

**Struktura zespołów trzmieli (*Hymenoptera*, *Apoidea*,  
*Bombus* LATR.) w środowiskach antropogenicznych  
różnych typów**

**Structure of bumblebee (*Hymenoptera*, *Apoidea*, *Bombus* LATR.)  
communities in anthropogenic habitats of various types**

TADEUSZ PAWLIKOWSKI

Zakład Ekologii Zwierząt, Instytut Biologii UMK  
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

Antropogeniczne zmiany i przekształcenia fizjocenozy zachodzą od zarania dziejów człowieka. Spośród różnych środowisk naturalnych przekształceniom najbardziej uległy obszary leśne. Głównie ich kosztem utworzono pola uprawne, osady i miasta oraz wprowadzono różne elementy inżynieryjno-techniczne. Proces ten trwa do dzisiaj i przekształca nadal to, co już wcześniej zostało zmienione. Obok negatywnego charakteru tego procesu, niszczącego najbardziej rozwinięte obszary fizjocenozy, zaznacza się i pozytywna jego rola – poprzez zwiększanie mozaikowości środowisk, powstają nowe siedliska dla różnych grup zwierząt.

Wśród ogółu dzikich pszczołowatych północnej i środkowej Europy dominują trzmielki (PANFILOV, 1968). W krajobrazach kulturowych (upraw rolnych i leśnych) mogą one osiągnąć ponad 90% składu ilościowego dzikich pszczołowatych (PAWLIKOWSKI, 1989a, 1990). Według BANASZAKA i in. (1978) trzmielki terenów zielonych Warszawy stanowiły wprawdzie jedynie ok. 27% ogółu pszczołowatych, jednak specjalistyczne badania w miastach Kotliny Toruńskiej wykazały ponad 50% ich udziału (PAWLIKOWSKI, dane nie publikowane).

W latach 1974–1987 badano strukturę zespołów trzmieli i innych pszczołowatych w antropogenicznych środowiskach Kotliny Toruńskiej oraz obszarów przyległych. Wyniki częściowo opublikowano (PAWLIKOWSKI, 1989a, 1991; PAWLIKOWSKI, POKORNIECKA, 1990). Niniejsze opracowanie jest próbą zestawienia rezultatów tych badań oraz uogólnienia danych o strukturze zespołów trzmieli w środowiskach antropogenicznych różnych typów.

Kotlina Toruńska wraz z przyległymi obszarami wysoczyzn morenowych (Kujawy, Ziemia Chełmińska) były jednymi z ważniejszych ośrodków osadniczych na niżu europejskim (MALINOWSKI, 1985). Tereny te charakteryzują się dużym urozmaiceniem wywołanym działalnością człowieka. Badania zespołów trzmieli prowadzono na obszarach leśnych i miejsko-leśnych w obrębie Kotliny Toruńskiej oraz na obszarach rolniczych pobliskiej wysoczyzny morenowej.

Do porównań jakościowo-ilościowych struktury zespołów posłużono się materiałem zebrany w obrębie transektów, które przebiegały przez środowiska różnych typów oraz zróżnicowane przestrzennie krajobrazy. Pierwszy transekt, wyznaczony w latach 1982–1983, obejmował 4 powierzchnie w krajobrazie rolniczym na północno-wschodnich peryferiach Torunia (PAWLIKOWSKI, 1989a). Drugi transekt obejmował 9 powierzchni w obrębie Torunia, okolicznych monokultur sosnowych i rezerwatu leśnego „Las Piwnicki”. Powierzchnie te eksplorowano tylko w sezonie 1985 r. (PAWLIKOWSKI, POKORNIECKA, 1990).

Materiał zbierano w okresie sezonów wegetacyjnych, od marca do października. W optymalnych warunkach pogodowych dokonywano obserwacji i odłowów trzmieli podczas zmodyfikowanego przemarszu wzdłuż pasów 200 × 1 m (BANASZAK, 1980; PAWLIKOWSKI, 1992). W każdym transekcie pasy przemarszu wyznaczono głównie w centralnych partiach powierzchni badawczej. Na każdej powierzchni próby pobierano nie rzadziej niż co 10 dni. Ogół prób posłużył do opracowania struktury zespołów w danym sezonie wegetacyjnym.

Kotlina Toruńska i przyległe obszary wysoczyzn morenowych charakteryzują się bogatą fauną pszczołowatych (PAWLIKOWSKI, 1985, 1989b, 1992). W ostatnim ćwierćwieczu wykazano tutaj 21 gatunków trzmieli, czyli 84% znanych dotychczas w Polsce (BŁĄŻEJEWSKA i in., 1961; DYLEWSKA, 1957; PAWLIKOWSKI, 1991). Spośród nich 8 to dominanty (50% ogółu osobników), w tym 4 pospolite (frekwencja 100%): *Bombus lapidarius* (L.), *B. lucorum* (L.), *B. pascuorum* (SCOP) i *B. terrestris* (L.), 3 – subdominanty (25–49%), a pozostałe gatunki to recedenty.

W ciepłych i suchych sezonach kolejnych lat 1982 i 1983, sprzyjających rozwojowi rojów, wyznaczono strukturę czterech zespołów na tle gradientu mozaikowości upraw krajobrazu rolniczego (Tab. I). Mozaice pól towarzyszyła sieć miedz i dróg dojazdowych z przydrożami, które jednocześnie stanowiły główne realne oraz potencjalne siedliska trzmieli w tym typie krajobrazu. Zagęszczenie tych elementów było proporcjonalne do stopnia mozaikowości środowiska.

W sezonie 1982 r. liczba odnotowanych gatunków na poszczególnych powierzchniach była prawie niezmienna. Dopiero w kolejnym sezonie zaznaczył się nieznaczny, ale wyraźny trend spadkowy liczby gatunków w miarę zmniejszenia się stopnia parcelacji upraw.

Największe średnie zagęszczenia trzmieli stwierdzono dla zespołów z powierzchni 1 i 2 (pola bardziej rozdrobnione), a najmniejsze – dla zespołów z powierzchni 3 i 4 (pola mniej rozdrobnione). Zagęszczenia z drugiego sezonu

Tab. I. Struktura zespołów trzmieli z powierzchni rolniczych w obrębie transektu o zmiennej mozaikowości upraw<sup>1</sup>

The structure of bumblebee communities from farming areas with different size of fields along the transect<sup>1</sup>

Parametry Parameters	WPxkm <sup>-2</sup> (ha)	Sezony wegetacyjne i powierzchnie Vegetation seasons and areas							
		1982				1983			
		1 0,5-3	2 3-17	3 7-17	4 10-17	1 0,5-17	2 3-17	3 7-17	4 10-17
S		10	9	10	9	11	10	9	8
A		5,49 <sup>a2</sup>	10,14 <sup>b</sup>	3,54 <sup>c</sup>	2,85	25,58 <sup>a</sup>	32,00 <sup>b</sup>	10,81 <sup>c</sup>	3,67
P	1	NS				NS			
	2	NS	NS			NS	NS		
	3	NS	NS	NS		0,05	0,01	NS	
	4	NS	NS	NS	NS	0,01	0,001	0,05	NS
H		2,68 <sup>b2</sup>	2,21	2,65	2,82 <sup>c</sup>	2,43 <sup>b</sup>	2,08	2,45	2,30 <sup>c</sup>
	1	NS				NS			
	2	0,001	NS			0,001	NS		
	3	NS	0,05	NS		NS	0,001	NS	
J	4	NS	0,001	NS	NS	NS	0,05	NS	NS
		0,81	0,70	0,80	0,89	0,70	0,63	0,77	0,77

<sup>1</sup> Opracowano w oparciu o dane dla okolic Torunia z lat 1982-1983 (PAWLIKOWSKI, 1989a)  
WPxkm<sup>2</sup> – wielkość pól na jednym km<sup>2</sup>

S – liczba gatunków

A – średnia liczba osobników na 200 m<sup>2</sup>

H – wskaźnik ogólnego zróżnicowania gatunkowego Shannona (SHANNON, WEAVER, 1963)

J – wskaźnik równomierności według PIELOU (1966)

P – istotność różnicy na poziomie równym i niewiększym niż 0,05 w oparciu o t-test (dla H określana według HUTCHESON<sup>3</sup>a (1970); NS = nieistotna różnica

<sup>2</sup> Poziomy istotności różnicy między wartościami dla poszczególnych sezonów: a = 0,001, b = 0,01, c = 0,05

<sup>3</sup> Calculated according to the from Toruń environs in 1982-1983 (PAWLIKOWSKI, 1989a)  
WPxkm<sup>2</sup> – size of fields per km<sup>2</sup>

S – number of species

A – mean number of specimens per 200 m<sup>2</sup>

H – species diversity expressed by Shannon index (SHANNON, WEAVER, 1963)

J – evenness expressed by PIELOU (1966) index

P – significance level of difference equal or not larger than 0.05 according to t-test (for H calculated according to HUTCHESON, 1970); NS = not significant difference

<sup>2</sup> Significance levels of difference between season's values: a = 0.001, b = 0.01, c = 0.05

były na przeważającej części transektu 5–3-krotnie większe ( $0,001 \ll P \ll 0,05$ ) od odpowiednich wartości z pierwszego sezonu, w miarę zmniejszania się łanowości pól.

Tab. II. Struktura zespołów trzmieli z powierzchni w obrębie transektu „miasto – monokultura leśna – rezerwat leśny”<sup>1</sup>

The structure of bumblebee communities from areas along the transect „town – forest monoculture – forest reserve”<sup>1</sup>

Para- metry <sup>2</sup> Parame- ters <sup>2</sup>	PRR MS AP	Powierzchnie transektu Areas of the transect								
		M1 zpr IV 5	M2 zpr IV 5	P1 zpr V 4	P2 zpr V 4	FN w III 4	FM w III 3	FL w III 2	QP sw II 1	TC sw II 1
		S	7	7	8	9	5	6	5	6
A	22,88	13,80	23,44	17,88	10,14	16,88	5,63	9,88	4,25	
P	M1 NS									
	M2 0,001	NS								
	P1 NS	0,02	NS							
	P2 0,01	0,05	NS	NS						
	FN 0,001	NS	NS	0,01	NS					
	FM NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
	FL 0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	NS	0,05	NS		
	QP 0,001	0,05	0,01	0,001	0,001	NS	NS	NS	NS	
	TC 0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,5	0,05	NS	0,02	NS
H		2,15	1,74	2,07	1,73	1,86	1,84	1,92	1,86	1,38
P	M1 NS									
	M2 0,01	NS								
	P1 NS	0,05	NS							
	P2 0,01	NS	NS	0,05	NS					
	FN 0,05	NS	NS	NS	NS	NS				
	FM 0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
	FL NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
	QP NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	TC 0,001	NS	0,001	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	NS
J		0,77	0,62	0,69	0,55	0,80	0,77	0,83	0,72	0,87

<sup>1</sup> Opracowano w oparciu o dane dla Torunia i okolic z 1985 r. (PAWLIKOWSKI, POKORNIECKA, 1990)

M1, M2 – zielen miejska

P1, P2 – zielen przedmieścia

FN – obsada młodnikowa monokultury sosnowej (sosna 2–5 lat)

FM – rozwinięty (10–20 lat) młodnik sosnowy

FL – bór *Peucedano - Pinetum* = 70–80-letnia faza leśna monokultury sosnowej

QP – bór mieszany (*Quercus-Pinetum*)

TC – grąd (*Tilio-Carpinetum*)

PRR – proces rozwojowy rpośliności: zpr = zaburzany bądź przerywany rozwój, w = wzrost,

sw = sukcesja wtórna

MS – mozaikowatość środowisk w umownej skali I–V

AP – antropopresja w umownej skali 1–5

<sup>2</sup> Objaśnienia parametrów jak w tab. I.

Wyjątkiem były podobne wartości zagęszczenia na powierzchni 4. Szczególnie duże zagęszczenie pszczołowatych na powierzchni 2 w 1983 r. wiązało się z dynamicznym rozwojem i wzrostem liczby gniazd trzmieli na ok. 17 ha wieloletniej uprawie lucerny. Średnie wartości sezonowych zagęszczeń wykazywały nieznaczną i nieistotną tendencję spadku wartości w miarę wzrostu łąnowości, tj. spadku mozaikowatości środowiska, w pierwszym roku badań, a znaczną i istotną tendencję spadku ( $P < 0,05$ , począwszy od powierzchni 2) w drugim roku.

Wartości wskaźnika ogólnego zróżnicowania gatunkowego (H) różniły się istotnie ( $0,001 < P < 0,05$ ) dla powierzchni 1 i 2 oraz 2 i 3 jedynie w nieznacznym przedziale ok. 0,4 bita dla obydwu sezonów. Wartości H dla powierzchni 3 i 4 były podobne. Wartości wskaźnika równomierności (J) z pierwszego sezonu były nieznacznie wyższe (mniejsza konkurencja) niż drugiego sezonu, lecz wszystkie wynosiły powyżej 0,6. Obserwowany rozkład ilościowy gatunków w zespołach wskazywał na skłonność ich struktury do destabilizacji wraz ze spadkiem mozaikowatości obszarów rolnych. Względnie stabilną potencjalnie strukturę miał jedynie zespół z powierzchni o parcelacji pól 3–17 ha (powierzchnia 2), dla którego odnotowano najniższe wartości J. Prawdopodobnie był to łączny efekt stosunkowo wysokiej mozaikowatości środowiska oraz występowania tam wieloletniej uprawy lucerny. Ogólnie, zmniejszający się sumaryczny obszar siedlisk trzmieli (miedze, przydroża), a tym samym spadek mozaikowatości upraw, powodował jedynie nieznaczne jakościowo-ilościowe ubożenie zespołów trzmieli. Niezależnie od tego struktura zespołów podlegała również modyfikacjom czasowym.

Modyfikacje czasowe były związane głównie z przebiegiem pogody w poszczególnych latach. Jako lata sprzyjające rozwojowi trzmieli uważane są te, które mają suche i ciepłe sezony wegetacyjne oraz są poprzedzane łagodnymi, bądź umiarkowanymi mroźnymi zimami, ale o stabilnych temperaturach (ALFORD, 1975). Korzystne dla trzmieli sezony lat 1982 i 1983 poprzedzał rok zimny

---

<sup>1</sup> Calculated according to the data from Toruń and its environs in 1985 (PAWLIKOWSKI, POKORNIECKA, 1990)

M1, M2 – town vegetation

P1, P2 – suburb vegetation

FN – 2–5 year-old pine monoculture

FM – 10–20 year-old pine monoculture

FL – *Peucedano-Pinetum* forest = 70–80 year-old pine monoculture

QP – mixed forest (*Quercus-Pinetum*)

TC – deciduous forest (*Tilio-Carpinetum*)

PRR – developmental process of the vegetation: zpr = disturbed or interrupted development, w = growth, sw = secondary succession

MS – environmental diversity in areas in conventional scale from I to V

AP – anthropopression in conventional scale 1 to 5

<sup>2</sup> The parameter symbols as in Tab. I.

i mokry z chłodną, lecz stabilną temperaturowo zimą. Dlatego obserwowana liczba gatunków oraz zagęszczenie trzmieli w pierwszym z badanych sezonów były podobne na wszystkich powierzchniach. Następnie łagodna zima z lat 1982/1983 umożliwiła przetrwanie większej liczbie królowych, zwłaszcza na polu z lucerną. W sezonie 1983 r. znalazło to swoje odbicie w ustaleniu się wprost proporcjonalnego spadku liczby gatunków oraz statystycznie istotnie zróżnicowanego spadku zagęszczenia trzmieli w miarę zmniejszania się mozaikowości upraw na powierzchniach 1–4. Należy jednak zaznaczyć, iż pomimo sezonowych zmian jakościowo-ilościowych struktury zespołów, jej ogólny obraz, za jaki można uważać ogólne zróżnicowanie gatunkowe (H), pozostał podobny.

Niezależność ogólnego obrazu struktury zespołów od zmienności sezonowych (w obrębie sezonów optymalnych) wykorzystano w jednosezonowej analizie struktury zespołów z innego typu antropogenicznych środowisk na obszarach miejsko-leśnych Torunia. Charakterystykę struktury tych zespołów zawarto w tabeli II.

Rozpatrując ogólną zależność struktury zespołów trzmieli od stopnia mozaikowości powierzchni, zestawiono parametry wzdłuż transektu: centrum miasta – monokultura leśna – starodrzew rezerwatu. Za kryterium mozaikowości przyjęto rodzaj, wielkość i szacunkową liczbę siedlisk na każdej powierzchni. Powierzchnie miejskie charakteryzowały się największą, obszary upraw sosnowych – mniejszą, a starodrzew rezerwatu – najmniejszą mozaikowością środowiska.

Stwierdzony rozkład liczby gatunków trzmieli na powierzchniach wskazywał, iż zurbanizowane obszary z odpowiednią mozaiką zieleni były chętnie zasiedlane przez trzmiele. Szczególną preferencję wykazywały trzmiele dla strefy przedmieścia.

Największe zagęszczenie trzmieli stwierdzono w zespołach z obszarów miejskich i przedmieścia, a najmniejsze – w zespołach z obszarów leśnych, zwłaszcza z kilkudziesięcioletnich drzewostanów i starodrzewia rezerwatu. W większości przypadków różnice były istotne ( $P \ll 0,05$ ).

Ogólne zróżnicowanie gatunkowe w zasadzie kształtowało się wprost proporcjonalnie do liczby gatunków oraz zagęszczenia. Poszczególne wartości H zmieniały się w niewielkim zakresie 0,8 bita i były w większości podobne do siebie. Wyraźne różnice statystyczne pod tym względem wykazano tylko między zespołami z powierzchni miejskich i przedmieścia a zespołem z formacji klimaksowej (grądu) w rezerwacie. Na tendencję kształtowania się wartości H, obok liczby gatunków, wpływał także stopień równocенności gatunków w zespołach (J). Zespoły w monokulturach sosnowych oraz w grądzie rezerwatu charakteryzowały się większą współdominacją, tj. potencjalnie mniej stabilną strukturą niż zespoły z obszaru miasta.

W miarę posuwania się od powierzchni miejskich poprzez uprawy leśne do starodrzewia rezerwatu wartości wszystkich przedstawionych parametrów struk

tury zespołów wykazywały tendencję spadkową. Wyjątek stanowiły zespoły trzmieli z przedmieścia, co można wiązać z przejściowym charakterem tej strefy (efekt ekotonowy).

W wyniku analizy podobieństwa struktur omawianych zespołów wyodrębniono trzy ich grupy: zespoły strefy miejskiej i przedmieścia, zespoły upraw sosnowych oraz zespoły rezerwatu leśnego (PAWLIKOWSKI, POKORNIECKA, 1990). Grupom tym odpowiadały nie tylko określone typy roślinności badanych środowisk, ale przede wszystkim typy procesów kształtujących tą roślinność (tab. II). Spośród wymienionych procesów podkreślenia wymaga pozytywny wpływ wszelkiej działalności ludzkiej, utrzymującej zieleń w infrastrukturze urbanistycznej miasta, na jakościowo-ilościowe bogactwo zespołów trzmieli.

### SUMMARY

A summing up has been made of the results of studies on the structure of bumblebee communities carried out in the agricultural landscape in the region of Chełmno (1982–1983) and in the urban forest areas of Toruń and its environs (1985). A similar pattern of species diversity (H) has been found in communities coming from fields of different sizes irrespective of seasonal weather variation. In the urban forest areas the main structure parameters (S – number of species, A – density and H – species diversity) varied in direct proportion to the falling gradient of diversity in the habitats in the town-pine monoculture-forest reserve transect. The suburbs neighbouring with pine monocultures were ecotonal in character and were the most attractive to bumblebees. On the basis of a qualitative and quantitative analysis of the structure, three groups of bumblebee communities have been distinguished corresponding with the types of vegetation organizing processes: communities from the town, those from pine monocultures and those from the old treestand of the forest reserve.

### PIŚMIENNICTWO

ALFORD D. V., 1975: Bumblebees. Davis-Poynter Ltd, London. 352 ss.

BANASZAK J., CZECHOWSKI ., PISARSKI B., SKIBIŃSKA A., 1978: Owady społeczne w środowisku zurbanizowanym. Kosmos, A, 27: 173–180.

BANASZAK J., 1980: Studies on methods of censusing the numbers of bees (*Hymenoptera, Apoidea*). Pol. Ecol. Stud., 6: 355–366.

BŁĄŻEJSKA A., LEJA S., MATYSIAK T., 1961: Z obserwacji nad występowaniem trzmieli (*Bombus LATR.*) na uprawach koniczyny czerwonej w okolicy Torunia. Acta Univ. Nic. Copernici, Biol., 6, 8: 51–60.