

ANNA HILLBRICHT

O CHARAKTERZE WYSTĘPOWANIA  
SWOBODNIE PŁYWAJĄCYCH WROTKÓW (*ROTATORIA*)  
W HODOWLI AKWARIOWEJ

Zakład Ekologii PAN w Warszawie

## I. CEL PRACY

Celem poniższej pracy jest zbadanie charakteru występowania wrotków swobodnie pływających w środowisku sztucznej biocenozy, jaką jest akwarium, zawierające naturalne podłoże oraz swobodnie rozwijającą się roślinność wyższą i glony. Obserwacje obejmowały skład gatunkowy wrotków występujących w akwarium, jego zmiany w czasie oraz dynamikę liczebności poszczególnych gatunków i strukturę ilościową całego zespołu.

Dla celów porównawczych przeprowadzono równoległe obserwacje niektórych pozostałych składników biocenozy jak roślin (intensywność rozwoju i rozkładu) i niektórych innych składników planktonu (nannoplanktonu pierwotniaczego, fitoplanktonu, *Cladocera Copepoda* i *Ostracoda*).

## II. METODYKA BADAŃ

Obserwacje wykonano w 13 akwariach, w tym w 10 15-litrowych i w 3 8-litrowych, zawierających początkowo na ogół podobne podłoże i roślinność. W trakcie badań akwaria różnicowano przez działanie środkami powodującymi gnicie względnie fermentację, lub przez wprowadzanie nowych gatunków wrotków planktonowych (w postaci zagęszczonego planktonu z naturalnych zbiorników) albo nowych gatunków roślin wyższych i glonów.

Akwaria nr 1, 2, 3, 4, 5 założono na jesieni 1952 r. na podłożu piaszczystym z roślinnością wyższą: *Vallisneria spiralis*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis* i *Callitriche* sp., z czego jedynie *Vallisneria spiralis* utrzymuje się trwale w akwariach. W chwili rozpoczęcia badań akwaria te liczyły przeszło rok. W międzyczasie pobrano kilka prób orientacyjnych, które wykazały liczną faunę wrotków w dwóch akwariach (nr 2 i 5). W akwarium nr 2 występował licznie *Anureopsis fissa* (500 szt. na litr) oraz mniej licznie *Philodina*

*citrina* i *Lepadella patella*. W akwarium nr 5 występował w wielkich ilościach *Lepadella patella* (1400 szt. na litr), *Cophalodella gracilis* (700 szt. na litr) i *Anureopsis fissa* (750 szt. na litr).

Akwaria nr 6, 7, 8, założono na wiosnę 1953 r. na podłożu piaszczystym z roślinnością wyższą – *Vallisneria spiralis*. W chwili zaczęcia badań liczyły one około 9 miesięcy.

Akwaria nr 9, 10, założono na jesieni 1953 r. na gnijących szczątkach roślinnych i piasku z roślinnością wyższą – *Vallisneria spiralis*. W okresie dwóch miesięcy zimowych akwaria te zostały przesuszone i powtórnie zalane czystą wodą. W chwili zaczęcia obserwacji akwaria te liczyły około 3 miesięcy.

Akwaria nr 11, 12, 13 (8-litrowe) zostały założone w lutym 1954 r. na podłożu piaszczystym z roślinnością wyższą – *Vallisneria spiralis* i glonami nitkowatymi. W okresie od marca do maja 1954 r. do tych trzech akwariów wprowadzono po kilka gramów mięsa (akw. 11), masła (akw. 12) i bułki (akw. 13), co spowodowało proces gnilny o różnym nasileniu. Najbardziej gwałtowne i silne zmiany barwy i zapachu wody nastąpiły w akwarium 13 z fermentacją węglowodanową. Po okresie gwałtownych zmian akwarium ustabilizowało się, a na dnie wytworzyła się brązowa pleśń będąca prawdopodobnie pożywką dla wrotka *Monostyla cornuta*, występującego masowo w tym okresie (ok. 3550 szt. na litr) szczególnie przy dnie. Również ostrą formę przybrała fermentacja białkowa na gnijącym mięsie (akw. 11). Po okresie zmian gnilnych akwarium wróciło do równowagi – masowo rozrosły się glony nitkowate, oraz wzrósł poziom ilościowy wrotka *Anureopsis fissa*, obecność którego stwierdzono w próbkach z lipca 1954 r. Podczas fermentacji tłuszczowej (akw. 12) nie zauważono żadnych nagłych zmian w zapachu i barwie wody. Około połowy maja pojawiła się masowo *Daphnia* sp. w niezwykle dużych ilościach. Towarzyszyły temu gwałtowne zmiany środowiska aż do występowania siarkowodoru.

Powyżej omówione akwaria są różnego wieku i wykazują stosunkowo dużą różnorodność środowiskową.

Próbę pobierano rurką szklaną do probówki wirówkowej w ilości 15 ml wody akwariowej, następnie zagęszczano na 1000–1500 obrotach przez 1,5–2 minut do 5 ml, a potem przeglądano pod binokulem lub zależnie od potrzeby pod mikroskopem.

Próby brane były z dwóch lub trzech poziomów każdego akwarium – z powierzchni, ze środka i z nad dna, po 6 z każdego poziomu, razem od 12 do 18 prób jednorazowo z każdego akwarium. Każde akwarium było przeglądane co 10–20 dni.

Zestawienie ilości pobranych prób dla każdego akwarium:

Nr akwarium	Ilość prób
1	756
2	738
3	738
4	756
5	738
6	684

Zestawienie ilości pobranych prób dla każdego akwarium:

Nr akwarium	Ilość prób
7	684
8	666
9	648
10	666
11	300
12	300
13	288
Ogółem	7962

Zsumowana ilość ml wody pobrana jednorazowo z każdego akwarium wynosi 1/55 część ogólnej ilości wody w akwarium dla akwariów 15 litrowych (akwaria nr 1–10), zaś dla akwariów 8 litrowych (akwaria nr 11–13) – 1/44. Tak duży procent przeglądanej środowiska jest do pomyślenia tylko w warunkach laboratoryjnych. Aby wyeliminować możliwość stałego ubożenia akwariów, odwirowany materiał wlewano z powrotem do akwarium. Parowanie wody z akwarium było ograniczane do minimum przez przykrycie go płytką szklaną.

Systematyczne obserwacje trwały od początku roku 1954 do połowy 1955 – ogółem około 16 miesięcy.

### III. WYKAZ GATUNKÓW WROTKÓW SWOBODNIE PLYWAJĄCYCH WYSTĘPUJĄCYCH W ŚRODOWISKU AKWARIOWYM

W czasie badań znaleziono w całej serii 13 akwariów następujące gatunki wrotków<sup>1</sup> występujących mniej lub więcej trwale w akwarium w ciągu okresu badań, oczywiście w różnych ilościach zależnie od okresu i akwarium. Stanowią one zasadniczą faunę akwariową wrotków.

1. *Anureopsis fissa* (Gosse 1851)
2. *Adineta* sp. (znaleziono dwa osobniki)
3. *Brachionus quadridentatus* (Herman 1783)
4. *Colurella uncinata bicuspidata* (Ehrenberg 1832)
5. *Colurella colurus* f. *compressa* (Ehrenberg 1830)
6. *Cephalodella gibba* (Ehrenberg 1832)
7. *Cephalodella gracilis* (Ehrenberg 1832)
8. *Cephalodella forficula* (Ehrenberg 1832)
9. *Lecane luna* (Müller 1776)
10. *Lepadella patella* (Müller 1773)
11. *Lepadella ovalis* (Müller 1786)
12. *Lepadella triptera* (Ehrenberg 1830)
13. *Monostyla lunaris* (Ehrenberg 1832)
14. *Monostyla cornuta* (Müller 1786)
15. *Monostyla bulla* (Gosse 1851)
16. *Monostyla hamata* (Stokes 1896)
17. *Monostyla quadridentata* (Ehrenberg 1832)
18. *Mytilina ventralis* (Ehrenberg 1832)

<sup>1</sup>nomenklatura wg Wiszniewskiego (1954).

19. *Mytilina mucronata* (Müller 1773)
20. *Mytilina mucronata spinigera* (Ehrenberg 1832)
21. *Notommata* sp.
22. *Philodina citrina* (Ehrenberg 1832)
23. *Philodina megalotrocha* (Ehrenberg 1832)
24. *Rotaria rotatoria* (Pallas 1766)
25. *Trichocerca porcellus* (Gosse 1851)
26. *Trichocerca bicristata* (Gosse 1887)
27. *Testudinella elliptica* (Ehrenberg 1834)
28. *Testudinella patina* (Herman 1783)

Przeważająca większość tych gatunków należy do najpospolitszych, charakterystycznych dla płytkich środowisk litoralowych, związanych z bujnym rozwojem roślinności i dużą zawartością detritusu i perifitonu jak to stawy, drobne zbiorniki, litoral większych zbiorników (Kulamowicz 1956, Wiszniewski 1953, Pawłowski 1958, Voight 1957, Bartos 1959). Z reguły gatunki te występują często w niewielkich ilościach, należą zatem do pospolitych ale nie-licznych. Wspólny charakter ekologiczny świadczy o tym, że akwarium spełnia warunki środowiska naturalnego a więc środowiska drobno – zbiornikowego, bogatego w roślinność, płytkiego, silnie zeutrofizowanego. Gatunki te w sposób typowy nie występują na ogół w planktonie (ewent. jako element tychoplanktonowy), część z nich stanowi gatunki pełzające po powierzchni roślin. Jedynym zdecydowanym wyjątkiem jest *Anureopsis fissa* – gatunek charakterystyczny dla drobnych zbiorników (tzw. heleoplankton), bezpośrednio nie związany z roślinnością (plankton młak, stawów itp.). Jest to jedyny gatunek prawdziwie planktonowy, występujący w środowisku akwariowym. Pewną odrębność ekologiczną wykazuje też *Ph. megalotrocha*, która występuje nie tylko wśród roślin wodnych, ale też bywa znajdowana w planktonie wód otwartych (Pawłowski 1958).

Oprócz wyżej wymienionych gatunków, których trwałe występowanie w akwariach upoważnia do traktowania ich jako fauny akwariowej, występują gatunki zasadniczo obce dla akwarium, pojawiające się przejściowo, związane z wprowadzeniem zagęszczonego planktonu lub roślin; są to gatunki z reguły eliminowane przez akwarium i spotykane jedynie w krótkim okresie po wprowadzeniu:

1. *Asplanchna priodonta* (Gosse 1850)
2. *Brachionus ureeus* (Linnaeus 1758)
3. *Brachionus calyciflorus* (Pallas 1766)
4. *Collotheca ornata* (Ehrenberg 1832)
5. *Epiphanes senta* (Müller 1773)
6. *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg 1834)
7. *Habrotrocha* sp.
8. *Keratella quadrata* (Müller 1786)
9. *Limnias ceratophylli* (Schrank 1803)
10. *Platytias quadricornis* (Ehrenberg 1832)
11. *Scaridium longicaudum* (Müller 1786)
12. *Trichotria tetractis* (Ehrenberg 1830)

#### IV. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OKRESÓW WYSTĘPOWANIA WROTKÓW W ŚRODOWISKU AKWARIOWYM

Zasadniczą cechą występowania swobodnie pływających wrotków w biocenie akwariowej jest nieciągłość tak w zakresie występowania całego zespołu jak i poszczególnych gatunków. Istnieją okresy różnej długości, w których albo łowi się wiele gatunków w dużych stosunkowo ilościach, albo wrotki nie łowią się wcale, względnie jedynie jako pojedyncze okazy (fig. 1). Powyższe okresy zarówno dla całej serii jak dla poszczególnego akwarium są bardzo nieregularne. Tak zróżnicowany materiał świadczy o dużej astatyczności środowiska akwariowego i zasadniczym braku podobieństwa poszczególnych biocenoz; zatem możliwość opisu i porównania istnieje jedynie w zakresie najbardziej ogólnych cech związanych ze strukturą gatunkową i ilościową zespołu wrotków.

Okresy występowania wrotków w środowisku akwariowym mają dwojaki charakter: 1) samorzutny tzn. występowanie wrotków jest uwarunkowane naturalną zmiennością środowiska akwariowego, oraz 2) indukowany – uwarunkowany sztuczną zmianą środowiska poprzez np. wprowadzenie roślin, planktonu itp. Próby aklimatyzacji nowych gatunków roślinnych i wrotków miały na celu spowodowanie liczniejszego występowania wrotków i były z reguły stosowane po dłuższym okresie niewystępowania ich w akwarium. W różnych akwariach zastosowano różne ilości podobnych zabiegów, np. akwarium 6 – największą, akwarium 1 – najmniejszą, co zależało od charakteru naturalnego występowania wrotków (fig. 1).

Poszczególne okresy występowania wrotków różnią się między sobą składem gatunkowym i ich ilością.

Struktura ilościowa zespołu wrotków miała postać dwojaką: 1) wszystkie gatunki występują w małych ilościach mniej więcej równych, nie wyróżnia się żaden gatunek jako dominant – jest to zatem „struktura bezdominacyjna”. 2) wyróżniają się dwa lub jeden gatunek dominujący wynoszący około 50–70% ilości wszystkich wrotków w danym okresie. Reszta gatunków występuje w formie akcesorycznej. Jest to zatem typ „dominacyjny”. Każdy wyróżniony okres występowania wrotków należy do jednego z powyższych dwóch typów struktury ilościowej, z tym, że każde akwarium wykazuje na ogół przewagę jednego typu (fig. 1).

Okresy występowania wrotków zależnie od typu struktury ilościowej zespołu, mogą różnić się między sobą: 1) długością trwania, 2) ogólną liczebnością wrotków, 3) liczbą gatunków występujących (tab. I).

Najkrótsze okresy występowania wrotków (1–5 tyg.) należą w większości do okresów „bezdominacyjnych” (tab. I). Średnie okresy występowania wrotków (6–10 tyg.), oraz najdłuższe (10–25 tyg.) należą przeważnie do „dominacyjnych”.

Maksymalne ilości wrotków w okresach „bezdominacyjnych” wynoszą od 7,8 do 76,6 osob./litr, zaś w okresach „dominacyjnych” od 51,8 do 981,7 osob./litr, a nawet dla trzech okresów dochodzą do kilku tysięcy osobników.

Średnia liczba gatunków dla okresów „bezdominacyjnych”, wynosi 6,8 ( $\pm 0,3974$ ) zakres 2–13, zaś dla okresów „dominacyjnych” 7,1 ( $\pm 0,495$ ) zakres 1–13. Są to liczby nie różniące się statystycznie.

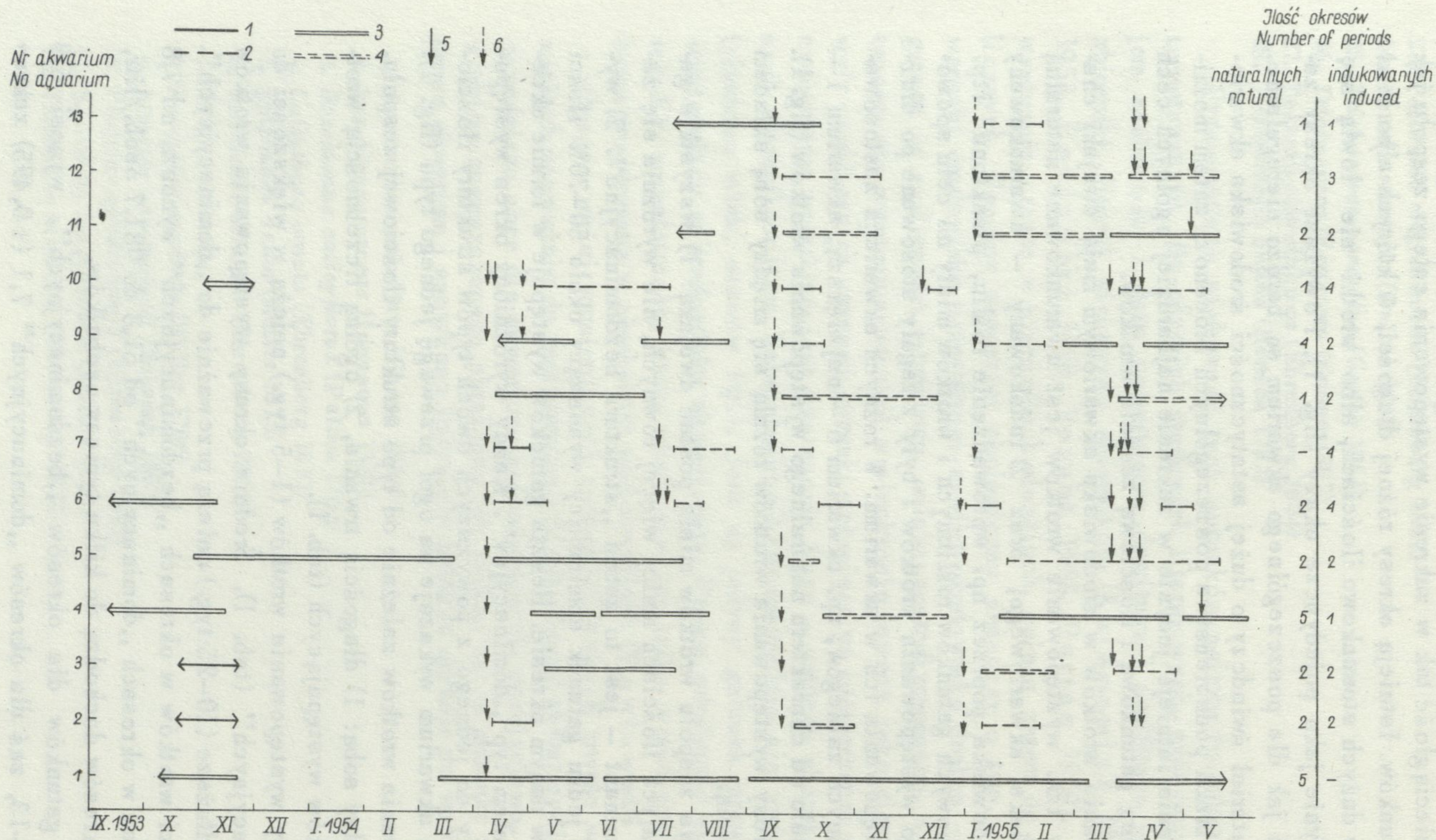


Fig. 1. Schemat okresów występowania wrotków w serii 13 akwariów z uwzględnieniem struktury ilościowej zespołu i charakteru okresu  
 1 – naturalny (samorzutny) okres występowania zespołu o strukturze bezdominacyjnej, 2 – indukowany (pozabiegowy) okres występowania zespołu w strukturze bezdominacyjnej, 3 – naturalny (samorzutny) okres występowania zespołu o strukturze dominacyjnej, 4 – indukowany (pozabiegowy) okres występowania zespołu o strukturze dominacyjnej, 5 – wprowadzenie planktonu, 6 – wprowadzenie roślin

Diagram of periods of occurrence of *Rotatoria* in a series of 13 aquaria taking into consideration the quantitative composition of the community and the character of the period

1 – natural (spontaneous) period of occurrence of community without a dominant species, 2 – induced (post-operational) period of occurrence of community without a non-dominant species, 3 – natural (spontaneous) period of occurrence of community with a dominant species, 4 – induced (post-operational) period of occurrence of community without a dominant species

Zależność między długością okresów występowania wrotków (w tygodniach) a typem struktury ilościowej ich zespołu (dla całej serii akwariów)

Connection between length of periods of occurrence of *Rotatoria* (in weeks) and the type of quantitative composition of their community (for the whole series of aquaria)

Tab. I

Długość okresu występowania wrotków (w tyg.)	Ilość okresów występowania zespołu wrotków o strukturze ilościowej	
	Number of periods of occurrence of community of <i>Rotatoria</i> with quantitative composition	
Length of period of occurrence of <i>Rotatoria</i> (in weeks)	„bezdominacyjnej” non-dominant	„dominacyjnej” dominant
1 – 5	18 (2)*	9 (3)
6 – 10	2	17 (5)
10 – 25	3	7 (1)

\*W nawiasie podane są ilości występowania okresów „nie zakończonych” (na fig. 1 oznaczone strzałkami), które się bądź zaczynają przed okresem obserwacji, bądź kończą po zakończeniu badań. Czas ich występowania w okresie moich badań przyjmuję jako czas ich trwania.

The numbers of „unfinished” periods are given in bracket (fig. 1 those periods are marked with arrows) which either began before the period of observations, or ended after the completion of investigations. The time of their occurrence during the period of my investigation has been accepted as the period of their duration.

Ogólnie należy stwierdzić, że okresy występowania zespołu wrotków wykazujące dominację jednego lub kilku gatunków posiadają tendencje do dłuższego utrzymywania się w akwarium oraz (z powodu silnego rozmnożenia gatunków dominujących) większą liczebność ogólną wrotków. Odwrotnie – okresy występowania wrotków nie wykazujące dominacji żadnego gatunku są z reguły krótsze oraz posiadają nieliczną faunę wrotków.

Okresy dominacji i bezdominacji nie różnią się zasadniczo średnią liczbą występujących gatunków, tzn. nie obserwujemy np. mniejszej różnorodności gatunkowej towarzyszącej występowaniu dominantów. Dowodzi to, że rozwój gatunków dominujących nie powstrzymuje zasadniczo występowania innych gatunków. Podobnie oba okresy występowania wrotków nie różnią się liczbą gatunków i zakresem jej zmiany, która jest bardzo duża i podobna dla obu typów.

Powyższe cechy okresów „dominacyjnych” i „bezdominacyjnych” sprawiają, że akwaria z najwyższą średnią liczebnością wrotków obliczoną dla całego okresu badań należą z reguły do akwariów z przeważającym „dominacyjnym” typem struktury ilościowej zespołu wrotków (tab. II).

Wskaźnikiem określającym, czy liczebność wrotków w okresie badań utrzymuje się na mniej więcej stałym poziomie, tj. na poziomie średniej, czy też wyka-

zuje dużą zmienność w kolejnych próbach jest wskaźnik  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_{1,2,3} - \bar{x})^2}$

gdzie  $n$  – ilość serii prób,  $x_{1,2,3,\dots}$  – średnie z kolejnych prób,  $\bar{x}$  – średnia ze wszystkich serii prób. Wskaźnik ten = 1 wykazuje, że poszczególne ilości w kolejnych próbach wahają się przypadkowo dookoła średniej, > 1 wskazuje, że wahają się nieprzypadkowo, tzn. że różnice między poszczególnymi seriami prób są bardzo znaczne.

Średnia liczebność wrotków dla całego okresu badań (il. osob./próba), wskaźnik\*  $\sigma$  oraz najczęściej występujący typ struktury ilościowej zespołu wrotków dla poszczególnych akwariów

Average numbers of *Rotatoria* for the entire period of investigations (no. of individuals/sample), index  $\sigma$  and the type of quantitative composition of *Rotatoria* in community most frequently occurring for each of the aquaria

Tab. II

Nr akwarium No. of aquarium	Średnia ilość $\bar{x}$ Average number	Wskaźnik Index	Typ struktury ilościowej zespołu wrotków Type of quantitative composition of <i>Rotatoria</i> community
8	7,5	3,0	dominacyjny dominant
13	3,7	2,7	—**
1 11 4 12 9	3,4 2,4 1,3 0,6 0,5	1,0 1,0 6,5 1,3 1,8	dominacyjny dominant
5 2	0,39 0,28	2,1 2,2	—
10 3 6 7	0,24 0,16 0,11 0,09	1,8 1,3 2,0 2,3	bezdominacyjny non-dominant

\* patrz objaśnienie wskaźnika rozdz. IV  
see explanation of index — section IV

\*\* brak przewagi jednego typu struktury ilościowej  
absence of predominance of one type of quantitative composition

Akwaria z najwyższymi średnimi czyli z przewagą gatunków dominujących wykazują zarówno największe wskaźniki (tab. II) jak i najmniejsze (= 1). Najwyższe wskaźniki obrazują sytuacje, kiedy gatunki dominujące występują okresowo w dużych ilościach (największe odchylenia od średniej) (akwaria 8, 13, 4), zaś najmniejsze — kiedy gatunki dominujące występują stale w ilościach niewiele różniących się od średniej (akwaria 1, 11).



Na uwagę zasługuje fakt, że akwaria, które mają podobne wskaźniki i podobny przeważający typ struktury ilościowej zespołu wrotków, na ogół nie są do siebie podobne pod względem środowiskowym np. w grupie akwariów z najwyższym i najniższym wskaźnikiem, znajdują się obok siebie akwaria o różnym wieku i o różnych zmianach środowiskowych.

#### V. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WYSTĘPOWANIA POSZCZEGÓLNYCH GATUNKÓW

28 gatunków swobodnie pływających wrotków występujących w okresie badań w całej serii 13 akwariów dzieli się zależnie od częstości pojawu i poziomu liczebności na trzy grupy: gatunki dominujące, akcesoryczne i sporadyczne.

Częstość dominowania poszczególnych gatunków z grupy gatunków dominujących (dla wszystkich akwariów i całego okresu badań)

Frequency of dominance of certain species from the group of dominating species (for all aquaria and for the whole study period)

Tab. III

Gatunek Species	Ilość przypadków dominowania No. of instances of dominance
<i>Monostyla cornuta</i>	13
<i>Philodina citrina</i>	11
<i>Lepadella patella</i>	10
<i>Mytilina ventralis</i>	7
<i>Philodina megalotrocha</i>	4
<i>Rotaria rotatoria</i>	3
<i>Monostyla lunaris</i>	2
<i>Anureopsis fissa</i>	2
<i>Colurella uncinata bicuspidata*</i>	1
<i>Cephalodella gracilis*</i>	1
<i>Trichocerca bicristata*</i>	1

\* Ostatnie trzy gatunki są nietypowymi dominantami, na ogół występują jako gatunki akcesoryczne – ich jednorazowa dominacja ma charakter wyjątkowy

The last three species are non-typical dominants, and generally occur as accessory species – their single dominance is exceptional

Gatunki dominujące w ilości 8 (tab. III) charakteryzują się najczęstszym występowaniem w akwariach; najmniejsza ilość występująca w jednym akwarium wynosi 6 (tab. V). Najczęstszymi dominantami są trzy gatunki – *Monostyla cornuta*, *Philodina citrina* i *Lepadella patella* – typowe pospolite gatunki drobno-zbiornikowe. Występowanie tej grupy gatunków charakteryzuje się bardzo zmienną i nieregularną dynamiką liczebności, co wyraża się między innymi w największej różnicy między liczebnością maksymalną i minimalną dla każdego akwarium w okresie badań (tab. IV). Np. „pierwszy” dominant – *M. cornuta*

Maksymalne i minimalne ilości osobników na litr poszczególnych gatunków akwariowych  
dla poszczególnych akwariów w całym okresie badań

Maximum and minimum numbers of individuals in a litre of water of the various aquarium species,  
for each of the aquaria, and the whole study period

Tab. IV

Gatunek Species	Nr akwarium      No. of aquarium												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gatunki dominujące: Dominant species:													
<i>Monostyla cornuta</i>	20-3	19-3	12-3	88-3	148-3	20-3	8-3	3-3*	87-3	92-8	142-6	47-6	3550-6
<i>Philodina citrina</i>	923-3	8-3	5-3	568-3	3-3	20**	3	1604-3	20-3	9-3	142-6	30-6	12
<i>Lepadella patella</i>	67-3	106-3	12-12	71-3	118-3	8-3	16-3	-***	8-3	23-3	101-8	18-6	114-6
<i>Mytilina ventralis</i>	3	71-11	8-3	216-3	3-8	8	8-3	8-3	31-8	8-3	402-3	47-8	6
<i>Philodina megalotrocha</i>	3	30	62-3	3	20-8	3	3	121-3	8-3	16-3	34-6	59-6	-
<i>Rotaria rotatoria</i>	334-3	8-3	8-3	59-3	19-3	32-3	23-3	-	20-3	50-3	23-6	71-6	12-6
<i>Monostyla lunaris</i>	110-6	23-3	5-3	23-3	95-3	8	-	51	8-3	29-3	213-6	12-12	30-12
<i>Anureopsis fissa</i>	-	-	3	-	8	-	3	8	327	20-3	582-23	-	-
Gatunki akcesoryczne: Accessory species:													
<i>Trichocerca bicristata</i>	16-3	18	-	31-3	-	8	3-3	-	-	-	-	-	-
<i>Colurella colurus f. compressa</i>	-	-	-	-	-	32	8	50-3	12	-	-	-	-
<i>Testudinella patina</i>	11-3	12-3	-	-	3	3-3	3	-	8-3	3	6-6	-	-
<i>Trichocerca porcellus</i>	18-3	11-3	-	23-3	3-3	8-3	-	-	3-3	3	23-6	-	27-6
<i>Cephalodella gracilis</i>	-	3-3	9-4	19-3	3	-	8-3	3	11-3	-	6-6	106-6	18
<i>Notommata sp.</i>	-	3	28-3	11-3	3	8-3	11-3	3	11-3	8-3	12-8	18-6	6
<i>Colurella uncinata bicuspidata</i>	12-3	3	3-3	3-3	3-3	8	16-16	-	11-3	-	124-6	12-6	82-6

Gatunki sporadyczne: Sporadic species:													
<i>Adineta</i> sp.	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i>	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cephalodella gibba</i>	-	-	-	-	12-8	-	-	-	-	3-3	8	-	-
<i>Cephalodella forficula</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lecane luna</i>	11	3	6	-	32-12	-	3	-	-	-	-	-	6
<i>Lepadella ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	12-3	-	-	-
<i>Lepadella triptera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254-12	-	-
<i>Mytilina mucronata</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilina mucronata spinigera</i>	-	-	3	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
<i>Monostyla hamata</i>	-	-	-	12	-	-	-	8	-	-	-	-	-
<i>Monostyla quadridentata</i>	-	106	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monostyla bulla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3-3	-	-	-	-
<i>Testudinella elliptica</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3-3	-	-	-

\* - ilości są równe  
number are equal

\*\* - gatunek wystąpił jednorazowo  
species occurred once

\*\*\* - gatunek nie wystąpił wcale  
species did not occur at all

w akwarium 13 wykazuje różnice rzędu kilkuset osob./litr (maksymalna 3550 osob./litr – minimalna 6 osob./litr). Podobnie dużą różnicę wykazuje *Ph. citrina* (akw. 1, 4, 8). *Mytilina ventralis* (akw. 11), *Rotaria rotatoria* (akw. 1) *Anureopsis fissa* (akw. 11).

Duża zmienność liczebności tych gatunków powoduje, że zależnie od okresu i akwarium mogą one występować w bardzo dużych ilościach przewyższających znacznie poziom liczebności w naturalnych zbiornikach, bądź też dochodzić do niewielkich ilości charakterystycznych dla akwariowych gatunków akcesorycznych (patrz niżej) oraz dla występowania w naturalnych zbiornikach.

Gatunki akcesoryczne w liczbie 7 (tab. IV) charakteryzują się dość częstym występowaniem w akwariach (od 3 do 6 gatunków w poszczególnych akwariach, tab. V), jednak mniej powszechnym niż gatunki dominujące. W obrębie akwarium łowią się często, ale w niewielkich ilościach. Najpospolitsze z nich są trzy gatunki: *Notommata* sp., *Colurella uncinata bicuspidata* oraz *Cephalodella gracilis*.

Zakres zmienności liczebności tych gatunków jest o wiele mniejszy niż gatunków dominujących (tab. IV). Nie dochodzą, z bardzo nielicznymi wyjątkami, do tak dużych liczebności jak gatunki dominujące; ich poziom ilościowy jest mniej więcej jednakowy.

Gatunki sporadyczne w liczbie 13 (tab. IV) charakteryzują się występowaniem bardzo rzadkim tak w zakresie całej serii akwariów (maksymalna ilość 4 w jednym akwarium – tab. V) jak i w poszczególnych akwariach, gdzie łowią się jeden do dwóch razy jako pojedyncze egzemplarze.

Liczby gatunków z powyższych trzech grup wrotków akwariowych występujących w poszczególnym akwarium są różne (tab. V). Najmniejsze zróżnicowanie wykazują akwaria w zakresie występowania gatunków dominujących. Wszystkie akwaria posiadają większość z 8 gatunków dominujących z tym, że tylko część ich w danym akwarium dochodzi do dużych liczebności (tab. V). Część ta może być bardzo różna – od jednego do sześciu gatunków. Powoduje to duże zróżnicowanie akwariów w zakresie ilościowego występowania dominantów.

W grupie gatunków akcesorycznych i sporadycznych akwaria wykazują mniejsze zróżnicowanie w zakresie ich występowania ilościowego, gdyż jak to wyżej wspomniano, poziom ich liczebności jest mniej więcej jednakowy – za to wykazują większe zróżnicowanie w zakresie występowania jakościowego. Na ogólną ilość 7 gatunków akcesorycznych – w poszczególnych akwariach występuje od 3 do 6, zaś z 13 gatunków sporadycznych od 1 do 4 (tab. V).

Największe podobieństwo wykazują akwaria, jeśli chodzi o liczbę wszystkich gatunków. Liczba wszystkich gatunków wrotków występujących w poszczególnych akwariach waha się od 10 do 16 z najczęstszą 15 (tab. V).

## VI. ZALEŻNOŚĆ WYSTĘPOWANIA WROTKÓW OD WYSTĘPOWANIA ICH POKARMU

Literatura dotycząca wrotków podaje jako źródło ich pożywienia organiczny

abioseston, pierwotniaki i fitoplankton (Hyman 1951, Pennak 1953). Najprawdopodobniej większość z nich jest wszystkożernymi, jedynie wielkość jednorazowo pobranego kąska, odpowiadająca możliwościom ich aparatu wrotnego, może być podstawą ewentualnej wybiórczości.

Liczba gatunków z trzech grup\* występujących w poszczególnym akwarium

Number of species from three groups\* occurring in each of the aquarium

Tab. V

Nr akwarium No. of aquarium	Z grupy 8 gatunków dominujących From the group of 8 dominating species		Z grupy 7 gatunków akcesorycznych występuje: From the group of 7 accessory species the following occurs:	Z grupy 13 gatunków sporadycznych występuje: From the group of 13 sporadic species the following occurs:	Razem Total
	występuje: occurs:	dochodzi do dużej liczebności: attains large numbers:			
1	7	4	4	1	12
2	7	2	6	3	16
3	8	1	3	4	15
4	7	6	5	3	15
5	8	3	5	2	15
6	7	1	6	1	14
7	7	—	6	2	15
8	6	1	3	2	11
9	8	3	6	1	16
10	8	1	3	4	15
11	8	5	5	2	15
12	7	4	3	—	10
13	6	1	4	1	11

\* objaśnienie w rozdz. V

explanation in section V

Jakościowe obserwacje, jakie równoległe z obserwacją zespołu wrotków prowadzono w akwariach, a dotyczące masowych zakwitów planktonu pierwotniaczego, okrzemek, zielenic, a przede wszystkim stanu roślin wyższych mogą orientować o okresach obfitości pokarmu wrotków. Szczególnie okresy rozkładu roślin wyższych (*Callitriche* sp., *Lemna minor*, *Vallisneria spiralis*) oraz glonów nitkowatych obfitują w dużą ilość detritusu i stąd mogą dostarczać dobrych warunków dla rozwoju całej fauny wrotków.

Tabela VI przedstawia zależność występowania wrotków od okresów produkcji ich ewentualnego pokarmu w formie abiosestonu i fitoplanktonu.

Jako współwystępowanie przyjęto wypadki, kiedy okres rozkładu roślin lub masowego rozwoju fitoplanktonu występuje współcześnie lub w czasie poprzedzającym okres występowania wrotków.

Ilość okresów występowania wrotków oraz ilość okresów zwiększonej produkcji ich pokarmu

Number of periods of occurrence of *Rotatoria* and number of periods of increased production of their food

Tab. VI

Nr akwarium No. of aquarium	Ilość okresów występowania wrotków Number of pe- riods of occur- rence of <i>Rota- toria</i>	Abioseston ilość przypadków number of cases		Fitoplankton ilość przypadków number of cases	
		współwystę- powania co-occur- rence	braku współ- występowania absence of co-occurrence	współwystę- powania co-occur- rence	braku współ- występowania absence of co-occurrence
z okresami występowania wrotków with periods of occurrence of <i>Rotatoria</i>					
1	5	—	5	—	5
2	4	3	1	1	3
3	4	3	1	—	4
4	6	3	3	—	6
5	4	3	1	1	3
6	6	5	1	—	6
7	4	4	—	2	2
8	3	2	1	—	3
9	6	3	3	2	4
10	5	3	2	3	2
11	4	2	2	—	4
12	3	3	—	—	3
13	2	2	—	—	2
Razem Total	56	36	20	9	47

Korelacja przeprowadzona dla poszczególnego akwarium nie daje materiału porównawczego ze względu na nierówną, z reguły małą ilość wypadków masowego rozwoju pokarmu wrotków. Dlatego też wydaje się bardziej odpowiednie przeprowadzenie takiej korelacji dla całej serii akwariów.

Możemy założyć, że przy braku zależności między występowaniem wrotków a występowaniem ich pokarmu ilość przypadków współwystępowania powinna być równa ilości braku tego współwystępowania, czyli na 56 zaobserwowanych okresów występowania wrotków 28 powinno współwystępować z pokarmem, 28 zaś nie. Z danych empirycznych uzyskano dla abiosestonu: 36 przypadków współwystępowania z wrotkami, 20 — brak współwystępowania. Dla fitoplanktonu odpowiednio 9 i 47. Różnicę między danymi teoretycznymi i empirycznymi oceniono przy pomocy  $\chi^2$ . Dla abiosestonu  $\chi^2$  wynosi 4,6, co daje prawdopodobieństwo (dla 1 stopnia swobody)  $0,05 > P > 0,02$ . Przyjmując jako wartość graniczną  $P = 0,05$ , możemy

stwierdzić, że istnieje pewna zależność występowania wrotków od występowania abiosestonu. Dla fitoplanktonu  $X^2 = 31,8$  co daje (dla 1 stopnia swobody)  $0,001 \gg P$ . Wskazuje to na zupełną niezależność rozwoju fitoplanktonu i wrotków.

#### VII. WYNIKI INTRODUKCJI DO AKWARIÓW WROTKÓW PLANKTONOWYCH ORAZ ROŚLIN

Część okresów występowania wrotków jest następstwem zmiany środowiska akwarium, spowodowanej wprowadzeniem roślin i planktonu. Wyróżnienie takiego okresu „indukowanego” występowania oparto na następstwie w czasie po danej introdukcji oraz na charakterze zespołu wrotków występujących w tym okresie (na udziale gatunków nowych). Introdukcji dokonywano zawsze materiałem z tego samego źródła i w podobnych ilościach.

Okresy „indukowanego” występowania wrotków nie różnią się zasadniczo od okresów ich naturalnego występowania w akwariach w tym znaczeniu, że i w jednych i w drugich występują głównie gatunki wrotków scharakteryzowane jako akwariowe (szczególnie gatunki akwariowe z grupy dominantów) nawet i w tych wypadkach, gdy zabiegiem jest introdukcja nowych gatunków wrotków. Średnia liczba gatunków wrotków akwariowych występujących po wprowadzeniu roślin i planktonu wynosi odpowiednio 5, 4 i 7 (tab. VII, VIII). Różnica między obiema średnimi jest realną statystycznie ( $P = 0,02$ ) i dowodzi, że wprowadzenie roślin powoduje wystąpienie większej liczby gatunków wrotków niż wprowadzenie plan-

Liczba gatunków wrotków akwariowych występujących po wprowadzeniu roślin do akwariów  
Number of species of aquarium *Rotatoria* occurring after introduction of plants to aquaria

Tab. VII

Kolejna introdukcja roślin Successive introduction of plants	Ilość akwariów No. of aquaria	Liczba gatunków wrotków po wprowadzeniu roślin w kolejnych akwariach No. of <i>Rotatoria</i> species after introduction of plants in successive aquaria
1	3	1, 4, 6
2	1	9
3	10	0, 2, 4, 6, 6, 7, 9, 9, 9, 10
4	9	0, 1, 3, 3, 6, 6, 7, 8, 11
5	1	7
6	7	2, 3, 4, 4, 4, 6, 10
		Średnia 5,4 Average

ktonu. Jest to prawdopodobnie związane z intensywniejszą produkcją detritusu w okresie po wprowadzeniu roślin (*Callitriche* sp., *Myriophyllum* sp., *Ceratophyllum* sp.), jako że rośliny pochodzące z naturalnych zbiorników nie utrzymują się w akwarium i po krótszym lub dłuższym okresie rozkładają się, zaś masa detri-

tusu pochodząca z wprowadzonego planktonu jest, sądząc po mniejszej liczbie gatunków wrotków, mniejsza.

Liczba gatunków wrotków występujących po wprowadzeniu planktonu do akwariów  
No. of *Rotatoria* species occurring after introduction of plankton to aquaria

Tab. VIII

Kolejne wprowadzenie planktonu	ilość akwariów	Liczba gatunków wrotków planktonowych wprowadzanych	Liczba gatunków wrotków No. of species <i>Rotatoria</i> planktonowych   akwariowych of plankton   of aquarium	
Successive introduction of plankton	No. of aquaria	Number of species of plankton <i>Rotatoria</i> introduced	po wprowadzeniu planktonu w kolejnych akwariach after introduction of plankton in successive aquaria	
1	2	15	2, 2	7, 7
2	2	9	2, 0	0, 6
3	2	9	0, 0	4, 4
4	5	9	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 2, 3, 6
5	3	10	0, 0, 1	4, 5, 6
6	6	3*	0, 1, 1, 1, 1, 2	0, 2, 3, 4, 7
7	4	9	1, 1, 1, 2	1, 3, 5, 8
				Średnia 3,7 Average

\* głównie wprowadzono gatunek *Anureopsis fissa*, występujący w akwariach niezależnie od introdukcji

species *Anureopsis fissa* chiefly introduced, which occurs in the aquaria regardless of introduction

Obok gatunków akwariowych, w okresach indukowanego występowania wrotków, występują również niekiedy nowe gatunki wrotków.

Nie było możliwe dokładne przeanalizowanie wprowadzonego materiału roślinnego pod kątem obecności gatunków wrotków wprowadzanych razem z roślinnością. Jednak przejściowe występowanie bardzo sporadyczne i w pojedynczych okazach takich gatunków jak *Collotheca ornata* (gatunek należący do grupy wrotków osiadłych na twardych podłożach), *Euchlanis dilatata*, *Epiphanes senta*, *Limnias ceratophylli* (gatunek osiadły), *Scaridium longicaudum*, *Trichotria tetractis* świadczy, że są to gatunki wprowadzane razem z roślinnością.

Są to gatunki wrotków litoralowych, których charakter ekologiczny jest na ogół zbliżony do charakteru gatunków trwale występujących w akwariach, jednak w środowisku akwaryjnym nie utrzymują się (poza jednym wyjątkiem – patrz niżej). Łowią się tylko zaraz po wprowadzeniu, co wskazuje, że są to osobniki wpuszczane a nie urodzone w akwariach.

Jedynym gatunkiem, co do którego istnieje uzasadnione przypuszczenie, że pochodzi z introdukcji roślin i trwale utrzymuje się w akwariach, jest *Mytilina*



*ventralis*. Równoczesność jego pojawu w 4 akwariach po wprowadzeniu tych samych roślin pozwala przypuszczać, że gatunek ten wprowadzono razem z roślinami, lub (co jest mniej prawdopodobne), że w okresie po wprowadzeniu roślin gatunek ten otrzymał sprzyjające warunki rozwoju. W niektórych akwariach gatunek ten występuje od razu w dużych ilościach, tak że nawet zajmuje miejsce jednego z gatunków dominujących (akwaria 2, 4, 11), lub akcesorycznych (akwaria 6, 7), w innych rozwija się intensywnie dopiero w dalszym okresie (tab. IX).

Występowanie wprowadzonego do akwarium gatunku *Mytilina ventralis* w okresie od wprowadzenia (22.IX.54) do zakończenia badań (V.55)

Occurrence of species *Mytilina ventralis* introduced into aquarium during the period following introduction (22.IX.54)

Tab. IX

Nr akwarium No. of aquarium	Charakter występowania w zespole wrotków Character of occurrence in the community of <i>Rotatoria</i>	
	po wprowadzeniu after introduction	w późniejszym okresie at a later period
2	dominant	nie spotykany not encountered
3	nie spotykany not encountered	akcesoryczny accessory
4	dominant	akcesoryczny accessory
5	akcesoryczny accessory	akcesoryczny accessory
7	akcesoryczny accessory	nie spotykany not encountered
9	nie spotykany not encountered	akcesoryczny accessory → dominant
10	nie spotykany not encountered	akcesoryczny accessory
11	dominant	akcesoryczny accessory
12	nie spotykany not encountered	dominant

Zauważa się pewną przeciwstawność odnośnie akwariów, w których gatunek ten występuje od razu w znacznych ilościach, względem tych akwariów, gdzie on występuje bądź w nieznacznych ilościach, bądź nie pojawia się wcale. W pierwszej grupie akwariów gatunek ten ustępuje w późniejszym okresie – z roli dominanta schodzi do roli gatunku akcesorycznego, lub nie łączy się w ogóle (akwaria 2, 4, 11). W akwariach, gdzie gatunek ten po wprowadzeniu występuje w małych ilościach, bądź w ogóle jest niespotykany, w dalszych okresach rozwija się

intensywnie (akwaria 3, 9, 10, 12). Jedynie w akwarium 5 gatunek ten utrzymuje się w niewielkich ilościach w ciągu całego okresu.

Gatunek *Mytilina ventralis* jest gatunkiem o podobnej ekologii co gatunki akwaryjne lub gatunki przypadkowo wprowadzone razem z roślinami. Jest również podobnego pochodzenia co te ostatnie. Zwraca uwagę fakt, że tylko on jeden został aklimatyzowany w środowisku akwarium tak dalece, jak to można prześledzić w czasie badań.

Najliczniejsze były próby aklimatyzacji różnych gatunków planktonowych pochodzących z podwarszawskich drobnych zbiorników o charakterze na ogół zarosniętych stawów. Plankton tych zbiorników łowiono siatką tak długo, by otrzymać możliwie duże zagęszczenie, po czym wpuszczano do akwariów w jednakowej ilości. Przed wprowadzeniem do akwarium oznaczano gatunki oraz ich ilości (z reguły dochodzące do kilkuset), w objętości 250 ml wody dolewanej do akwarium. We wszystkich wypadkach był to typowy drobnozbiornikowy plankton wrotkowy wiosenny złożony z najpospolitszych gatunków.

Większość tych gatunków nie jest w ogóle znajdowana w akwariach po wprowadzeniu (tab. VIII) nawet po kilku dniach od chwili wprowadzenia. Stosunek ilości wpuszczonych i łowionych do wpuszczonych a nie łowionych jest znikomą małą. Gatunki wprowadzone łowią się tylko niedługo po wprowadzeniu i tylko po pewnych introdukcjach w pojedynczych ilościach, co dowodzi, że są to osobniki wprowadzone, a nie urodzone w akwarium.

Eliminacja gatunków planktonowych wynika z nieprzydatności tego typu środowiska, jakim jest akwarium, które to środowisko nie mieści się w ramach tolerancji ekologicznej gatunku typowo planktonowego.

Podczas introdukcji gatunków planktonowych wprowadzano również gatunki litoralowe typowo występujące w akwarium, a nawet niekiedy należące do grupy dominantów. Są to *Anureopsis fissa*, *Colurella colurus* f. *compressa*, *Monostyla lunaris*, *Rotaria rotatoria* i inne należące do gatunków sporadycznych w akwariach.

Do akwarium 6 wprowadzono dwukrotnie dwa gatunki typowo akwariowe: *Monostyla lunaris* i *Colurella colurus* f. *compressa*. Jednak bezpośrednio po wprowadzeniu nie obserwuje się żadnego z tych gatunków, mimo że oba gatunki występowały w tym akwarium wcześniej (*C. colurus* f. *compressa* nawet dość licznie). A zatem środowisko tego akwarium nie stanowi jakiejś bariery ekologicznej dla tych gatunków (jak dla planktonowych). Należy dodać, że gatunki te nie były łapane w żadnym z dalszych okresów. Można przypuścić, że zmienność środowiska akwariowego poszła w kierunku trwałej eliminacji tych gatunków.

Do akwarium 10 wprowadzono ten sam plankton co wyżej. Również i w tym akwarium gatunek *M. lunaris*, mimo że spotykany wcześniej nie występuje po wprowadzeniu. Jedynie zaaklimatyzowany (w tym akwarium) można uważać *C. colurus* f. *compressa*, który łapie się zaraz po wprowadzeniu, ale intensywnie rozwija się w półtora miesiąca później.

Gatunek *Anureopsis fissa* jest jedynym gatunkiem prawdziwie planktonowym (heleoplankton) i jednocześnie akwariowym. Wrotek ten między innymi występował w akwariach 2, 5 w okresie „młodości” tych akwariów. Gatunek ten wprowadzo-

no w dużych ilościach do kilku akwariów. Mimo tego nie utrzymuje się dłużej, łapie się zaś w niewielkich ilościach zaraz po wpuszczeniu.

Gatunek *Rotaria rotatoria* jest gatunkiem chętnie wybierającym środowisko o małej zawartości tlenu, gnilne, zanieczyszczone, obfitujące w szczątki organiczne (Pawłowski 1958); jest to gatunek bakteriożerny, występujący bardzo licznie w nalewkach sianowych razem z *Paramecium caudatum*. Sporadycznie, a niekiedy i w dość dużych ilościach występuje on również w akwariach. Masowo został wprowadzony do 7 akwariów jednorazowo, razem z gnijącymi szczątkami roślin. Większość tych akwariów po wprowadzeniu gnijących roślin przeszła proces gnilny. W tym okresie występowała masowo fauna pierwotniacza: *Paramecium*, *Haltheria*, *Stentor*, *Rotaria rotatoria* mimo wprowadzenia w dużych ilościach nie występuje licznie w tym okresie. Przeważnie występuje w pojedynczych okazach. Jedynie w dwu akwariach występuje w kilkunastu okazach (w próbach z tego okresu). We wszystkich tych akwariach gatunek ten występował już wcześniej.

#### VIII. PODSUMOWANIE WYNIKÓW

1. Występowanie wrotków swobodnie pływających w środowisku akwariowym jest bardzo nieregularne, tzn. wrotki występują tylko w niektórych wyraźnie oddzielonych okresach w bardzo różnym składzie jakościowym i ilościowym.

2. Stwierdzono występowanie 28 gatunków wrotków utrzymujących się mniej więcej trwale w środowisku akwariowym. Są to gatunki kosmopolityczne i eurytopowe, charakterystyczne dla drobnych zbiorników i innych środowisk wodnych związanych z roślinnością i detritusem. Wyjątkiem jest gatunek *Anureopsis fissa* – składnik heleoplanktonu.

3. Charakter występowania w akwariach 28 gatunków akwariowych jest różny. Zależnie od stopnia częstości pojawu i liczebności oraz tendencji do masowego rozwoju wyróżniono trzy grupy gatunków – dominujące, akcesoryczne i sporadyczne.

4. Gatunki dominujące wykazują wyższą liczebność w środowisku akwariowym niż w naturalnych zbiornikach, jak też tendencję do masowego rozwoju, czego nie spotyka się na ogół w ich środowiskach naturalnych.

5. Okresy występowania zespołu wrotków różnią się strukturą ilościową; wyróżniono strukturę dominacyjną i bezdominacyjną. Wykazano, że okresy o strukturze dominacyjnej są dłuższe i posiadają większą ogólną liczebność wrotków.

6. Okresy „dominacyjne” i „bezdominacyjne” nie różnią się liczbą występujących gatunków, co prawdopodobnie świadczy, że rozwój poszczególnych gatunków jest od siebie niezależny.

7. Największe średnie ilości wrotków dla całego okresu badań posiadają akwaria z przewagą gatunków dominujących, które mogą występować bądź okresowo w dużych ilościach, silnie różniących się od średniej,  $\left(\frac{\sigma}{\bar{n}} > 1\right)$  bądź stale w ilościach około średniej  $\left(\frac{\sigma}{\bar{x}} = 1\right)$ .

8. Stwierdzono pozytywną korelację między okresami występowania wrotków a okresami produkcji abiosestonu, zaś negatywną między wrotkami a fitoplanktonem. Świadczy to, że abioseston jest głównym źródłem pokarmu wrotków.

9. Dokonano kilkakrotnie prób aklimatyzacji nowych gatunków wrotków. Stwierdzono całkowitą eliminację gatunków planktonowych, dla których akwarium nie jest środowiskiem zbliżonym do naturalnego, oraz częściową eliminację gatunków litoralowych, z których jedynie jeden – *Mytilina ventralis* – został trwale aklimatyzowany w faunie akwariowej.

10. Wprowadzenie roślin wyższych powoduje na ogół okresowy rozwój gatunków akwariowych. Liczba jak i liczebność gatunków po wprowadzeniu roślin są na ogół wyższe niż po wprowadzeniu zagęszczonego planktonu. Decyduje tu prawdopodobnie masa wyprodukowanego detritusu powstałego w wyniku rozkładu wprowadzanych roślin.

11. Obserwacje innych gatunków zooplanktonowanych występujących w akwariach jak też fitoplanktonu oraz roślin wyższych wykazują również nieregularność występowania i skłonność do sporadycznego masowego rozwoju.

12. Nieregularność występowania poszczególnych składników biocenozy akwariowej wydaje się być odbiciem wysokiej astatyczności środowiska akwariowego jak też wynikiem niezrównoważenia biocenotycznego akwarium, spowodowanego małą i przypadkową liczbą gatunków tworzących biocenozę.

13. Szeroka tolerancja ekologiczna czyli eurytopowość akwariowych gatunków wrotków powoduje, że mogą one utrzymać się w środowisku izolowanego, astatycznego zbiornika akwariowego. Jednak nieudane próby z aklimatyzacją gatunków o ekologii pokrewnej do gatunków akwariowych świadczą, że nie wszystkie gatunki litoralowe nadają się do hodowli akwariowej.

14. Powyższe fakty wydają się wskazywać, że w akwariach występuje mniej więcej stały zestaw gatunków, której trzon stanowi grupa dominujących. Nieregularna zmienność środowiska akwariowego modeluje faunę akwariową, łącząc poszczególne gatunki w różne kombinacje i struktury ilościowe, zależnie od aktualnego stanu środowiska, czyli od aktualnych warunków akwariowych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Bartoś, E. 1959 – Fauna ČSR Višniči – Praha.
2. Hyman, L. 1951 – *Acanthocephala, Aschelminthes and Entoprocta* (The Invertebrata 3) – New York.
3. Kulamowicz, A. 1956 – Badania nad wrotkami planktonowymi stawów rybnych w Żerominie pod Łodzią – Łódz. Tow. Nauk. 42.
4. Pawłowski, L. 1958 – Wrotki (*Rotatoria*) rzeki Grabi, cz. I, faunistyczna – Łódz. Tow. Nauk. 50.
5. Pennak, R. 1953 – *Freshwater Invertebrata of the United States* – New York.
6. Voight, M. 1957 – *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas* – Berlin.
7. Wiszniewski, J. 1953 – Fauna wrotków Polski i rejonów przyległych – Pol. Arch. Hydrob. 1.
8. Wiszniewski, J. 1954 – Matériaux relatifs à la nomenclature et la bibliographie des Rotifères – Pol. Arch. Hydrob. 2.

## THE CHARACTER OF OCCURRENCE OF FREE-SWIMMING *ROTATORIA* BRED IN AQUARIA

### Summary

Observations were made over a period of approximately sixteen months of the occurrence of free-swimming *Rotatoria* in a series of 13 aquaria, containing either 15 or 8 litres of water, with a natural bottom and freely developing green vegetation. Every 10–20 days 12–18 samples of water, of 15 ml. each, were taken from the aquaria, the samples then being condensed on a centrifugal separator. A list of the number of samples taken from each aquarium is given in Section 2.

The aquaria were subjected to different numbers of operations aimed at acclimatising new species of *Rotatoria* and plants (Fig. 1).

During the study period, it was found that 28 species of free-swimming *Rotatoria* occur constantly (Section III). The great majority of these belong to common but sparsely occurring species characteristic of the littoral of waters, especially of small pools with luxuriant vegetation and abundant vegetable detritus. An exception to this is formed by *Anureopsis fissa* – an element of heleoplankton. In addition, the occurrence was confirmed of 12 other species (Section III) introduced artificially into the aquaria together with plants and plankton.

The occurrence of *Rotatoria* in the habitat is characterised by great irregularity, taking the form of irregular periods of occurrence (Fig. 1). These periods are either natural, spontaneous or induced – as the result of introduction of plants or plankton into the aquarium. The relation of periods of natural occurrence of *Rotatoria* to induced occurrence is different in each aquarium (Fig. 1).

Periods of occurrence of *Rotatoria* differ as to the quantitative composition of the community. A „dominating” composition was differentiated (1 or 2 species form 50–70% of the total quantities in a given period) and „non-dominating”. It was found that „dominating” periods have a greater number of *Rotatoria* and last longer (Table I) than the „non-dominating” periods. Neither type of period differs as to the number of species occurring (average number of species 6.8 and 7.1).

Aquaria with a predominance of the „dominating” type of *Rotatoria* community possess the greatest average numbers of *Rotatoria* for the whole study period. Dominating species may occur either periodically in large numbers, differing sharply from the average ( $\frac{\sigma}{x} > 1$ ), or constantly in numbers approximately the same as the average ( $\frac{\sigma}{x} = 1$ ).

Eight dominating species were differentiated, most frequently encountered in samples, and possessing in general a higher quantitative level, with a tendency to sudden changes (Table III and IV); seven accessory species – less frequently encountered but with  $\pm$  even low quantitative level; thirteen sporadic species – characterised by the very rare occurrence of single specimens. A description is given of the various aquaria from the aspect of the number of species occurring from the above three groups (Table V).

The positive correlation was established between periods of occurrence of *Rotatoria* and periods of production of abioseston in the aquarium habitat, during the decay of plants and algae. This confirms the assumption that *Rotatoria* are detritus-eating (Table VI).

In the majority of cases in which condensed plankton or vegetation from natural waters were introduced into the aquaria, a periodical development of aquarium *Rotatoria* was brought about. The number of species of aquarium *Rotatoria* occurring after the introduction of plants is statistically higher than that after the introduction of condensed plankton (Table VII and VIII). Most probably the mass of detritus produced as the result of decay of plants introduced is a contributory cause.

Together with plants, species of *Rotatoria* were introduced of a similar ecological character to the aquarium species, i.e. littoral, small pool species. These species, however, with one exception, did not survive in the aquarium habitat.

The elimination of the plankton species occurring in great quantities in the open water of small pools, and which were transferred to the aquaria en masse, is complete. A fundamental factor in this elimination is the complete difference of the aquarium habitat from the water habitat of small natural pools, which are the home of heleoplankton species.

When introducing plankton to the aquarium, introduction was also made of species already occurring in an aquarium, in certain cases in large numbers. The fact is worthy of note that in general, after introduction, development of these species failed to take place, as though the difference in the aquarium habitat tended to the permanent elimination of these species.

The variable and irregular character of the occurrence of *Rotatoria* in an aquarium habitat indicates the great astatic character of this isolated „small” water reservoir. This astatic character does not, however, exclude the possibility of the development of certain species of littoral *Rotatoria*, for which the aquarium forms to a certain extent a related natural habitat. There are eurytopic cosmopolitan species. In the case of certain species differentiated as dominant, the aquarium habitat creates the possibility of occurrence in greater average numbers and with a stronger tendency to mass development than in a natural habitat.