówno larwy, jak i dorosłe chrząszcze. Biedronki z upodobaniem atakują *Planococcus* i *Pseudococcus longispinus*. Zadowolają się również mączystkami i mszycami, zjadają także rosę miodową. Hodowlą biedronki zajmują się również firmy belgijska i holenderska.

3. Grzyby. Badając stary materiał zawierający tarczники (*Diaspididae*), pochodzący z lustracji na tarczniku niszcyciela, prowadzonej w latach pięćdziesiątych, zaobserwowano dużą liczbę osobników zagrzybionych. Intensywność porażenia

była tak wielka, że często uniemożliwiała identyfikację gatunku czerwca. Grzyby zniszczyły około 45% zbiorów. Dzięki uprzejmej pomocy prof. Bałazego zidentyfikowano następujące gatunki grzybów:

*Alternaria tennis* Nees  
*Cephalosporium lecanii* Zimm  
*Hirsutella lecanicola* (Jaap.) Petch.  
*Sporotrichum transcolorans* Balazy

W materiale pochodzącym ze szklarni zidentyfikowano te same gatunki, ponadto dzięki pracom Bałazego (1963, 1976, 1977) rozpoznano dalsze:

*Acrodontum crateriforma* (van Beyma) de Hoog  
*Acremonium larvarum* (Petch) Gams  
*Acremonium tsugae* Gams  
*Cylindrocarpon candidum* (Link) Woll

Oznaczono również rodzaje: *Helminthosporium*, *Hypomyces*, *Virgaria*, *Staphylinium*, *Ulocladium*, *Harknesia*, *Torula*. Są to powszechnie znane *Fungi imperfecti*, dawno obserwowane przez badaczy czerwców. Należą do grzybów wyższych, wielokomórkowych, u których nie występują ani worki, ani podstawki. Rozmnażają się bezpłciowo przy pomocy konidiów. Podział systematyczny tych grzybów opiera się na budowie, zabarwieniu i sposobie powstawania zarodników konidialnych. W jakim stopniu grzyby te są chorobotwórcze nie udało się ustalić, jednak wywoływały one znaczne uszkodzenia czerwców, wpływające na ich rozwój. Grzyby mogą się więc przyczynić do ograniczenia liczebności czerwców atakujących drzewa owocowe i rośliny szklarniowe. Pierwsze objawy choroby czerwców to delikatny, białawy nalot na powierzchni ciała. Potem ciało staje się przezroczyste bez narządów wewnętrznych lub ze znacznymi ich uszkodzeniami. Zdaniem Bałazego (korespondencja) stopień szkodliwości można by określić, jeśli wyizoluje się grzyby do czystych kultur i porazi nimi czerwce. Wtedy dokładnie można będzie sprawdzić ich szkodliwość. Badania takie winny być kontynuowane. Być może okażą się przydatne dla stosowania biologicznej walki nie tylko z czerwcami, ale i innymi szkodnikami roślin.

W badanym materiale nie spotkano grzybów u przedstawicieli rodziny *Pseudococcidae*. Być może dlatego mączystki królują w szklarniach. Można wnioskować, że chroni je pokrywający ciało woskowy proszek. Najważniejsza w pielęgnacji roślin jest dokładna penetracja szklarni przez opiekunów i eliminowanie roślin porażonych przez czerwce. W przeciwnym przypadku z jakiegoś przetrwałego po oprysku jaja w krótkim czasie odrodzi się kolonia osobników, które zaatakują dalsze rośliny. Dlatego też bliższe poznanie biologii i składu gatunkowego czerwców przez opiekunów roślin jest bardzo ważne dla ich skutecznej ochrony.

Dziękuję Dyrekcji Ogrodu Botanicznego w Krakowie za umożliwienie mi prowadzenia badań na terenie szklarni. Również dziękuję Pani mgr Danucie Mądro za zebranie interesujących gatunków.

## Bibliografia

- Bałazy S., 1963, *Grzyb Cephalosporium (Acrostalagmus) lecanii Zimm – sprawca choroby larw chrzążczy*, Acta Soc. Botanicorum Poloniae, r. 32, nr 1
- Bałazy S., 1976, *Niektóre godne uwagi grzyby nekrofityczne, izolowane ze stawonogów*, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, t. 42
- Bałazy S., 1977, *Zarodniki grzybów na roztoczach w żerowiskach korników*, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, t. 44
- Dziedzicka A., 1987, *Uwagi o występowaniu rzadkich gatunków tarczników szklarniowych (Homoptera, Coccinea, Diaspididae) w Polsce*, Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP, z. 111, Kraków
- Dziedzicka A., 1988a, *Czerwce (Coccinea) szklarniowe Polski*, Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP, z. 123, Kraków
- Dziedzicka A., 1988b, [*Glass-house mealybugs (Homoptera, Coccinea, Pseudococcidae)*]. *Wetłnowce szklarniowe (Homoptera, Coccinea, Pseudococcidae)*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 353, 87–92
- Dziedzicka A., 1989, *Scale insects (Coccinea) occurring in Polish greenhouses I. Diaspididae*, Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, 31, 93–114
- Dziedzicka A., 1990a, *The characteristic of scale insects (Coccinea) occurring in Polish greenhouses. Part III. Pseudococcidae*, Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, 32, 29–38
- Dziedzicka A., 1990b, *The characteristic of scale insects (Coccinea) occurring in Polish greenhouses. Part II. Coccidae*, Acta Biologica Cracoviensia, Series: Zoologia, 32, 2–27
- Kawecki Z., 1985, *Czerwce, Coccoidea*, Katalog Fauny Polski, cz. XX, z. 5, s. 1–107

## Forty years (1958–1998) observations of the greenhouse *Coccinea* in the Botanical Garden of Cracow

### Abstract

The paper contains the results of 40-years of the author's studies on the green-house scale insects in the Botanical Garden in Cracow. Thirty nine scale insects species have been collected, including seventeen species new to Polish fauna. Additionally, the author describes methods of biological as well as chemical fighting with scale insects, which have been used in the Botanical Garden in Cracow.





Anna Dziedzicka, Witold Karnkowski

## Wystąpienie

### *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz.

### na materiale roślinnym importowanym do Polski\*

#### Wprowadzenie

W ostatnich latach przedmiotem importu do Polski jest wiele egzotycznych owoców oraz roślin ozdobnych pochodzących z krajów tropikalnych. Mimo przeprowadzania dokładnej inspekcji fitosanitarnej każdej przesyłki importowanego materiału roślinnego przez inspektorów granicznych Inspekcji Ochrony Roślin, co jakiś czas stwierdza się nowe gatunki szkodników, w tym czerwców (*Coccinea*) zawleczonych do naszego kraju na tym materiale.

Przed paru laty stwierdzono nowe gatunki czerwców na importowanych cytrusach, a następnie w krajowych szklarniach (Dziedzicka 1987, Dziedzicka, Karnkowski 1990). Ostatnio odnotowano na owocach kiwi w Warszawie i Krakowie nieznaną dotąd w Polsce gatunek tarczownika – *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz. Owoce, z których zebrano szkodnika w Krakowie pochodziły z Grecji, natomiast kraj pochodzenia owoców zakupionych w Warszawie nie jest znany. Obecność tego gatunku stwierdzono także podczas inspekcji importowanych do Polski zrazów jaśminu pochodzących z Egiptu.

*Pseudaulacaspis pentagona* jest groźnym szkodnikiem wielu roślin uprawnych i ozdobnych. Mimo że jest on gatunkiem tropikalnym, istnieje pewne prawdopodobieństwo przystosowania się go do naszego klimatu, jak to ma miejsce już na Węgrzech (Kozar 1998). Może on łatwo zadomowić się w szklarniowych uprawach zdrewniałych roślin ozdobnych. Tak więc jeszcze raz okazało się, jak ważne jest niedopuszczenie na terytorium Polski organizmów chorobotwórczych i szkodników, które jak dotąd nie były notowane w naszym kraju.

\* Praca była publikowana w: Ochrona Roślin, 1999, nr 8.

### Charakterystyka gatunku *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz.

#### Synonimy i kombinacje:

*Diaspis pentagona* Targ.-Tozz. 1895

*Diaspis amygdali* Tryon 1889

*Diaspis tanatus* Morgan 1892

*Diaspis patelliformis* Sasaki 1894

*Aspidiotus vitensis* Maskell 1895

*Diaspis geranii* Maskell 1898

*Aulacaspis (Diaspis) pentagona* (Targ.-Tozz.) Newstead 1901

*Sasochiaspis pentagona* (Targ.-Tozz.) Kuwana 1926

*Aspidiotus lantanus* (Cockerell) Ferris 1941

Dojrzała samica (ryc. 1): Tarczka okrągła lub szeroko owalna, wypukła, barwy białej, kremowej lub popielatej, ścisła z żółtymi wylinkami położonymi centralnie lub ekscentrycznie. Średnica tarczki 2,2–2,5 mm. Ciało samicy okrągłe lub jajowate, barwy żółtej, błyszczące. Kształt okrągły lub owalny, zwężone w okolicy pygidium, długości 1–1,3 mm, z wyraźną segmentacją odwłoka. Czułki gruzelkowate (e) z 1 długą szczecinią. Przy przedniej parze przetchlinek występują gruczoły pięciokomorowe w liczbie 16–25 szt. Na pygidium 3 pary płatów.  $L_1$  wydłużone, o równoległych bokach gładkie lub ząbkowane, szczyt zaokrąglony.  $L_2$  mają dobrze rozwiniętą część przyśrodkową, zaś boczną zredukowaną.  $L_3$  rozdwojone. Pomiedzy  $L$  występują 2 kolce, pomiędzy  $L_3$  i  $L_2$  – grzebyczki kolcokształtne lub o szczytach rozgałęzionych (2–3 rozgałęzienia) (b) 4–5 kolców występuje po bokach segmentów odwłoka. Grzbietowe macropory tworzą 4 rzędy na II–V segmentach odwłoka (d). Gruczoły przypochwowe (f) występują w 5 grupach w następującej liczbie:

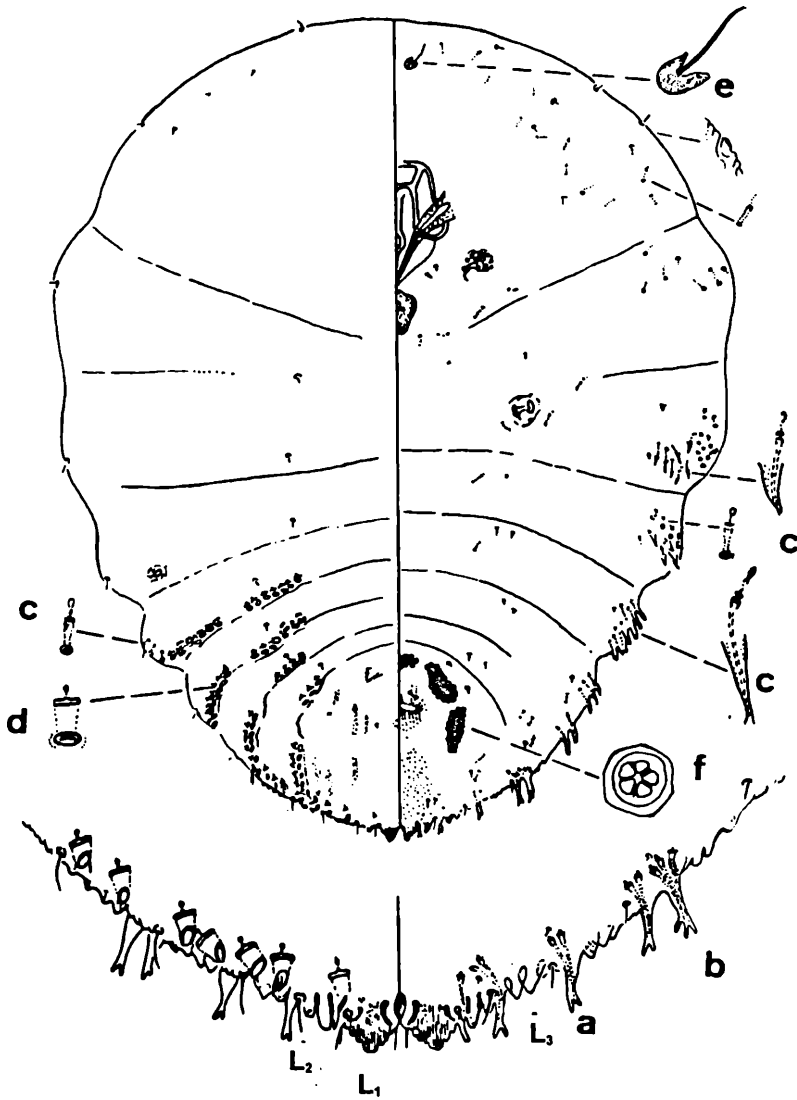
$$\frac{16-18}{\begin{matrix} [33-52] [30-36] \\ [25-34] [24-40] \end{matrix}}$$

Tarczka samca wydłużona, z prawie równoległymi bokami z żeberkowaniem i 1 przezroczystą wylinką umieszczoną w części głowowej ciała. Samiec skrzydlaty barwy żółtej. Długość 0,5–1 mm (bez aparatu rozrodczego).

Davidson, Miller, Nakahara (1983) rozdzielają wyraźnie 2 gatunki *Pseudaulacaspis*: *P. pentagona* (Targ.-Tozz.) oraz *P. prunicola* (Maskell), zamieszczając cechy odróżniające. Obydwa gatunki są kosmopolityczne i polifagiczne.

#### Żywiciele

*Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz. występuje na gałęziach, liściach i owocach bardzo wielu roślin. Dekle (1976) wymienia 280 gatunków roślin żywicielskich tego gatunku.



Ryc. 1. Morfologia samicy *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz (wg Davidson, Miller, Nakahara 1983)

- a) kołec gruczołowy dwudzielnny
- b) kołec gruczołowy trójdzielnny
- c) mały gruczoł cylindryczny
- d) duży gruczoł cylindryczny
- e) czułek
- f) gruczoły przypochwowe

Beshear, Tippios, Howell (1973) wśród żywicieli wymieniają: *Aesculus pavia* L., *Callicarpa mexicana* L., *Catalpa bignonioides* Walt., *Cercis canadensis* L., *Chionanthus virginicus* L., *Cernus* sp. *Dianthus* sp., *Diospyros kaki* L., *Diospyros virginiana* L., *Firmiana plantanifolia* (L.), *Gelsemium sempervirens* (L.), *Glycine max* (L.), *Koeleria paniculata* Laxm., *Lespedera* sp., *Ligustrum*, *Melia azedarah* L., *Morus alba* L., *Morus rubra* L., *Osmanthus* sp., *Phoradendron flavescens* Nutt., *Prunus* sp., *Salix* sp., *Sapium sebiferum* (L.), *Sebastiania ligustrina* (Michx.), *Verbena* sp. Tierenzykova (1986) nazywa go szkodnikiem pestkowców.

### Występowanie

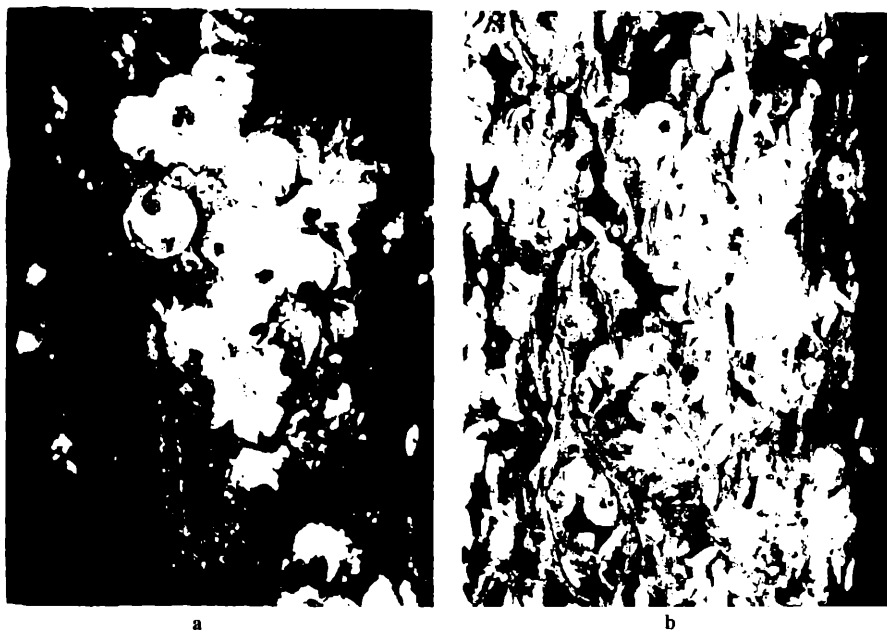
W Stanach Zjednoczonych jest rozprzestrzeniony na całym niemal obszarze. Podawany także z Azji, Afryki, Australii i Ameryki Południowej (Nakahara 1982). W Europie gatunek ten był stwierdzony w następujących krajach: Anglia, Bułgaria, Francja, Grecja, Gruzja, Jugosławia, Malta, Niemcy, Rosja, Rumunia, Słowacja, Szwajcaria, Węgry, Ukraina.

### Biologia

Gatunek ma dwa lub trzy pokolenia w ciągu roku. Savotikov, Smietnik (1995) podają następujące obserwacje z terenu Gruzji, gdzie występują trzy pokolenia w ciągu roku. Jaja mają kształt owalny, barwę zróżnicowaną: białe, kremowe, żółte, łososiowe i pomarańczowe. Według różnych autorów barwa jaj wyznacza płeć potomstwa (Savotikov, Smietnik 1995; Davidson, Miller, Nakahara 1983). Jaja białe i jasne dają potomstwo męskie, zaś jaja ciemne pomarańczowe – potomstwo żeńskie. Pod tarczками samic znajdowano oddzielnie jaja białe lub pomarańczowe lub też dwa rodzaje jaj. Larwy „łaziki” mają taką barwę jak jaja, z których powstały. W warunkach Gruzji liczba jaj złożonych przez jedną samicę wynosi 36–140, natomiast w Jugosławii 131–165, we Francji 120–280, we Włoszech 120–300, w USA 27–131 (Savotikov, Smietnik 1995). W subtropikalnej części Gruzji stwierdzono trzy pokolenia szkodnika w ciągu roku (Savotikov, Smietnik 1995). I pokolenie składa jaja w połowie kwietnia. W pierwszych dniach maja pojawiają się łaziki. W III dekadzie maja następuje linienie i powstają larwy II stadium. Larwy żeńskie II stadium przekształcają się w samice na początku czerwca i w tym też czasie odbywa się wylot samców, który trwa około 10 dni. Wylot samców II pokolenia następuje w końcu lipca i na początku sierpnia. Składanie jaj przez samice II pokolenia następuje w sierpniu i na początku września. Łaziki pojawiają się w połowie września. Młode samice III generacji występują w końcu września i na początku października. W tym też czasie wylatują samce III pokolenia. Zimują zapłodnione samice. Powyższe obserwacje biologiczne pokrywają się z dokonanymi przez Davidsona, Millera i Nakaharę (1983) w USA.

Samice i larwy żyją na pędach, gałązkach, na pniu drzew i owocach. Jeśli populacja jest liczna, na powierzchni pnia tworzy się skorupa z tarczki samic i samców (ryc. 2 a, b).

Samce występują na grubszych częściach roślin oraz ich dolnych partiach. Jeśli tarczki samców są liczne, to tworzą na pniu białe skorupy, podobne w barwie do pnia brzozy.



Ryc. 2. *Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz. (wg Kosztarab, Kozar 1988)

- a) tarczki samic
- b) tarczki samców

### Podsumowanie

Ze względu na dużą szkodliwość i łatwość przenikania z materiałem roślinnym w niektórych krajach (Rosja, Ukraina, Węgry) *Pseudaulacaspis pentagona* jest szkodnikiem kwarantannowym (Savotikov, Smietnik 1995).

Jedynym gatunkiem tarczніка znajdującym się w „Wykazie organizmów szkodliwych podlegających obowiązkowi zwalczania i których import jest zabroniony” (Załącznik 1 do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 6 lutego 1996 r. w sprawie zwalczania organizmów szkodliwych /Dz. U. Nr 15 z 14 lutego 1996 r./) jest tarcznik niszczyciel – *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. Gatunek ten został zawleczony do Europy z Ameryki. Spowodował on

znaczne straty w sadach klimatu umiarkowanego, mimo że pochodzi ze strefy tropikalnej. Jest w stanie zaaklimatyzować się także w Polsce.

W ostatnich latach w naszym kraju stwierdzono na owocach cytrusowych następujące gatunki tarczników (Dziedzicka 1987, Dziedzicka, Karnkowski 1990): *Aonidiella aurantii* (Maskell 1878), *Aspidiotus nerii* Bouché 1833, *Chloropulvinaria floccifera*, Westw. 1870, *Chrysomphalus aonidum* (L.) Cockerell 1899, *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan 1889), *Lepidosaphes beckii* (Newm. 1869), *Lepidosaphes gloverii* (Packard 1869), *Parlatoria pergandii* Comst. 1881, *Parlatoria ziziphus* (Lucas 1855), *Planococcus citri* Risso, *Selenaspis articulatus* (Morgan 1889). Osiem spośród tych gatunków stwierdzono w polskich szklarniach. Przyszli badacze czerwców i inspektorzy Inspekcji Ochrony Roślin winni zapoznać się z budową groźnych szkodników roślin z grupy czerwców *Coccinea*, by nie dopuścić do ich rozprzestrzenienia się w naszym kraju i ustrzec uprawy przed zniszczeniem.

### Bibliografia

- Beshear R.J., Tippius H.H., Howell J.O., 1973, *The armored scale Insects (Homoptera Diaspididae) of Georgia and their Hosts*, University of Georgia Coll. of Agriculture Exp. Stations, Bull. 146, 1–16
- Davidson J.A., Miller D.R., Nakahara S., 1983, *The white peach scale, Pseudaulacaspis pentagona (Targioni-Tozzetti) (Homoptera: Diaspididae): evidence that current concepts include two species*
- Dekle G.W., 1976, *Florida armored scale insects; Arthropods of Florida and neighboring land areas*, v. 3, Gainesville, Florida
- Dziedzicka A., Karnkowski W., 1990, *The contribution to knowledge of Selenaspis articulatus (Morgan) (Homoptera, Coccinea, Diaspididae)*, Acta Biol. Cracov. s. Zool., v. 32, 40–43
- Dziedzicka A., 1987, *Uwagi o występowaniu rzadkich gatunków tarczników szklarniowych (Homoptera Coccinea, Diaspididae) w Polsce*; Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie, z. 111, 143–150
- Hanks L.M., Denno R.F., 1994, *Local adaptation in the armored scale insect Pseudaulacaspis pentagona (Homoptera, Diaspididae)*, Ecology, 75(8), 2301–2310
- Koszarab M., Kozar F., 1988, *Scale Insects of Central Europe*, Akad. Kiadó, Budapest
- Kozar F., Walter J., 1985, *Check-list of the Palearctic Coccoidea (Homoptera)*, Folia Entom. Hungarica, XLVI.2, 63–110
- Kozar F., 1991, *Recent changes in the distribution of insects and the global warming*, Proceeding of the 4th ECE/XII SIEEC, Gädöllö, 406–412
- Kozar F., 1998, *Eghaj latváltozas es rovarvilág (in Hungarian)*, Magyar Tudomány (Hungarian Science) 43, 1069–1076
- Miller D.R., Davidson J.A., 1990, Chapter 3.1 *Armored scale insects as Pests*; 3.1.1 *A list of the Armored Scale Insects Pests*; Elsevier science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 229–306
- Nakahara S., 1975, *Notes on Chionaspis and Pseudaulacaspis in the United States (Homoptera, Diaspididae)*, U.S. Dept. Agr. Coop. Econ. Ins. Rpt., 25 (11), 201–203

- Nakahara S., 1982, *Checklist of the Armored Scales (Homoptera: Diaspididae) of the Conterminous United States*, U.S. Dept. Of Agric., Animal and Plant Health Insp. Service; Beltsville, M.D. 20 705, 1–110
- Savotikov J.F., Smietnik A.I., 1995, *Sprawocznik po wrieditielam, bolezniam rastienij i sorniakam imiejuszczim karantinnoje znaczenie dla territorii Rosijskoj Fiederacji*, Arnika, Niżnij Novgorod, 45–49
- Tiereznykova E.M., 1986, *Szczitovki, fauna Ukrainy*, tom 20, Naukova Dumka Kijew, 55–56

***Pseudaulacaspis pentagona* Targ.-Tozz.**  
**Found on plant material imported to Poland**

**Abstract**

The authors describe the species *Pseudaulacaspis pentagona* Targ-Tozz. collected from the kiwi fruits and jasmine (*Philadelphus* sp.) sprouts imported to Poland in 1998.

This species is a dangerous pest of many cultivated and decorative plants. In this paper the morphology as well as biology at this species is presented in order to facilitate for other researches it's identification what, in turn, should help to limitate any possible threat for crops.





Danuta Sołtyk

## Identyfikacja rośliniarek *Hemichroa australis* Lep. i *Hemichroa crocea* Geoff.

(*Hymenoptera, Tenthredinidae*)

### na podstawie cech morfologiczno-biologicznych

#### Wstęp

*Hemichroa australis* Lep. i *H. crocea* Geoff. są rośliniarkami (*Hymenoptera, Tenthredinidae*) powszechnie występującymi w Europie Środkowej (Benson 1958, Muche 1967–1970).

W Polsce larwy wymienionych owadów żerują głównie na liściach brzozy (*Betula* L.) i olszy (*Alnus* Mill.). Również jako rośliny pokarmowe *H. crocea* wymieniane są: leszczyna (*Corylus* L.) (Benson 1958) i wierzba (*Salix* L.) (Smith 1975).

W literaturze można znaleźć wykaz cech gatunkowych larw i owadów doskonałych obu rośliniarek. Są to jednak informacje dotyczące głównie morfologii, natomiast niewiele jest danych odnoszących się do biologii *H. australis* i *H. crocea*, której znajomość pozwala na rozpoznanie tych dwóch gatunków w środowisku naturalnym.

Celem niniejszego artykułu jest umożliwienie identyfikacji *H. australis* i *H. crocea* na podstawie znajomości ubarwienia ciała oraz biologii larw i imagines.

#### Materiał i metoda

Badany materiał stanowiły larwy *H. australis* i *H. crocea*, zbierane w latach 1989–1998. Larwy hodowano w warunkach laboratoryjnych, aby uzyskać owady dojrzałe. Jednocześnie obserwowano ich rozwój. Badano również morfologię obu gatunków rośliniarek (Sołtyk 1993, 1998).

Rośliną żywicielską hodowanych larw *H. australis* była brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa* Ehrh.), a w przypadku *H. crocea* olsza czarna (*Alnus glutinosa* Gaertn.).

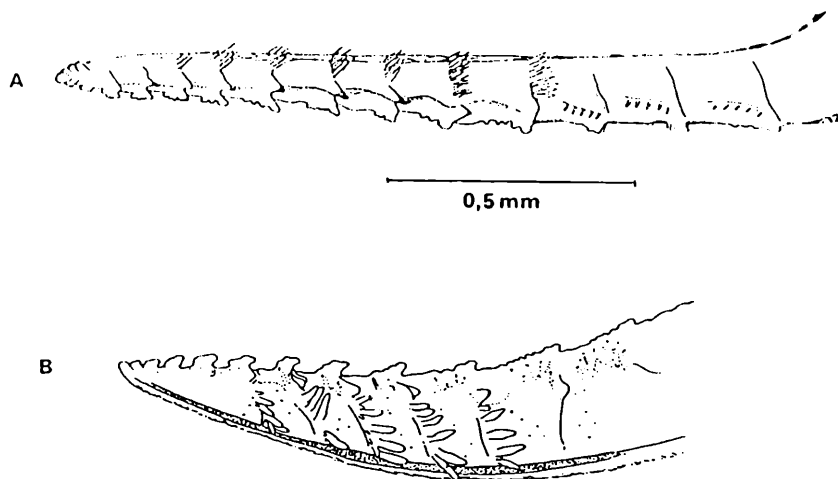
#### Cechy morfologiczno-biologiczne owadów dojrzałych

Ubarwienie ciała jest cechą morfologiczną umożliwiającą nie tylko rozpoznanie gatunku, ale także płci owada.

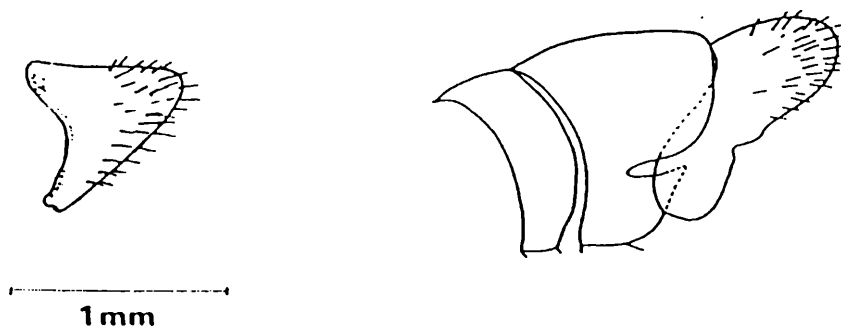
Samica *H. australis* charakteryzuje się pomarańczową głową i tułowiem, natomiast jej odwłok jest czarny. Samiec tego gatunku jest barwy czarnej.

Ciało samicy *H. crocea* jest prawie całe pomarańczowe, z wyjątkiem I segmentu odwłoka, który jest czarny. Samiec *H. crocea* ma czarną głowę, tułów oraz pierwszy i ostatni segment odwłoka. Pozostałe segmenty odwłokowe są barwy pomarańczowej.

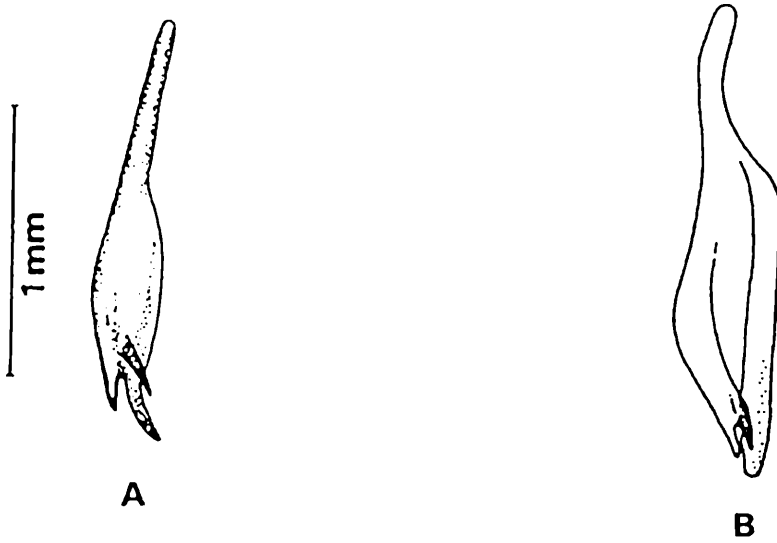
Cechami gatunkowymi obu rośliniarek jest także ukształtowanie walw I i III pary pokładelka oraz edeagusa (ryc. 1–3).



Ryc. 1. Fragment walwy I pary pokładelka:  
A) *H. australis* (oryg.), B) *H. crocea* (wg Smith 1975)



Ryc. 2. Walwa III pary pokładelka:  
A) *H. australis* (oryg.), B) *H. crocea* (wg Smith 1975)



Ryc. 3. Edeagus:  
A) *H. australis* (oryg.), B) *H. crocea* (wg Smith 1975)

Charakterystyczną właściwością z zakresu biologii tych gatunków jest miejsce złożenia jaj i ich liczba. Samica *H. australis* składa jaja pojedynczo do ogonków liściowych rośliny pokarmowej, natomiast *H. crocea* umieszcza od kilkunastu do kilkudziesięciu jaj w żyłce środkowej i ogonku liścia (ryc. 4).



Ryc. 4. Ogonki liści ze złożonymi jajami (J) (oryg.):  
A) *H. australis*, B) *H. crocea*

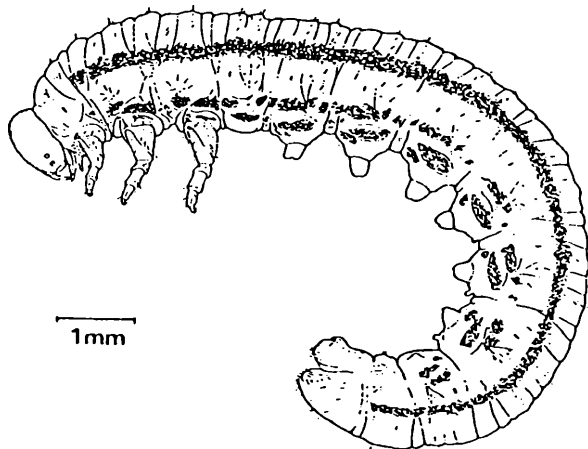
Omawiane dwa gatunki rośliniarek charakteryzują się rozrodem dwupłciowym i dzieworodnym. U *H. crocea* zaobserwowano partenogenezę telitokową (Hopping 1937), natomiast informacje dotyczące partenogenezy *H. australis* nie są jednoznaczne. Według Bensona (1958) owady tego gatunku rozmnażają się na drodze amfitokii. Chevin (1973) wymienia inny typ partenogenezy – arrenotokię, u *H. australis*. Ten pogląd potwierdziły również badania autorki (Sołtyk 1993).

W ciągu roku pojawiają się dwa pokolenia *H. australis*: pierwsze – od maja do połowy lipca, drugie rozpoczyna rozwój w trzeciej dekadzie lipca. W połowie września poczwarki drugiej generacji wchodzi w stan diapauzy, natomiast owady doskonałe wylęgają się w maju.

W rocznym cyklu rozwojowym *H. crocea* pojawia się 1 lub 2 pokolenia (Hopping 1937). Rozwój pierwszej generacji tego gatunku rozpoczyna się w połowie maja i trwa do pierwszej dekady sierpnia. Druga generacja rozwija się od połowy sierpnia do września, kiedy to poczwarki wchodzi w stan diapauzy. Wyląg imagines następuje w połowie maja.

### Cechy morfologiczno-biologiczne larw

Larwy *H. crocea* wyróżniają się barwnym rysunkiem ciała (ryc. 5), w postaci trzech czarnych pasm biegnących wzdłuż boków ciała. Jedno z nich – nadprzetchlinkowe – jest ciągłe, a dwa podprzetchlinkowe są złożone z owalnych plam (Lorenz i Kraus 1957). Tułów i odwłok jest barwy żółtozielonej, natomiast głowa jest czarna.



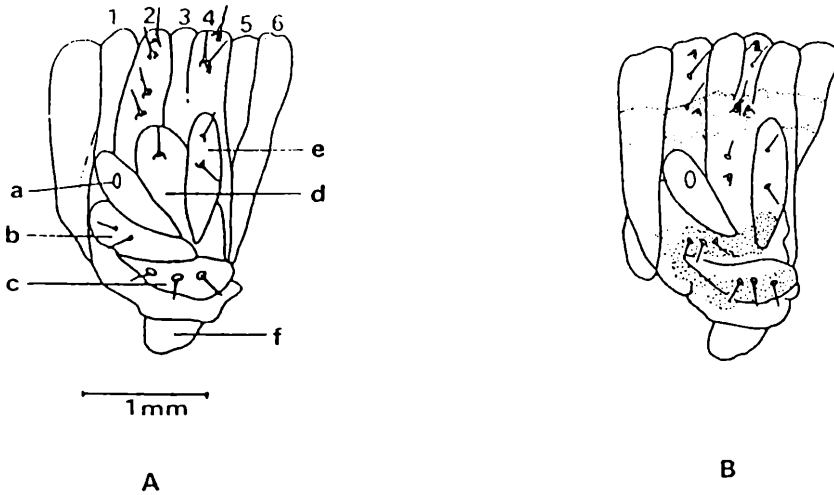
Ryc. 5. Larwa *H. crocea* (wg Hopping 1937)

Larwy *H. australis* mają niemal jednolite ubarwienie. Tułów i odwłok są zielone, a głowa jest brązowa.

Poza ubarwieniem, znaczenie taksonomiczne ma także chetotaksja, tj. liczba i rozmieszczenie szczecinek na ciele larw (tab. 1, ryc. 6).

Rozmieszczenie szczecinek	Liczba szczecinek	
	<i>Hemichroa australis</i> Lep.	<i>Hemichroa crocea</i> Geoff.
druga anulacja	3-4	3
czwarta anulacja	3	3
płat podprzetchlinkowy	2-3	3-4
I płat zaprzetchlinkowy	1	1-2
II płat zaprzetchlinkowy	2	2
płat nadnożny	3	2-3

Tabela 1. Chetotaksja trzeciego segmentu odwłoka larw *H. australis* i *H. crocea* (wg Lorenza i Krausa 1957)



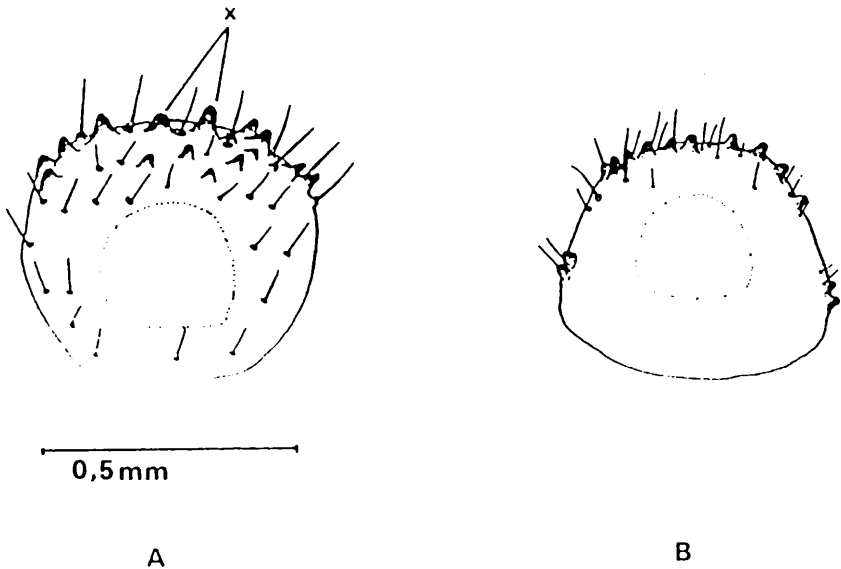
Ryc. 6. Trzeci segment odwłoka larwy:

A) *H. australis* (oryg.), B) *H. crocea* (wg Lorenz i Kraus 1957)

1-6 anulacje, a – przetchlinka, b – płat podprzetchlinkowy, c – płat nadnożny,

d – pierwszy płat zaprzetchlinkowy, e – drugi płat zaprzetchlinkowy, f – noga odwłokowa

Kolejną cechą morfologiczną wyróżniającą larwy obu gatunków jest liczba zębów oskórkowych znajdujących się na płytce analnej. Liczba ta wynosi 14-16 dla larwy *H. australis* (Sołtyk 1993) (ryc. 7A) i od 10 do 12 dla larwy *H. crocea* (Lorenz i Kraus 1957) (ryc. 7B).



Ryc. 7. Płytki analne larw:

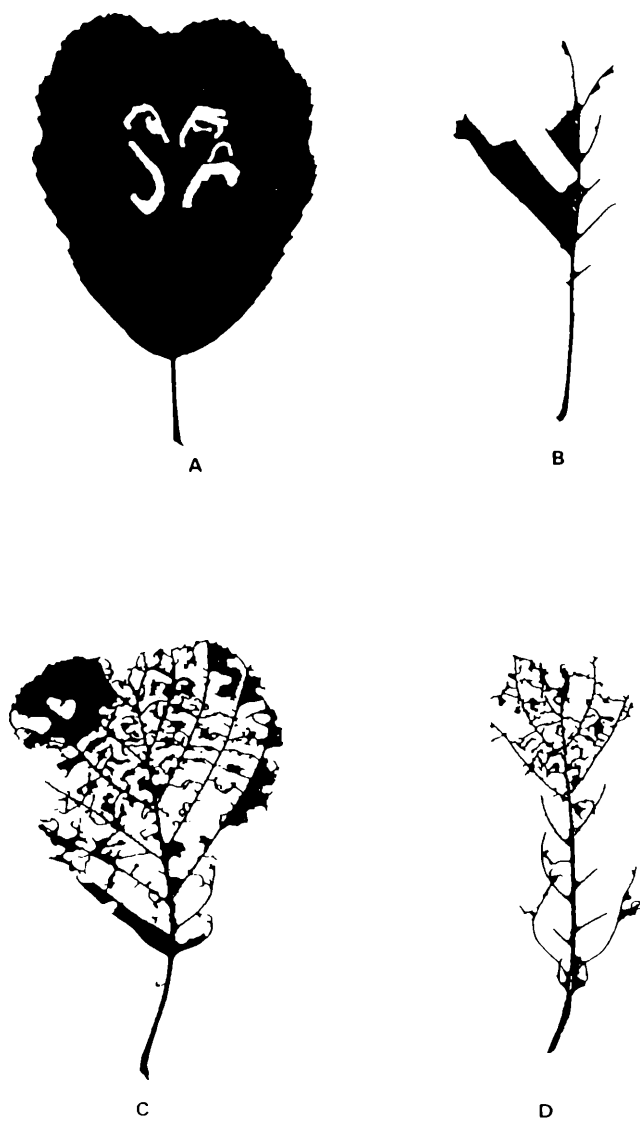
A) *H. australis* (oryg.), B) *H. crocea* (wg Lorenz i Kraus 1957)

x – ząbki oskórkowe

Identyfikację gatunku w stadium larwalnym umożliwiają również ślady żeru. Larwy *H. australis* żerują samotnie, podczas gdy *H. crocea* gromadnie. Sposób żerowania larw obu gatunków jest podobny; rozpoczyna się wyjadaniem w liściu otworu, który jest następnie przekształcany w wąską „ścieżkę”, omijającą boczne żyłki liścia (ryc. 8). Ten ślad żeru jest typowy tylko dla trzech pierwszych, spośród pięciu lub sześciu stadiów rozwojowych, właściwych tym gatunkom. Gromadny żer larw *H. crocea* prowadzi do zlewania się ze sobą „ścieżek”, a z blaszki liścia pozostaje jedynie jej użytkowanie (ryc. 8).

W kolejnych stadiach, w wyniku przegryzania bocznych żyłek liścia, „ścieżka” jest poszerzana. Wówczas ślad żeru przyjmuje postać obszernego otworu. W dwóch ostatnich stadiach rozwoju larwy żerując w taki sposób zjadają prawie całe blaszki liści, z wyjątkiem żyłek środkowych.

Larwy obu gatunków, przebywając na krawędzi żerowiska, obejmują blaszkę liścia z obu stron nogami tułowiowymi i 3–4 parami nóg odwłokowych. Koniec odwłoka jest zwinięty i złożony na powierzchni liścia.



Ryc. 8. Ślady zeru larw (oryg.):  
A) *H. australis*, stadia: I–III  
C) *H. crocea*, stadia: I–III

B) *H. australis*, stadia: V–VI  
D) *H. crocea*, stadia: V–VI

## Dyskusja

Znajomość, obok cech morfologicznych, biologii owadów pozwala niejednokrotnie na ustalenie ich rodzaju, a nawet gatunku. Tak jest również w odniesieniu do rośliniarek z rodzaju *Hemichroa* Stephens.

Szczegółowe informacje dotyczące morfologii imagines i larw, zamieszczone w literaturze (Lorenz i Kraus 1957, Muche 1967–1970, Smith 1975) nie mają zastosowania do identyfikacji tych dwóch gatunków w warunkach badań terenowych. W tym przypadku znajomość, obok ubarwienia, sposobu składania jaj i żerowania larw pozwala na dokonanie klasyfikacji.

Barwa jest istotną cechą morfologiczną, wyróżniającą imagines *H. australis* i *H. crocea*. Muche (1967–1970) wskazuje na możliwość rozpoznania wymienionych rośliniarek na podstawie ubarwienia odwłoka. Z kolei według Smitha (1975) barwa głowy może stanowić główne kryterium identyfikacji gatunku.

Cechą gatunkową porównywanych owadów jest także miejsce i liczba składanych jaj, tj. umieszczanie jednego jaja *H. australis* w ogonku liścia lub wielu jaj *H. crocea* w ogonku i żyłce środkowej liścia. Jaja są zawsze składane od spodu liścia. Te spostrzeżenia znajdują potwierdzenie w pracach: Bensona (1958), Hoppinga (1937), Lorenza i Krausa (1957), Muche (1970), Pieronek (1983) i Smitha (1975).

Larwy, podobnie jak owady doskonale można rozpoznać na podstawie ubarwienia ciała, głównie rysunku obserwowanego u *H. crocea*. Cechą morfologiczną larw o znaczeniu taksonomicznym jest także chetotaksja, przedstawiona w kluczu Lorenza i Krausa (1957) oraz liczba ząbków oskórkowych płytki analnej (ryc. 7). Jeśli podczas obserwacji terenowych larw z rodzaju *Hemichroa* Stephens pojawiają się wątpliwości dotyczące oznaczenia gatunku na podstawie cech morfologicznych, wówczas można wykorzystać ślady żeru (ryc. 8). Ponadto zróżnicowana liczba larw żerujących na jednym liściu ułatwia identyfikację gatunku.

Prowadząc badania biologii obu gatunków rośliniarek stwierdzono, że larwy *H. crocea* nawet w ostatnim stadium rozwoju żerują gromadnie, o ile pozwala na to powierzchnia liścia. Jeśli liść jest zbyt mały lub częściowo ogryziony, larwy przechodzą na sąsiednie liście, przy czym skupiają się na nich w grupach liczących po kilkanaście osobników. Niezależnie od gatunku, żer zawsze rozpoczyna się wyjadaniem otworu w liściu, o czym wspomina także Hopping (1937) oraz Lorenz i Kraus (1957).

Żerujące gromadnie larwy *H. crocea* przy masowym pojawie mogą powodować znaczne uszkodzenia liści roślin żywicielskich. Zjawiska takie były obserwowane w latach trzydziestych w Kanadzie (Hopping 1937) i Anglii (Benson 1958). Wówczas stwierdzono całkowite ogołocenie olszy z liści, jako następstwo żeru larw *H. crocea*. W Polsce nie odnotowano dotychczas masowego występowania tej rośliniarki. Jedynie na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego Chłodny (1982) obserwował szczególnie intensywne atakowanie olszy szarej przez larwy *H. crocea*.

W odniesieniu do *H. australis* brak jest informacji o masowych pojawach i tym samym tak znacznych, jak w przypadku *H. crocea*, uszkodzeniach roślin żywicielskich.



## Bibliografia

- Benson R.B., 1958, *Handbook for the identification of British insects (Hymenoptera, Symphyta)*, Roy. Ent. Soc. London, Vol. VI. Part 2(c), 139–252
- Chevin H., 1973, *Notes sur les Hymenopteres Tenthredoiden*, Extrait. Lyon. Bull. men. Soc. Linne, No 9, 229–235
- Chłodny J., 1982, *Uwagi o zagrożeniu przez szkodliwe owady drzewostanów i zadrzewień GOP w latach 1976–1980*, Sylwan, nr 5, 19–26
- Hopping G.R., 1937, *Sawfly biologies. No 2. Hemichroa crocea Geoffroy*, Can. Entomol., Vol. 69, No 11, 243–249
- Lorenz H., Kraus M., 1957, *Die Larvensystematik der Blattwespen*, Akademie Verlag, Berlin
- Muche W.H., 1967–1970, *Die Blattwespen Deutschlands (Hymenoptera; Tenthredinidae)*, Ent. Abh. Mus. Tierk. Dresden Supl. III, 167–170
- Pieronek B., 1983, *The larvae of Symphyta (Hymenoptera; Tenthredinidae) feeding on Alnus (Mill.)*, Verh. SIEECX, Budapest, 119–122
- Smith D.R., 1975, *The sawfly Genus Hemichroa Stephens: A review of species (Hymenoptera; Tenthredinidae)*, Ent. Scand., No 6, 297–302
- Sołtyk D., 1993, „*Biologia i morfologia rośliniarki Hemichroa australis* Lepeletier (Hymenoptera; Tenthredinidae)”, praca doktorska (maszynopis w Instytucie Biologii AP w Krakowie)
- Sołtyk D., 1998, *Development of Hemichroa australis Lepeletier (Hymenoptera, Tenthredinidae)*, Acta biol. cracov., 40, 45–52

## Identification of sawflies, *Hemichroa australis* Lep. and *Hemichroa crocea* Geoff., based on morphological and biological characteristics

### Abstract

This study presents the information which allowed the identification of two symphytan species, *Hemichroa australis* Lep. and *H. crocea* Geoff., in the natural environment. Morphological and biological characteristics useful in their identification, e.g., larval and adult coloration, as well as characteristics of seasonal development, egg laying and feeding by larvae are described.



Bożena Bierca

## Plastyczność instynktu larw

### *Scolioneura betuleti* Klug

#### (Hymenoptera, Tenthredinidae)

*Scolioneura betuleti* Kl. jest owadem należącym do specyficznej, ekologicznej grupy owadów, których larwy, ukryte wewnątrz żywych tkanek roślin, żerują poprzez tzw. minowanie. Ślad żeru larwy, tzw. mina (*hyponomium*), ma kształt korytarza lub komory. Najczęstsze sąminy liściowe (*phyllonomia*).

Larwy *S. betuleti* minują liście różnych gatunków brzoź (*Betula spp.*) i olszy zielonej (*Alnus viridis* Chaix.).

W ramach opracowywania biologii okresu larwalnego *S. betuleti* również badano plastyczność instynktu larw odnośnie do możliwości kontynuowania rozwoju po przeniesieniu dominy z ostatniej fazy tworzonej przez inny gatunek rośliniarki w liściu brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) i olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Przed włożeniem larwy *S. betuleti* dominy – pierwotnego sprawcę (gospodarza) usuwano.

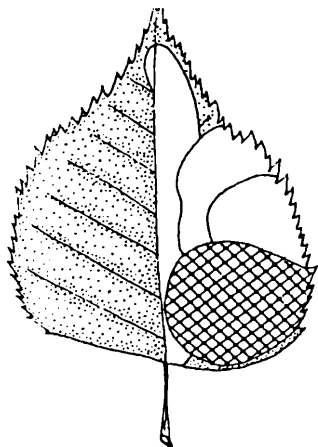
Przeprowadzono trzy rodzaje eksperymentów: pierwszy i drugi polegał na wprowadzaniu larw *S. betuleti* do min dwóch różnych gatunków błonkówek (*Fenusa pusilla* Lepeletier i *Messa nana* Klug) minujących liście *B. pendula*; trzeci – na wprowadzaniu do min *Heterarthrus vagans* Fallen żerujących w liściach *A. glutinosa*.

Piętnaście razy przenoszono larwy *S. betuleti* znajdujące się w różnej fazie rozwoju do wierzchnich min *F. pusilla* żerującej w liściach *B. pendula* celem sprawdzenia zachowania się larw. Stwierdzono, że larwy II i III stadium, ze względu na małe rozmiary mieściły się w całości w minie, więc od razu przystępowały do żeru. Natomiast larwy z IV i V stadium, często nie mieszczące się w minie (ich odwłok wystawał poza nią) uparcie wychodziły na zewnątrz i dopiero po 2–3-krotnym „przymuszaniu” zaczynały żer.

Trzykrotnie przekładano larwy *S. betuleti* (III i IV st.) do wierzchniejminy *M. nana* w liściu *B. pendula*. Również w tym przypadku larwa od razu rozpoczęła

żerowanie tworząc typową dla siebie dwustronną minę, przez wyjadanie całości mezofilu (ryc. 1), a nie przez „przerabianie” zastałej miny.

Dwukrotnie larwę *S. betuleti* z IV st., żerującą na *B. verrucosa*, przekładano do min *H. vagans* w liściu *A. glutinosa*. Również w tym przypadku larwa rozpoczynała „normalny” żer, tworząc minę obustronną (ryc. 2).



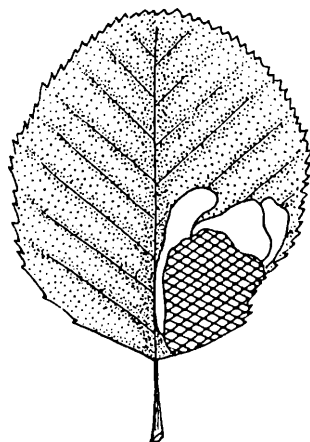
Ryc. 1. Kontynuacja żeru larwy *S. betuleti* z IV stadium po przeniesieniu do wierzchniej miny *M. nana* w liściu *B. pendula* (wielkość naturalna)



– mina *M. nana* (wierzchnia)



– mina *S. betuleti* (obustronna)



Ryc. 2. Kontynuacja żeru larwy *S. betuleti* z IV stadium po przeniesieniu do wierzchniej miny *H. vagans* w liściu *A. glutinosa* (wielkość naturalna)



– mina *H. vagans* (wierzchnia)



– mina *S. Betuleti* (obustronna)

We wszystkich eksperymentach larwy (łącznie 20) kończyły żer i opuszczały miny celem przepoczwarczenia się. Doświadczenia te wskazują na zjawisko plastyczności instynktu larw, jakkolwiek ich dalsze losy nie były znane.

Eksperyment podobny do wyżej opisanego przeprowadził Hering (1951), jednakże stwierdził on, że larwy *S. betuleti* włożone do miny *H. vagans* w liściu *A. glutinosa* nie podejmowały żeru. W przypadku, gdy przekładał larwy *H. vagans* z *A. glutinosa* do min *S. betuleti* w liściu *Betula* sp.<sup>\*</sup>, larwy kończyły żer i przepoczwarczały się.

Również Pieronek (1966) przeprowadzała eksperymenty dotyczące plastyczności instynktu larw minującej błonkówki *H. vagans* z *A. glutinosa*, które przenosiła do min *Fenusa dohrnii* Tischbein (*Hymenoptera*) lub *Lithocolletis* (*Phyllonorycter*) sp. (*Lepidoptera*) także w liściach *A. glutinosa*. Stwierdziła, że larwy kończyły rozwój tworząc w minach kokony. Jednak w przypadku przenoszenia larw do min

\* Autor nie podaje nazwy gatunkowej.

w liściach innych gatunków roślin\*\* ginęły lub przy odpowiednio zaawansowanym stopniu rozwoju, nie podejmując żeru, tworzyły kokon w obcej minie.

Prawdopodobnie niechęć żerowania starszych larw *H. vagans* w minach *F. dohrnii* oraz *S. betuleti* w minach *F. pusilla* – pomimo właściwej rośliny pokarmowej – wynikała ze zbyt małych min, w których cała larwa nie mogła się pomieścić.

Podsumowując, wydaje się zaskakujące, że larwa *S. betuleti* bez trudności kontynuowała żer w minie *H. vagans* na *A. glutinosa*, mimo że w warunkach naturalnych na tej roślinie nie żeruje, tylko na *A. viridis*. Rodzaje *Alnus* sp. i *Betula* sp. należą do rodziny *Betulaceae*. Jednakże *A. viridis*, nazywany często *Alnobetula* Ehrh., jest uważany za gatunek znajdujący się taksonomicznie pomiędzy rodzajami *Alnus* i *Betula* (Altenhofer 1980; Pschorn-Walcher, Altenhofer 1988). Na bliskie pokrewieństwo *A. viridis* i *Betula* wskazuje duża liczba wspólnych gatunków owadów zarówno defoliujących, jak i zewnętrznie żerujących (Colpi, Masutti 1984). Przypuszczalnie dlatego, mimo bliskiego pokrewieństwa roślin, *S. betuleti* wybiera z rodzaju *Alnus* tylko gatunek *A. viridis*. Według Beiger (1991) wybiórczość pokarmowa minowców może być pomocna w badaniach nad stosunkami pokrewieństwa roślin.

## Bibliografia

- Altenhofer E., 1980, *Zur Biologie der in Baumblättern minierenden Blattwespen (Hym., Tenthred.)*, Z. angew. Ent., 89, 122–134
- Beiger M., 1991, *Owady minujące*, Wyd. UAM, ser. zool., Nr 17, Poznań
- Colpi C., Masutti L., 1984, *Reperti sullentomofauna epigea di popolamenti di „Alnus viridis” (Chaix.) D.C. Nel parco naturale di Paneveggio-Pale di S. Martino (Dolomiti, Trentine)*, St. Ten. Nat., Vol. 61, Acta Biol., 220–221
- Hering E.M., 1951, *Biology of the leaf-miners*, Berlin
- Pieronek B., 1966, *The biology and morphology of Heterarthrus vagans FALLEN (Hymenoptera, Tenthredinidae)*, Acta zool. cracov., 11, 499–553
- Pschorn-Walcher H., Altenhofer E., 1988, *The Parasitoid Community of Leaf – mining Sawflies (Fenusini and Heterarthrini): a Comparative Analysis*, Zool. Anz., 222 (1989) 1/2, Jena, 37–56

## The Flexibility of the instinct of larvae *Scolioneura betuleti* Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae)

### Abstract

The larvae *S. betuleti* leaf-mine the lives of different species of birches (*Betula* spp.) and green alders (*Alnus viridis* Chaix).

\*\* Autorka nie podaje nazw gatunkowych.

During the research on the biology of the larva stage of *S. betuleti*, the flexibility of the instinct of larvae was also studied regarding the possibilities of continuation of the development after transferring to the leaf-mine from the last stage formed by other species of the sawfly in the leaf *Betula pendula* Roth. and *Alnus glutinosa* Gaertn. Before transferring the larva *S. betuleti* to the mine – the former inhabitant was removed.

The larvae *S. betuleti* transferred to the top mines *Fenusa pusilla* Lepeletier and *Messana nana* Klug in the leaves *B. pendula* carried on the feeding creating reversible mine. It was also similar to transferring to the mine *Heterarthrus vagans* Fallen in the leaf *A. glutinosa* in the natural environment *S. betuleti* does not feed on this plant, only on *A. viridis*, in all experiments the larvae finished the feeding and abandoned the mines in order to transfer into the pupae.

The experiments show the flexibility of the instinct of the larvae although their further fate is not known.

Grzegorz Formicki

## **Wpływ promieniowania ultrafioletowego UV-A na konsumpcję tlenu przez larwy ropuchy szarej (*Bufo bufo* L.) w różnych okresach rozwojowych**

### **Wstęp**

W ciągu ostatnich kilkunastu lat doszło do znacznego spadku liczebności płazów. Zjawisko to występuje obecnie na całym świecie (Pechman i inni 1991; Blaustein 1994). Spadek liczebności płazów może być związany z rosnącym poziomem promieniowania ultrafioletowego docierającego do powierzchni Ziemi (Wake 1991). Promieniowanie ultrafioletowe UV-B (280–320 nm) może zwiększać śmiertelność zarodków i larw niektórych gatunków płazów. Fakt ten dotyczy zarówno gatunków północnoamerykańskich (Blaustein i in. 1994), jak i europejskich (Lizana i Pedraza 1998; Nagl i Hofer 1997).

Prowadzone dotychczas badania nad wpływem promieniowania ultrafioletowego na liczebność i biologię płazów dotyczą wyłącznie populacji występujących na terenach górskich. Może się okazać, że gatunki płazów ewoluujące na obszarach nizinnych, gdzie promieniowanie słoneczne jest znacznie mniej intensywne niż na dużych wysokościach, są wrażliwe nawet na niewielkie wahania tego promieniowania. Wykazano bowiem, że w Alpach już na wysokości 580 metrów n.p.m. w ciągu kilku słonecznych dni mogą zginąć wszystkie larwy traszki górskiej żyjące w płytkich nieosłoniętych zbiornikach wodnych (Nagl i Hofer 1997).

Brak również danych na temat wpływu promieniowania ultrafioletowego A (UV-A 320–400 nm) na larwy płazów. Wykazano, iż promieniowanie to podobnie jak promieniowanie UV-B może być przyczyną powstawania reaktywnych form tlenu (Linetsky i in. 1996) i mutacji w cząsteczkach DNA (Robert i in. 1996). Ponadto UV-A penetruje zbiorniki wodne na znacznie większą głębokość niż UV-B (Williamson 1996).

Z powyższych danych wynika, że promieniowanie UV-A, panujące w środowisku naturalnym, może zakłócać przebieg istotnych dla każdego organizmu procesów metabolicznych. Przydatnym wyznacznikiem stanu fizjologicznego organizmu jest poziom metabolizmu podstawowego (Zug 1993). Dlatego też celem prezentowanej

pracy jest ocena wpływu promieniowania UV-A w dawkach panujących w środowisku naturalnym na metabolizm podstawowy larw ropuchy szarej (*Bufo bufo* L.).

## Materiał i metody

### Hodowla larw

Do eksperymentu wykorzystano larwy ropuchy szarej wyhodowane z jaj złożonych w laboratorium. Kijanki hodowano w krystalizatorach o pojemności 0,9 litra (15 osobników w każdym), wypełnionych odstaną wodą wodociągową. Głębokość wody w używanych krystalizatorach wynosiła ok. 5 cm, a jej temperatura  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Kijanki karmiono suszoną pokrzywą.

### Pomiary i dawki promieniowania ultrafioletowego

W miesiącach wiosennych i letnich 1998 roku zmierzono natężenie napromienienia UV-A. Pomiary wykonywano w okolicach Krakowa ( $50^{\circ}04'\text{N}$ ,  $19^{\circ}57'\text{E}$ ; 220 m n.p.m.) kilka razy w tygodniu, niezależnie od warunków atmosferycznych w godzinach 10–14, radiometrem Spectroline DRC-100X, wyposażonym w czujnik DIX 365 (zakres 320–400 nm, pik spektralny 365 nm). Uzyskane wartości w  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  przeliczono następnie na potencjalne średnie dawki w  $\text{kJ}/\text{m}^2$ , które mogły działać na organizmy żywe w środowisku.

Dawki te wykorzystano w eksperymentalnej części badań do naświetlania hodowanych larw. Badane kijanki podzielono na 4 grupy (I, II, III i IV) po 15 osobników, które naświetlano codziennie lampami UV-A (320–400 nm), Sylwania (W-30 WTS-A) od I dekady kwietnia do II dekady maja. Czas naświetlania był tak dobrany w poszczególnych grupach, aby uzyskać potencjalne dawki panujące w środowisku naturalnym. Dawki te odpowiadały ekspozycji na promieniowanie słoneczne trwającej jedną (grupa II), dwie (grupa III) lub cztery godziny (grupa IV) (tab. 1 i 2). Osobniki grupy I nie były naświetlane promieniowaniem ultrafioletowym. W celu zapewnienia fotoreaktywacji zwierzęta ze wszystkich grup naświetlane były dodatkowo lampami fluorescencyjnymi imitującymi spektrum słoneczne (15 W, SUN-GLO Japan). Zachowano 12-godzinny okres światła i ciemności. Raz w tygodniu dostosowywano laboratoryjne dawki promieniowania UV-A do warunków środowiskowych, zmieniając czas naświetlania larw.

### Pomiary metabolizmu podstawowego

W celu zmierzenia metabolizmu podstawowego larwy umieszczano pojedynczo w naczyniach szklanych o pojemności 53–55 ml na okres 1 godziny. Naczynia pomiarowe po umieszczeniu kijanek zamykano, aby nie dopuścić do dyfuzji tlenu z powietrza. Początkową i końcową zawartość tlenu w naczyniach pomiarowych oznaczono przy pomocy tlenomierza firmy Hana HI 9143 z automatyczną kompen-



sacją temperatury. Wszystkie pomiary wykonywano w temperaturze  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Metabolizm podstawowy kijanek podano w  $\text{mgO}_2/\text{g}$  masy ciała  $\times$  h.

Badania przeprowadzono na larwach w okresach premetamorfozy i prometamorfozy (Etkin 1964). Aby wyeliminować wpływ masy ciała badanych osobników na metabolizm podstawowy, kijanki podzielono na klasy wagowe. Konsumpcję tlenu oznaczono u larw ze wszystkich grup eksperymentalnych przypisanych do tej samej klasy wagowej. Waga badanych osobników w okresie premetamorfozy wynosiła 0,06–0,09 g, a w czasie prometamorfozy 0,14–0,2 g.

## Wyniki

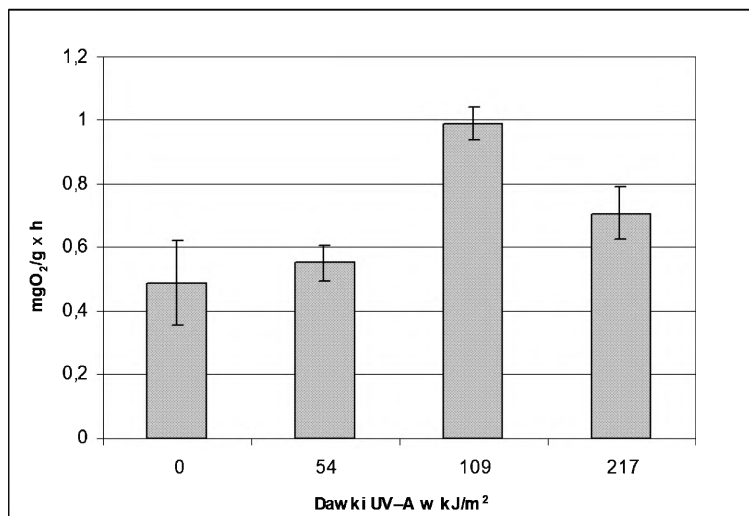
Wczesne stadia rozwojowe kijanek ropuchy szarej (premetamorfoza) występujące w I dekadzie kwietnia otrzymywały codziennie następujące dawki promieniowania ultrafioletowego A: grupa I 0  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ; grupa II 54  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ; grupa III 109  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ; grupa IV 217  $\text{kJ}/\text{m}^2$ . W okresie tym stwierdzono statystycznie istotne różnice w aktywności metabolicznej badanych larw, wywołane zróżnicowanymi dawkami promieniowania ultrafioletowego. Najniższą aktywność metaboliczną wykazały kijanki grupy I (brak promieniowania UV-A) – 0,489  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,133$ . W grupach II i III stwierdzono wzrost aktywności metabolicznej larw towarzyszący rosnącym dawkom promieniowania UV-A. W grupie II ilość pobieranego tlenu wynosiła średnio 0,551  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,058$ , a w III 0,990  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,052$ . U kijanek grupy IV, naświetlanych najwyższymi dawkami promieniowania UV-A stwierdzono istotny spadek aktywności metabolicznej w porównaniu z grupą III. Średni poziom pobieranego tlenu przez larwy z IV grupy wynoszący 0,708  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,081$  był zarazem wyższy niż w przypadku larw z grup I i II. Uzyskane wyniki tej części eksperymentu przedstawia tabela 1 i ryc 1.

W kolejnym okresie badań przypadającym na II dekadę maja zmierzono metabolizm podstawowy u kijanek w okresie prometamorfozy. Średnie dzienne dawki promieniowania UV-A wynosiły: w grupie I 0  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ; w grupie II 55  $\text{kJ}/\text{m}^2$ ; w grupie III 110  $\text{kJ}/\text{m}^2$  i w grupie IV 220  $\text{kJ}/\text{m}^2$ . Najwyższą aktywność metaboliczną wykazały w tym okresie badań larwy z grupy I (brak promieniowania UV-A) – 0,247  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,013$ . Naświetlanie małymi i średnimi dawkami promieniowania UV-A spowodowało wyraźny spadek ilości pobieranego przez larwy tlenu w porównaniu z grupą I. Średnia konsumpcja tlenu wynosiła w grupie II 0,197  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,024$  oraz w grupie III 0,077  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,019$ . Ilość pobranego tlenu przez larwy grupy IV – 0,156  $\text{mgO}_2/\text{g}\times\text{h} \pm 0,017$  – była wyższa niż w grupie III oraz wyraźnie niższa niż w grupach I i II. Różnice w aktywności metabolicznej pomiędzy osobnikami z poszczególnych grup eksperymentalnych były statystycznie istotne. Uzyskane wyniki z drugiej części eksperymentu zebrano w tabeli 2 i zilustrowano na ryc. 2.

Grupa	Dawki w kJ/m <sup>2</sup>	Średnia konsumpcja tlenu w mgO <sub>2</sub> /g×h ± SD	t		
I	0	0,489 ± 0,133			
II	54	0,551 ± 0,058	t <sub>I-II</sub> =1,098		
III	109	0,990 ± 0,052	t <sub>I-III</sub> =7,798*	t <sub>II-III</sub> =13,459*	
IV	217	0,708 ± 0,081	t <sub>I-IV</sub> =3,068*	t <sub>II-IV</sub> =3,946*	t <sub>III-IV</sub> =6,566*

**Tabela 1.** Konsumpcja tlenu przez kijanki ropuchy szarej w okresie premetamorfozy pod wpływem określonych dawek promieniowania UV-A

\*różnica statystycznie istotna przy p<0,05

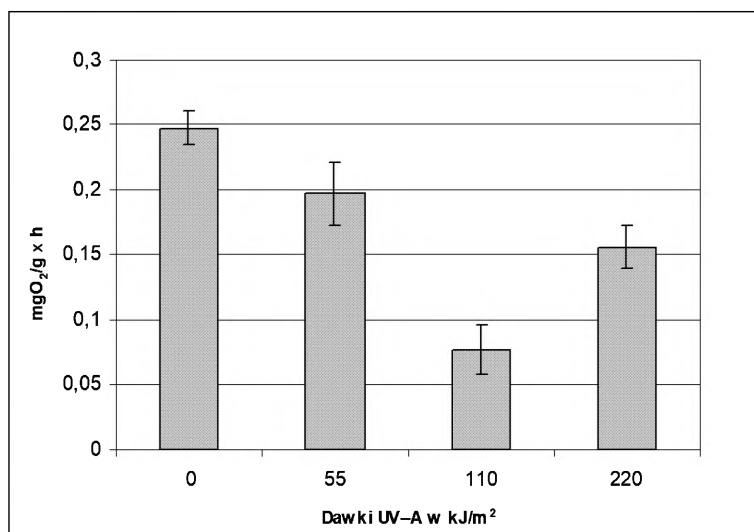


**Ryc. 1.** Wpływ promieniowania UV-A na konsumpcję tlenu przez kijanki ropuchy szarej w czasie premetamorfozy

Grupa	Dawki w kJ/m <sup>2</sup>	Średnia konsumpcja tlenu w mgO <sub>2</sub> /g×h ± SD	t		
I	0	0,247 ± 0,013			
II	55	0,197 ± 0,024	t <sub>I-II</sub> =4,811*		
III	110	0,077 ± 0,019	t <sub>I-III</sub> =19,461*	t <sub>II-III</sub> =9,176*	
IV	220	0,156 ± 0,017	t <sub>I-IV</sub> =10,693*	t <sub>II-IV</sub> =3,089*	t <sub>III-IV</sub> =7,066*

**Tabela 2.** Konsumpcja tlenu przez kijanki ropuchy szarej w okresie premetamorfozy pod wpływem określonych dawek promieniowania UV-A

\*różnica statystycznie istotna przy p<0,05



Ryc. 2. Wpływ promieniowania UV-A na konsumpcję tlenu przez kijanki ropuchy szarej w czasie prometamorfozy

## Dyskusja

Uzyskane wyniki badań dowodzą, że promieniowanie UV-A wykazuje istotny wpływ na aktywność metaboliczną larw ropuchy szarej (*Bufo bufo* L.).

Winckler i Fidhiany (1996) wykazali, że promieniowanie UV-A obniża metabolizm podstawowy u ryby pielęgnicy zebry (*Cichlasoma nigrofasciatum*). Badane przeze mnie kijanki w starszych stadiach rozwojowych również reagowały obniżeniem aktywności metabolicznej na stosowane dawki promieniowania ultrafioletowego. Obniżenie aktywności metabolicznej wywołane przez działanie promieniowania ultrafioletowego zostało także potwierdzone przez wyniki badań prowadzonych na larwach gładzicy (*Pleuronectes platessa*). Zjawisko to może być związane z zakłóceniem mechanizmów regulujących przebieg procesów oddechowych (Freitag i in. 1998). Okazuje się, że promieniowanie UV-A zwiększa przepuszczalność błon białkowo-lipidowych i wykazuje niszczący wpływ na organella komórkowe (Beer i in. 1993). Ma to z pewnością ogromne znaczenie dla przebiegu procesów oddechowych na poziomie komórkowym. Inne badania (Nagl i Hofer 1997; Formicki – dane niepublikowane) wykazują, że promieniowanie ultrafioletowe zwiększa grubość naskórka u larw różnych gatunków płazów. Zjawiska te mogą utrudnić dyfuzję tlenu z wody do naczyń włosowatych w skórze (Spotila i in. 1992), co prawdopodobnie wywiera negatywny wpływ na konsumpcję tlenu przez naświetlane larwy.

Z drugiej strony istnieje wiele danych wskazujących na to, że promieniowanie ultrafioletowe nasila procesy wymagające dużych nakładów energetycznych, co z kolei może zwiększać konsumpcję tlenu. Do zjawisk tych można zaliczyć nasilenie podziałów mitotycznych w naskórku (Noceda i in. 1997), indukcję melanogenezy (Abdel-Malek i in. 1994) czy zwiększenie aktywności enzymów oksydoredukcyjnych (Dziubek i Formicki 1996; Steenvoorden i Vanhenegouwen 1998).

Na szczególną uwagę zasługuje zjawisko odmiennej reakcji kijanek w różnych okresach rozwojowych na działanie promieniowania UV-A. Aktywność metaboliczna kijanek w okresie premetamorfozy była wyższa niż w stadiach późniejszych (prometamorfoza). Zjawisko to związane jest zapewne z większą masą ciała starszych osobników (Whitford i Meltzer 1976). W przypadku młodych kijanek największa konsumpcja tlenu wystąpiła po zastosowaniu średnich dawek promieniowania UV-A. Ilość pobranego tlenu była natomiast znacznie niższa u osobników nie naświetlanych oraz w grupach naświetlanych niskimi i wysokimi dawkami promieniowania UV-A. Kijanki starsze (prometamorfoza) najwyższą aktywność metaboliczną wykazały przy braku promieniowania ultrafioletowego. Stosunkowo dużą konsumpcją tlenu charakteryzowały się również kijanki naświetlane niskimi oraz najwyższymi dawkami promieniowania UV-A. Najniższy poziom metabolizmu podstawowego odnotowano u larw w okresie prometamorfozy naświetlanych średnimi dawkami promieniowania UV-A. Obniżenie aktywności metabolicznej u kijanek może być związane ze zwolnieniem, a wzrost konsumpcji tlenu z przyspieszeniem rozwoju larw (Duellman i Trueb 1986). Juszczak (1987) podaje, że niekorzystne warunki środowiskowe hamują rozwój kijanek we wczesnych stadiach. Natomiast u starszych larw obserwuje się zjawisko przyspieszenia rozwoju pod wpływem stresu środowiskowego (ucieczka od niekorzystnych czynników). Z powyższych danych wynika, że zbyt małe lub zbyt wysokie dawki UV-A, obniżając aktywność metaboliczną młodych kijanek, mogą mieć hamujący wpływ na ich rozwój. Wzrost aktywności metabolicznej u starszych larw naświetlanych zbyt niskimi lub zbyt wysokimi dawkami promieniowania może być związany z przyspieszeniem rozwoju i ucieczką od niekorzystnych warunków życia. Przypuszczenie to częściowo potwierdzają wyniki badań przeprowadzonych przez innych autorów. Okazuje się, że stres związany ze wzrostem temperatury powoduje zwiększenie konsumpcji tlenu (Seidel i Lindeborg 1973), z kolei wyższa aktywność metaboliczna kijanek skraca okres życia larwalnego (Duellman i Trueb 1986). Reakcja stresowa płazów związana jest ze wzrostem poziomu katecholamin w osoczu krwi (Herman 1992), które z kolei zwiększają zapotrzebowanie tlenowe organizmu (Hutchinson i Dupre 1992). Przyspieszenie tempa rozwoju larw płazów skojarzone jest ze wzrostem poziomu hormonów tarczycowych. Jednak hormony te nie mają wpływu na ilość pobieranego tlenu przez kijanki (Ziennicki 1984). Dlatego też należy sądzić, że odnotowane zmiany aktywności metabolicznej larw ropuchy szarej nie są bezpośrednio związane z aktywnością tarczycy.

Uzyskane przez mnie wyniki wskazują, że występujące w Europie Środkowej dawki promieniowania ultrafioletowego wywierają wyraźny wpływ na aktywność metaboliczną larw ropuchy szarej. Zmiany te mogą świadczyć o tym, że promieniowanie UV-A panujące w okresie wiosenno-letnim może być czynnikiem wpływającym na rozwój larw tego gatunku. Dotyczy to zarówno wysokich, jak i zbyt niskich dawek oraz braku promieniowania UV. Można także przypuszczać, że zakłócenia przemian metabolicznych u larw ropuchy szarej mogą mieć pewien wpływ na szanse przeżycia tych zwierząt, szczególnie wobec działania wielu innych zagrożeń ze strony środowiska.

## Bibliografia

- Abdel-Malek Z., Swope V., Smalara D., Babcock G., Dawes S., Nordlund J., 1994, *Analysis of the UV-Induced Melanogenesis and Growth Arrest of Human Melanocytes*, *Pigment Cell Res.*, 7, 326–332
- Beer J.Z., Olvey K.M., Miller S.A., Thomas D.P., Godar D.E., 1993, *Non-Nuclear Damage and Cell Lysis Are Induced by UVA, but not UVB or UVC, Radiation in Three Strains of L5178Y Cells*, *Photochem. Photobiol.*, 58, 676–681
- Blaustein A.R., 1994, *Chicken Little or Nero's Fiddle? Perspective on Declining Amphibian Populations*, *Herpetologica*, 50, 85–97
- Blaustein A.R., Hoffman P.D., Hokit D.G., Kiesecker J.M., Walls S.C., Hays J.B., 1994, *UV Repair and Resistance to Solar UV-B in Amphibian Eggs: A Link to Populations Declines?*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Ecology*, 91, 1791–1795
- Duellman W.E., Trueb L., 1986, *Biology of Amphibians*, McGraw-Hill Book Company, New York, St. Louis, San Francisco
- Dziubek K., Formicki G., 1996, *Wpływ promieniowania UV-A na poziom glutationu zredukowanego (GSH) w wybranych narządach Rana esculenta L. w okresie odrętwienia zimowego*, *Biologia Płazów i Gadów. IV Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna*, Kraków 26–27 września 1996. Materiały konferencyjne, 16–20
- Etkin W., 1964, *Metamorphosis*, [w:] *Physiology of the Amphibia*, red. J.A. Moore, Academic Press, New York, 427–468
- Freitag J.F., Steer H.U., Storz U.C., Paul R.J., 1998, *Sublethal Impairment of Respiratory Control in Plaice (Pleuronectes platessa) Larvae Induced by UV-B Radiation, determining Using a Novel Biocybernetical Approach*, *Marine Biology*, 132, 1–8
- Herman C.A., 1992, *Endocrinology*, [w:] *Environmental Physiology of the Amphibians*, red. M.E. Feder, W.W. Burggren, The University of Chicago Press/Chicago and London, 40–54
- Hutchinson V.H., Dupre R.K., 1992, *Thermoregulation*, [w:] *Environmental Physiology of the Amphibians*, red. M.E. Feder, W.W. Burggren, The University of Chicago Press/Chicago and London, 206–249
- Juszczyk W., 1987, *Płazy i gady krajowe*, PWN, Warszawa
- Linetsky M., James H.L., Ortwerth B.J., 1996, *The generation of Superoxide Anion by the UVA Irradiation of Human Lens Protein*, *Exp. Eye Res.*, 63, 67–74
- Lizana M., Pedraza E.M., 1998, *The Effects of UV-B Radiation on Toad Mortality in Mountainous Areas of Central Spain*, *Conservation Biology*, 12, 703–707
- Nagl A.M., Hofer R., 1997, *Effect of Ultraviolet Radiation on Early Larval Stages of the Alpine Newt, Triturus alpestris, under Natural and Laboratory Conditions*, *Oecologia*, 110, 524–519

- Noceda C., Sierra S.G., Martinez J.L., 1997, *Histopatology of UV-B Irradiated Brown Trout Salmo trutta Skin*, Dis. Aquat. Org., 31, 103–108
- Pechmann J.H.K., Scott D.E., Semlitsch R.D., Caldwell J.P., Vitt L.J., Gibbons J.W., 1991, *Declining Amphibian Populations: The Problem of Separating Human Impacts from Natural Fluctuations*, Science, 253, 892–895
- Robert C., Muel B., Benoit A., Dubertret L., Savasin A., Stary A., 1996, *Cell Survival and Shuttle Vector Mutagenesis Induced by Ultraviolet A and Ultraviolet B Radiation in a Human Cell Line*, J. Invest. Dermatol., 106, 721–728
- Seidel M.E., Lindeborg R.G., 1973, *Lags in Metabolic Response to Temperature of Two Garter Snakes, Thamnophis elegans and Thamnophis radix*, Herpetologica, 29, 358–360
- Spotila J.R., O'Connor M.P., Bakken G.S., 1992, *Biophysics of Heat and Mass Transfer*, [w:] *Environmental Physiology of the Amphibians*, red. M.E. Feder, W.W. Burggren, The University of Chicago Press/Chicago and London, 59–80
- Steenvoorden D.P.T., Vanhenegouwen G.M.J.B., 1998, *The Use of Endogenous Antioxidants to Improve Photoprotection*, J. Photochem. Photobiol. B: Biol., 41, 1–2
- Wake D.B., 1991, *Declining Amphibian Populations*, Science, 253, 860
- Whitford W.G., Meltzer K.H., 1976, *Changes in O<sub>2</sub> Consumption, Body Water and Lipid in Burrowed Desert Juvenile Anurans*, Herpetologica, 32, 23–25
- Williamson C.E., 1996, *Effects of UV Radiation on Freshwater Ecosystems*, Intern. J. Environmental Studies, 51, 245–256
- Winckler K., Fidhianny L., 1996, *Significant Influence of UVA on the General Metabolism in the Growing Cichlid fish, Cichlasoma nigrofasciatum*, J. Photochem. Photobiol. B: Biol., 33, 131–135
- Ziennicki K., 1984, *Metabolizm energetyczny w mitochondriach wątroby żaby Rana lessonae Cam. podczas rozwoju larwalnego i metamorfozy*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Seria Zoologia, 12, 1–123
- Zug G.R., 1993, *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, Academic Press, INC, California

## Effects of ultraviolet UV-A radiation on oxygen consumption in grey toad (*Bufo bufo* L.) tadpoles during various developmental stages

### Abstract

The effects of ambient UV-A radiation (Cracow district, Poland, 50°04'N, 19°57'E; 220 m a.s.l.) on general metabolism was studied in gray toad tadpoles (*Bufo bufo* L.). General metabolism was measured as oxygen consumption at rest. Measurements were taken in tadpoles during premetamorphosis and prometamorphosis. Applied radiation caused significant increases in oxygen consumption in young tadpoles (premetamorphosis). On the other hand tadpoles exposed to UV-A radiation during the period of prometamorphosis significantly decreased their metabolic rate. These results suggest that ambient levels of UV-A radiation affect the metabolic rate of gray toad larvae living in shallow habitats. This phenomenon may increase the susceptibility of larvae to predation and ecologically relevant pathogens. The mechanism of action of UV-A on general metabolism in tadpoles is discussed.

## Spis treści

Wstęp	3
<b>Zofia Ciesielska, Anna Chrzan</b> Przemiany w zespołach larw <i>Diptera</i> w rekultywowanej glebie w Krakowie-Zakrzówku	5
<b>Anna Chrzan, Maria Marko-Worłowska</b> Zespoły larw <i>Diptera</i> w glebie regła dolnego w Gorczańskim Parku Narodowym	17
<b>Zofia Ciesielska, Małgorzata Kłyś</b> Aktywność migracyjna populacji kapturnika zbożowca <i>Rhyzopertha dominica</i> (F) ( <i>Coleoptera, Bostrychidae</i> )	25
<b>Anna Dziejicka</b> Obserwacje czerwców ( <i>Coccinea</i> ) szklarniowych w krakowskim Ogrodzie Botanicznym UJ w okresie 40-lecia (1958–1998)	39
<b>Anna Dziejicka, Witold Karnkowski</b> Wystąpienie <i>Pseudaulacaspis pentagona</i> Targ.-Tozz. na materiale roślinnym importowanym do Polski	47
<b>Danuta Sołtyk</b> Identyfikacja rośliniarek <i>Hemichroa australis</i> Lep. i <i>Hemichroa crocea</i> Geoff. ( <i>Hymenoptera, Tenthredinidae</i> ) na podstawie cech morfologiczno-biologicznych	55
<b>Bożena Bierca</b> Plastyczność instynktu larw <i>Scolioneura betuleti</i> Klug ( <i>Hymenoptera, Tenthredinidae</i> )	65
<b>Grzegorz Formicki</b> Wpływ promieniowania ultrafioletowego UV-A na konsumpcję tlenu przez larwy ropuchy szarej ( <i>Bufo bufo</i> L.) w różnych okresach rozwojowych	69

## Contents

Introduction	3
<b>Zofia Ciesielska, Anna Chrzan</b> Changes of the larvae <i>Diptera</i> communities in the recultivated soil in Krakow-Zakrzówek	5
<b>Anna Chrzan, Maria Marko-Worłowska</b> The communities of larvae <i>Diptera</i> in the soil of lower subalpine forest in Gorce National Park	17
<b>Zofia Ciesielska, Małgorzata Kłyś</b> Migration activity of the population of <i>Rhyzopertha dominica</i> (F) (Coleoptera, Bostrychidae)	25
<b>Anna Dziejicka</b> Forty years (1958–1998) observations of the greenhouse ( <i>Coccinea</i> ) in the Botanical Garden of Cracow	39
<b>Anna Dziejicka, Witold Karnkowski</b> <i>Pseudaulacaspis pentagona</i> Targ.-Tozz. Found on plant material imported to Poland	47
<b>Danuta Soltyk</b> Identification of sawflies, <i>Hemichroa australis</i> Lep. and <i>Hemichroa crocea</i> Geoff. (Hymenoptera, Tenthredinidae) based on morphological and biological characteristics	55
<b>Bożena Bierca</b> The Flexibility of the instinct of larvae <i>Scolioneura betuleti</i> Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae)	65
<b>Grzegorz Formicki</b> Effects of ultraviolet UV-A radiation on oxygen consumption in grey toad ( <i>Bufo bufo</i> L.) tadpoles during various developmental stages	69





