

Struktura zespołów trzmieli (*Apoidea: Bombus* Latr.) środkowego obszaru wybrzeża Bałtyku w Polsce

The community structure of bumblebees (*Apoidea: Bombus* Latr.)
in the middle area of the Baltic coast in Poland

TADEUSZ PAWLIKOWSKI, JUSTYNA HIRSCH

Abstract. The structure of bumblebee communities in the anthropogenically modified areas of the Baltic coast in Poland during seven growing seasons was investigated. The areas differed in mosaic and diversity of habitats. The structure of communities is described statistically.

Wstęp

Spośród owadów zapylających rośliny kwiatowe trzmiele stanowią ich najliczniejsze i najefektywniejsze zespoły. W ostatnich czasach są one obiektem intensywnych badań ekologicznych. Szczególną wagą charakteryzują się badania nad zespołami trzmieli ze środowisk poddanych antropogenicznym przekształceniom. W przekształceniach tych, obok procesów niszczenia i degradacji naturalnych fitocenoz, zachodzą także pozytywne procesy, takie jak zwiększanie mozaiki i różnorodności środowisk, czy też kształtowanie nowych siedlisk dla społecznych owadów zapylających (Pawlikowski 1991, 1992, 1993).

Wyjątkowo intensywnym przekształceniom antropogenicznym podlegają środowiska pasa polskiego wybrzeża Bałtyku (Piotrowska 1997; Zatorska 1984). Trzmiele z tego obszaru dotychczas opracowywano tylko okazjonalnie i fragmentarycznie, i to jako niekompletne lokalne wykazy gatunków (np.: Banaszak 1987; Biliński & in. 1987).

Celem niniejszej pracy było przedstawienie dynamiki struktury zespołów trzmieli w odmiennie antropogenicznie przekształconych środowiskach nadmorskich na środkowym obszarze polskiego wybrzeża Bałtyku. W doborze różnorodności środowisk oraz ich antropogenicznego przekształcenia uwzględniono także wybrany obszar Słowińskiego Parku Narodowego.

Teren badań

Badany obszar wybrzeża, w tym Słowiński Park Narodowy (założony w 1966 r., włączony do Rez. Biosfery MAB w 1977 r.), leży w środkowej części polskiego brzegu Bałtyku i bezpośrednio przylega do morza. Według fizycznogeograficznej regionalizacji Pomorza należy on do pasma Pobrzeży Południowobałtyckich, w mezoregionie określanym jako Wybrzeże Słowińskie (Kondracki 1994). Z kolei, pod względem geobotanicznym wchodzi w skład wąskiego pasa Krainy Brzegu Bałtyku w sąsiedztwie znacznie szerszego pasa Krainy Pobrzeża Bałtyckiego (Szafer 1972).

Obszar środkowego wybrzeża Bałtyku w Polsce został ukształtowany w wyniku ostatniego zlodowacenia (bałtyckiego). Niemal cały jego teren pokrywa podłoże utworów holocenijskich. Panują na nim zróżnicowane warunki środowiskowe, które zaznaczają się dużą różnorodnością zbiorowisk roślinnych. Szczególna różnorodność środowisk cechuje wydmy białe (ruchome) i szare, gdzie na inicjalnych glebach bielcowych rozwijają się zbiorowiska murawowe, zaroślowe i leśne. Lasy opanowują także i żyzniejsze gleby mineralne oraz torfy. Ogólnie, wśród lasów wyróżnia się bory sosnowe, mieszane i bagienne oraz lasy liściaste i mieszane – wszystkie z sosną zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.), podstawowym gatunkiem lasotwórczym (Piotrowska 1997). W bezpośrednim sąsiedztwie kilkunastu jezior przy morskich rozwinęły się szuwały trzcinowe i turzycowe oraz (poza Słowińskim P.N.) rozległe łąki kośne, częściowo wypasane. Wszystkie typy roślinności rzeczywistej podlegały silnym przekształceniom antropogenicznym związanym z masową rekreacją i turystyką nadmorską, a zwłaszcza w miejscowościach letniskowych.

Środkowy obszar polskiego wybrzeża Bałtyku pozostaje pod silnym wpływem klimatu morskiego i oceanicznego. Klimat na tym obszarze charakteryzuje się stosunkowo łagodną zimą (średnia temperatura lutego -1.6°C), niezbyt gorącym latem (średnia temperatura lipca 16.3°C) oraz dużą wilgotnością powietrza (głównie wiosną i jesienią). Istotną cechą tego klimatu są względnie duże opady atmosferyczne, przy średniej 650 mm sumy rocznej (Borówka 1990, Rabski 1992), z których najmniejsze występują wiosną (17.7% sumy rocznej), a najobfitsze – latem (33.4%). Środkowy odcinek wybrzeża należy do najbardziej wietrznych w Polsce (średnia siła wiatru 4.5 m/s), co decyduje o utrzymywaniu się wydm ruchomych na tym obszarze.

Material i metody

Badania przeprowadzono na obszarze Słowińskiego Parku Narodowego od północnozachodniej strony jeziora Gardno i przyległej do niego miejscowości Rowy w latach 1984-1990 oraz w dwóch innych, na zachód położonych

Tabela 1. Stanowiska badań na środkowym obszarze wybrzeża Bałtyku w Polsce
 Table 1. Localities under study in middle area of the Baltic coast in Poland

Stanowisko Locality UTM	Powierzchnia Area [km x km]	Charakterystyka środowiska Description of habitat		
		Typy Types	Mozaika Mosaic	Różnorodność Diversity
SP = Słowiński PN XA36	1 x 4	PŻ+SW+FM+BP+ BWW+O	mała small	duża large
RW = Rowy XA36	2 x 2	PŻ+SW+MK+MO+ FM+BS+BWW+Ł+ O+ZRR	umiarkowana moderate	duża large
DB = Dąbki WA82	1 x 2	PŻ+BW+MK+BS+ OL+Ł+O+ZRR	duża large	duża large
DW = Darłowo-Darłówek (W) XA83	1 x 2	PŻ+BW+MK+Ł+O	umiarkowana moderate	umiarkowana moderate
DE = Darłowo-Darłówek (E) XA93	1 x 2	PŻ+BW+MK+P	umiarkowana moderate	umiarkowana moderate

PŻ – plaża – beach

BW – biała wydma – white coastal dune

SW – szara wydma – grey coastal dune

MK – murawa kserotermiczna – xerothermic grassland

MO – murawa *Spergulo-Coryneporetum* – *Spergulo-Coryneporetum* grass stand

FM – młodnik na szarej wydmie – pine thicket on grey coastal dune

BS – bór suchy z trawiastym runem – pine forest with grass

BWW – bór wrzosowo-wrzoścowy – pine forest with heathers (*Calluna & Erica*)

BP – polana borowa – a glade in pine forest

OL – olszyna – alder forest

P – park – park

Ł – łąka – meadow

O – ogród – garden

ZRR – zarośla ruderalno-segetalne – synanthropic grass-herb vegetation

miejsowościach: Darłowo-Darłówek w 1991 r. i Dąbki w 1993 r. Charakterystykę powierzchni oraz środowisk na określonych stanowiskach przedstawiono w tab. 1.

Obserwacje i odłowy trzmieli prowadzono w lipcu i sierpniu każdego sezonu, tj. w pełni rozwoju gniazd. Posługiwano się zmodyfikowaną metodą przemarszu wzdłuż pasów 200 x 1 m lub 100 x 2 m (Pawlikowski 1992a), wyznaczonych w pokarmowo atrakcyjnych środowiskach na określonych powierzchniach stanowisk. Próbkę stanowiła liczba trzmieli zaobserwowanych i odłowionych (w niewielkim zakresie) w warunkach optymalnych (10:00-15:00 CSE, pogodnie, temperatura powietrza 19-25°C) podczas przemarszu wzdłuż pasa w ciągu 30 min. Ogół prób posłużył do opracowania struktury zespołów trzmieli.

STRUKTURA ZESPOŁÓW TRZMIELI ŚRODKOWEGO WYBRZEŻA BAŁTYKU

Ogółem odnotowano ponad 1300 trzmieli, które uwzględniono w charakterystyce zespołów. W strukturze każdego zespołu określono liczbę gatunków (S), dominację gatunkową (D), średnią łowność (liczbę osobników złowioną w ciągu 30 min. na 200 m²) $A \pm SD$, ogólne zróżnicowanie gatunkowe H' (Shannon & Weaver 1963), potencjane zróżnicowanie gatunkowe (równomierność rozkładu) $J' = H' / \log_2 S$ (Pielou 1966). Wartości A i H' dla poszczególnych zespołów opracowano statystycznie z wykorzystaniem t-testu (dla H' wg Hutchesona 1970). Istotność różnicy przyjęto na poziomie ≤ 0.05 . Do jakościowych porównań struktury zespołów posłużono się wskaźnikiem Marczewskiego & Steinhausa (1959): $MS = c / (a + b - c)$, gdzie c – liczba gatunków wspólnych w porównywanych zespołach, a – liczba gatunków pierwszego z porównywanych zespołów, b – liczba gatunków drugiego z porównywanych zespołów. Z kolei do jakościowo-ilościowych porównań zespołów posłużono się formułą Cody'ego (1970): $T = H'_{A+B} - \frac{1}{2}(H'_A + H'_B)$, gdzie H'_A – ogólne zróżnicowanie gatunkowe porównywanego zespołu A, H'_B – ogólne zróżnicowanie gatunkowe porównywanego zespołu B, H'_{A+B} – ogólne zróżnicowanie gatunkowe zbiorcze obliczone dla zespołów A i B razem.

Wyniki i dyskusja

Na powierzchniach określonych miejscowości środkowego wybrzeża Bałtyku wykazano 13 gatunków trzmieli (tab. 2), co stanowiło 46.4%, czyli niemal połowę stanu gatunków wykazywanych z obszaru Polski. Najczęściej spotykano trzmiela kamiennika – *Bombus lapidarius* (L.), trzmiela gajowego – *Bombus lucorum* (L.), trzmiela rudego – *Bombus pascuorum* (F.) i trzmiela ziemnego – *Bombus terrestris* (L.), które zarazem były gatunkami dominującymi i obejmowały około 75% ogólnej liczby odnotowanych trzmieli. Stosunek liczby gatunków na poszczególnych stanowiskach SP:RW:DB: (DW+DE) kształtował się jak 6:11:11:8, a po uproszczeniu jak 2:4:4:3 (tab. 2 i 3). Widać stąd, iż na powierzchni Słowińskiego P.N. wykazywano dwukrotnie lub niemal dwukrotnie mniej gatunków niż na pozostałych, antropogenicznie przekształconych powierzchniach.

Podobieństwo składu gatunkowego wyodrębnionych zespołów trzmieli wahało się od małego do dużego zarówno w obrębie stanowisk jak i między stanowiskami dla poszczególnych sezonów wegetacyjnych. Przy czym najbardziej podobnymi do siebie były zespoły sezonowe w obrębie danych stanowisk, a także w odniesieniu do stanowisk z antropogenicznie przekształconymi środowiskami. Najmniej podobne były zespoły z antropogenicznie przekształconych środowisk oraz zespoły ze Słowińskiego P.N.

Średnia liczebność (łowność) kształtowała od 3.40 ± 3.36 do 11.70 ± 9.28 osobników w ciągu 30 min. na 200 m², przy czym najmniejsze wartości ustalono dla zespołów z Słowińskiego P.N., a największe dla zespołów z pobliskiej powierzchni w Rowach. Stosunek średnich wartości liczebności na

Tabela 2. Dominacja (D) trzmieli na stanowiskach środkowego obszaru wybrzeża Bałtyku w Polsce w latach 1984-1993
 Table 2. Domination (D) of bumblebees in localities of middle area of the Baltic coast in Poland in 1984-1993

Gatunek Species	Stanowiska – Localities *																										
	SP 1986 n=22		SP 1988 n=17		SP 1989 n=20		SP 1990 n=18		RW 1984 n=15		RW 1985 n=18		RW 1986 n=19		RW 1988 n=30		RW 1989 n=14		RW 1990 n=16		DB 1993 n=45		DW 1991 n=18		DE 1991 n=15		
	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	n _i	D	
<i>E. distinguendus</i> (Mor.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.31	-	-	-	-
<i>E. hortorum</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.43	15	11.28	-	-	-	-	4	1.23	4	3.03	5	3.33	-	-
<i>E. hypnorum</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	36.63	40	57.14	31	23.31	51	31.10	2	3.64	30	9.23	19	14.39	-	-	-	-
<i>E. jonellus</i> (K.)	-	-	-	-	2	5.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.82	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. lapidarius</i> (L.)	13	20.31	-	-	-	-	5	10.42	9	52.94	31	30.89	6	8.57	9	6.77	2	1.22	3	5.45	58	17.85	11	8.33	51	38.67	
<i>E. lucorum</i> (L.)	4	6.25	11	37.93	2	5.41	33	68.75	-	-	-	-	2	2.86	24	18.05	7	4.27	22	40.00	80	24.62	-	-	12	8.00	
<i>E. muscorum</i> (F.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4.29	1	0.75	-	-	-	-	10	3.08	-	-	-	-	-	-
<i>E. pascuorum</i> (F.)	38	59.39	17	58.62	20	54.05	4	8.33	2	11.76	30	29.70	12	17.14	26	19.55	10	6.10	16	29.09	34	10.46	47	35.61	33	22.00	
<i>E. pratorum</i> (L.)	-	-	-	-	6	16.22	-	-	-	-	2	1.98	3	4.29	3	2.26	-	-	1	1.82	9	2.77	29	21.97	21	14.00	
<i>E. ruderarius</i> (F.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.71	9	5.49	-	-	1	0.31	2	1.52	4	2.67	
<i>E. sylvarum</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.31	-	-	-	-	-
<i>E. terrestris</i> (L.)	9	14.06	-	-	7	18.92	6	12.50	6	35.29	15	14.85	3	4.29	20	15.04	85	51.83	10	18.18	97	29.85	20	15.15	17	11.33	
<i>E. veterarus</i> (F.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total [= N]	64	100	28	100	37	100	48	100	17	100	101	100	70	100	132	100	164	100	55	100	325	100	132	100	130	100	

*) – symbole stanowisk jak w tab.1 – symbols of localities as in Tab.1

n = liczba prób – number of samples

n_i = liczba osobników – number of individuals

D = n_i/N [%]

STRUKTURA ZESPOŁÓW TRZMIELI ŚRODKOWEGO WYBRZEŻA BAŁTYKU

Tabela 3. Struktura zespołów trzmieli na stanowiskach (jak w tab. 1) w latach 1984-1993
Table 3. Structure of bumblebee communities in localities (as in Tab. 1) in 1984-1993

Parametry		Stanowiska - Localities												
Parameters		SP 1986	SP 1988	SP 1989	SP 1990	RW 1984	RW 1985	RW 1986	RW 1988	RW 1989	RW 1990	DB 1993	DW 1991	DE 1991
S		4	3	5	4	3	5	8	10	6	6	11	7	7
MS	SP 1986	1.00	++	++	+	+++	++	++	++	+++	++	++	++	++
	SP 1988	0.40	1.00	+++	+	+	+	+	+	+	++	+	+	+
	SP 1989	0.50	0.60	1.00	++	+	++	++	++	++	++	+	+	++
	SP 1990	0.10	0.40	0.50	1.00	+++	++	++	++	+++	++	+	++	++
	RW 1984	0.75	0.20	0.33	0.75	1.00	+++	+	+	++	+	+	++	++
	RW 1985	0.50	0.14	0.43	0.50	0.60	1.00	++	++	+++	++	++	+++	++
	RW 1986	0.50	0.22	0.45	0.50	0.38	0.63	1.00	+++	+++	++	+++	+++	+++
	RW 1988	0.40	0.18	0.36	0.40	0.30	0.50	0.80	1.00	++	++	+++	++	++
	RW 1989	0.67	0.29	0.57	0.67	0.50	0.83	0.75	0.60	1.00	+++	++	+++	+++
	RW 1990	0.43	0.60	0.57	0.43	0.29	0.57	0.56	0.46	0.72	1.00	++	+++	+++
	DB 1993	0.36	0.17	0.33	0.27	0.27	0.46	0.73	0.75	0.55	0.42	1.00	++	++
	DW 1991	0.38	0.11	0.33	0.38	0.43	0.72	0.67	0.70	0.63	0.45	0.64	1.00	+++
	DE 1991	0.57	0.25	0.50	0.57	0.43	0.50	0.67	0.70	0.63	0.45	0.70	0.75	1.00
A	5.33	4.14	3.70	6.00	3.40*	12.6*	7.78	4.40	11.7*	3.44	7.22	7.33	10.0*	
SD	4.87	1.83	4.51	5.09	3.36	13.44	6.77	3.63	9.28	2.16	6.21	5.17	7.62	
H'	1.56	0.96	1.79	1.40	1.38	2.10*	1.93	2.75*	1.76	2.11*	2.57*	2.37*	2.81*	
J'	0.78	0.96	0.77	0.70	0.87	0.91	0.64	0.83	0.68	0.75	0.74	0.84	0.84	

S – liczba gatunków – number of species

MS – wskaźnik podobieństwa Marczewskiego & Steinhausa (1959): + = małe podobieństwo,

++ = średnie podobieństwo, +++ = duże podobieństwo

– Marczewski & Steinhaus' (1959) similarity index: + = low similarity, ++ = moderate similarity, +++ = high similarity

A – średnia liczba osobników złowiona w ciągu 30 min. na 200 m²

– mean number of individuals caught per 30 min. in 200 m²

SD – odchylenie standardowe – standard deviation

H' – różnicowanie gatunkowe na podstawie formuły Shannon & Weavera (1963)

– species diversity on the basis of Shannon & Weaver's (1963) formula

J' – równocześnieść na podstawie formuły Pielou (1966)

– evenness on the basis of Pielou's (1966) formula

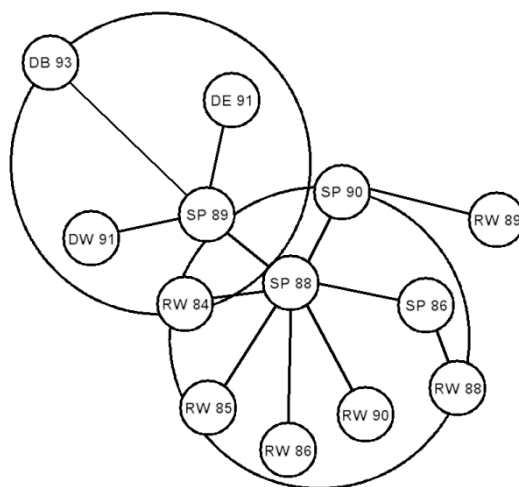
*****) – poziom istotności różnicy równy i nie większy niż 0.05 między wartościami (t-test)

– significance level of difference between values (t-test) equal to or not exceeding 0.05

poszczególnych stanowiskach SP:RW:DB:(DW+DE) miał się jak 5:7:7:9. Istotne (przy $P \leq 0.05$) różnice wykazano głównie dla wartości liczebności zespołów na stanowisku RW, w sąsiedztwie Słowińskiego P.N. (tab. 2).

Jakościowo-ilościową charakterystykę struktury zespołów trzmieli opisano indeksami ogólnego zróżnicowania gatunkowego (H') i równocенności (J'). Ogólne zróżnicowanie gatunkowe wahało się w zakresie 1.38-2.81 bita, w zależności od spadku lub wzrostu liczby gatunków dominujących i subdominujących w strukturze zespołów. Najbardziej zrównoważoną strukturę posiadały zespoły z środowisk antropogenicznie przekształconych i to na poziomie istotnego ($P \leq 0.05$) zróżnicowania wartości H' . Natomiast wartości J' wskazywały na podobny stopień potencjalnego zróżnicowania gatunkowego zespołów.

Analiza podobieństwa struktury jakościowo-ilościowej w oparciu o indeks Cody'ego (T) oraz metodę dendrytową wykazała dwie podstawowe agregacje zespołów trzmieli: agregację zespołów z Słowińskiego P.N. i z pobliskich Rowów oraz agregację zespołów z pozostałych powierzchni (ryc. 1). Agregacje te zachodziły na siebie poprzez dość podobne zespoły z Słowińskiego P.N. z lat 1988 i 1989. Wykazane podobieństwo zespołów trzmieli wyraźnie podporządkowywało się wielkości mozaiki środowisk na wyodrębnionych powierzchniach.



Ryc. 1. Podobieństwo struktury zespołów trzmieli środkowego obszaru polskiego wybrzeża Bałtyku w latach 1984-1993 na podstawie wskaźnika Cody'ego (T). Zakreślone agregacje obejmują okręgi o promieniu równym średniej wartości T ($r=3.61$); symbole stanowisk jak w tab. 1.
Fig. 1. Similarity of bumblebee communities structure in the middle area of the Baltic coast in Poland in 1984-1993 on Cody's index (T) basis. Aggregations of communities are surrounded by circles the radii of which equal mean T value ($r=3.61$); symbols of localities as in Tab. 1.

STRUKTURA ZESPOŁÓW TRZMIELI ŚRODKOWEGO WYBRZEŻA BAŁTYKU

O ile powierzchnia Słowińskiego P.N. miała małą mozaikę środowisk naturalnych, a powierzchnia z Rowów umiarkowaną mozaikę środowisk mieszanych (naturalnych i antropogenicznych), o tyle pozostałe powierzchnie posiadały dużą bądź umiarkowaną mozaikę środowisk i to ukształtowanych w wyniku różnorodnych czynników antropogenicznych. Można stwierdzić, iż antropogeniczne przekształcenia środowisk wpływały korzystnie na strukturę zespołów trzmieli. W zespołach z takich powierzchni wzrastała nie tylko liczba gatunków, ale i ich średnie wartości liczebności.

Summary

A total of 1323 individuals belonging to 13 species of bumblebees (Tab. 2) were recorded in 5 experimental areas (Tab. 1) in middle part of the Baltic coast in Poland. The following species were the most abundant: *Bombus lapidarius* (L.), *Bombus lucorum* (L.), *Bombus pascuorum* (F.) and *Bombus terrestris* (L.). The ratio of number of species (S) of the sampling areas SP:RW:DB:(DW+DE) was approximately as 2:4:4:3. The mean values of numerosity increased in the areas mentioned at an approximate ratio 5:7:7:9 (Tab. 3).

An analysis of the dendrites of qualitative and quantitative similarity between the communities (Fig. 1) reveals two aggregations in the range equal to or smaller than the two mean T value ($T_{av} \leq 3.61$). The first aggregation is composed of the communities from the Słowiński National Park and Rowy area of mixed environments, and the second group includes communities from all anthropogenically modified areas.

Literatura

- Banaszak J., 1987.** Pszczoły (*Hymenoptera, Apoidea*) wybranych zespołów roślinnych Wolińskiego Parku Narodowego. *Badania Fizjograf. Polski Zach.*, C, **35**: 5-23.
- Biliński M., Ruszkowski A., Kaczmarek K., 1990.** Trzmielie Zachodniego Pomorza. *Pszczelnicze Zesz. Nauk.*, **34**: 63-71.
- Borówka R.K., 1990.** The Holocene development and present morphology of Łeba Dunes, Baltic coast of Poland. [In:] Nordstrom K.F. et al. (ed.), *Coastal dunes: form and process*, John Wiley and Sons Ltd., pp. 289-313.
- Cody M.L., 1970.** Chilean bird distribution. *Ecology*, **51**: 453-464.
- Hutcheson K., 1970.** A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theor. Biol.*, **29**: 151-154.
- Kondracki J., 1994.** *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. PWN, Warszawa, 340 pp.

- Marczewski E., Steinhaus H., 1959.** O odległości systematycznej biotopów. Zastosow. Matem., 4: 195-203.
- Pawlikowski T., 1991.** Struktura zespołów trzmieli (*Hymenoptera, Apoidea, Bombus* Latr.) w środowiskach antropogenicznych różnych typów. Wiadom. Entomol., 10(2): 105-112.
- Pawlikowski T., 1992.** Kształtowanie siedlisk pszczołowatych owadów zapylających w krajobrazie rolniczym. ODR, Przysiek, 12 pp.
- Pawlikowski T., 1992a.** Struktura zespołów pszczołowatych (*Hymenoptera, Apoidea*) na obszarach leśnych Kotliny Toruńskiej. UMK, Toruń, 115 pp.
- Pawlikowski T., 1993.** Wild bees (*Hymenoptera: Apoidea*) in alternative habitats in the agricultural landscape of Northern Poland. Acta Univ. Nic. Copernici, 87: 137-153.
- Pielou E. C., 1966.** Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. J. Theor. Biol., 10: 370-383.
- Piotrowska H. (red.), 1997.** Przyroda Słowińskiego Parku Narodowego. Bogucki WN, Poznań - Gdańsk, 320 pp.
- Rabski K., 1992.** Mezoklimatyczne tło obszaru Słowińskiego Parku Narodowego. Parki Narod. i Rez. Przyr., 11(1): 37-54.
- Shannon C. E., Weaver W., 1963.** The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana.
- Szafer W., 1972.** Szata roślinna Polski niżowej. [W:] Szafer W., Zarzycki K. (red.), Szata roślinna Polski, PWN, Warszawa, 2:17-188.
- Zatorska J., 1984.** Ochrona i kształtowanie środowiska. [W:] Pobrzeże Pomorskie, Augustowski B. (red.), Ossolineum, Warszawa-Gdańsk, pp. 361-384.

TADEUSZ PAWLIKOWSKI, JUSTYNA HIRSCH
Pracownia Biomonitoringu Owadów
Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet M. Kopernika
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń