

Wojciech CZECHOWSKI

Biegaczowate (*Carabidae*, *Coleoptera*)

[Z 10 rysunkami i 6 tabelami w tekście]

Abstract

Białoleka Dworska is a suburban quarter of Warsaw. A large housing estate will be built there soon. The carabids of various habitats of Białoleka were studied. The degree of the anthropogenic transformation of this fauna was estimated by comparison with the fauna of homologous natural habitats. A prognosis of changes in the fauna after urbanization has been prepared. The analysis involves changes in the species composition, numbers, and structure of carabid communities, and modifications in their zoogeographical and ecological profile.

1. WSTĘP

Biegaczowate stanowią około 3% wszystkich znanych na świecie gatunków owadów i około 2,5% gatunków zwierząt w ogóle (THIELE 1977). Ich zgrupowania są stałymi elementami biocenozy niemal wszelkich środowisk lądowych. Będąc w większości drapieżnikami związanymi troficznie z grupą glebowych i ściółkowych saprofagów, *Carabidae* są istotnym ogniwem w łańcuchu obiegu materii i energii w obrębie ekosystemu (KABACIK-WASYLIK 1975, GRÜM 1976a,b, 1978). Tym samym pośrednio uczestniczą w ważnych procesach glebotwórczych. Zakres fazizmu *Carabidae* zarówno larw, jak i imagines, jest bardzo szeroki. Rodzina biegaczowatych, aczkolwiek należąca do podrzędu *Adephaga* (chrząszcze drapieżnych), jest w istocie grupą pantofagiczną. Obok gatunków zdecydowanie zoofagicznych należą doń również chrząszcze po części roślinożerne i saprofagiczne. Ta różnorodność czyni *Carabidae* istotnym elementem struktury i czynnikiem regulującym funkcjono-

wanie zoocenoz (KACZMAREK 1963). Od dawna podkreślane jest też (lub dyskutowane) ekonomiczne znaczenie drapieżnych polifagicznych gatunków *Carabidae* jako bioregulatorów populacji roślinożerców w lasach (KARPIŃSKI, MAKÓLSKI 1954, LEŚNIAK 1973, SZYSZKO 1974).

Obecnie, w dobie rozwoju badań bioindykacyjnych, biegaczowate zajmują poczesne miejsce na liście wskaźników stanu środowiska (EVERS 1977), będąc pomocnymi przy określaniu najrozmaitszego rodzaju zmian antropogenicznych. Niniejsze opracowanie poświęcone jest zmianom, jakie następują w faunie *Carabidae* pod wpływem urbanizacyjnych przekształceń środowiska.

Badania przeprowadzono w Białoleśce Dworskiej (peryferyjnej dzielnicy Warszawy), a główną metodą stosowaną do zbierania imagines *Carabidae* były pułapki Barbera. Jako wskaźnik liczebności biegaczowatych przyjęto średnią dla sezonu liczbę osobników schwytanych do 10 pułapek w ciągu 14 dni. Identyczny wskaźnik stosowano w poprzednich opracowaniach (CZECHOWSKI 1980 a, b). Materiał uzyskany z pułapek liczy przeszło 4000 okazów. Ponadto zebrano około 400 okazów metodami uzupełniającymi (próby glebowe i ściółkowe, aspirometr, czerpakowanie, otrząsanie koron drzew itp.).

2. ANALIZA MATERIAŁU

2.1. Skład gatunkowy

W Polsce występuje 511 gatunków *Carabidae* (BURAKOWSKI, MROCZKOWSKI, STEFAŃSKA 1973, 1974). Na Nizinie Mazowieckiej stwierdzono 323 gatunki, a w granicach Warszawy 273 gatunki (CZECHOWSKI 1981). W obrębie Warszawy (wraz ze słabo zabudowanymi terenami podmiejskimi) zawarte są w zasadzie wszystkie główne rodzaje siedlisk właściwych Mazowszu. Można więc przypuszczać, że przynajmniej większość gatunków spośród występujących na Mazowszu, a nieobecnych w Warszawie, ustąpiła z fauny miasta nie z powodu braku odpowiednich środowisk, lecz na skutek zgubnych dla nich wpływów antropogenicznych.

W siedmiu badanych środowiskach Białoleśki Dworskiej stwierdzono łącznie 70 gatunków biegaczowatych (tab. I). Stanowi to 25% fauny *Carabidae* Warszawy (24% biegaczowatych Mazowsza i 11% — kraju). Najbogaciej reprezentowanymi rodzajami są: *Amara* BON. (13 gatunków), *Pterostichus* BON. (8 gatunków), *Calathus* BON. i *Harpalus* LATR. (po 6 gatunków) oraz *Carabus* L. (5 gatunków). Gatunkami najliczniej występującymi w Białoleśce są: *Harpalus rufipes*, *Pterostichus vulgaris*, *Calathus melanocephalus*, *C. fuscipes* i *Pterostichus oblongopunctatus* (tab. I).

Najzasobniejszym w gatunki jest siedlisko łąkowe. W lesie łąkowym znaleziono 37 gatunków (53% biegaczowatych Białoleśki), ze zdecydowanie dominującymi w tym środowisku *Harpalus rufipes* i *Pterostichus vulgaris*. Łąkę w siedlisku łąkowym zasiedla 30 gatunków (43% fauny *Carabidae*), spośród których najliczniejszymi są: *Harpalus rufipes*, *Nebria brevicollis*, *Calathus fuscipes* i *Amara equestris*.

W łągu jesionowo-olszowym znaleziono 28 gatunków (40% fauny), a wyraźnymi domi-

Tabela I. Względna liczebność gatunków oraz prognoza fauny *Carabidae* w Białolące Dworskiej (+ – występowanie nieliczne; ++ – średnio liczne; +++ – liczne; × – gatunek stwierdzony wyłącznie metodami uzupełniającymi)

Lp.	Siedlisko	Grąd (<i>Tilio- -Carpine- -tum</i>)		Łęg (<i>Circae- -Alne- -tum</i>)		Bór miesza- ny (<i>Pino- -Querce- -tum</i>)		Bór sosno- wy (<i>Peuce- dano-Pi- netum</i>)		Prognoza dla	
		grąd	łąka świeża	łąka wilgotna	łęg	bór mieszany	brzezina	bór sosnowy	zieleni miejskiej	otuliny ostedla	
											I
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	<i>Carabus marginalis</i> FABR.				+	0,1					
2	<i>C. granulatus</i> L.			+							
3	<i>C. cancellatus</i> ILL.		+						++		
4	<i>C. nemoralis</i> O. F. MÜLL.	2,1	+	0,2	0,5	1,3	0,6	0,5	++	++	
5	<i>C. hortensis</i> L.				0,1						
6	<i>Leistus ferrugineus</i> L.				0,1		0,1	0,1			+
7	<i>Nebria brevicollis</i> FABR.	1,6	1,4	0,4	0,7	0,1			+++	+	
8	<i>Nothophilus aquaticus</i> L.					0,2			+	++	
9	<i>N. biguttatus</i> FABR.					0,1		0,1		++	
10	<i>N. palustris</i> DUFT.	0,4	×		0,2			0,1	+	+	
11	<i>Clivina fossor</i> L.	×		0,1					+		
12	<i>Dyschirius globosus</i> HERBST			0,3							
13	<i>Brosicus cephalotes</i> L.		+						++		
14	<i>Asaphidion flavipes</i> L.	×			+						
—	<i>Bembidion lampros</i> HERBST								++		
15	<i>B. properans</i> STEPH.	+							+++		
16	<i>B. guttula</i> FABR.	×									
17	<i>Epaphius secalis</i> PAYK.	+	0,1	0,4	0,6				+		
18	<i>Trechus quadristriatus</i> SCHRANK	×						×	+	+	
19	<i>Patrobus atrorufus</i> STROEM		+	+							
20	<i>Panageus bipustulatus</i> FABR.	+									
21	<i>Amara plebeja</i> GYLL.	×	×								
22	<i>A. aenea</i> DE GEER	0,1	0,6	0,2					+++		
23	<i>A. communis</i> PANZ.			0,4	0,1						
24	<i>A. convexior</i> STEPH.		0,1								
25	<i>A. famelica</i> ZIMM.	+	0,2	+							
26	<i>A. familiaris</i> DUFT.	×	0,3	0,5	0,2	×	×		+	+	
27	<i>A. pseudocommunis</i> BURAK.			×		+	0,5			+	
28	<i>A. similata</i> GYLL.	+	0,1	0,2	0,1	×	×		+	+	
29	<i>A. bifrons</i> GYLL.	+	0,1			×	0,1		++	+	
30	<i>A. brunea</i> GYLL.					2,3				+++	

ed. tab. I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
—	<i>A. apricaria</i> PAYK.								+	
31	<i>A. consularis</i> DUFT.				0,1		0,1			
32	<i>A. aulica</i> PANZ.		0,1		0,4				++	
33	<i>A. equestris</i> DUFT.		1,0						+	
34	<i>Stomis pumicatus</i> PANZ.		+		+					
35	<i>Pterostichus caerulescens</i> L.	0,1	0,1	1,1			2,6		++	
36	<i>P. cupreus</i> L.	0,3	+							
37	<i>P. virens</i> O. F. MÜLL.						0,1		++	
38	<i>P. vernalis</i> PANZ.	+	0,1							
39	<i>P. oblongopunctatus</i> FABR.	0,7		0,1	3,0	2,6		0,9	+	+++
40	<i>P. niger</i> SCHALL.	0,2		0,3	0,5	0,1	1,5	0,7	+	++
41	<i>P. vulgaris</i> L.	4,8	0,2	2,9	6,7	0,1	0,6		+++	++
42	<i>P. strenuus</i> PANZ.				0,2					
43	<i>Calathus ambiguus</i> PAYK.	0,1	+						+	
44	<i>C. erratus</i> C. R. SAHLB.	0,1			0,1	0,7	0,1		+	++
45	<i>C. fuscipes</i> GOEZE	0,3	1,3	1,3	0,6	0,7	3,6	0,1	+++	++
46	<i>C. melanocephalus</i> L.					2,1	6,5	0,7	++	+++
47	<i>C. micropterus</i> DUFT.					0,3	0,2	0,2		++
48	<i>C. mollis</i> MARSH.	0,1								
49	<i>Dolichus halensis</i> SCHALL.	0,3	+		0,1				+	
50	<i>Synuchus nivalis</i> PANZ.	0,1		+					+	
51	<i>Agonum gracilipes</i> DUFT.	×								
52	<i>A. dorsale</i> PONT.			0,5					++	
53	<i>Badister bipustulatus</i> FABR.	0,4	×	+	+				++	
54	<i>B. sodalis</i> DUFT.				×					
55	<i>B. dilatatus</i> CHAUD.		+							
56	<i>Anisodactylus binotatus</i> FABR.	+		0,4	0,4				++	
57	<i>A. signatus</i> PANZ.	+								
58	<i>Harpalus rufipes</i> DE GEER	8,7	2,0	3,8	1,7	+	0,4		+++	+
—	<i>H. affinis</i> SCHRANK								+++	
59	<i>H. latus</i> L.	0,6	0,2	0,1	0,6		0,4			
60	<i>H. smaragdinus</i> DUFT.						+			
61	<i>H. tardus</i> PANZ.	+		0,1	0,1				+	
62	<i>H. vernalis</i> FABR.							×	++	+
63	<i>H. winkleri</i> SCHAUB.				+				+	
64	<i>Bradycellus collaris</i> PAYK.						0,1			
65	<i>B. harpalinus</i> AUD.-SERV.		+						+	
66	<i>Acupalpus dorsalis</i> FABR.	×								
67	<i>Dromius quadraticollis</i> A. MOR.						×			
68	<i>D. quadrimaculatus</i> L.	×								
69	<i>Metabletus foveatus</i> FOURCR.						×			
70	<i>M. truncatellus</i> L.		×	0,1			0,1	×	+	+
	Razem	21,4	8,2	13,6	17,3	10,8	17,6	3,4	ok. 16	ok. 6

nantami tego zgrupowania są *Pterostichus vulgaris* i *P. oblongopunctatus*. Na łące w siedlisku łągowym występuje 26 gatunków (37%) z *Harpalus rufipes* i *Pterostichus vulgaris* jako dominantami zgrupowania.

Najuboższe są środowiska borowe. Fauna *Carabidae* w borze mieszanym liczy 19 gatunków (27% biegaczowatych Białoleki), a dominują: *Pterostichus oblongopunctatus*, *Amara brunnea* i *Calathus melanocephalus*. W brzezynie porastającej siedlisko boru mieszanego znaleziono 21 gatunków (30%) z dominantami: *Calathus melanocephalus*, *C. fuscipes* i *Pterostichus caeruleus*.

Najmniej gatunków — 12 (17% *Carabidae* Białoleki) — stwierdzono w borze sosnowym. W środowisku tym dominują: *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus niger* i *Calathus melanocephalus*.

W pięciu środowiskach kontrolnych (Puszcza Kampinoska, Puszcza Jaktorowska), homologicznych badanym środowiskom Białoleki Dworskiej, znaleziono łącznie 62 gatunki *Carabidae*. Spośród 70 gatunków z Białoleki w środowiskach odpowiadających kontrolnym znaleziono 60 gatunków, a więc nieznacznie mniej niż w naturalnych. Pozostałe 10 to gatunki stwierdzone wyłącznie w tych środowiskach, które nie mają swych naturalnych odpowiedników (łąka łąkowa i brzezina).

Najbogaciej reprezentowanymi rodzajami biegaczowatych w faunie środowisk naturalnych są: *Carabus* L. (9 gatunków) oraz *Amara* BON. i *Pterostichus* BON. (po 8 gatunków). Rodzaje *Calathus* BON. i *Harpalus* LATR., licznie reprezentowane w faunie Białoleki, mają tu mniej przedstawicieli. W środowiskach naturalnych dominują też zupełnie inne gatunki niż w Białolece. Najliczniejszymi są mianowicie (w skali wszystkich środowisk): *Carabus arcensis*, *Pterostichus niger*, *C. hortensis* i *C. nemoralis*.

Liczby gatunków składających się na zgrupowania biegaczowatych w poszczególnych środowiskach naturalnych są podobne jak w Białolece, aczkolwiek inne są z reguły gatunki dominujące. W lesie łąkowym w Puszczy Jaktorowskiej stwierdzono 38 gatunków z dominantami: *Carabus hortensis*, *C. arcensis* i *C. glabratus*. W tamtejszym lesie łąkowym występują 34 gatunki, a dominuje *Pterostichus vulgaris* (wyjątkowo tak samo jak w homologicznym środowisku Białoleki) i *Pterostichus strenuus*. Łąkę w siedlisku łąkowym zasiedlają 24 gatunki z dominantami: *Patrobus atrorufus* i *Pterostichus niger*.

Podobnie jak w Białolece, najuboższe są borowe środowiska Puszczy Kampinoskiej. W borze mieszanym znaleziono 17 gatunków, wśród których najliczniejsze to: *Carabus arcensis*, *Pterostichus niger*, *C. nemoralis* i *C. hortensis*. W borze sosnowym występuje 13 gatunków, a dominują tam *Carabus arcensis* i *C. nemoralis*.

Presja antropogeniczna z zasady powoduje ograniczenie liczby gatunków *Carabidae* (CZECHOWSKI 1980a, b, 1981). Pod względem liczby gatunków środowiska Białoleki nie odbiegają jednak zbyt od odpowiadających im środowisk naturalnych. Średnio w jednym środowisku Białoleki występują 24 gatunki; badane środowiska naturalne zasiedla przeciętnie 25 gatunków. Różnice w składach gatunkowych są jednak bardzo poważne. Wskaźnik podobieństwa jakościowego między zgrupowaniami *Carabidae* z odpowiadających sobie środowisk naturalnych i środowisk Białoleki (wg wzoru SÖRENSENA) wynosi średnio 48% — jest więc bardzo niski.

Najsilniej odkształcone od naturalnych są środowiska lasu łąkowego (podobieństwo 45%), lasu łąkowego (42%) i boru sosnowego (40%). Są to środowiska podlegające bardzo silnym oddziaływaniom antropogenicznym — szczególnie bór, intensywnie przedepytowany przez zbieraczy grzybów. Bór sosnowy w Białolece różni się zresztą wiekiem od odpowiadającego mu boru w Puszczy Kampinoskiej. Drzewostan w Białolece jest w wieku 30–35 lat

(tzw. tyczkowina), nie może więc w pełni odpowiadać dojrzałemu drzewostanowi z Puszczy Kampinoskiej.

Lasy liściaste (grąd i łąg) w Białolece to z kolei niewielkie skrawki zadrzewień, położone wśród łąk i pól uprawnych. Ich fauna zawiera w związku z tym wiele elementów obcych pierwotnym zadrzewieniom, napływających z okolicznych terenów zagospodarowanych. Te napływowe gatunki rekompensują ubytki w faunie miejscowej.

Podobieństwa między zgrupowaniami *Carabidae* z łąk łągowych i borów mieszanych (naturalnych i w Białolece) są stosunkowo wysokie. W obu przypadkach wynoszą po 56%.

Celem określenia stopnia ewentualnego zunifikowania różnych środowisk Białoleki Dworskiej w wyniku wpływów antropogenicznych obliczono wskaźniki jakościowego podobieństwa zgrupowań *Carabidae* z różnych środowisk naturalnych względem siebie i, analogicznie, z różnych środowisk Białoleki względem siebie (tab. II, III). Średnie podobieństwo między zgrupowaniami ze środowisk naturalnych wynosi 39%, natomiast między zgrupowaniami z Białoleki — 43% (42% po odrzuceniu środowisk nie mających swych naturalnych odpowiedników). Różnica jest zatem niewielka. Zważywszy ponadto, że grupę kontrolną tworzą środowiska leżące w dwóch odległych miejscowościach, a różne środowiska Białoleki sąsiadują ze sobą (nieuniknione są zatem spontaniczne migracje fauny), wpływ antropogenizacji na unifikację zgrupowań *Carabidae* w różnych środowiskach należy w tym przypadku uznać za znikomy.

Tabela II. Podobieństwo jakościowe (%) między zgrupowaniami *Carabidae* z poszczególnych środowisk naturalnych

	Grąd	Łęg	Łąka wilgotna	Bór mieszany	Bór sosnowy
Grąd		55	41	46	31
Łęg	55		55	39	26
Łąka wilgotna	41	55		34	16
Bór mieszany	46	39	34		47
Bór sosnowy	31	26	16	47	

Tabela III. Podobieństwo jakościowe (%) między zgrupowaniami *Carabidae* z poszczególnych środowisk Białoleki Dworskiej

	Grąd	Łąka świeża	Łęg	Łąka wilgotna	Bór mieszany	Brzezina	Bór sosnowy
Grąd		60	52	60	39	38	20
Łąka świeża	60		45	54	33	39	19
Łęg	52	45		56	47	45	30
Łąka wilgotna	60	54	56		44	47	26
Bór mieszany	39	33	47	44		60	45
Brzezina	38	39	45	47	60		42
Bór sosnowy	20	19	30	26	45	42	

2.2. Analiza zoogeograficzna

Ogromna większość biegaczowatych Niziny Mazowieckiej to gatunki miejscowe, o od dawna ustabilizowanym występowaniu w tym regionie. Tylko kilka spośród stosunkowo niedawno wykazanych gatunków to formy pierwotnie obce naszej faunie, rozszerzające obecnie swój areal (CZECHOWSKI 1981). Jedynym gatunkiem z tej grupy, wykazany w Białolece Dworskiej, jest *Dromius quadraticollis* — gatunek pochodzenia północnego. Do Polski przybył on w bieżącym stuleciu i stopniowo rozprzestrzenił się ze wschodu na zachód (MAKÓLSKI 1952).

Wśród *Carabidae* Białoleki Dworskiej reprezentowane są elementy: holarktyczny, palearktyczny, euroszyberyjski, południowo-euroszyberyjski, europejski i borealny. Najwięcej jest gatunków euroszyberyjskich — 30 (43% składu gatunkowego biegaczowatych Białoleki) i palearktycznych — 24 (34%). Gatunki europejskie i holarktyczne są znacznie mniej liczne, a elementy południowo-euroszyberyjski i borealny reprezentowane są przez pojedyncze gatunki (tab. IV).

Tabela IV. Udziały poszczególnych elementów zoogeograficznych w składzie gatunkowym *Carabidae* (N — liczba gatunków, % — udział procentowy)

Element	Środowiska					
	Naturalne		Białoleka Dworska		Przyszła zieleni miejska	
	N	%	N	%	N	%
Holarktyczny	7	11,5	6	8,5	7	17,5
Palearktyczny	22	36,0	24	34,0	15	37,5
Euroszyberyjski	19	31,0	30	43,0	16	40,0
Południowo-euroszyberyjski	—	—	1	1,5	—	—
Europejski	13	21,5	8	11,5	2	5,0
Borealny	—	—	—	1,5	—	—
Razem	61 ¹	100,0	70	100,0	40	100,0

¹ W przypadku jednego gatunku okazy oznaczono tylko dla rodzaju.

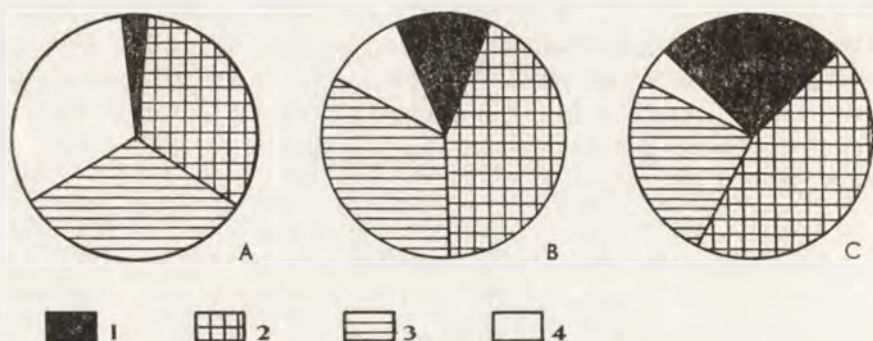
Podobne proporcje zachowane są także w przypadku udziałów osobników reprezentujących poszczególne elementy w ogólnej liczebności *Carabidae* Białoleki. Pod tym względem przeważa jednak element palearktyczny — 43% ogółu osobników. Drugie miejsce zajmuje element euroszyberyjski — 34%, trzecie — element holarktyczny — 12%, czwarte — europejski — 11% (rys. 1B). Osobniki gatunków o wąskich zasięgach (elementy południowo-euroszyberyjski i borealny) spotykane są sporadycznie. Ogólną zatem cechą fauny *Carabidae* w Białolece jest wyraźna przewaga form o szerokich zasięgach geograficznych.

Czynniki antropogeniczne, towarzyszące procesowi urbanizacji, powodują przebudowę struktury zoogeograficznej fauny. Przewodnią tendencją, wyraźnie rysującą się w przypadku biegaczowatych, jest wzrost udziału w faunie elementów o szerokich zasięgach (holarktycznych, palearktycznych, euroszyberyjskich) kosztem ustępujących elementów o wąskich arealach gatunkowych, poczynając od form europejskich (CZECHOWSKI 1981).

Obszar Białoleki Dworskiej podlega znikomej presji urbanizacyjnej, lecz omawiane

zmiany w faunie są już zauważalne. Łączny udział gatunków *Carabidae* o szerokich zasięgach w karabidofaunie kontrolnych środowisk naturalnych wynosi 78,5%; w karabidofaunie Białoleki zaś — 85,5% składu gatunkowego. Stosownie do tego zmniejsza się udział gatunków o wąskich areałach (tab. IV).

Bardziej wyraźne zmiany zachodzą we względnych udziałach osobników reprezentujących poszczególne elementy (rys. 1). Na przykład udział osobników z gatunków holarktycznych jest 4-krotnie wyższy w faunie Białoleki niż środowisk naturalnych. Trzykrotnie niższy jest natomiast udział w faunie Białoleki osobników z gatunków europejskich.



Rys. 1. Udziały poszczególnych elementów zoogeograficznych w liczebności *Carabidae* w środowiskach naturalnych (A), w Białolece Dworskiej (B) i przyszłej zieleni miejskiej osiedla (C): 1 — element holarktyczny; 2 — palearktyczny; 3 — eurosyberyjski; 4 — europejski.

2.3. Analiza ekologiczna

W przeprowadzonej tu analizie fauny *Carabidae* uwzględniono następujące zagadnienia: zakres plastyczności ekologicznej gatunków, preferencje ku określonym typom środowisk, wymagania wilgotnościowe oraz typ fagizmu. Kryteria wyróżniania określonych elementów ekologicznych omówione są w poprzednim opracowaniu (CZECHOWSKI 1981). W każdym z aspektów analizę przeprowadzono na podstawie składu gatunkowego (liczby gatunków określonego elementu) oraz liczebności elementów.

2.3.1. Plastyczność ekologiczna

W Białolece zdecydowanie przeważają gatunki politopowe. Stanowią one 70% składu gatunkowego biegaczowatych. Dość dużo jest także gatunków eurytopowych — 16%. Gatunki oligotopowe i stenotopowe są nieliczne (tab. V).

Podobne proporcje występują również między względnymi udziałami osobników reprezentujących gatunki o różnych zakresach tolerancji. Dominacja form politopowych i eurytopowych zaznacza się w tym przypadku jeszcze wyraźniej. Stanowią one odpowiednio 76% i 23% wszystkich osobników. Udział oligotopów jest niewielki, a stenotopów — znikomy (rys. 2B).

Tabela V. Udziały poszczególnych elementów ekologicznych w składzie gatunkowym *Carabidae* (N – liczba gatunków; % – udział procentowy; uwzględniono tylko te gatunki, których określenie pod danym względem było możliwe)

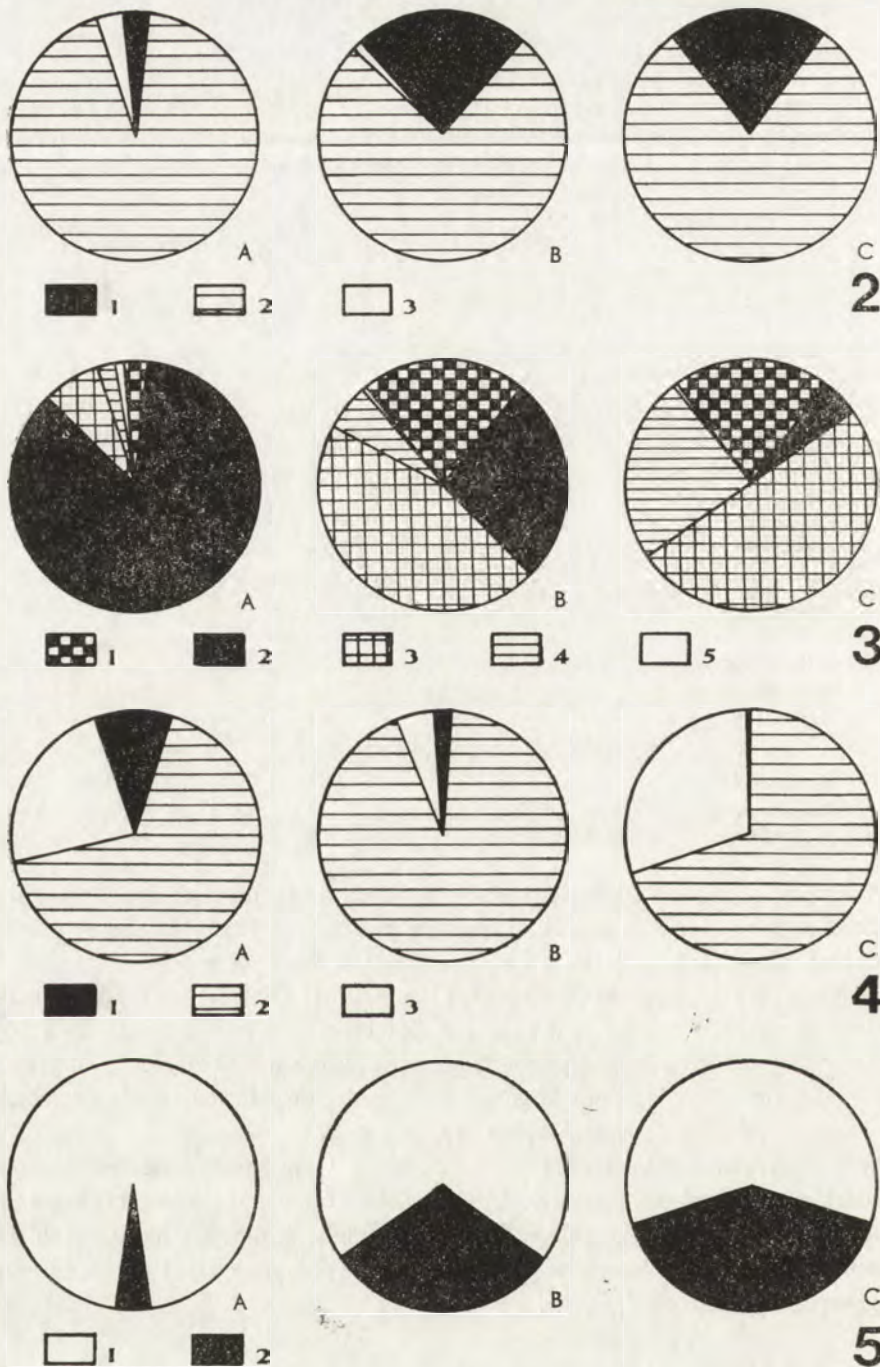
Kryterium	Środowiska Element	Naturalne		Białoleka Dworska		Przyszła zielen miejska	
		N	%	N	%	N	%
		Plastyczność	Eurytopowy	6	10,5	10	16,0
Politopowy	42		72,5	44	70,0	31	79,5
Oligotopowy	7		12,0	5	8,0	1	2,5
Stenotopowy	3		5,0	4	6,0	—	—
Środowisko	Ubikwistyczny	6	10,0	10	15,0	7	18,0
	Leśny	26	43,5	19	28,0	5	13,0
	Polny	10	16,5	15	22,5	15	38,5
	Terenów otwartych	11	18,5	18	27,0	11	28,0
	Nadbrzeżny	7	11,5	5	7,5	1	2,5
Wilgotność	Wilgociolubny	21	37,5	14	23,0	2	5,0
	Mezohigrofilny	24	43,0	28	46,0	22	56,5
	Sucholubny	11	19,5	19	31,0	15	38,5
Fagizm	Zoofagiczny	45	76,0	43	64,0	24	63,0
	Pantofagiczny	14	24,0	24	36,0	14	37,0

Stan ten jest wynikiem określonej prawidłowości. Selekcjonujący wpływ presji antropogenicznej najłatwiej znoszą gatunki o znacznej plastyczności ekologicznej – eurytopowe i politopowe. Gatunki oligotopowe i stenotopowe są na ogół recesywnymi elementami miejskiej fauny biegaczowatych (CZECHOWSKI 1980b, 1981). Odnośnie do udziałów gatunków o określonym zakresie tolerancji w faunie Białoleki szczególnie zaznacza się 1,5-krotnie podwyższony w stosunku do fauny środowisk naturalnych udział elementu eurytopowego. Z kolei 1,5-krotnie niższy jest udział gatunków oligotopowych. Różnice w udziałach politopów i stenotopów są nieznaczne (tab. V).

Znacznie wyraźniej taka tendencja zaznacza się w przypadku udziałów osobników reprezentujących określone elementy. Udział osobników z gatunków eurytopowych jest w faunie Białoleki blisko 8-krotnie wyższy niż w faunie środowisk naturalnych. Udziały elementów o mniejszej plastyczności ekologicznej (poczynając już od politopowych!) są odpowiednio obniżone (rys. 2).

2.3.2. Wymagania środowiskowe

Wśród stwierdzonych w Białolece Dworskiej gatunków *Carabidae* wyróżniono następujące elementy ekologiczne: ubikwistyczny, leśny, polny, terenów otwartych (z wyłączeniem gatunków typowo polnych) i nadbrzeżny. W Białolece przeważa element leśny – 28%



Rys. 2-5. Udziały poszczególnych elementów ekologicznych w liczebności *Carabidae* w środowiskach naturalnych (A), w Białolegę Dworskiej (B) i przyszłej zieleni miejskiej osiedla (C). Rys. 2 – plastyczność ekologiczna: 1 – element eurytopowy; 2 – politopowy; 3 – oligotopowy. Rys. 3 – preferencje środowiskowe: 1 – element ubikwistyczny; 2 – leśny; 3 – polny; 4 – terenów otwartych; 5 – nadbrzeżny. Rys. 4 – wymagania wilgotnościowe: 1 – element wilgociolubny; 2 – mezohigrofilny; 3 – sucholubny. Rys. 5 – fagizm: 1 – element zoofagiczny; 2 – pantofagiczny.

składu gatunkowego, nieznacznie ustępuje mu element terenów otwartych — 27%, dalsze miejsca zajmują gatunki polne (22,5%) i ubikwistyczne (15%). Udział gatunków nadbrzeżnych jest niewielki (tab. V), przypuszczalnie dlatego, że w Białolece, oprócz niewielkiego stawu w lesie łęgowym, brak jest zbiorników wodnych.

Pod względem liczby osobników w Białolece zdecydowanie przeważa element polny (44,5% złowionych osobników). Wynika to ze znacznego udziału pól uprawnych i ogródków przydomowych w powierzchni całej dzielnicy. Dominujący pod względem liczby gatunków element leśny, zajmuje w tym przypadku drugie miejsce (27%). Stosunkowo liczne są osobniki reprezentujące element ubikwistyczny (21,5%). Osobniki pozostałych elementów — terenów otwartych i, szczególnie, nadbrzeżnych — są nieliczne (rys. 3B).

Pośród *Carabidae* najbardziej predysponowanymi do życia w warunkach miejskich są formy ubikwistyczne, polne i właściwe środowiskom otwartym. Presja urbanizacyjna eliminuje natomiast ze zgrupowań biegaczowate leśne i nadbrzeżne (CZECHOWSKI 1981). W Białolece udział gatunków ubikwistycznych jest 1,5-krotnie wyższy niż w kontrolnych środowiskach naturalnych. Udział gatunków właściwych terenom otwartym jest także prawie 1,5-krotnie wyższy, a udział gatunków polnych — wyższy 1,4-krotnie. Odpowiednio obniżony jest natomiast udział gatunków leśnych i nadbrzeżnych (tab. V).

Jeszcze wyraźniej tendencja ta zaznacza się w przypadku rozpatrywania udziałów osobników reprezentujących określone elementy. Udział ubikwistów jest w takim przypadku przeszło 7-krotnie wyższy w faunie Białoleki niż w faunie środowisk naturalnych. Udział osobników polnych jest wyższy 5,6-krotnie, a osobników reprezentujących gatunki terenów otwartych — wyższy 2,6-krotnie. Przeszło 3-krotnie obniżony jest natomiast udział osobników gatunków leśnych (rys. 3).

2.3.3. Wymagania wilgotnościowe

Środowiska Białoleki Dworskiej są bardzo zróżnicowane pod względem wilgotności: od bardzo wilgotnego łągu po bardzo suchy bór sosnowy na piaszczystej wydmie. Największy obszar zajmują jednak środowiska o wilgotności pośredniej. Znajduje to swe odbicie w składzie fauny biegaczowatych. Udział gatunków mezohigrofilnych (najmniej licznych na Mazowszu; CZECHOWSKI 1981) w faunie Białoleki wynosi aż 46%. Udział gatunków sucholubnych wynosi 31%, a wilgociolubnych (najliczniejszych na Mazowszu) — 23% (tab. V).

Przewaga elementu mezohigrofilnego zaznacza się jeszcze wyraźniej przy analizie liczebności *Carabidae*. Osobniki gatunków mezohigrofilnych stanowią aż 93% wszystkich odłowionych. Osobniki gatunków zdecydowanie sucholubnych bądź zdecydowanie wilgociolubnych są bardzo nieliczne (rys. 4B).

Fauna miast strefy klimatu umiarkowanego odznacza się większym niż fauna terenów pozamiejskich udziałem gatunków sucholubnych. Wynika to ze stosunkowo znacznego przesuszenia środowiska miejskiego. Odzwierciedleniem tego stanu jest m.in. skład miejskiej fauny biegaczowatych (CZECHOWSKI 1981).

W Białolece, gdzie nasilenie presji urbanizacyjnej jest jeszcze znikome, także obserwuje się zmiany karabidofauny zgodne z powyższą tendencją. W porównaniu z fauną środowisk

naturalnych udział gatunków wilgociolubnych jest w Białoleńce obniżony około 1,6-krotnie. W tym samym niemal stosunku podwyższony jest udział gatunków sucholubnych. Udział gatunków mezohigrofilnych zmienia się (wzrasta) nieznacznie (tab. V).

Analogicznie jak w przypadkach wszystkich uprzednio analizowanych cech fauny, tendencja ta dobitniej wyraża się w zmianach proporcji między udziałami osobników z poszczególnych grup gatunków. Względna liczebność wilgociolubnych osobników jest w Białoleńce obniżona prawie 5-krotnie w porównaniu ze stanem ze środowisk kontrolnych. Blisko 5-krotnie podwyższony jest natomiast udział form sucholubnych (rys. 4).

2.3.4. Fagizm

Jak już wspomniano na wstępie, *Carabidae* to rodzina dość zróżnicowana pod względem fagicznym. Najogólniej wyodrębnić z niej można dwie grupy gatunków: zoofagi i pantofagi. Do zoofagów należą m.in. gatunki z rodzajów: *Carabus* L., *Nothiophilus* DUM., *Bembidion* LATR., *Pterostichus* BON. (większość gatunków), *Calathus* BON. i *Badister* CLAIR. Pantofagi reprezentowane są przede wszystkim przez rodzaje *Amara* BON. i *Harpalus* LATR.

W faunie Białoleńki dominują gatunki zoofagiczne — stanowią one 64% występujących tam gatunków. Reszta (36%) to pantofagi (tab. V).

Pod względem liczebności formy zoofagiczne znacznie górują nad pantofagami. Udziały obu tych grup wynoszą odpowiednio 70% i 30% w zebranych materiale (rys. 5).

Wzrastającej presji urbanizacyjnej towarzyszy zjawisko zastępowania zoofagicznych biegaczowatych przez formy pantofagiczne. Tendencja ta rysuje się jednak wyraźnie tylko w przypadku względnych udziałów osobników (nie gatunków) w zgrupowaniach (CZECHOWSKI 1980b). W faunie *Carabidae* Białoleńki udział gatunków zoofagicznych jest nawet większy, a pantofagicznych mniejszy niż w faunie badanych środowisk naturalnych (tab. V). Odwrotne zjawisko — zastępowanie zoofagów przez pantofagi — występuje natomiast w przypadku względnych udziałów osobników każdej z grup (rys. 5), aczkolwiek udział zoofagów wśród *Carabidae* Białoleńki pozostaje wyższy niż udział pantofagów.

2.4. Struktura zgrupowań

2.4.1. Liczebność

Wskaźnik liczebności, czyli łośność *Carabidae*, średni dla wszystkich środowisk Białoleńki Dworskiej wynosi 13,2 i waha się w granicach 3,4–21,4 (tab. VI). Najliczebniejsze są zgrupowania w lasach liściastych (w tym i w brzezynie w siedlisku boru mieszanego). Szczególnie wiele biegaczowatych żyje w lesie grądowym. Zdecydowanie najmniej *Carabidae* występuje w borze sosnowym (tab. VI).

Teoretycznie zakładając, że udziały poszczególnych środowisk w powierzchni Białoleńki są równe, stwierdzić można, że las grądowy skupia około 23% biegaczowatych badanych środowisk, łąka w siedlisku grądowym — 9%, las łęgowy — 19%, łąka w siedlisku łęgo-

wym — 15%, bór mieszany — 12%, brzezina — 19%, bór sosnowy — niespełna 4% (oczywiście wartości te mają jedynie znaczenie wskaźnikowe).

Łowność *Carabidae* w Białoleńce Dworskiej jest nieco wyższa niż średnia ich łowność

Tabela VI. Główne wskaźniki struktury zgrupowań *Carabidae* ze środowisk naturalnych (A) i odpowiadających im środowisk Białoleńki Dworskiej (B): n — wskaźnik liczebności; $\%_d$ — udział dominanta; \bar{H} — wskaźnik ogólnej różnorodności; e — wskaźnik równomierności

Zbiorowisko		n	$\%_d$	\bar{H}	e
Grąd	A	15,3	27,5	2,09	0,65
	B	21,4	40,5	1,98	0,59
Łąka świeża	A	—	—	—	—
	B	8,2	24,5	2,36	0,69
Łęg	A	14,1	19,0	2,78	0,82
	B	17,3	38,5	2,60	0,79
Łąka wilgotna	A	6,5	29,0	2,24	0,73
	B	13,6	28,0	2,39	0,74
Bór mieszany	A	19,4	31,0	2,06	0,80
	B	10,8	24,0	2,04	0,75
Brzezina	A	—	—	—	—
	B	17,6	37,0	1,95	0,67
Bór sosnowy	A	6,1	67,0	1,01	0,40
	B	3,4	26,5	1,57	0,71

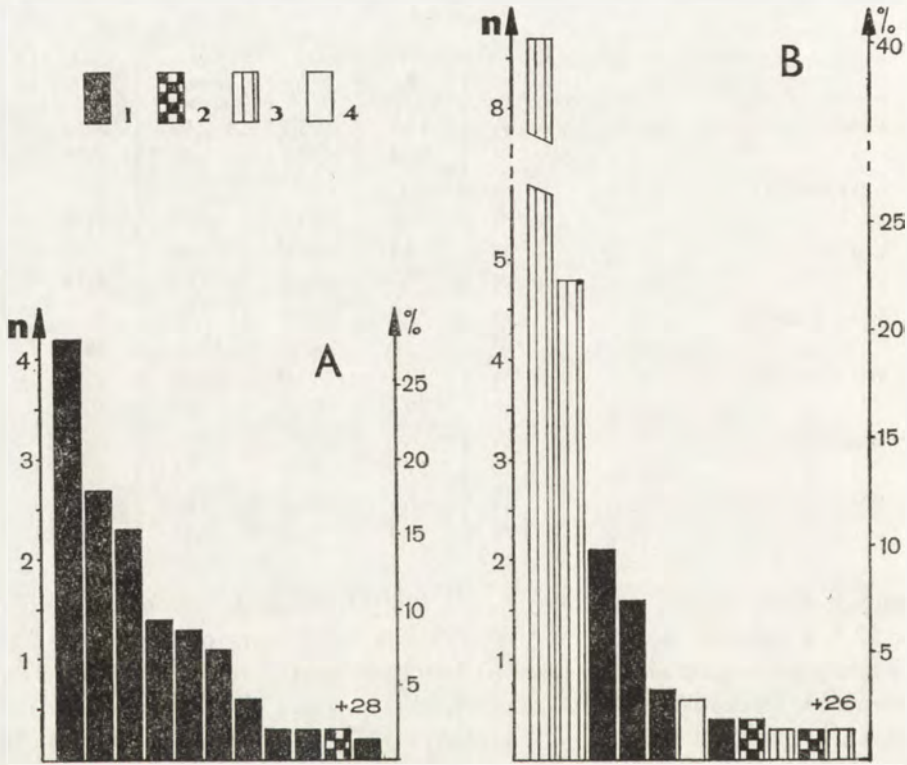
w badanych środowiskach naturalnych, dla których wskaźnik liczebności zgrupowań wynosi 12,3. Łownością wyższą niż w środowisku naturalnym odznaczają się zgrupowania z lasu grądowego Białoleńki (1,4 razy), lasu łęgowego (1,2 razy) i łąki łęgowej (2,1 razy). Łowność w środowiskach borowych Białoleńki jest niższa niż w ich naturalnych odpowiednikach. W borze mieszanym — 1,2-krotnie, w borze sosnowym — 1,8-krotnie. Możliwe, że główną tego przyczyną jest intensywne przedeptywanie tych terenów Białoleńki. Nie bez znaczenia może też być duże zagęszczenie mrowisk *Formica rufa* L. w borze sosnowym Białoleńki i ogromna liczebność tych mrówek.

2.4.2. Struktura dominacyjna i różnorodność zgrupowań

Strukturę dominacji zgrupowań faunistycznych w środowiskach naturalnych cechują z reguły łagodne przejścia między stopniowo zmniejszającymi się wartościami udziałów poszczególnych gatunków. Natomiast w przypadku środowisk podlegających silnej presji określonego czynnika antropogenicznego w obrębie występujących tam zgrupowań zaznacza się na ogół wyraźna dysproporcja między udziałami poszczególnych gatunków. Jeden lub kilka gatunków dominujących — przystosowanych do konkretnych warunków siedliskowych — będąc preferowanymi przez selekcjonujące działanie danego czynnika, zyskuje znaczną przewagę liczebną nad pozostałymi gatunkami. Ograniczające w sto-

sunku do niektórych gatunków działanie danego czynnika wpływa na zmniejszenie ich liczebności lub wręcz wyklucza je ze zgrupowania (ODUM 1977).

Zgrupowania z odpowiadających sobie środowisk Białoleki Dworskiej i środowisk naturalnych różnią się na ogół znacznie udziałem gatunku dominującego. W lasach liściastych Białoleki (grądzie i łągu) udziały dominantów w zgrupowaniach są znacznie

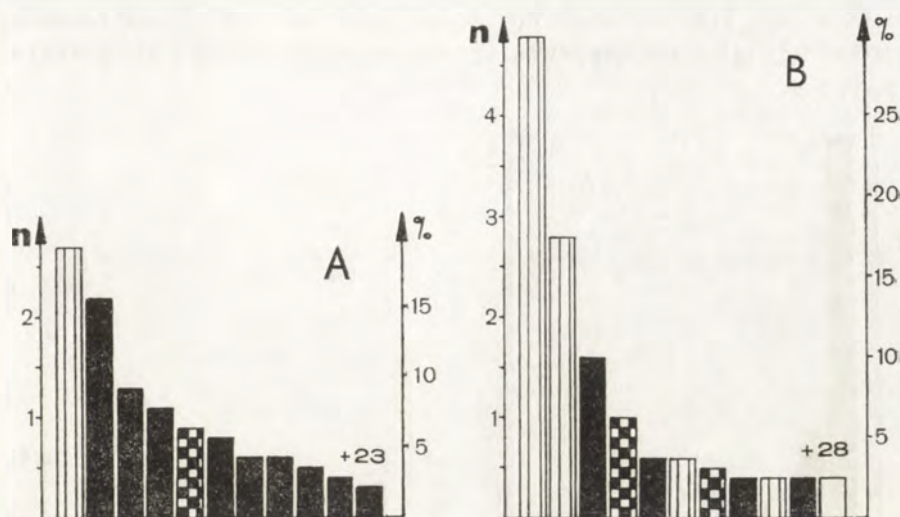


Rys. 6. Struktura dominacyjna zgrupowań *Carabidae* z grądu naturalnego (A) i grądu w Białolece Dworskiej (B): n — wskaźnik liczebności; % — udział procentowy gatunku; 1 — gatunki leśne; 2 — polne; 3 — ubikwistyczne; 4 — inne (+ ... — liczba gatunków akcesorycznych, nie uwzględnionych na wykresie).

wyższe niż w homologicznych środowiskach naturalnych (odpowiednio: 1,5- i 2-krotnie) (tab. VI). Odwrotnie jest w środowiskach borowych, szczególnie w borach sosnowych. W zgrupowaniu biegaczowatych tego środowiska Białoleki udział dominanta jest około 2,5-krotnie niższy niż w zgrupowaniu ze środowiska naturalnego (tab. VI). Stan ten wiąże się zapewne z niepełną porównywalnością boru sosnowego w Białolece i boru w Puszczy Kampinoskiej (różnica wieku drzewostanu). W dojrzałym borze sosnowym udział gatunku dominującego bywa bowiem znacznie wyższy niż w drzewostanie w stadium tyczkownicy (SZUJECKI et al. w druku).

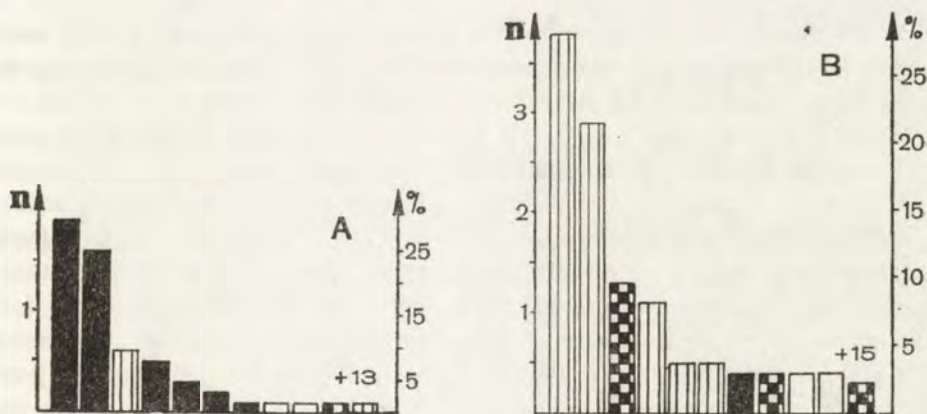
Wyraźniej, choć także nie bez wyjątków, wpływ presji antropogenicznej ilustrują inne wskaźniki struktury zgrupowań: wskaźnik ogólnej różnorodności SHANNONA (\bar{H}) i wskaź-

nik równomierności rozkładu liczebności poszczególnych gatunków PIELOU (e), zwany też wskaźnikiem struktury dominacji (WITKOWSKI 1978).



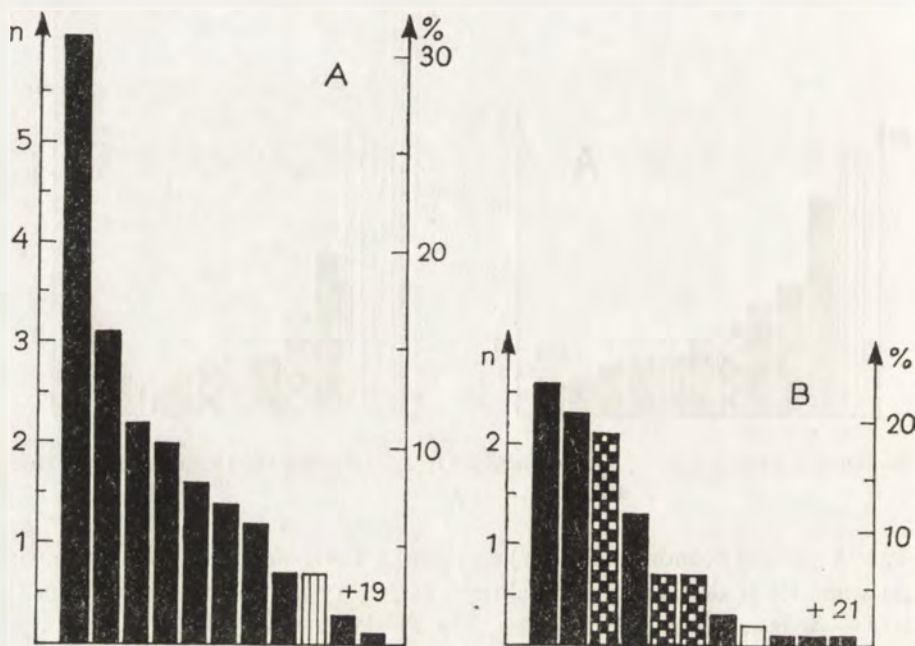
Rys. 7. Struktura dominacyjna zgrupowań *Carabidae* z łągi naturalnego (A) i łągi w Białoleśce Dworskiej (B) (oznaczenia jak na rys. 6).

Wskaźnik ogólnej różnorodności (\bar{H}) zgrupowań *Carabidae* w różnych środowiskach Białoleśki waha się w dość znacznym zakresie. Najniższy jest w borze sosnowym (1,57), najwyższy — w lesie łągowym (2,60) (tab. VI). Presja antropogeniczna w dość wyraźny sposób wpływa na obniżenie ogólnej różnorodności zgrupowań. Na 5 porównywanych par zgrupowań w trzech przypadkach większym wskaźnikiem \bar{H} odznaczają się zgrupowania ze środowisk naturalnych. Większy wskaźnik różnorodności zgrupowań w Białoleśce



Rys. 8. Struktura dominacyjna zgrupowań *Carabidae* z naturalnej łąki w siedlisku łągowym (A) i łąki łąkowej w Białoleśce Dworskiej (B) (oznaczenia jak na rys. 6).

niż w środowisku naturalnym cechuje łąkę w siedlisku łągowym i bór sosnowy. Środowiska naturalne tych typów nie odpowiadają jednak w pełni porównywanym z nimi środowiskom Białoleki Dworskiej. Łąka łąkowa w Puszczy Jaktorowskiej jest bardzo wilgotna, okresowo zupełnie zalewana. Przepuszczalnie dlatego różnorodność zgrupowania *Carabidae* jest w tym środowisku niższa niż zgrupowania ze znacznie mniej wilgotnej łąki łąkowej w Bia-

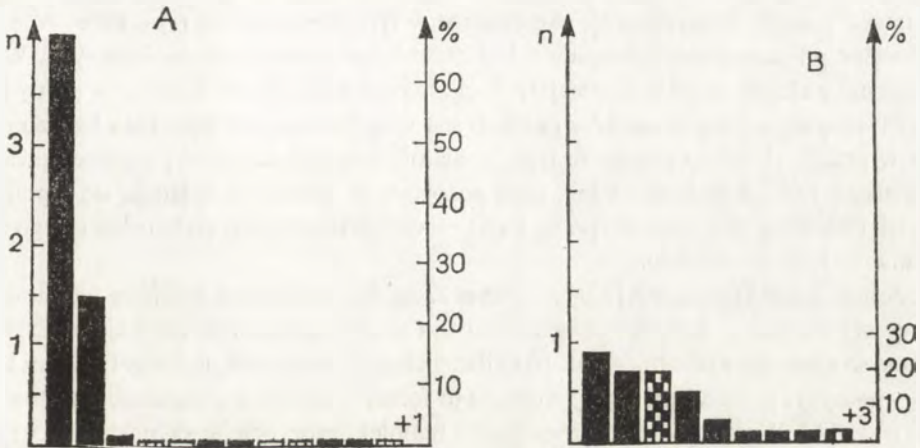


Rys. 9. Struktura dominacyjna zgrupowań *Carabidae* z boru mieszanego naturalnego (A) i boru mieszanego w Białolece Dworskiej (B) (oznaczenia jak na rys. 6).

łolece. W przypadku boru sosnowego różnica wynika prawdopodobnie z różnicy stadiów wiekowych porównywanych drzewostanów. Bory sosnowe w stadium tyczkowiny mają faunę bardziej zróżnicowaną niż drzewostany dojrzałe (SZUJECKI et al. w druku).

Wskaźnik równomierności (e) określa poprawność struktury dominacyjnej zgrupowania. Im wyższa jego wartość, tym mniejsze są dysproporcje między względnymi udziałami poszczególnych gatunków. W Białolece najbardziej poprawną strukturą odznacza się zgrupowanie *Carabidae* w lesie łągowym ($e = 0,79$) — wykazujące także najwyższe ogólne zróżnicowanie (\bar{H}). Największe dysproporcje występują w udziałach gatunków w zgrupowaniu z lasu grądowego ($e = 0,59$) (tab. VI). Na 5 porównywanych par środowisk w trzech przypadkach struktura zgrupowań *Carabidae* wykazuje „pogorszenie” w wyniku presji antropogenicznej. Najsilniej pod tym względem odkształcony jest las grądowy. Zwiększenie równomierności udziałów gatunków pod wpływem antropogenizacji nastąpiło natomiast na łące łąkowej i w borze sosnowym, a więc w tych samych środowiskach, w których zgrupowania biegaczowatych zyskały na różnorodności. W obu przypad-

kach są to środowiska, które w warunkach naturalnych odznaczają się ekstremalnym nasileniem pewnych czynników siedliskowych. Łąka łąkowa w Puszczy Jaktorowskiej jest środowiskiem krańcowo wilgotnym, bór sosnowy w Puszczy Kampinoskiej — krańcowo suchym spośród badanych. Zapewne dlatego te nieliczne gatunki, którym odpowiadają



Rys. 10. Struktura dominacyjna zgrupowań *Carabidae* z boru sosnowego naturalnego (A) i boru sosnowego w Białolecze Dworskiej (B) (oznaczenia jak na rys. 6).

tak drastyczne warunki, zyskały znaczną przewagę liczebną nad pozostałymi gatunkami w zgrupowaniach. Presja antropogeniczna w Białolecze doprowadziła do złagodzenia tych warunków — na pewno w przypadku łąki i być może w przypadku boru. Łąka łąkowa w Białolecze przed osuszeniem cieką wodnego, przy którym leży, była bez wątpienia bardziej wilgotna. Przemiana łąk wilgotnych w łąki świeże jest częstym skutkiem wpływów antropogenicznych (NOWIŃSKI 1967). Bez przeprowadzenia specjalnych badań trudno natomiast ocenić, czy bór sosnowy w Białolecze jest mniej suchy, niż homologiczne środowisko naturalne. Wydaje się jednak, że tak. Obszar boru zryty jest licznymi lejami po bombach (pozostałość II wojny światowej), które tworzą swoiste, stosunkowo wilgotne mikrosiedliska. W każdym razie bór sosnowy w Białolecze jest środowiskiem bardziej urozmaiconym topograficznie niż jego odpowiednik w Puszczy Kampinoskiej.

Porównanie struktur dominacyjnych zgrupowań *Carabidae* ze środowisk Białoleki Dworskiej i homologicznych im środowisk naturalnych przedstawiono na rys. 6–10.

2.4.3. Pozycja gatunków leśnych, polnych i ubikwistycznych w zgrupowaniach

Zastępowanie jednych elementów ekologicznych przez inne w wyniku oddziaływania presji osiedleńczej zostało ogólnie omówione w rozdz. 2.3. Szczególnie wyraźnie rysuje się zjawisko zastępowania leśnych biegaczowatych przez formy polne lub ubikwistyczne. Pozycje zajmowane przez te gatunki w strukturze dominacyjnej zgrupowań są istotnym wskaźnikiem stopnia ich antropogenicznego odkształcenia.

W zgrupowaniu *Carabidae* lasu grądowego Puszczy Jaktorowskiej wśród dziesięciu

najliczniej reprezentowanych gatunków aż 9 to gatunki typowo leśne, a 1 (zajmujący zresztą wśród nich ostatnią pozycję) jest ubikwistem. Nieliczne w tym zgrupowaniu gatunki polne należą do grupy akcesorycznych (rys. 6A). Zupełnie inny jest obraz grądowego zgrupowania *Carabidae* w Białoleńce Dworskiej. Wśród najliczniejszych 10 gatunków tylko 4 to formy leśne, 3 są gatunkami polnymi, a 2 — ubikwistycznymi. Do form polnych należą przy tym 2 gatunki zdecydowanie dominujące w tym zgrupowaniu (rys. 6B).

Poważne przetasowania następują też w obrębie zgrupowań z lasów łęgowych. W środowisku naturalnym na 10 najliczniejszych gatunków, 8 to gatunki leśne, 1 — polny i 1 — ubikwistyczny (rys. 7A). Gatunków polnych jest w całym tym zgrupowaniu bardzo mało, nawet w grupie akcesorycznych. W łągu w Białoleńce wśród najliczniej reprezentowanych 10 gatunków tylko 4 to formy leśne, na 6 pozostałych gatunków składają się 4 polne i 2 ubikwistyczne (rys. 7B). Gatunki polne i ubikwistyczne stanowią zresztą trzon całego zgrupowania w tym środowisku.

Podobne, a nawet wyraźniej zaznaczone przemiany, towarzyszą przejściu od naturalnej łąki łąkowej w Puszczy Jaktorowskiej do zantropogenizowanej łąki w Białoleńce. W zgrupowaniu ze środowiska naturalnego na 10 najliczniejszych gatunków, 6 jest gatunkami leśnymi, 1 — polnym i 1 — ubikwistycznym (reszta to formy o innych wymaganiach środowiskowych) (rys. 8A). W przypadku zgrupowania z Białoleńki proporcje te są następujące: 1 gatunek leśny, 5 polnych, 2 ubikwistyczne (rys. 8B).

Środowiska borowe w Białoleńce Dworskiej są znacznie bardziej oddalone od terenów uprawnych niż tamtejsze lasy liściaste. Zajmują też nieporównanie większe obszary. Niewątpliwie dlatego gatunki leśne ustępują z tych środowisk w znacznie mniejszym stopniu. Zastępowane są przy tym nie przez gatunki polne, lecz ubikwistyczne (rys. 9–10).

3. PROGNOZA ZMIAN FAUNY

3.1. Otulina

Fauna *Carabidae* w strefie ochronnej osiedla zmieni się prawdopodobnie tylko nieznacznie po rozbudowie dzielnicy. Postępująca dewastacja środowiska wywołać może jednakże pewne obniżenie liczebności biegaczowatych, oceniane na około 15%. Tak więc średni dla obu środowisk borowych (mających stanowić otulinę nowo powstałego osiedla) wskaźnik liczebności *Carabidae*, wynoszący obecnie 7,1, obniży się prawdopodobnie do około 6. Nie przewiduje się istotnych zmian w składzie gatunkowym fauny. Przypuszczalnie także grupa gatunków obecnie dominujących (*Pterostichus oblongopunctatus*, *Calathus melanocephalus*, *Amara brunnea*) zachowa swoje pozycje (tab. I). Z fauny otuliny ustąpi jednak prawdopodobnie i tak już bardzo nieliczny *Carabus marginalis*. Jest to gatunek właściwy borom sosnowym, rzadko spotykany w Polsce.

3.2. Zielen miejska¹

3.2.1. Zmiany składu gatunkowego i liczebności

Obecnie na terenach Białoleki Dworskiej, które przewidziane są pod zabudowę, występuje 66 gatunków *Carabidae*. Radykalna przebudowa środowisk i zmiana warunków siedliskowych na niekorzystne dla większości zwierząt bez wątpienia spowoduje zmniejszenie się tej liczby. Na podstawie analizy cech ekologicznych i liczebności gatunków tworzących aktualną karabidofaunę Białoleki przewiduje się ustąpienie około 30 gatunków (tab. I). W pewnym, aczkolwiek niewielkim stopniu redukcja ta zostanie zrekompensowana przez pojawienie się gatunków nowych, dotychczas nie występujących w Białolece w ogóle, bądź stwierdzonych tam poza obszarem przyszłej zieleni miejskiej. Spodziewane gatunki nowe dla fauny Białoleki to *Bembidion lampros*, *Amara apricaria* i *Harpalus affinis*.

Bembidion lampros to pospolity gatunek zachodniopalearktyczny. Polityp terenów otwartych — zasiedla gleby różnych typów, suche i wilgotne. Rozpowszechniony w całej Polsce.

Amara apricaria jest gatunkiem holarktycznym. Występuje w całej Polsce, zasiedlając tereny otwarte na glebach różnych typów, lecz niezbyt wilgotnych (nawet suchych) i słabo ocienionych. Zamieszkuje pola uprawne, ugory, nieużytki i miejsca ruderalne.

Harpalus affinis to pospolity gatunek holarktyczny, występujący głównie w miejscach otwartych, suchych i silnie nasłonecznionych, szczególnie na glebach piaszczystych i gliniastych. Spotykany często na polach uprawnych, ugorach i w środowiskach ruderalnych.

Jak widać, wymienione gatunki są szczególnie dobrze predysponowane do opanowania środowiska miejskiego. Wszystkie trzy licznie też występują na zagospodarowanych terenach zielonych w obrębie zwartej zabudowy Warszawy. Można sądzić, że *H. affinis* stanie się nawet po pewnym czasie jednym z dominantów w zgrupowaniach *Carabidae* zieleni miejskiej Białoleki Dworskiej.

Spośród gatunków, które dotychczas stwierdzono tylko w środowiskach przyszłej otuliny osiedla (w borach), na tereny wewnątrzsiedlowe przejdą prawdopodobnie *Nothiophilus aquaticus* i *Harpalus vernalis* — gatunki dość dobrze znoszące warunki miejskie. Tak więc fauna miejskich terenów zielonych Białoleki liczyć będzie przypuszczalnie około 40 gatunków biegaczowatych (tab. I). Pod względem jakościowym będzie zatem o około 40% uboższa od dotychczasowej.

Grupa dominujących gatunków *Carabidae* w zmienionej faunie Białoleki (w skali całej zieleni miejskiej osiedla) ukształtuje się przypuszczalnie następująco: *Pterostichus vulgaris* (około 20% ogólnej liczebności), *Calathus fuscipes* i *Bembidion properans* (po około 15%), *Nebria brevicollis*, *Amara aenea*, *Harpalus rufipes* i *H. affinis* (po około 10%). Z wyjątkiem *H. affinis* wszystko to są gatunki już teraz występujące w Białolece. *P. vulgaris*, *C. fuscipes* i *H. rufipes* należą nawet do grupy dominantów; ze względu na swe predyspozycje ekolo-

¹ Przedstawiona tu prognoza zmian fauny *Carabidae* oparta jest w głównej mierze na wynikach kilkuletnich badań prowadzonych w typowych środowiskach zieleni miejskiej Warszawy.

giczne zachowają tę pozycję i po zmianie warunków środowiskowych. *N. brevicollis* i *A. aenea*, obecnie mniej liczne, zwiększą zapewne swą liczebność, przy czym *N. brevicollis* (leśny politop) występować będzie w miejscach porośniętych zwartymi krzewami, natomiast *A. aenea* (politop polny) pojawi się licznie na odkrytych, silnie nasłonecznionych trawnikach (w tym i na trawnikach przyjezdniowych).

Ogólna liczebność *Carabidae*, której miarą jest wskaźnik wynoszący obecnie średnio 15,6 (dla środowisk przewidzianych pod zabudowę) prawdopodobnie utrzyma się na dotychczasowym poziomie. Ustąpienie wielu gatunków i poważne ograniczenie liczebności innych (np. *Pterostichus oblongopunctatus* i *P. niger*) zostanie bowiem zrekompensovane przez znaczny wzrost liczebności kilku gatunków dobrze przystosowanych do nowych warunków i pozbawionych zarazem konkurencji. Niewykluczone, że w niektórych miejscach liczebność zgrupowań nawet nieco wzrośnie.

3.2.2. Zmiany zoogeograficzne

Zgodnie z towarzyszącą antropogenizacji tendencją do zmian udziałów elementów zoogeograficznych należy oczekiwać wzrostu udziału form szeroko rozmieszczonych w świecie w faunie przyszłej zieleni Białoleki i zmniejszenia udziału form o węższych arealach. Zmiany, jakie nastąpią, będą kontynuacją procesu towarzyszącego przejściu od stanu fauny środowisk naturalnych do stanu fauny paranaturalnych środowisk podmiejskich.

Zmiany w udziałach gatunków i udziałach osobników reprezentujących poszczególne elementy zoogeograficzne będą w ogólnych zarysach proporcjonalne do siebie. Poważnie zmieni się (wzrośnie 2-krotnie) udział gatunków holarktycznych. Z jednej strony będzie to wynikiem ustąpienia licznych gatunków o węższych arealach, z drugiej zaś — pojawienia się w faunie nowych gatunków holarktycznych. Udziały gatunków palearktycznych i eurosyberyjskich pozostaną mniej więcej na nie zmienionym poziomie. Przeszło 2-krotnie obniży się natomiast udział gatunków europejskich (tab. IV).

Analogicznie jak w przypadku udziałów gatunków, 2-krotnie wzrośnie udział osobników reprezentujących element holarktyczny. Stosunkowo nieznacznie zmienią się udziały osobników z gatunków palearktycznych (nieco wzrośnie) i eurosyberyjskich (obniży się około 1,4-krotnie). Przeszło 2-krotnie zmniejszy się udział elementu europejskiego (rys. 1).

3.2.3. Zmiany ekologiczne

Podobnie jak w przypadku zmian zoogeograficznych, zmiany udziałów różnych elementów ekologicznych będą na ogół pogłębieniem procesu odkształcenia fauny Białoleki od stanu fauny środowisk naturalnych (tab. V, rys. 2-5).

Zmiany udziałów form o różnych zakresach plastyczności ekologicznej będą przypuszczalnie niewielkie. Przy zmianie warunków środowiskowych w korzystniejszej jednak sytuacji znajdą się *Carabidae* eurytopowe i politopowe. Oligotopy i stenotopy (gatunki i osobniki) zostaną prawdopodobnie niemal wyeliminowane z fauny (tab. V, rys. 2).

Wyraźnie przebudowana zostanie z pewnością fauna pod względem wymagań środowiskowych gatunków. Przeszło 2-krotnie obniży się udział gatunków leśnych, które zastąpione zostaną głównie przez gatunki polne (tab. V). Udział osobników gatunków leśnych

powinien zmniejszyć się przeszło 5-krotnie. Udział osobników polnych już obecnie jest bardzo wysoki i zwiększy się niewiele lub wcale. Bardzo (około 4-krotnie) podniesie się natomiast udział osobników z gatunków właściwych terenom otwartym (innym niż pola uprawne) (rys. 3).

Przekształcenie dotychczasowych, paranaturalnych środowisk Białoleki w zagospodarowaną zielen miejską pociągnie za sobą znaczne osuszenie tych terenów. Przede wszystkim wpłynie na to obniżenie poziomu wód gruntowych, a dalszemu przesuszeniu gleby sprzyjać będzie cieplejszy i suchszy mikroklimat osiedla oraz zapylenie. Nowe warunki wilgotnościowe w decydujący sposób wpłyną na stan fauny *Carabidae*. Preferowane będą formy sucholubne i mezohigrofilne. Udział gatunków wilgociolubnych obniży się przypuszczalnie blisko 5-krotnie (tab. V). Udział osobników sucholubnych wzrośnie około 6-krotnie (rys. 4).

Zmiany udziałów zoofagów i pantofagów będą zgodne z tendencją przewodnią, aczkolwiek już bardzo niewielkie (tab. V, rys. 5).

3.2.4. Zmiany struktury zgrupowań

Poważne jakościowe zubożenie fauny, przy zachowaniu dotychczasowej liczebności, bez wątpienia wpłynie na obniżenie się wskaźnika ogólnej różnorodności zgrupowań *Carabidae*. Obecna wartość \bar{H} , wynosząca przeciętnie 2,26, zmniejszy się przypuszczalnie do około 1,90. W wielu miejscach pojawić się też mogą znaczne dysproporcje między udziałem dominanta, a udziałami pozostałych gatunków w zgrupowaniu. Zmniejszy się wobec tego również wartość wskaźnika struktury dominacyjnej — przynajmniej lokalnie.

Struktura zgrupowań *Carabidae* w przyszłej zieleni miejskiej Białoleki zależeć będzie w decydującym stopniu od sposobu ukształtowania i zagospodarowania tych terenów. W sposób względnie poprawny zgrupowania będą się mogły ukształtować na terenach o urozmaiconej szacie roślinnej (skupienia drzew i krzewów) i odpowiednio dużej powierzchni. Poszczególne partie zieleni powinny być wzajemnie powiązane ze sobą tzw. „korytarzami ekologicznymi”. Nie należy też przesadzać z intensywnością ogrodniczych zabiegów pielęgnacyjnych. Szczególnie duże znaczenie może mieć pozostawianie nie zgrabionej ściółki.

W optymalnych warunkach udział gatunku dominującego w zgrupowaniach z różnych stanowisk nie powinien przekraczać 30%. Przy wadliwym urządzeniu terenów zielonych udział dominanta może jednak przekroczyć nawet 50%, a w krytycznych warunkach siedliskowych (np. na silnie przesuszonych, zanieczyszczonych i bardzo wąskich trawnikach przyjezdniowych) *Carabidae* mogą w ogóle nie tworzyć stałych zgrupowań, stanowiąc zbiorowisko pojedynczych, przypadkowo zabłąkanych osobników.

PIŚMIENNICTWO

- BURAKOWSKI B., MROCKOWSKI M., STEFAŃSKA J. 1973. Katalog Fauny Polski, 23, 2. Chrząszcze — *Coleoptera*, Biegaczowate — *Carabidae*, 1. PWN, Warszawa, 20, 233 pp., 1 t., 1 mapa.
- BURAKOWSKI B., MROCKOWSKI M., STEFAŃSKA J. 1974. Katalog Fauny Polski, 23, 3. Chrząszcze — *Coleoptera*, Biegaczowate — *Carabidae*, 2. PWN, Warszawa, 22, 430 pp., 1 t., 1 mapa.
- CZECHOWSKI W. 1980a. Influence of the manner of managing park areas and their situation on the formation of the communities of carabid beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*). *Fragm. faun.*, Warszawa, 25: 199–219.

- CZECHOWSKI W. 1980b. Carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*) of Vistula escarpment in Warsa w. *Fragm. faun.*, Warszawa, **25**: 293–316.
- CZECHOWSKI W. 1981. Carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*) of Warsaw and Mazovia. *Memorabilia zool.*, Warszawa, **34**: 119–144.
- EVERS A. 1977. Rote Liste der im nördlichen Rheinland gefährdeten Käferarten (*Coleoptera*) mit einer Liste von Bioindikatoren. *Ent. Bl.*, Krefeld, **73**, 39 pp.
- GRŪM L. 1976a. Biomass production of carabid-beetles in a few forest habitats. *Ekol. pol.*, Warszawa, **24**: 37–56, 5 ff., 13 tt.
- GRŪM L. 1976b. An attempt to characterize matter transfer by carabid communities inhabiting forests. *Ekol. pol.*, Warszawa, **24**: 365–374, 4 ff., 3 tt.
- GRŪM L. 1978. Mechanisms governing rate and direction of energy flow through carabid populations. *Pol. ecol. Stud.*, Warszawa, **4**: 129–175, 24 ff., 7 tt.
- KABACIK-WASYLIK D. 1975. Research into the number, biomass and energy flow of *Carabidae* (*Coleoptera*) communities in rye and potato fields. *Pol. ecol. Stud.*, Warszawa, **1**: 111–121, 7 ff., 5 tt.
- KACZMAREK W. 1963. An analysis of interspecific competition in communities of the soil macrofauna of some habitats in the Kampinos National Park. *Ekol. pol.*, A, Warszawa, **11**: 1–483, 13 ff., 20 tt.
- KARPIŃSKI J. J., MAKÓLSKI J. 1954. Biegaczowate (*Carabidae*, *Coleoptera*) w biocenozie lasu Białowieskiego Parku Narodowego. *Rocz. Nauk leśn.*, Warszawa, **5**: 105–136, 2 tt.
- LEŚNIAK A. 1973. Rola *Carabidae* w redukowaniu liczebności szkodników w lesie. *Zesz. probl. Post. Nauk roln.*, Warszawa, **144**: 105–110.
- MAKÓLSKI J. 1952. Rodzina *Carabidae* w zbiorze Wojciecha MĄCZYŃSKIEGO (*Coleoptera*). *Fragm. faun. Mus. zool. pol.*, Warszawa, **6**: 207–241.
- NOWIŃSKI M. 1967. Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe. Szkic fitosocjologiczny. PWRiL, Warszawa, 284 pp., 120 fot.
- ODUM E. P. 1977. Podstawy ekologii. PWRiL, Warszawa, 678 pp.
- SZUJECKI A., SZYSZKO J., MAZUR S., PERLIŃSKI S. The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland. *Memorabilia zool.*, Warszawa (w przygotowaniu).
- SZYSZKO J. 1974. Relationship between the occurrence of epigeic carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*), certain soil properties, and species composition of a forest stand. *Ekol. pol.*, Warszawa, **22**: 237–274, 13 ff., 9 tt.
- THIELE H.-U. 1977. Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. W: *Zoophysiology and ecology*, 10. Berlin, Heidelberg, New York, 17+369 pp., 152 pp., 58 tt.
- WITKOWSKI Z. 1978. Wpływ wyboru kryterium oceny pozycji gatunku w zespole na wartość wskaźnika różnorodności gatunkowej. *Wiad. ekol.*, Warszawa, **24**: 391–398 pp., 3 ff., 4 tt.

Instytut Zoologii PAN
00-679 Warszawa, Wilcza 64

РЕЗЮМЕ

[Заглавие: Жужелицы (*Carabidae*, *Coleoptera*)]

Бялоленка-Дворска, где вскорости возникнет городского типа жилой район, является в настоящее время периферическим районом Варшавы. Фауна жужелиц исследовалась в различных биотопах (груд, ольс, луг, смешанный бор, березняк

и сосновый бор). Степень отклонения состояния фауны под влиянием антропогенного фактора оценивалась путем сравнения с фауной гомологических биотопов в ненарушенной среде (Кампиноская пуща и Якторовская пуща). Разработан также прогноз изменений, которые произойдут в фауне Бялоленки вследствие урбанизации этого района. Урбанизационный пресс, действуя на среду, вызывает перестройку фауны жужелиц. Наиболее существенные изменения сводятся к следующим: повышается содержание форм с широким географическим ареалом (главным образом гюларктические и палеарктические) за счет отстугления форм с более ограниченным ареалом. К изменившимся условиям легче всего приспособляются жужелицы обладающие высокой экологической пластичностью — эвритопные и политопные (олиготопы и стенотопы исключаются). Увеличивается содержание убиквистов и полевых форм и происходит четкое исчезновение лесных. Иссугнение среды способствует распространению ксерофильных и мезогигрофильных организмов. Пантофаги получают перевес над зоофагами. Перечисленные изменения касаются как самих видов жужелиц, так и численности особей, хотя в последнем случае определенные тенденции зарисовываются более четко. Перестройке подвержена также структура доминирования в сообществах. Уменьшается обычно их общее разнообразие и растет диспропорция между процентными содержаниями отдельных доминационных классов.

Представленные тенденции сопутствуют как преобразованию природных биотопов в параестественные, так и дальнейшей их перестройке по направлению диаметрально преобразованных биотопов городских зеленых насаждений.

SUMMARY

[Title: Carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*)]

Białołęka Dworska is a suburban quarter of Warsaw. A large housing estate will be built there soon. The *Carabidae* of various habitats of Białołęka were studied (oak-hornbeam forest, carr, meadows, mixed coniferous forest, birch thicket, and pine forest). The degree of the anthropogenic transformation of the fauna in most of these habitats was estimated by comparison with the fauna of homologous natural habitats (Kampinos and Jaktorów forests). Also the prognosis of changes in the fauna of Białołęka after the urbanization of this quarter has been developed. Urban pressure has a transforming effect on carabid communities. The most important changes are as follows. The proportion of forms with large geographical ranges (mostly Holarctic and Palaearctic) increases at the expense of the forms with smaller ranges. The species with high ecological amplitudes, i.e. eurytopic and polytopic, most readily adapt to changed environmental conditions, oligotopic and stenotopic species being eliminated. The proportion of ubiquitous forms and those associated with crop fields increases, while the species associated with forests largely retire. The over-drying of the habitat promotes xerophilous and mesohygrophilous organisms, hygrophilous

forms being eliminated. Omnivores gain domination over zoophages. These changes concern both the proportion of carabid species and the number of individuals, but they are better pronounced in the case of numbers. Also the dominance structure of carabid communities is modified. Generally their total diversity diminishes and the disproportion in the contribution of particular dominance classes rises. These tendencies occur when natural habitats are transformed into paranatural suburban habitats, and also when they are further transformed into extremely changed habitats of urban green.