

ŁUCJA KRZECZKOWSKA-WOŁOSZYN, HALINA BUCKA

Głony rzeki Soły na odcinku Rajcza-Porąbka

Algae from river Soła in the sector Rajcza-Porąbka

Mémoire présenté le 7 Octobre 1968 dans la séance de la Commission Biologique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

Abstract — Plant communities of the periphyton and plankton of the river Soła, Żywiec district, were investigated from the qualitative and quantitative points of view. Simultaneously, the approximate surfaces of algae were approximately calculated. In general the greatest numbers of specimens and surfaces of cells were counted for diatoms, large numbers and large surfaces for filamentous green algae, and small surfaces for small protococous algae, even though their numbers were great. It seems that the tedious calculation of algal biomass can be replaced by an easier and quicker calculation of their surface which in a certain measure can give some idea as to the size of production in the water bodies.

Badania prowadzono w rzece Sole, prawobrzeżnym dopływie Wisły, oraz Koszarawie, największym dopływie Soły (powiat żywiecki, województwo krakowskie).

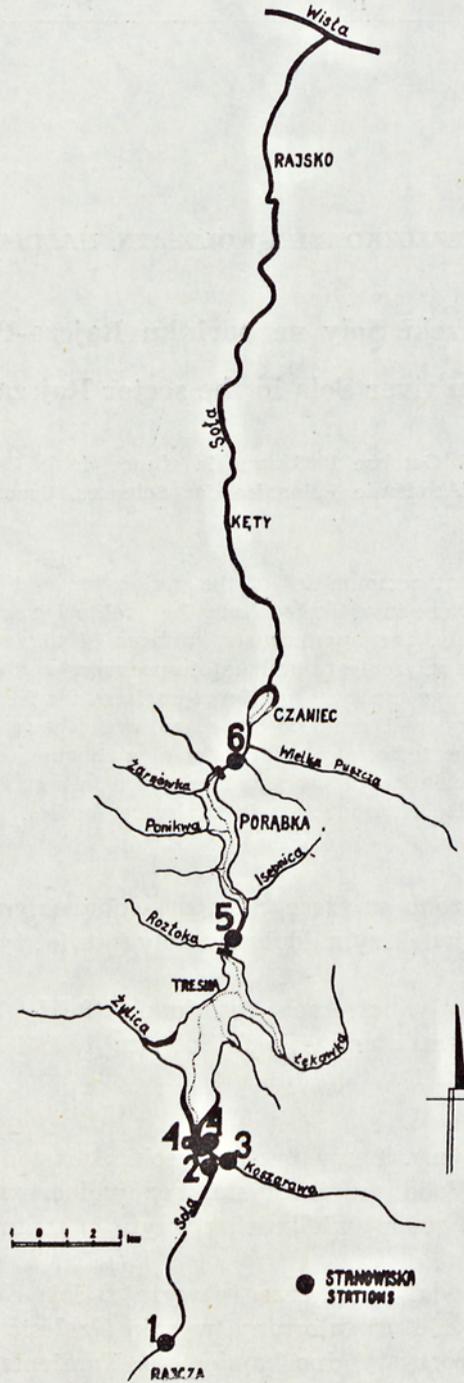
Próby pobierano w czterech terminach (9 III, 14 VI, 6 IX, 6 XI) w 1967 roku na sześciu stanowiskach Soły (nr 1, 2, 4, 4a, 5, 6) i jednym Koszarawy (nr 3) (ryc. 1).

Stanowiska:

1 — Soła w Rajczy. Lewy brzeg wysoki, zalesiony (świerk), prawy niski, odsłonięty. Woda przezroczysta, bez widocznych zanieczyszczeń. Na dnie kamienie o różnej wielkości, pokryte brunatnym nalotem i nitkami glonów.

2 — Soła w Żywcu. Lewy brzeg powyżej ujścia Koszarawy uregulowany, niski; prawy nie uregulowany, wysoki i zalesiony (sosna, świerk). Woda prawie przezroczysta, dno kamieniste. Kamienie z mulistym nalotem, porośnięte glonami (miejscami *Cladophora*).

3 — Koszarawa w Żywcu, przed ujściem do Soły. Lewy brzeg wysoki, zalesiony (sosna, świerk), prawy niski, przeważnie porośnięty trawą lub po-



Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk na badanym odcinku Soly
 Fig. 1. Distribution of stations on the investigated sector of the river Solka

jedynczymi krzewami i drzewami liściastymi. Woda o małej przezroczystości. Dno kamieniste. Kamienie przybrzeżne obficie obłożone rdzawym nalotem; kamienie z nurtu zazwyczaj z nalotami barwy sino-oliwkowej.

4 — Soła w Żywcu, prawy brzeg, poniżej mostu drogowego (cofka zbiornika w Tresnej). Woda o małej przezroczystości. Dno kamienisto-żwirowe, z grubą żelazistą okładziną, obfitującą w bakterie i okrzemki.

4a — Soła w Żywcu, lewy brzeg, naprzeciw stanowiska 4. Oprócz innych glonów, widoczne liczne, kłaczkowate skupienia *Sphaerotilus natans*.

5 — Soła, kilkaset metrów poniżej zapory w Tresnej. W związku z regulacją rzeki na tym odcinku, koryto stale naruszane, woda mętna, o zmiennym poziomie. Dno kamienisto-żwirowe; kamienie częściowo porośnięte zielonymi, nitkowatymi glonami.

6 — Soła, kilkaset metrów poniżej zapory w Porąbce. Dno również kamienisto-żwirowe. Brzegi uregulowane; wśród glonów porastających kamienie, bardzo częsta *Cladophora*.

Głony Soły i jej dopływów były badane uprzednio w 1955 roku (M u s i a ł i inni 1958) oraz w latach 1958 i 1959 (W a s y l i k 1965).

Hydrobiologiczną charakterystykę rzeki Soły i jej dopływów podała B o m b ó w n a (1960), gleboznawczą i geologiczną P a s t e r n a k (1960); badania ichtologiczne prowadzili S o l e w s k i (1960 a, b) i K l i m c z y k (1965).

Składamy serdeczne podziękowanie panu prof. drowi K a r o l o w i S t a r m a c h o w i oraz pani doc. dr J a d w i d z e S i e m i ń s k i e j za krytyczne przejrzanie tekstu i życzliwe rady.

Metody pracy

Próby peryfitonu zmywano z kamieni zbieranych do tej samej kuwety. Dla orientacji zmierzono jednorazowo ich objętość, wynoszącą 0,5 dcm³. Głony z kamieni zmywano szczoteczką, zawsze do 50 ml wody, i utrwalano formaliną.

Do badania planktonu pobierano z nurtu (głębokość do około 70 cm) 1 litr wody, który zadawano płynem L u g o l a, według U t e r m ö h l a. Po 10-dniowym osadzeniu w słojach, odlewarowywano płyn znad osadu do mniejszej objętości, dobierając odpowiednie rozcieńczenie do ilości okazów.

Przy analizie mikroskopowej peryfitonu i planktonu stosowano tę samą metodę. Skład jakościowy ustalano przeglądając wiele preparatów. Do oznaczenia okrzemek przeznaczano część próby, którą zadawano mieszaniną stężonego kwasu siarkowego i nasyconego wodnego roztworu dwuchromianu potasu w proporcji 3 : 1. Stosunki ilościowe ujęto przez liczenie okazów za pomocą okularu z siatką, traktując jednakowo pojedyncze

Tabela I. Skład jakościowy peryfitonu i planktonu w 1967 r.
 Cyfry 1, 2, 3, 4, 4a, 5, 6 oznaczają badane stanowiska, + oznacza występowanie poszczególnych taksonów

Table I. Qualitative composition of periphyton and plankton in 1967.
 Numbers 1, 2, 3, 4, 4a, 5, 6 denote the investigated stations, + denotes the occurrence of particular taxons

Data - Date	P e r i p h y t o n						P l a n k t o n																	
	9.III.		14.VI.		6.IX.		6.XI.		9.III.		14.VI.		6.IX.		6.XI.									
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Cladotrix sp.																								
Leptotrix																								
Sphaerotiropis natans Kütz.																								
Rhizotrypa n. det.																								
Atractotrypa sp.																								
Chromococcus sp.																								
Luticola sp.																								
Microspora glauca (Ehr.) Næg.																								
- tenuissima Lemm.																								
Oscillatoria limnetica Lemm.																								
- tenuis Ag.																								
Oscillatoria sp. div.																								
Oscillatoriaceae																								
Rhododerma sp.																								
Cyanophyceae n. det.																								
Euglena sp.																								
Trachelomonas granulata Swir. em. Deffl.																								
- hispida (Perty) Stein																								
- planctonica Swir.																								
- verrucosa Stokes																								
- volvocina Ehr.																								
Trachelomonas sp.																								
Phacus sp.																								
Euglenophyceae n. det.																								
Flagellata achromatica																								
Peridinium inconspicuum Lemm.																								
Peridinium sp.																								
Cryptomonas sp.																								
Cryptophyceae n. det.																								
Tribonema sp.																								
Dinobryon divergens Imh.																								
- suecicum Lemm.																								
Kephyrion sp. div.																								
Ochromonas sp.																								
Achnanthes linearis (W. Sm.) Grun.																								
Achnanthes n. det.																								
Achnanthes sp. Kütz.																								
Ampicx ovals Kütz.																								
Ampicx pediculus Kütz.																								
Ampicx sp.																								

Cladophora sp.
 Coelastrum castricum Archer
 - microporum Hdg. Ehr.
 - Pseudocladum Schill.
 Crucigata sp. onolata (Uemm.) Schmidt
 - tetraedra (Kirch.) West and West
 Dactylophaerium Ehrenbergianum Hdg.
 - pulchellum Wood
 Didymocystis sp.
 Elakototrix viridis (Snow) Printz
 Kirchneriella sp.
 Lagerheimia ciliata (Lag.) Chodat
 - citrifomis (Snow) G.M. Smith
 Microspora sp.
 Nephrochlamys Willemsa (Printz) Korsik.
 Oedogonium sp.
 Pandorina norum (Müll.) Bory
 Pedicellula boryanum (Turp.) Menegh.
 - duplex Meyen
 - obtusum Lucka
 - tetras (Ehr.) Ralfs var. tetraodon
 (Corda) Rbh.
 Protococcus viridis C.A. Agardh
 Pyrobolus sp.
 Scenedesmus acuminatus (Lagerh.) Chod.
 - acutiformis Schröder
 - acutus Meyen
 - denticulatus Kirchner
 - eocanis (Ralfs) Chod.
 - granulatus W. et G.S. West
 - obliquus (Turp.) Kütz.
 - opediansis Licht.
 - quadratus Chod.
 - tuberculatus Chod.
 Scenedesmus sp. div.
 Schroederia sp.
 Skiffoclonium sp.
 Tetradiron caudatum Corda Hantsgling
 - minimum (A.Br.) Hantsgling
 Ulothrix sp.
 Westella botryoides (W. West) de
 Wildemann
 - linearis G. M. Smith
 Closterium aciculare Turfen West
 - Ehrenbergii Menegh.
 - moniliferum (Bory) Ehr.
 Closterium sp. div.
 Cosmarium botrytis Menegh.
 - subarenatum Hantsch.
 - tumidum Lund.
 Cosmarium sp. div.
 Spirogyra sp.
 Staurostrum altermans Bréb.
 Staurostrum sp. div.
 Chlorophyceae n. det.
 Asterothrix rhaphidoides (Reinsch)
 Printz
 Leptomitus sp.
 Fungi n. det.

komórki, kolonie i nici. Z każdej próby sporządzano dwa preparaty, biorąc kroplę o objętości 0,05 ml. W każdym preparacie liczono wszystkie glony w obrębie 20 siatek.

Równocześnie, za radą prof. S t a r m a c h a, podjęto próbę zastąpienia obliczeń biomasy przedstawieniem przybliżonej powierzchni glonów, którą można łatwo zmierzyć, odnosząc ją do znanej powierzchni kwadratów siatki, i umownie mnożyć przez 2.

Peryfiton

Głównym składnikiem peryfitonu były *Bacillariophyceae* z rodzajami: *Cymbella*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Nitzschia*, *Diatoma*, i *Ceratoneis*. Z reguły występowały one bardzo licznie; w listopadzie obserwowano masowy ich pojaw na wszystkich stanowiskach (tabela I, II). Dla tej grupy glonów zmierzono też największe powierzchnie (tabela II).

Po okrzemkach najliczniejsze były zielenice. Szczególnie obficie notowano je w czerwcu (stanowisko 6) i w listopadzie (stanowisko 5). W grę wchodziły nitkowate formy z rodzajów: *Cladophora*, *Oedogonium*, *Ulothrix* i *Stigeoclonium*. Pozostałe gatunki nie miały na ogół ilościowego znaczenia, z wyjątkiem *Westella botryoides*, która wystąpiła licznie w marcu na stanowisku 4.

Powierzchnie zielenic były duże, zwłaszcza w próbach obfitujących w formy nitkowate o dużych wymiarach; niekiedy dorównywały powierzchniom znacznie liczniejszych od nich okrzemek.

Cyanophyta obserwowano najliczniej w czerwcu, głównie na stanowiskach 3 i 4a. Dominowała rodzina *Oscillatoriaceae*, szczególnie rodzaje *Oscillatoria*, *Phormidium* i *Lyngbya*.

Analogicznie z liczebnością, także ich powierzchnie były w tych okresach duże, czasem znacznie większe od powierzchni pozostałych glonów.

Euglenophyta, zwłaszcza *Trachelomonas*, znajdowano dosyć licznie na niektórych stanowiskach w marcu i czerwcu. Ich powierzchnie, podobnie jak ilości, były małe.

Gatunki pozostałych grup (*Xanthophyceae* i *Chrysophyceae*) notowano sporadycznie.

Plankton

Dominującą grupą na wszystkich stanowiskach były zawsze *Bacillariophyceae* (tabela II i III). Najczęściej spotykano rodzaje: *Gomphonema*, *Diatoma*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Fragilaria*, *Achnanthes* i *Cyclotella*. W poszczególnych terminach obserwowano jednak zmiany w składzie i ilościach dominantów. Tak np. na stanowisku 4 na wiosnę przeważały

gatunki z rodzaju *Gomphonema*, w lecie z rodzajów *Gomphonema* i *Achnanthes*, a jesienią *Nitzschia* i *Cymbella*. Ilości ich były najmniejsze w marcu, największe w listopadzie.

Największe powierzchnie miały także okrzemki (tabela III). Wyjątkowo na stanowisku 5, większe lub podobne do nich powierzchnie stwierdzono dla innych glonów, jak np. zielenic (*Ulothrix*) lub sinic (*Oscillatoria*) w związku z liczniejszym ich występowaniem oraz dużymi wymiarami.

Tabela II. Peryfiton
Table II. Periphyton

Data - Date Stanowiska Stations		Ilość glonów zebranych z kamieni w przeliczeniu na wyporność 1 ml wody (+ = mniej niż 1 okaz) Number of algae collected from the stones calculated in volume displacement for 1 ml of water (+ = less than 1 specimen)							Powierzchnia glonów w mm ² , obliczona dla podanych ilości (+ = mniej niż 0,01 mm ²) Surface of algae in mm ² , calculated for given number (+ = less than 0,01 mm ²)								
		Cyanophyta	Buglenophyta	Dinophyceae	Cryptophyceae	Xanthophyceae	Chrysoophyceae	Bacillariophyceae	Chlorophyta	Cyanophyta	Buglenophyta	Dinophyceae	Cryptophyceae	Xanthophyceae	Chrysoophyceae	Bacillariophyceae	Chlorophyta
9. III. 1967	1	-	510	-	-	-	-	16880	-	-	0,19	-	-	-	-	7,38	-
	2	-	-	-	-	-	-	11250	-	-	-	-	-	-	-	6,83	-
	3	1700	-	-	-	-	-	9380	-	0,98	-	-	-	-	-	6,26	-
	4	430	2560	-	-	-	-	430	15780	0,07	0,48	-	-	-	-	0,12	1,92
	4a	-	1280	-	-	-	-	10660	-	-	1,66	-	-	-	-	6,37	-
	5	-	430	-	-	-	-	5120	1280	-	0,04	-	-	-	-	3,83	0,21
6	170	-	-	-	-	+	6910	-	0,21	-	-	-	+	-	11,27	-	
Razem Total		2300	4780	-	-	+	60630	17060	1,26	2,37	-	-	+	-	42,06	2,13	
14. VI. 1967	1	-	-	-	-	-	-	6820	-	-	-	-	-	-	-	2,18	-
	2	21310	2130	-	-	-	-	106580	10660	19,68	0,86	-	-	-	-	23,52	4,49
	3	117230	-	-	-	-	-	59680	2130	9,67	-	-	-	-	-	25,55	11,05
	4	-	-	-	-	-	-	5120	-	-	-	-	-	-	-	1,52	-
	4a	110840	-	-	-	-	-	17050	-	16,99	-	-	-	-	-	6,08	-
	5	-	40	-	-	-	-	40	-	-	0,01	-	-	-	-	0,03	-
6	44770	4260	-	-	-	-	46900	17050	56,80	0,52	-	-	-	-	22,96	21,75	
Razem Total		294140	6430	-	-	-	242190	29840	103,14	1,39	-	-	-	-	81,84	37,29	
6. IX. 1967	1	-	-	-	-	-	-	150	10	-	-	-	-	-	-	0,09	0,07
	2	30	-	-	-	-	-	360	20	0,01	-	-	-	-	-	0,37	0,02
	3	50	-	-	-	-	-	190	10	0,09	-	-	-	-	-	0,12	0,02
	4	10	-	-	-	-	-	180	10	0,01	-	-	-	-	-	0,25	0,04
	4a	-	-	-	-	-	-	150	20	-	-	-	-	-	-	0,10	0,07
	5	40	2	-	-	-	2	80	40	0,03	+	-	-	+	-	0,02	0,10
6	2	-	-	-	-	-	270	20	+	-	-	-	-	-	0,12	0,09	
Razem Total		132	2	-	-	2	1380	130	0,14	+	-	-	+	-	1,07	0,41	
6. XI. 1967	1	+	-	-	-	-	-	1676750	87100	+	-	-	-	-	-	1326,16	335,13
	2	43550	-	-	-	-	-	881930	76220	56,44	-	-	-	-	-	557,72	448,02
	3	97990	-	-	-	-	+	381080	43550	114,65	-	-	-	+	431,18	191,38	
	4	-	-	-	-	-	-	577000	32660	-	-	-	-	-	-	663,67	187,85
	4a	32660	-	-	-	-	+	805710	43550	55,56	-	-	-	+	713,23	204,61	
	5	+	-	-	-	-	-	261310	163320	+	-	-	-	-	-	315,90	281,34
6	+	+	-	-	-	-	690	20	+	+	-	-	-	-	0,27	0,15	
Razem Total		174200	+	-	-	+	4584470	446420	226,65	+	-	-	-	+	4008,13	1648,48	

Tabela III. Plankton
Table III.

		Ilość glonów w 1 ml wody (+ = mniej niż 1 okaz) Number of algae in 1 ml of water (+ = less than 1 specimen)						Powierzchnia glonów w μ^2 , obliczona dla podanych ilości (+ = mniej niż 0,01 μ^2) Surface of algae in μ^2 , calculated for given number (+ = less than 0,01 μ^2)							
Data - Date	Stanowiska Stations	Cyanophyta	Euglenophyta	Dinophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Bacillariophyceae	Chlorophyta	Cyanophyta	Euglenophyta	Dinophyceae	Cryptophyceae	Chrysophyceae	Bacillariophyceae	Chlorophyta
9.III.1967	1	1	1	-	-	-	7	-	160	130	-	-	-	3700	-
	2	-	1	-	-	-	9	-	-	450	-	-	-	3200	-
	3	-	1	-	-	-	7	-	-	270	-	-	-	4900	-
	4	-	1	-	-	-	7	-	-	890	-	-	-	2700	-
	4a	20	-	-	-	-	260	-	23800	-	-	-	-	219000	-
	5	280	20	-	-	-	360	235	191000	3400	-	-	-	191000	998000
6	-	2	-	-	-	9	-	-	2200	-	-	-	3900	-	
Razem Total		301	26	-	-	-	659	235	214960	7340	-	-	-	428500	998000
14.VI.1967	1	210	-	-	-	-	3410	210	13800	-	-	-	-	1261000	10400
	2	-	430	-	-	-	1700	1280	-	-	-	-	-	539000	180000
	3	-	210	-	-	-	1700	-	-	27500	-	-	-	549000	-
	4	-	110	-	-	-	860	-	-	20800	-	-	-	220000	-
	4a	-	110	-	-	-	1070	-	-	17300	-	-	-	243000	-
	5	-	210	-	210	210	4050	210	-	22100	-	145000	13600	3056000	43500
6	1	-	-	-	-	7	1	800	-	-	-	-	3900	90	
Razem Total		211	1070	-	210	210	12797	1701	14600	160200	-	145000	13600	5871900	233990
6.IX.1967	1	-	+	-	-	-	1	1	-	+	-	-	-	190	90
	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	700	4090
	3	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	440	+
	4	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	490	+
	4a	+	-	-	-	-	1	1	+	-	-	-	-	930	210
	5	+	-	-	-	-	1	+	+	-	-	-	-	220	+
6	-	1	-	+	-	1	1	-	370	-	+	-	570	610	
Razem Total		+	1	-	+	-	7	4	+	370	-	+	-	3540	5000
6.XI.1967	1	-	1	-	900	1	740	1	-	1400	-	395000	80	503000	490
	2	+	-	-	-	-	1310	160	+	-	-	-	-	774000	178000
	3	-	-	-	-	-	1710	-	-	-	-	-	-	1447000	-
	4	+	-	-	-	-	570	-	+	-	-	-	-	334000	-
	4a	-	+	-	440	-	2720	1	-	+	-	214000	-	1023000	120
	5	-	110	+	490	+	220	110	-	84000	+	144000	+	58000	14600
6	-	-	-	+	-	1850	-	-	-	-	+	-	1094000	-	
Razem Total		+	111	+	1830	1	9120	272	+	85400	+	753000	80	5233000	193210

Chlorophyta (głównie chlorokokkowe) były także liczne na wielu stanowiskach, zwłaszcza położonych poniżej zbiorników zaporowych. Przeważały gatunki z rodzajów: *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Tetraëdron*, *Westella* i *Dictyosphaerium*. Inne zielenice, np. *Chlamydomonas* lub niektóre nitkowate, jak *Ulothrix* czy *Stigeoclonium*, były również częste w planktonie; powtarzały się zarówno nici *Spirogyra*, jak i komórki *Closterium*, *Cosmarium* oraz *Staurastrum*.

Na ogół zielenice miały małe powierzchnie w porównaniu z okrzemkami. Tylko na stanowiskach 5 i 6 okresowo były one zbliżone do powierzchni okrzemek, przy czym największe stwierdzono dla form nitkowatych.

Gatunki pozostałych grup systematycznych występowały zazwyczaj w mniejszych ilościach i tylko na niektórych stanowiskach. Tak np. *Cyanophyta* pojawiły się głównie w marcu na stanowisku 5 oraz w czerwcu na stanowisku 1. W ich skład wchodziły przede wszystkim trychomy *Oscillatoria* i *Phormidium* oraz nie oznaczone bliżej plechy innych sinic. Na ogół ich powierzchnie były nieduże, w porównaniu z okrzemkami i zielenicami.

Gatunki *Euglenophyta*, *Chryptophyceae* i *Chrysophyceae* notowano licznie tylko w pewnych terminach; analogicznie i ich powierzchnie były nikome w odniesieniu do powierzchni pozostałych glonów.

Uwagi oraz bliższe dane diagnostyczne odnośnie do niektórych, ciekawszych gatunków glonów z rodzajów *Kephyrion*, *Dinobryon*, *Trachelomonas* i innych zostaną podane w oddzielnej notatce.

Omówienie wyników

Ogółem w peryfitonie i planktonie wyróżniono 124 gatunki, 19 odmian i 1 formę z 77 rodzajów. W kilku przypadkach wyróżniono tylko wyższe jednostki systematyczne (tabela I).

Nawiązując do wcześniejszych badań glonów Soły i jej dopływów na ogół stwierdzono podobny ich skład. Większość gatunków (zwłaszcza okrzemek) to te same, które podał Wasyliuk (1965) w swym szczegółowym opracowaniu. Dokładne porównanie pełnej listy gatunków nastęrcza trudności, z uwagi na podanie przez cytowanego autora wspólnej listy gatunków dla większej ilości stanowisk, usytuowanych na ogół odmiennie od omawianych w niniejszej pracy. Natomiast wyróżnienie po raz pierwszy niektórych gatunków spośród euglenin (*Trachelomonas*), złotowiciowców (*Kephyrion*) oraz różnych zielenic chlorokokkowych, można by tłumaczyć zmianą zagospodarowania Soły, na której w międzyczasie powstał nowy zbiornik w Tresnej.

W niniejszym podsumowaniu peryfiton i plankton omówiono wspólnie, z uwagi na duże podobieństwo ich składu gatunkowego, na co zwracali uwagę i inni autorzy (Kyselowa, Kyselá 1966).

Na wszystkich stanowiskach w okresie badań, dominującymi glonami w peryfitonie i planktonie były okrzemki. Wśród nich przeważały gatunki poroślowe (*Diatoma vulgare*, *Cymbella prostrata*, *Ceratoneis arcus*, *Gomphonema olivaceum*). Największe ich ilości notowano w listopadzie.

Po okrzemkach najliczniejszą grupą były zielenice, które najobficiej występowały również w ostatnim terminie.

Znaczny pojaw sinic w peryfitonie przypadł na czerwiec, zwłaszcza na stanowiskach 3 i 4a.

Z okresem masowego występowania glonów wiąże się zwiększenie ich powierzchni, zależnej też od wielkości komórek przeważających gatunków. U nitkowatych zielenic (np. *Cladophora*) o znacznych wymiarach stwierdzano duże powierzchnie (np. peryfiton, stanowiska 1 i 2 w listopadzie). Były one jednak wyraźnie mniejsze od zawsze liczniej reprezentowanych okrzemek, o szerokiej skali wymiarów. Natomiast protokokkowe o małych wymiarach, nawet przy dużej liczebności, miały niewielkie sumaryczne powierzchnie (np. peryfiton, stanowiska 5 i 6 we wrześniu). Największe powierzchnie notowano dla okrzemek w peryfitonie (np. 7,13 cm² — stanowisko 4a i jednorazowo 13,26 cm² — stanowisko 1) w ostatnim terminie badań, kiedy naliczono ich od kilkuset tysięcy do około dwóch milionów (tabela II). Świadczy to o dużej możliwości produkcyjnej glonów, co wiąże się z ich ważną rolą w procesach samooczyszczania wód (S t a r m a c h 1938, 1960). Większe powierzchnie stwarzają w środowisku wodnym lepsze warunki tlenowe, z których z kolei korzystają inne organizmy aktywne w cyklu przemiany materii.

Podobne zależności między liczebnością i biomasa glonów (obliczoną metodą przyrównywania gatunków do figur geometrycznych) wykazały też badania *Spodniewskiej* (1967). Według cytowanej autorki maksyma biomasy glonów były związane z ich wymiarami; największe biomasy dawały takie gatunki, jak np. *Melosira islandica* czy *Ceratium hirundinella*, choć w danych terminach nie były one najliczniejsze.

Dwukrotne, wstępne badania produkcji pierwotnej zbiorników zaporowych w Tresnej i Porąbce (B o m b ó w n a, maszynopis), prowadzone w terminach zbliżonych do naszych, wskazują na pewną zgodność z wyliczonymi powierzchniami glonów. Na przykład w czerwcu w zbiorniku w Tresnej notowano większą produkcję pierwotną (1,48 g O₂/m²/1 godz.) i większe powierzchnie glonów (stanowisko 5), natomiast znacznie mniejsze ich wartości we wrześniu (0,82 g O₂/m²/1 godz.) (tabela II, III).

Być może, żmudne obliczenia biomasy glonów da się zastąpić łatwiejszym i szybszym wyliczeniem ich powierzchni, które mogą być dobrym pośrednim wskaźnikiem wielkości produkcji w zbiornikach wodnych. Dla dokładniejszego wyjaśnienia tego zagadnienia, należałoby powyższe badania przeprowadzić częściej w ciągu całego sezonu wegetacyjnego.

Na podstawie składu zbiorowisk roślinnych stwierdzono, że Soła w Rajczy (stanowisko 1) ma wodę stosunkowo najczystsza; w rejonie Żywca — Soła przed ujściem Koszarawy (stanowisko 2) — jest słabo zanieczyszczona; Koszarawa na prawym brzegu (stanowisko 3), podobnie jak stanowiska 4 i 4a na Sole, są najsilniej zanieczyszczone. Natomiast Soła poniżej zbiorników zaporowych w Tresnej i Porąbce (stanowiska 5 i 6) jest na ogół mało zanieczyszczona.

Na stanowisku 1 przeważały gatunki okrzemek (*Gomphonema olivaceum*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Synedra ulna*) i zielenic (*Spirogyra*, *Staurastrum*, *Chlamydomonas*), będące wskaźnikami wód czystych oraz lekko zanieczyszczonych.

Na stanowisku 2 skład organizmów (*Gomphonema*, *Cymbella*, *Diatoma elongatum*, *Oscillatoria*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Oedogonium*, *Cladophora*, *Ulothrix* oraz nielicznie notowane *Trachelomonas hispida* i *Sphaerotilus natans*) charakteryzował również środowisko w zasadzie czyste lub tylko nieznacznie zanieczyszczone, co jest także zgodne z danymi Begera (1966).

Inne stanowiska (3, 4, 4a), mieszczące się również w obrębie Żywca, były najsilniej zanieczyszczone, co znalazło odbicie w składzie komponentów tak peryfitonu, jak i planktonu. Na uwagę zasługuje fakt, że w Koszarawie stwierdzono duże ilości bakterii *Sphaerotilus natans*, oprócz pospolicie występujących organizmów, typowych dla wód czystych lub słabo zanieczyszczonych, jak *Ceratoneis arcus*, *Meridion circulare*, *Amphora ovalis*, *Fragilaria capucina*. Jakkolwiek Koszarawa jest rzeką stosunkowo czystą, to jednak na jej prawym brzegu woda miała często kolor brunatnoceglasty, od dużych ilości związków żelaza osadzających się też na kamieniach. Wpływały na to wpuszczane w pobliżu badanego stanowiska ścieki bytowe oraz z fabryki gwoździ w Sporyszu. Szczególnie duże zanieczyszczenie dało się zaobserwować na stanowiskach 4 i 4a. Notowano tu w dużych ilościach bezbarwne wiciowce oraz bakterie *Sphaerotilus natans*, *Beggiatoa alba*, grzyby *Leptomitus Iecteus*, *Asterothrix raphioides*, glony *Euglena viridis*, *Cryptomonas* i kilka gatunków okrzemek z rodzaju *Nitzschia*, głównie *N. palea*. Przyłęcki (1955), C abejszek i inni (1957), Liebmann (1962), Sládeček (1966) wiążą występowanie powyższych organizmów z silnie zanieczyszczonymi wodami. Notowane wśród okrzemek halofilne gatunki, jak np. *Nitzschia hungarica*, *Synedra pulchella* (tabela I), według Scheelego (1952), znoszą duże stężenie chlorków. Obfite wystąpienie zielenicy *Westella botryoides* świadczyło też o dużej zasobności wody w mineralne składniki pokarmowe, czego potwierdzeniem był duży udział tego gatunku w zbiorowiskach roślinnych, silnie zeutrofizowanych stawów rybnych w Gołysz (Bucka, Kyselowa 1967, Krzeczowska-Wołoszyn 1967).

Jak podają Patrick i Hohn (1956), ze wzrostem stopnia zanieczyszczenia następuje redukcja liczby okazów i gatunków okrzemek. Pod wpływem małej ilości zanieczyszczeń występuje obficie więcej gatunków. Także według Kadłubowskiej (1964) istnieje wyraźna współzależność obliczona statystycznie, między liczebnością okrzemek a stopniem czystości wody. Autorka stwierdziła też zależność między liczbą gatunków lub liczbą rodzajów okrzemek a stopniem zanieczyszczenia wody. Jakkolwiek badania nad Sołą były prowadzone inną metodą, to jednak wśród

okrzemek obserwowano podobne zależności; notowano z reguły większą liczbę okazów oraz więcej gatunków i rodzajów na stanowiskach mniej zanieczyszczonych.

Należałoby wspomnieć o ważnej roli, jaka przypada w udziale zbiornikowi w Tresnej, działającemu oczyszczająco na wpływające do niego wody w rejonie Żywca. Wskazują na to znaczne różnice w składzie gatunków glonów na stanowiskach usytuowanych powyżej i poniżej zbiorników zaporowych. Oba stanowiska na Sole poniżej zapór w Tresnej (stanowisko 5) i w Porąbce (stanowisko 6) cechuje mały stopień zanieczyszczenia. Różnią się one zdecydowanie od poprzednio omówionych. Znajdowano tu przeważnie okrzemki poroślowe, kilka planktonowych, a także inne glony, charakteryzujące wody czyste lub słabo zanieczyszczone (*Meridion circulare*, *Ceratoneis arcus*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *Navicula viridula*, *Tabellaria flocculosa*, *Cyclotella sp. div.*, *Asterionella formosa*, *Dinobryon divergens*, *Merismopedia*). Wśród nich dużym bogactwem form i dużą liczebnością, nie notowaną na innych stanowiskach, wyróżniały się glony protokokkowe (*Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus sp. div.*, *Ankistrodesmus sp. div.*). Należy zaznaczyć, że obserwowany na tych stanowiskach odmienny skład jakościowy glonów, szczególnie w obrębie planktonu, wiąże się z wpływem zbiorników na kształtowanie się zbiorowisk roślinnych w Sole poniżej zapór. Jednak wydaje się, że zbiornik w Tresnej, jako niedawno zalany i pierwszy odbiornik ścieków z rejonów Żywca, a więc bardziej zeutrofizowany, rzutuje na rozwój stosunków biologicznych zbiornika w Porąbce. Potwierdza to również duża ilość zielenic protokokkowych, notowanych obficie w silnie zeutrofizowanych nawożonych stawach rybnych.

Obecne obserwacje, jakkolwiek niepełne, nad składem jakościowym zbiorowisk roślinnych Soły, pozwoliły określić jej stopień zanieczyszczenia na badanych odcinkach. Wcześniejsze badania (Musiał i inni 1958) wykazywały brak zanieczyszczeń na odcinku przyujściowym Koszarawy, natomiast dały podobną do niniejszej ocenę wód Soły.

SUMMARY

In 1967, investigation of the periphyton and plankton in the river Soła (right bank affluent of the river Vistula) and in the river Koszarawa (largest affluent of the Soła) in the Żywiec district, Province of Cracow, was four times carried out (fig. 1).

Besides the determination of the qualitative and quantitative composition, approximate surfaces of the algae were approximately calculated to obtain some conception of their biomass.

124 species of algae, 19 varieties and 1 form from 77 genera were distinguished altogether (Table I).

In all localities *Bacillariophyceae* predominated in the periphyton as well as in the seston (Tables II, III), especially the peryphytic species as, for instance, *Diatoma*

vulgare, *Cymbella prostrata*, *Ceratoneis arcus* and *Gomphonema olivaceum*. Their amount was greatest in November.

After the diatoms, green algae as a rule formed the most numerous group, in which protococcous algae dominated in localities situated beneath dam reservoirs. In the remaining localities, filamentous forms (*Cladophora*, *Ulothrix*) were predominant. Their most abundant appearance was observed in November, similarly as that of diatoms.

Blue-green algae were noted in greater numbers only during some periods and in certain localities. They appeared in the periphyton in considerable numbers in June, especially in localities 3 and 4a. *Oscillatoria*, *Phormidium* and *Lyngbya* dominated.

Species of the remaining groups (*Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*) were in general notes less numerously or only sporadically (*Dinophyceae*, *Xanthophyceae* and *Chrysophyceae*).

The cell surfaces of diatoms, in relation to their number, were the greatest and depended on the size of the predominating species. The greatest cell surfaces of diatoms were noted in November, during their increased appearance (Table II).

In filamentous green algae of large dimensions (as, for example *Cladophora*) the cell surfaces were considerable, although always smaller than those of the diatoms, represented in greater numbers (periphyton, localities 1 and 2, in November). However, they were small for protococcous algae, even though their numbers were great (periphyton, localities 5 and 6, in September).

The surfaces of the remaining groups of algae were negligible in relation to those discussed above.

The numerical data thus obtained, concerning the cell surfaces of algae, can give a certain idea as to their biomass. Probably, the greater the cell surfaces, the better are the conditions of growth and assimilation in the water environment and, hence better oxygenous conditions and a more rapid metabolism.

The degree of pollution of the investigated sectors of the river was determined on the basis of the qualitative composition of algae. It was ascertained that the purest water in the Soła is found at Rajcza and beneath the dam reservoirs which have a purifying action upon the inflowing water; this principally concerns the first reservoir in Tresna. On the other hand, the greatest pollution in the Soła, found in the region of Żywiec, is caused by industrial wastes.

LITERATURA

- Beger H., 1966. Leitfaden der Trink- und Brauchwasserbiologie. Jena, Veb. Gustav Fischer Verlag.
- Bombówna M., 1960. Hydrochemiczna charakterystyka rzeki Soły i jej dopływów — Hydrochemische Charakteristik des Flusses Soła und seiner Nebenflüsse. Acta Hydrobiol., 2, 3—4, 175—200.
- Bombówna M., 1967. Produkcja pierwotna zbiorników zaporowych w Tresnej i Porąbce (maszynopis).
- Bucka H., Kyselowa K., 1967. Plankton wybranych stawów karpowych w Gołysz i Landeku — The plankton of selected carp ponds at Gołysz and Landek. Acta Hydrobiol., 9, 3—4, 339—380.
- Cabejszek I., Koziorowski B., Malanowski Z., 1957. Wytyczne do oceny stopnia zanieczyszczenia wód rzecznych. Gaz, Woda, Technika Sanitarna 31, 4, 144—148.

- K a d ł u b o w s k a J. Z., 1964. Okrzemki rzeki Pilicy i ich znaczenie w ocenie czystości wody. Łódź, Uniwersytet Łódzki.
- K l i m c z y k M., 1965. Kleń (*Leuciscus cephalus* L.) z Górnej Wisły, Soły i Sanu — Der Döbel (*Leuciscus cephalus* L.) aus der Wisła, der Soła und dem San. Acta Hydrobiol., 7, 2—3, 225—268.
- K r z e c z k o w s k a - W o ł o s z y n E., 1967. Plankton nowych stawów przesadkowych gospodarstwa Gołysz — Das Plankton der neuen Streckteiche der Teichwirtschaft Gołysz. Acta Hydrobiol., 8, Suppl. 1, 47—109.
- K y s e l o w a K., K y s e l a A., 1966. Seston, peryfiton i mikrobentos Wisły od Oświęcimia do Krakowa — Seston, periphyton and microbenthos of the Vistula between Oświęcim and Cracow. Acta Hydrobiol., 8, Suppl. 1, 345—387.
- L i e b m a n n H., 1962. Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie. Bd. 1, Jena, G. Fischer Verlag.
- M u s i a ł L., T u r o b o y s k i L., C h o b o t W., Ł a b u z W., 1958. Badania nad zanieczyszczeniem rzeki Soły. Pol. Arch. Hydrobiol., 4(17), 221—250.
- P a s t e r n a k K., 1960. Gleboznawcza i geologiczna charakterystyka dorzecza rzeki Soły. Acta Hydrobiol., 2, 3—4, 159—174.
- P a t r i c k R., H o h n M. H., 1956. The diatometer — a method for indicating the conditions of aquatic life. Paper for presentation to a Session on Waste Disposal during the 21st Midyear Meeting of the American Petroleum Institute's Division of Refining, in the Sheraton-Mount Royal Hotel, Montreal, Que., Canada, May 16, 1956. Preprint-Subject to Correction, 1—7.
- P r z y ł ę c k i H., 1955. Badanie wody, ścieków, osadów i gazów w zakresie techniki sanitarnej, II, Warszawa, Budownictwo i Architektura.
- S c h e e l e M., 1952. Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora der Fulda. Arch. für Hydrobiol., 46, 306—422.
- S ł á d e c e k V., 1966. Water quality system. Verh. Internat. Verein. Limnol., 16, 809—816.
- S o l e w s k i W., 1960 a. Pstrąg potokowy (*Salmo trutta* m. *fario* L.) dorzecza rzeki Soły. Acta Hydrobiol., 2, 1, 5—39.
- S o l e w s k i W., 1960 b. Lipień (*Thymallus thymallus* L.) dorzecza rzeki Soły — Die Äsche (*Thymallus thymallus* L.) des Flussgebietes der Soła. Acta Hydrobiol., 2, 3—4, 201—220.
- S p o d n i e w s k a I., 1967. On the methodical studies of the representativeness of phytoplankton samples. Ekol. Polska, A, 15, 22, 487—494.
- S t a r m a c h K., 1938. Badania sestonu Górnej Wisły i Białej Przemszy — Untersuchungen über das Seston der oberen Wisła und Biała Przemsza. Sprawozd. Komisji Fizjogr., Polska Akademia Umiejętności, 73, 7, 1—145.
- S t a r m a c h K., 1960. Biologia sanitarna. Kraków, PWN.

Adres autorek — Authors' address

dr Łucja Krzeczowska-Wołoszyn
dr Halina Bucka

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17