

JAN PALUCH, JANINA SZULICKA, BARBARA CZWIERTNIA

DOBOWA ZMIENNOŚĆ POPULACJI DROBNOUSTROJOWYCH
ORAZ PLANKTONU
W WODZIE ZBIORNIKA GOCZAŃKOWICKIEGO

Jeszcze przed spiętrzeniem wody w zbiorniku (1955 r.) a później po oddaniu go do eksploatacji dla celów wodociągowych, przebadano mikroflorę wodną tego zbiornika dosyć gruntownie [2,3,4,7], dając jej charakterystykę jakościową morfologiczną i fizjologiczną [8] oraz ilościową [6] w różnych porach roku, w różnych częściach zbiornika i na różnych głębokościach.

W wyniku tych badań stwierdzono dużą zmienność mikroflory drobnoustrojowej, a głównie populacji bakteryjnych, w zależności od pory roku, insolacji, głębokości wody i stopnia jej zanieczyszczenia. Nie przebadano jednakże do-tychczas, czy istnieje oraz w jakim zakresie, zmienność populacji drobnoustrojowej w ciągu doby i w różnych porach roku. Takie badania przeprowadzone przez Palucha i Dobrzańskiego [5] na innym podobnym, lecz dużo mniejszym zbiorniku w Kozłowej Górze wykazały istnienie współzależności między populacją drobnoustrojową, planktonem a takimi czynnikami biofizycznymi jak np. zawartość tlenu, dwutlenku węgla, pH, potencjał redox. Dlatego też postanowiono prześledzić dobowe zmiany populacji drobnoustrojowej w omawianym zbiorniku, łącznie ze zmianami ilości i jakości planktonu. Jednocześnie przebadano też w tym samym czasie i w tym samym miejscu dobowe zmiany tych samych czynników biofizycznych. Wyniki tych badań stanowią temat oddzielnej pracy [9], niemniej są ściśle związane z przedstawionymi tutaj wynikami.

Metodyka pracy

Omawiane badania przeprowadzono w okresie wiosennym, letnim i jesiennym 1960 roku. Ze względów technicznych nie

udało się ich kontynuować w ciągu zimy. Przeprowadzono je na poprzednio opisanym [9] stanowisku (nr 2) w części pelagicznej zbiornika. Głębokość wody w tym punkcie wynosiła do 10 m wahając się do metra, zależnie od stanu napełnienia zbiornika.

Badania przeprowadzono w dniach 24/25 maja, 14/15 i 24/25 czerwca, 14/15 lipca oraz 7/8 października. Próby wody pobierano z 10 poziomów wody, a to z głębokości 30, 100, 200 cm i głębiej co metr aż do dna. Każdej doby próby pobierano o godzinie 7, 13, 18, 24 i 3. W połowie lipca 1960 r. w czasie pobierania prób stan wody był wyjątkowo wysoki, gdyż rozpoczynała się powódź. Okres powodzi uniemożliwił dalsze kontynuowanie badań i wyraźnie wpłynął na jakość wody w okresie jesiennym.

Próbki wody do badań mikrobiologicznych pobierano z łodzi przy pomocy wykalibrowanego batometru Ruttnera, do jałowych butelek poj. 100 ml z korkami szlifowanymi. Próbki wody natychmiast po pobraniu przewożono do laboratorium zainstalowanego w Stacji Hydrobiologicznej Zakładu Biologii Wód PAN w Goczałkowicach^{x)}, gdzie wysiewano je na odpowiednie podłoża oraz filtrowano przez ultrafiltry membranowe.

Próbki wody do posiewów na płytki Petriego rozcieńczano w roztworze fizjologicznym soli w stosunku 1:10. Ilość bakterii liczono na posiewach po 96 godzinach hodowli w temp. 27°. Poprzednie badania [7,8] wykazały, że przyjęty czas i temperatura hodowli są najlepsze dla wzrostu kultur na płytkach.

Jako podłoża stosowano agar odżywczy "Difco", oraz pożywkę wg Czapeka. Na podłożu "Difco" liczono ogólną ilość wyrosłych drobnoustrojów, zaś na pożywce według Czapeka liczono kolonie drożdży i pleśni. Niektóre cechy morfologiczne mikroflory bakteryjnej oraz ogólną ilość drobnoustrojów w wodzie badano na ultrafiltrach membranowych Co - 5 Firmy Sartorius. Przy liczeniu pod mikroskopem odróżniano ziarniaki, dwinki, formy cylindryczne i ewentualnie inne charakterystyczne formy bakterii. Ilość drobnoustrojów na ultrafiltrach badano tylko na głębokościach 30, 200, 400, 600, 800 i 900 - 1000 cm. Wszystkie wyniki zaokrąglono wg

x) Autorzy dziękują prof. dr K. Starmachowi, dyrektorowi Zakładu Biologii Wód PAN w Krakowie oraz p. dr J. Rumek, kierownikowi Stacji Hydrobiologicznej w Goczałkowicach za zezwolenie na korzystanie z łodzi motorowej i pomieszczeń laboratoryjnych Stacji w Goczałkowicach.

tablic Geineya. Ogółem przeglądnięto 120 ultrafiltrów membranowych oraz wykonano posiewy i obliczono ilość drobnoustrojów na 800 płytkach Petriego.

Plankton roślinny i zwierzęcy określano w sestonie nie-filtrowanym przy użyciu komory Kolkwitza przy powiększeniu 150 krotnym^{x)}.

W y n i k i

W omawianych badaniach, starano się scharakteryzować pionowe rozmieszczenie w części pelagicznej zbiornika organizmów, określanych jako reducenty, producenci i konsumenci oraz wzajemne stosunki między nimi w różnych pod względem nasłonecznienia i temperatury porach doby i w niektórych porach roku.

Zjawisko redukcji biomasy bakteryjnej starano się prześledzić przez określenie zmian ilościowych populacji bakteryjnych, zaś procesy produkcji i konsumpcji przez ilościowe i jakościowe oznaczenie fito- i zooplanktonu. Podkreślić należy, że dokładniej ujęto nannoplankton, podczas gdy przy określaniu zooplanktonu pominięto nekton. Tak więc dokładniej określono procesy biologicznej produkcji niż procesy konsumpcyjne.

Nasilenie reducentów

Zmiany ilościowe mikroflory drobnoustrojowej rosnącej na zastosowanych podłożach wykazują dużą zmienność, zarówno w poszczególnych porach roku, jak też w ciągu doby i na różnych głębokościach (tab.1-3).

Na ogół, we wszystkich przebadanych porach roku ilość bakterii wzrasta wraz z głębokością wody. Również obserwuje się wyraźne ich zmiany ilościowe w ciągu doby. Na wiosnę, w wierzchnich warstwach wody liczba bakterii waha się od 250 w nocy do 960 po południu, zaś nad dnem od 750 w dzień do 6700 w nocy w 1 ml wody. W nocy i nad ranem zaobserwowano w warstwach wody bliższych powierzchni najmniejszą w ciągu doby ilość bakterii.

^{x)} Ze względu na brak miejsca nie podaje się wszystkich zebranych materiałów. Są one do wglądu w Zakładzie Techniki Sanitarnej Politechniki Śląskiej w Gliwicach, ul. Katowicka 2.

W warstwie powierzchniowej wody dobowe zmiany ilości mikroorganizmów nie są tak duże (różnice dochodzą do kilkuset komórek), jak w warstwach przydennych wody (różnice dochodzą do kilku tysięcy komórek w 1 ml wody).

W okresie letnim w warstwie powierzchniowej najmniejszą ilość drobnoustrojów stwierdzono w nocy (90), największą w południe na głębokości 800 cm (6600). Największe wahania dobowe stwierdzono na głębokości 600 cm (różnice 10-krotne). Minimalną ilość drobnoustrojów w ciągu doby zauważono rano, zaś maksymalną w godzinach nocnych.

W jesieni najmniej drobnoustrojów stwierdzono na głębokości 200 cm w nocy (70), najwięcej przy dnie rano (580).

Drobnoustroje wyhodowane na podłożu Czapeka jeszcze jaskrawiej niż na agarze bulionowym wykazują istniejące różnice ilościowe w mikroflorze wodnej, szczególnie w różnych głębokościach wody. Najbardziej charakterystyczny przykład tego stanowi uwarstwienie stwierdzone w maju, w nocy. W tym czasie ilość drobnoustrojów w warstwie powierzchniowej wody wynosiła na tym podłożu 5 w 1 ml wody, natomiast w strefie przydennej 2800.

Na wiosnę najmniejsza ilość bakterii na tym podłożu pojawiła się do głębokości 200 cm, wahając się od 5 w nocy do 65 w południe. Największą ilość bakterii stwierdzono nad dnem, w ilości od 30 w dzień do 2000 w nocy.

W lecie maksymalną ilość tego typu mikroflory stwierdzono na głębokości 800 cm w południe (2200), minimalną zaś na głębokości 400 cm rano (20). Na ogół jednak największa ilość mikroorganizmów przypada w okresie letnim na godziny nocne. Wahania ilościowe mikroflory są w ciągu doby w lecie na wszystkich głębokościach mniej znaczne niż w innych porach roku. Najbardziej są one widoczne w środkowej warstwie wody na głębokości około 400 cm.

Okres jesienny charakteryzuje się znacznym obniżeniem ilości drobnoustrojów na podłożu Czapeka, szczególnie w strefie przydennej. Ilościowy wzrost tych mikroorganizmów wraz z głębokością wody dał się zaznaczyć tylko w niektórych porach doby (w nocy).

Na podłożu Czapeka poza bakteriami wzrastały też drożdże i pleśnie. Drożdże i pleśnie występują jednak w małych ilościach, a ich zmiany w ciągu doby lub zależnie od głębokości, nie wykazują dostrzegalnych regularności. Wśród pleśni najliczniej reprezentowane są rodzaje *Penicillium*, rzadziej *Cladosporium* i *Oospora*. Wyizolowanych drożdży nie identyfikowano.

Na osobne omówienie zasługują wyniki otrzymane z bezpośredniego obliczenia ilości bakterii na ultrafiltrach membranowych (tab.4 i 5). Przede wszystkim należy zaznaczyć, że różnice między ilością bakterii liczonych na ultrafiltrach membranowych a wyhodowanych na podłożach metodą płytkową (tab.1,2,3) są ogromne, co jest zresztą uzasadnione i znane [1, 10].

W okresie wiosennym i letnim ilość bakterii w 1 ml wody liczona tą metodą wahała się od 72 tysięcy do 108 milionów w 1 ml wody. Przeważającą masę komórek stanowią ziarniaki, których liczebność osiąga nawet 100% ogólnej ilości bakterii.

W okresie wiosennym dobowe wahania ilości bakterii wyniosły od 72 tysięcy do 470 tysięcy. Tak znaczne dobowe różnice występują we wszystkich warstwach wody, najsilniej jednak przy dnie. W lecie ilość bakterii wynosiła od 500 tysięcy (głębokości 200 cm, rano) do 108 milionów (głębokości 800 cm w nocy). W jesieni wreszcie wahania te mieściły się w granicach od 2,4 mln (głębokości 200 cm, po południu) do 11,9 mln (powierzchnia, w południe).

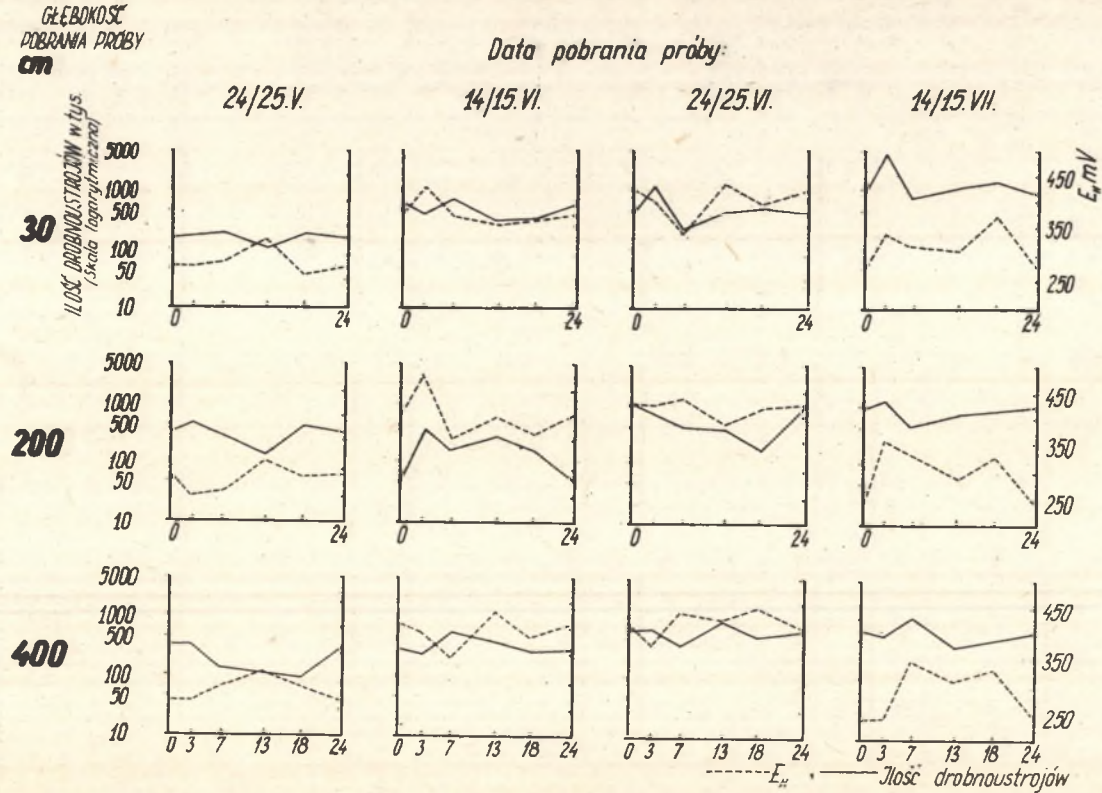
Na podstawie powyższych danych widać, że termika wody oraz nasilenie promieniowania słonecznego odgrywają poważną rolę w kształtowaniu się tak liczebności, jak też uwarstwienia populacji bakteryjnych. Świadczy o tym chociażby układ ilościowy bakterii w lecie i jesieni.

Rozpatrując też zmiany ogólnej ilości drobnoustrojów na ultrafiltrach membranowych oraz potencjał oksydo-redukcyjny wody [9] widać wyraźnie zależność obu tych zjawisk na różnych głębokościach wody, tak w ciągu doby jak w poszczególnych dobach badań (wiosną i latem). Ze wzrostem ilości drobnoustrojów występuje bowiem spadek potencjału redox, specjalnie dobrze widoczny np. w lipcu (rys.1).

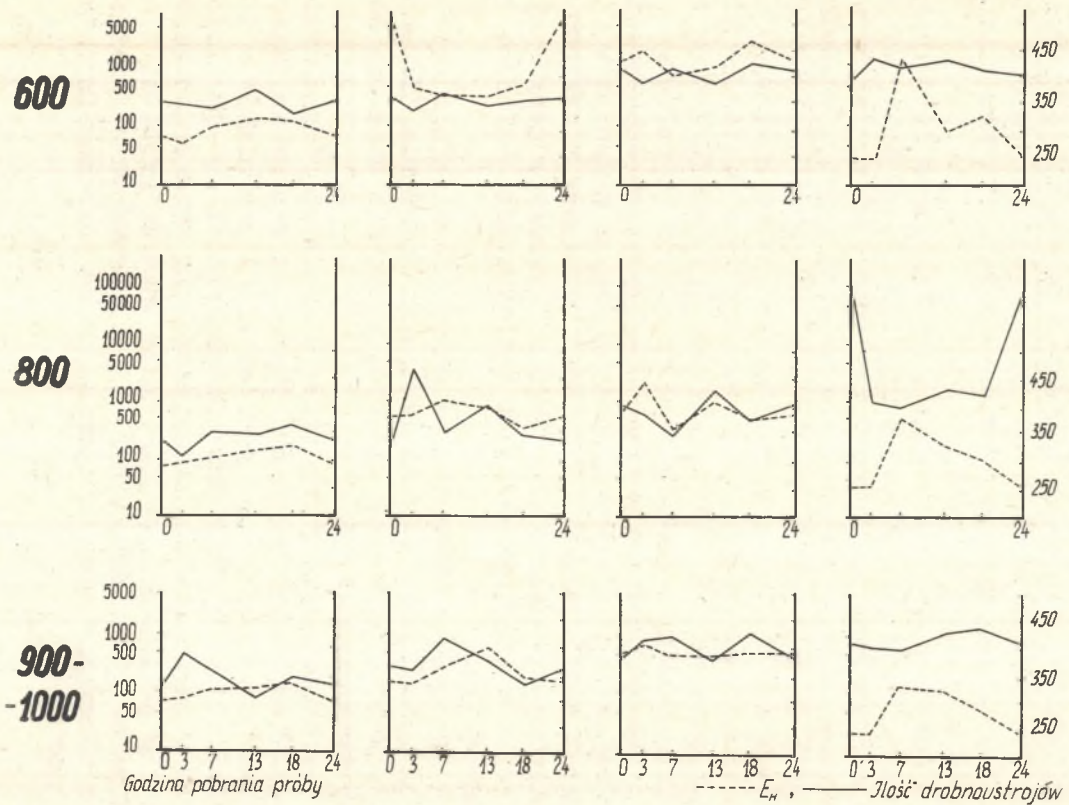
Nasilenie producentów i konsumentów

Przebadanie sestonu niefiltrowanego pozwala stwierdzić, że w zbiorniku goczałkowickim wyraźnie dominuje fitoplankton nad zooplanktonem (tab.6,7,8), a więc jest wyraźna przewaga procesów produkcyjnych nad konsumpcyjnymi. Fitoplankton reprezentowany jest głównie przez zielenice, okrzemki, wiciowce i sinice, zaś w mniejszym stopniu przez sprężnice i bruzdnice.

Zmiany dobowe potencjału redox (E_{rh}) oraz ilości drobnoustrojów (na ultrafiltrach membranowych)



Rys 1. c.d.



Zależnie od pory roku stosunki ilościowe pomiędzy poszczególnymi grupami tych organizmów różnie się układają. W okresie wiosennym (tab.6) przeważający składnik fitoplanktonu stanowią zielenice i okrzemki w ilościach zbliżonych, natomiast sinice i wiciowce reprezentowane są w mniejszych ilościach. W lecie (tab.7) wyraźnie przeważają zielenice, spada ilość okrzemek, zaś zwiększa się ilość wiciowców, sinice utrzymują się prawie bez zmian. W jesieni (tab.8) maleje ilość zielenic, wzrasta ilość okrzemek i sinic, obniża się ilość wiciowców.

Rozpatrując dobowe zmiany występowania fitoplanktonu widać, że w okresie wiosennym (tab.6) najmniejszą jego ilość stwierdzono w nocy przy dnie (840 w 1 ml wody), największą w południe przy powierzchni (3250). W lecie (tab.7) układ dobowy był podobny, z tym że największa ilość fitoplanktonu występowała do głębokości 400 cm (4800) w godzinach popołudniowych. W okresie jesiennym (tab.8) minimum dobowe wynosiło 1000 organizmów (głębokość 200 cm w południe), maksimum 3100 (głębokość 600 cm po południu).

Nie stwierdzono w ciągu doby wyraźnej współzależności w zmianach ilościowych poszczególnych składników fitoplanktonu. Widać jedynie, że ilość organizmów planktonu roślinnego zależy przede wszystkim od stosunków termicznych i insolacji, a nie jest związana bezpośrednio z ilością biomasy bakteryjnej.

Zooplankton występuje w małych ilościach i reprezentowany jest głównie przez Protozoa, Rotatoria, Copepoda i Cladocera, przy czym liczniej występują dwie pierwsze grupy tych organizmów.

W okresie wiosennym (tab.6) nie stwierdzono występowania planktonu zwierzęcego nad dnem, ani w nocy ani rano. Natomiast największe jego nasilenie (21 organizmów w 1 ml wody) stwierdzono w tym czasie na głębokości 200 cm. Podobnie też w lecie (tab.7) nie stwierdzono tych organizmów w warstwie przydennej, wystąpiły jedynie do głębokości 400 cm. Również w jesieni (tab.8) nie zaobserwowano wyraźniejszej regularności w występowaniu ich na poszczególnych głębokościach.

Ilość drobnoustrojów i planktonu w ciągu doby w maju 1960 r.

(w 1 ml wody)

Głębokość m	Godz. 3 ⁰⁰						Godz. 7 ⁰⁰						Godz. 13 ⁰⁰						Godz. 18 ⁰⁰						Godz. 24 ⁰⁰					
	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton rośl- linny ogółem	Plankton zwie- rzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton rośl- linny ogółem	Plankton zwie- rzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton rośl- linny ogółem	Plankton zwie- rzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton rośl- linny ogółem	Plankton zwie- rzęcy ogółem						
	na agarze odżywozym	na podłożu Czapeta					na agarze odżywozym	na podłożu Czapeta					na agarze odżywozym	na podłożu Czapeta					na agarze odżywozym	na podłożu Czapeta					na agarze odżywozym	na podłożu Czapeta				
50	425	5	0	0	1340	4	350	30	5	0	2300	6	570	65	5	5	3250	1	960	50	0	5	1800	9	250	40	5	15	2000	12
200	160	10	0	5	1200	21	550	10	0	5	2000	18	750	55	0	10	1700	8	700	30	0	10	2350	17	600	25	0	5	1400	6
400	70	65	0	0	1400	3	275	70	0	5	1400	11	350	55	0	25	1450	2	1100	45	5	20	1750	14	240	50	0	0	1800	3
600	350	85	0	5	1300	2	550	75	0	25	1700	21	700	65	0	10	1100	12	750	95	0	0	2550	12	230	40	0	5	1600	18
800	4000	195	0	5	1000	1	500	75	15	30	2200	21	650	65	0	0	2000	4	1100	155	0	5	2000	6	700	35	0	20	1150	2
900	6700	2075	0	5	1100	1	750	75	0	0	1350	0	750	30	0	10	2200	2	900	90	0	5	1400	1	800	55	0	40	840	0

Ilość drobnoustrojów i planktonu w ciągu doby w lipcu 1960 r.

(w 1 ml wody)

Głębokość om	Godz. 3 ⁰⁰						Godz. 7 ⁰⁰						Godz. 13 ⁰⁰						Godz. 18 ⁰⁰						Godz. 24 ⁰⁰					
	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie		Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem						
	na agarze odżywczym	na podłożu Czapeka					na agarze odżywczym	na podłożu Czapeka					na agarze odżywczym	na podłożu Czapeka					na agarze odżywczym	na podłożu Czapeka					na agarze odżywczym	na podłożu Czapeka				
30	90	60	10	0	2680	6	100	40	5	15	2950	8	100	40	0	0	2550	2	175	25	0	5	3460	6	325	50	10	0	2500	3
200	300	75	0	0	2300	2	180	25	0	20	2950	15	300	25	0	0	2200	2	x)	x)	x)	x)	3460	20	375	60	0	15	3150	9
400	500	395	0	5	1000	2	200	20	0	0	2800	3	500	240	5	5	2950	6	x)	x)	x)	x)	4800	33	1200	545	5	0	2500	3
600	1000	650	0	0	1750	2	1480	95	0	5	2350	4	1800	950	0	0	1900	9	160	220	0	5	1960	2	3500	1485	10	5	1950	15
800	1700	1500	0	0	950	1	550	750	0	0	1000	2	6600	2200	0	0	760		3300	490	0	10	850	0	3600	1700	0	0	960	0
1000	3900	1100	0	0	1000	0	1580	585	5	10	1100	0	5600	1390	0	10	800	2	3200	1095	0	5	980	0	6000	2085	5	5	850	1

x) Próbkę uległą zniszczeniu.

Tabela 3

Ilość drobnoustrojów i planktonu w ciągu doby w październiku 1960 r.

(w 1 ml wody)

Głębokość om	Godz. 3 ⁰⁰						Godz. 7 ⁰⁰						Godz. 13 ⁰⁰						Godz. 18 ⁰⁰						Godz. 24 ⁰⁰					
	Bakterie			Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie			Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie			Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem	Bakterie			Drożdże	Pleśnie	Plankton roślinny ogółem	Plankton zwierzęcy ogółem		
	na agarze odżywowym	na podłożu Czapeka						na agarze odżywowym	na podłożu Czapeka						na agarze odżywowym	na podłożu Czapeka						na agarze odżywowym	na podłożu Czapeka						na agarze odżywowym	na podłożu Czapeka
30	200	20	0	30	2000	9	350	90	5	0	1560	6	360	55	0	10	1800	0	180	10	0	10	2000	4	200	15	0	5	2400	3
200	130	15	0	5	1300	6	130	10	5	5	2800	20	230	40	0	20	1000	6	130	25	0	0	2700	7	70	30	0	50	1200	6
400	230	35	20	0	1460	2	190	10	0	0	2360	6	400	65	0	52	1100	1	140	5	0	10	2700	6	250	10	5	5	2200	10
600	280	20	0	0	2400	8	240	15	0	5	1260	2	170	45	0	33	1600	0	75	10	0	40	3100	18	200	30	0	40	2700	6
800	570	50	5	0	2600	3	470	25	0	0	2740	2	300	55	0	80	2450	2	200	10	0	5	1750	3	500	30	0	15	2750	2
900	350	70	0	10	2000	2	580	50	0	10	1600	1	230	10	0	35	x)	x)	200	0	0	15	1400	0	330	30	5	5	2360	1

x) Próbką zniszczona

Tabela 4

Ilość drobnoustrojów obliczona na ultrafiltrach membranowych
(w 1 ml wody)

Głębokość	Godzina	24/25.V.1960						14/15.VI.1960					24/25.VI.1960					14/15.VII.1960					7/8.X.60					
		Ogółem w tysiącach	ziarniaki %	dwójniki %	formy cylindryczne %	gronkowce %	pałorowce %	zooglearne skupienia bakterii %	Ogółem w tysiącach	ziarniaki %	dwójniki %	formy cylindryczne %	gronkowce %	pałorowce %	Ogółem w tysiącach	ziarniaki %	dwójniki %	formy cylindryczne %	gronkowce %	pałorowce %	zooglearne skupienia bakterii %	Ogółem w tysiącach		ziarniaki %	dwójniki %	formy cylindryczne %	gronkowce %	pałorowce %
30	3	180	63,6	18,2	18,2			420	96,1		3,9			1300	88,0	7,5	4,5				4700	80,5	18,4	1,1			1,1	3300
	7	190	100,0					750	96,8	3,2				220	92,6		7,4				800	74,5	17,6	6,8				3900
	13	110	85,7		14,3			340	97,6	2,4				430	88,8	11,2					1400	92,1	5,7	2,2				11900
	18	200	84,0	7,0	7,0			360	88,9	11,1				1100	78,0	18,2	3,8				1600	78,2	19,8	2,0				10700
200	24	170	90,5	9,5				260	97,2	1,4	1,4			430	94,4	3,7	1,9				1000	77,6	18,4	4,0				4300
	3	460	84,7	15,3				360	91,1	2,2	6,7			850	80,2	16,3	2,9				1500	91,5	8,5					6800
	7	240	70,0	3,3	26,7			180	95,4	4,6				500	87,1	8,1	4,8				500	77,4	10,0	12,9				4100
	13	140	94,1	5,9				300	97,3	2,7				470	89,1	6,5	2,2		2,2		750	89,4	6,3			4,3		5400
400	18	430	72,2	27,8				170	85,7	14,3				120	73,3	26,7					-	-	-	-				2400
	24	320	92,5	7,5				148	66,6	16,7	16,7			1200	92,3	5,8	1,9				1000	93,0	7,0					5800
	3	400	85,8	14,2				270	97,0		3,0			750	83,3	9,5	1,1				700	89,6	6,3	4,1				6600
	7	170	95,2		4,8			670	90,3	9,7				460	90,9	9,1					1600	80,0	17,1	8,9				7600
	13	130	93,7	6,3				470	93,1	6,9				900	87,6	10,6	1,8				850	88,6	7,1	4,3				2600
	18	110	85,7		14,3			270	93,1	6,9				550	93,0	5,2	1,8				750	92,4	6,3	1,3				4600
	24	380	89,4	4,3	6,3			340	95,2	2,4	2,4			700	88,8	11,2					-	-	-	-				4700

Tabela 5

Minimalna i maksymalna w ciągu doby ilość drobnoustrojów w 1 ml wody 1960 rok

Data poboru próbek	Głębokość	Agar odżywczy		C z a p e k		Ultrafiltry membranowe		
		Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	
24/25.V.	30	250	960	5	75	170000	200000	
14/15.VI.		20	1200	5	120	340000	750000	
24/25.VI.		70	650	15	190	220000	1300000	
14/15.VII.		90	325	40	60	800000	4700000	
7/8.X.						3300000	11900000	
24/25.V.	100	230	850	20	85			
14/15.VI.		70	325	0	45			
24/25.VI.		450	600	20	50			
14/15.VII.		130	275	25	80			
7/8.X.								
24/25.V.	200	160	750	15	55	140000	430000	
14/15.VI.		40	550	10	50	48000	360000	
24/25.VI.		190	600	15	80	120000	1200000	
14/15.VII.		180	375	25	75	500000	1500000	
7/8.X.						2400000	6800000	
24/25.V.	300	450	1300	45	100			
14/15.VI.		60	350	0	95			
24/25.VI.		180	750	30	80			
14/15.VII.		160	1000	25	160			
7/8.X.								
24/25.V.	400	70	1100	30	80	110000	400000	
14/15.VI.		40	550	0	20	270000	670000	
24/25.VI.		90	650	23	100	460000	900000	
14/15.VII.		200	1200	20	550	700000	1600000	
7/8.X.						2600000	7600000	
24/25.V.	500	325	1000	35	80			
14/15.VI.		50	650	5	120			
24/25.VI.		375	1200	10	200			
14/15.VII.		300	2300	75	900			
7/8.X.								
24/25.V.	600	230	750	45	100	150000	430000	
14/15.VI.		400	1400	30	210	190000	390000	
24/25.VI.		500	1800	20	250	550000	1100000	
14/15.VII.		160	3500	100	1500	650000	1500000	
7/8.X.						3300000	7800000	
24/25.V.	700	250	1300	60	450			
14/15.VI.		475	3900	40	350			
24/25.VI.		500	2100	40	400			
14/15.VII.		500	4800	325	1100			
7/8.X.								
24/25.V.	800	500	4000	55	1200	110000	340000	
14/15.VI.		200	2200	30	180	200000	870000	
24/25.VI.		300	2500	80	400	280000	1700000	
14/15.VII.		550	6600	500	2200	800000	10800000	
7/8.X.						3100000	8800000	
24/25.V.	900	750	6700	40	2100	72000	470000	
14/15.VI.		1000	350	1700	50	100	140000	850000
24/25.VI.		700	2400	25	600	410000	1200000	
14/15.VII.		1500	6000	600	2100	650000	1500000	
7/8.X.						3700000	8200000	

Godz. 13 ⁰⁰					Godz. 18 ⁰⁰										Godz. 21 ⁰⁰											
Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne mniejsze składniki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne mniejsze składniki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem
-	-	-	-	-	310	3000	420	760	10	1800	3	6	-	-	9	750	140	290	810	-	1990	9	3	-	-	12
4	2	-	2	8	750	170	370	1030	10	2330	6	9	-	2	17	280	90	250	770	10	1440	-	6	-	-	6
2	-	-	-	2	380	50	960	360	-	1750	2	12	-	-	14	560	90	290	830	-	1770	3	-	-	-	3
3	9	-	-	12	480	260	920	860	10	2530	12	-	-	-	12	370	200	420	590	10	1590	18	-	-	-	18
2	2	-	-	4	520	190	550	720	30	2010	6	-	-	-	6	130	90	340	570	-	1130	2	-	-	-	2
2	-	-	-	2	310	100	220	760	-	1390	-	-	1	-	1	140	70	400	230	-	840	-	-	-	-	-

Tabela 6

Ilość planktonu niefiltrowanego w maju 1960 r.

Głębokość om	Godz. 3 ⁰⁰											Godz. 7 ⁰⁰											Godz. 13 ⁰⁰					
	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne miesi- liane składowe fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne miesi- liane grupy fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne miesi- liane grupy fitoplanktonu	Fitoplankton razem
30	160	130	180	850	20	1340	3	1	-	-	4	480	130	950	760	-	2320	6	-	-	-	6	940	100	1200	1000	10	3250
200	260	40	450	410	30	1190	12	9	-	-	21	240	180	780	850	10	2070	12	6	-	-	18	100	260	550	760	10	1680
400	180	190	380	660	-	1410	3	-	-	-	3	180	110	500	630	-	1420	6	3	-	2	11	260	210	400	580	-	1450
600	290	150	250	600	10	1300	2	-	-	-	2	180	100	710	730	-	1720	12	9	-	-	21	150	100	400	450	-	1100
900	150	80	220	550	-	1000	1	-	-	-	1	780	230	1040	720	40	2810	9	12	-	-	21	340	120	660	850	-	1970
900- 1000	360	70	460	220	-	1110	1	-	-	-	1	350	40	720	240	10	1360	-	-	-	-	-	640	110	690	720	10	2170

Tabela 7

Ilość planktonu niefiltrowanego w lipcu 1960 r.

Głębokość om	Godz. 3 ⁰⁰											Godz. 7 ⁰⁰											Godz. 13 ⁰⁰						
	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składniki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składniki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składniki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa
30	500	170	10	2000	-	2680	3	3	-	-	6	150	350	200	2220	10	2930	6	2	-	-	8	360	140	70	1900	60	2530	2
200	270	190	170	1660	20	2310	2	-	-	-	2	350	70	270	2250	10	2950	3	12	-	-	15	190	190	130	1650	10	2170	2
400	180	120	10	700	-	1010	-	2	-	-	2	320	110	230	2130	30	2820	3	-	-	-	3	450	400	320	2780	10	2960	-
600	230	150	20	1350	10	1760	1	1	-	-	2	420	200	90	1620	-	2330	3	-	-	1	4	160	110	250	1370	10	1900	3
800	300	100	10	550	-	960	1	-	-	-	1	190	220	20	600	-	1030	2	-	-	-	2	200	60	50	450	-	760	-
900- 1000	200	90	10	730	-	1020	-	-	-	-	-	310	90	50	650	20	1120	-	-	-	-	-	500	130	20	130	10	790	-

Godz. 13 ⁰⁰				Godz. 18 ⁰⁰										Godz. 24 ⁰⁰											
Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplancton razem	Cyanophyceae	Flagellatee	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składniki fitoplanktonu	Pitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplancton razem	Cyanophyceae	Flagellatee	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składniki fitoplanktonu	Pitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplancton razem
-	-	-	2	700	330	180	2250	-	3460	3	3	-	-	6	200	200	10	2070	10	2490	3	3	-	-	3
-	-	-	2	250	450	220	2530	10	3460	18	2	-	-	20	700	200	200	2050	-	3150	6	3	-	-	9
6	-	-	6	680	680	450	3000	10	4820	30	3	-	-	33	300	250	230	1720	-	2500	3	-	-	-	3
6	-	-	9	250	120	180	1400	10	1960	2	-	-	-	2	500	130	160	1150	-	1940	12	3	-	-	15
-	-	-	-	290	70	40	450	-	850	-	-	-	-	-	380	90	10	480	-	960	-	-	-	-	-
2	-	-	2	510	50	20	400	-	980	-	-	-	1	-	320	130	10	390	-	850	1	-	-	-	1

Tablica 8

Ilość planktonu niefiltrowanego w październiku 1960 r.

Głębokość m	Godz. 3 ⁰⁰											Godz. 7 ⁰⁰						Godz. 13 ⁰⁰									
	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składowiki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składowiki fitoplanktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej wyst. składowiki fitoplanktonu
30	680	100	820	480	-	2020	9	-	-	-	9	260	320	260	700	20	1560	2	4	-	-	6	350	300	650	500	-
200	450	160	300	360	20	1290	3	3	-	-	6	420	530	1050	770	-	2770	18	2	-	-	20	250	170	220	400	-
400	350	130	470	500	10	1460	2	-	-	-	2	530	300	830	700	-	2360	6	-	-	-	6	250	150	260	450	-
600	400	170	1170	660	10	2410	6	2	-	-	8	500	80	180	500	-	1260	2	-	-	-	2	300	250	350	680	10
800	590	170	1280	560	-	2600	3	-	-	-	3	350	220	1550	620	-	2740	2	-	-	-	2	280	320	1100	750	-
900- 1000	390	170	920	530	10	2020	2	-	-	-	2	390	100	280	820	-	1590	1	-	-	-	1	x)	x)	x)	x)	x)

x) Próbką uległa zniszczeniu.

Fitoplankton razem	Godz. 13 ⁰⁰					Godz. 18 ⁰⁰					Godz. 24 ⁰⁰																
	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej szkodniki fito- planktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem	Cyanophyceae	Flagellatae	Diatomeae	Chlorophyceae	Inne rzadziej szkodniki fito- planktonu	Fitoplankton razem	Protozoa	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Zooplankton razem
1800	-	-	-	-	-	290	250	1010	500	-	2050	4	-	-	-	4	420	180	930	850	8	2380	2	-	-	1	3
1040	-	6	-	-	6	420	250	1360	640	-	2670	6	-	1	-	7	400	120	180	480	10	1190	6	-	-	-	6
1110	1	-	-	-	1	400	280	1210	830	-	2720	4	2	-	-	6	280	200	1070	670	-	2220	4	2	-	4	10
1570	-	-	-	-	-	400	290	1560	830	-	3080	15	3	-	-	18	320	180	1320	860	-	2680	4	2	-	-	6
2450	2	-	-	-	2	350	160	720	520	-	1750	-	3	-	-	3	810	180	1030	720	10	2750	2	-	-	-	2
x)	x)	x)	x)	x)	x)	350	50	420	570	-	1390	-	-	-	-	-	310	190	1050	800	10	2360	1	-	-	-	1

x) Próbkę uległa zniszczeniu

W n i o s k i

Jak widać z powyższego krótkiego przedstawienia dosyć obszernych wyników, ilość bakterii w wodzie wzrasta wyraźnie wraz z jej głębokością i zależy m.in. od warunków klimatycznych. W ciągu długiego dnia letniego, w południe, obserwuje się najmniejsze ilości bakterii w warstwach wody dobrze naświetlanych, zaś największe w głębszych warstwach wody, szczególnie nad dnem, w nocy. Stwierdzono ścisłą korelację między ilością drobnoustrojów a potencjałem oksydo-redukcyjnym badanego środowiska wodnego.

Stosunki ilościowe pomiędzy poszczególnymi grupami organizmów planktonu roślinnego zmieniają się w zależności od pory roku. Na wiosnę dominują w planktonie zielenice i okrzemki, w lecie zielenice, w jesieni okrzemki i sinice. Ilość wiciowców zmienia się w poszczególnych porach roku.

Ilość planktonu roślinnego maleje wraz z głębokością, a więc odwrotnie do liczebności bakterii. Zaznacza się to szczególnie w okresie wiosennym i letnim. W ciągu doby maksimum organizmów planktonowych występuje w dzień, minimum w nocy. Zooplankton we wszystkich porach doby i roku występuje przeważnie w płytszych warstwach wody, w głębszych spotyka się go sporadycznie.

Nie stwierdzono w ciągu doby wyraźnej współzależności w ilości poszczególnych składników planktonu roślinnego.

Poczynione obserwacje dobowych zmian ilości drobnoustrojów oraz ich pionowego rozmieszczenia, a także zmian ilościowych organizmów planktonowych, potwierdzają wyniki poprzednich badań [5] przeprowadzonych w zbiorniku w Kozłowej Górze, a także i na tym zbiorniku [6,8].

Zjawiska zachodzące w tego typu płytkich zbiornikach są jednak bardzo złożone. Zależą one nie tylko od takich czynników, jak klimat, ruchy masy wody (m.in. stały, wolny przepływ), ale też od zmienności cech i własności fizykochemicznych wody, a co za tym idzie zmienności jakościowej i ilościowej składników biogennych środowiska. Dlatego też dokładniejsza interpretacja wyników i wyciąganie dalej idących wniosków wymagają dużej ostrożności. Spotykane bowiem i podkreślone powyżej odmienne niekiedy stopniowanie liczebności drobnoustrojów na różnych poziomach wody, może wynikać z całego szeregu przyczyn, których przebadanie lub wyeliminowanie wymaga dalszych wnikliwych obserwacji i badań. Jest to zresztą zaplanowane i będzie kontynuowane w następnych latach.

LITERATURA

- [1] D a u b a n e r J.: O metode prameho mikroskopického zistovania bakterii vo vode. Biologia, Bratislava, XI, 5, 272, 1956.
- [2] P a l u c h J. i A. S z y m k i e w i c z: Stan bakteriologiczny źródlisk rzeki Wisły na zboczach Baraniej Góry. Acta Microb. Pol. 3, 197, 1956.
- [3] P a l u c h J. i współpracownicy: Stan bakteriologiczny wód górnego biegu Wisły i jej dopływów oraz terenu zalewu w Goczałkowicach. Acta Microb. Pol. 6, 29, 1957.
- [4] P a l u c h J. i K ę p s k i J.: Stan sanitarno-epidemiologiczny wód i terenu zlewni zbiornika goczałkowickiego. Biul. Nr 8 Komit. GOP PAN, 123, 1957.
- [5] P a l u c h J. i D o b r z a ń s k i R.: Próba określenia dynamiki przemiany materii w wodzie zbiornika w Kozłowej Górze. Acta Microb. Pol. 6, 49, 1957.
- [6] P a l u c h J.: Określenie ilości drobnoustrojów w wodzie zbiornika goczałkowickiego metodą obrastania płytek szklanych. Acta Microb. Pol. 7, 315, 1958.
- [7] P a l u c h J.: Charakterystyka mikrobiologiczna wód dorzecza południowej Wisły. Acta Microb. Pol. 8, 91, 1959.
- [8] P a l u c h J. i S z u l i c k a J.: Charakterystyka niektórych cech fizjologicznych i morfologicznych drobnoustrojów wody zbiornika zaporowego w Goczałkowicach. W druku.
- [9] P a l u c h J. i W o l a n y B.: Dobowe zmiany tlenu, dwutlenku węgla, odczynu i potencjału oksydo-redukcyjnego wody zbiornika w Goczałkowicach. Zesz. Nauk. Pol. Śląskiej, 64, Inż. San., 4, 23-42, 1962.
- [10] P o k o r n y J.: Stanoveni bakteriální masy povrcho-
vých vod pomoci membranových filtrů. Československa Hy-
giena, II, 7, 412, 1957.

СУТОЧНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ И ПЛАНКТОНА
В ВОДЕ ВОДОЕМА В ГОЧАЛКОВИЦАХ

С о д е р ж а н и е

Континуируя наблюдения над бактериальной микрофлорой в водоеме в Гочалковицах [2, 3, 4, 6, 7, 8], переисследовано весной, летом и осенью 1960 г. суточные перемены некоторых форм и количества бактерии и планктона. Исследования были произведены в пелагическом пункте водоема глубиной 10 метров.

Пробы воды были взяты из глубины 30, 100, 200 см и одним метром глубже, в днях 24/25 V, 14/15 VI, 24/25 VI, 14/15 VII и 9/8 X, за каждый раз во время: 3, 7, 13, 18 и 24 часов. Пробы были взяты батометром Рутнера и бутылками емкостью 100 мг.

Пробы воды сеяно на питательные среды: стандартную "Дифко" и по Чапеку. Выросшие при 27°C температуры колонии бактерии считались после 96 часов. Кроме того считано количество бактерии в воде и определено их морфологические свойства, употребляя мембранные ультрафильтры Ф-мы Сарторнус.

300- и фитопланктон (наинпланктон) исчислено в камере Кольквица при увеличении 150 раз.

На основании исследований заключено, что количество бактерии в воде изменяется с глубиной воды и зависит тоже от термических условий. Во время летних, теплых дней, констатировано в верхних хорошо освещенных слоях воды минимальное количество бактерии, а максимальное их количество — ночью, в близости дна. Доказано, что между количеством бактерии и редокс — потенциалом находится тесная зависимость [9]. Рассматривая планктон — количество его уменьшается с глубиной воды, особенно выразительно весной и летом. Максимальное его количество выступает днем а минимальное ночью. Независимо от поры года, зоопланктон выступает в продолжении всей сутки в верхних слоях воды, однако на больших глубинах воды выступает единично.

Проведенные наблюдения над размещением бактерии так планктона в одиночных слоях воды, как и соотношения между организмами, подтверждают предыдущие исследования, совершенные на этом [6, 8] и подобном ему водоеме в Козловой Гуже [5].

DAS TAGESWECHSEL DER BAKTERIENFLORA UND DES PLANKTONS IM TALS PERRE GOCZAKOWICE

Z u s a m m e n f a s s u n g

Als Festsetzung der Bakterienuntersuchungen im Staubecken Goczakowice [2, 3, 4, 6, 7, 8], wurden im Frühjahr, Sommer und Herbst 1960 Beobachtungen über den Tageswechsel einiger Bakterienformen und -Zahl, sowie des Planktons durchgeführt. Die Untersuchungen wurden an einem pelagischen Punkt mit einer Wassertiefe bis zu 10 m durchgeführt. Wasserproben wurden aus 30, 100, 200 cm und weiter je 1 m Tiefe, am 24/25.V., 14/15.VI., 24/25.VI., 14/15.VII und 7/8.X., jeweils um 3, 7, 13, 18 und 24 Uhr entnommen. Zur Probeentnahme wurde ein steriles Ruttnergerät und sterile 100 ml Flaschen verwendet.

Die Proben wurden auf Nähragar "Difco" und auf den Nährboden nach Czapek gezüchtet. Die Keime wurden bei 27°C nach 96 Stunden ausgezählt. Ausserdem wurde auch die Keimzahl und die morphologische Eigenschaften einiger Bakteriengruppen auf den Sartorius - Membranfiltern bestimmt.

Der Zoo- und Phitoplankton (Nannoplankton) wurde in der Kolkwitzkammer bei 150-facher Vergrösserung bestimmt.

Auf Grund der Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Keimzahl im Wasser mit der Tiefe steigt und auch von den thermischen Verhältnissen abhängig ist. An warmen Sommertagen wurde in seichten, gut belichteten Wasserschichten ein Keimzahl-Minimum, dagegen während der Nacht in Bodennähe ein Keimzahl-Maximum festgestellt. Zwischen der Keimzahl und dem Redoxpotential besteht im untersuchten Wasser eine genaue Korrelation [9].

Umgekehrt wie bei der Keimzahl nimmt die Menge des Zooplanktons mit der Wassertiefe ab, was besonders in Frühjahr

und Sommer beobachtet wurde. Im Laufe des Tages ist ein Plankton-Maximum, dagegen während der Nacht ein Plankton-Minimum zu verzeichnen. Während des Tages wurden keinerlei Abhängigkeiten des Phitoplanktons festgestellt.

Der Zooplankton trat unabhängig von der Jahres - und Tageszeit meistens in den seichten Wasserschichten auf, und war in grösseren Tiefen nur vereinzelt.

Die Beobachtungen am pelagischen Standpunkt des Staubeckens über die vertikale Verteilung und die gegenseitigen Verhältnisse zwischen den Organismen, bestätigen die Ergebnisse vorhergehender Untersuchungen dieses [6,8] und auch eines kleineren Staubeckens in Kozłowa Góra [5].