

ПРОДУКЦИЯ И РАСПАД ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НЕРЕСТОВО-ВЫРАСТНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ГОРЕЛЫЙ И ТАНАТАРКА

Н. И. Винецкая

Каспийский филиал ВНИРО

Исследования, произведенные в 1948 г. в заросшем жесткой растительностью рыбхозе Азово-Долгий, показали, что в водной толще этого водоема процесс распада органического вещества преобладает над его синтезом. В 1949 г. нами была поставлена задача выяснить, является ли такой баланс органического вещества характерным для водоемов, отличающихся изменчивостью глубин, объемов и кратковременностью существования, или же это явление зависит от их зарастания и использования сельским хозяйством.

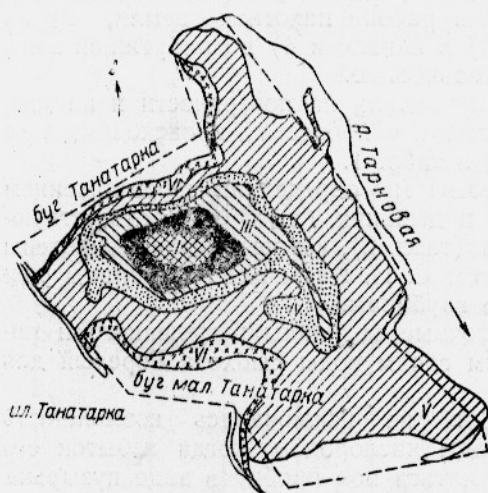
Для этой цели были выбраны два различных рыбхоза: Горелый — свободный от надводной растительности и Танатарка — почти полностью заросший макрофитами. Рыбхоз Горелый ежегодно перепахивается, водное питание осуществляется из р. Тузуклей.

Напуск воды в ильмень начался 26 апреля, шлюз был закрыт 1 июня. Спуск воды был начат 10 июля, затем 27 июля шлюз был закрыт и 10 августа вновь открыт для окончательного спуска.

После обводнения в водоеме оказалось три различных участка: 1) 113 га пахотной земли, свободной от посевов и богатой подводной раститель-

ностью; 2) 27 га, занятые под посев риса и 3) необработанная площадь, заросшая мягкой прибрежной растительностью и меняющаяся в зависимости от горизонта воды.

Рыбхоз Танатарка до 1931 г. являлся водоемом постоянного типа, в настоящее время он заполняется во время паводка и обсыхает после спада воды. Рыбхоз расположен между бэровскими буграми и прирусловыми гривами, соединенными между собой валами. Обводнение осуществляется из р. Тарновой через канаву длиной 100 м. Этот рыбхоз



- I Канаречник
- II Рагозо-канаречниковая
- III Рагозо-тростниковая
- IV Тростниковая
- V Пырейно-разнотравная
- VI Выгон-прибугровая

Рис. 1.

отличается значительными глубинами и большой площадью, покрытой жесткой и мягкой водной растительностью (рис. 1).

По данным Гудкова М. И., в 1939 г. в ильмене Танатарка жесткая растительность (тростник и чакан) занимала 34,1% площади, мягкая— 65,9%, или 69 га занято было жесткой растительностью и 150,4 га — луговой. В 1949 г. общая площадь водоема при максимальном затитии составляла 196,5 га, на 23,5 га меньше, чем в 1939 г. (Площадь заросшую жесткой растительностью, мы принимаем неизменной.

Рыбоводное хозяйство в Танатарке было организовано в 1949 г.

Методика проведения наших наблюдений была той же, что и в 1948 г. в рыбхозе Азово-Долгий [4] с небольшими изменениями ввиду своеобразия исследуемых водоемов.

Баланс органических веществ в водной массе рыбхозов

Горелый и Танатарка

В рыбхозе Горелый в течение периода наблюдений с 25 мая по 5 августа было проведено 6 серий опытов определения величин интенсивности фотосинтеза и дыхания.

В связи со своеобразием различных участков рыбхоза были выбраны четыре постоянные станции: 1) в районе пахотной земли, 2) на площади, занятой под посев риса, 3) в канале и 4) в прибрежной зоне, зараставшей мягкой луговой растительностью.

На первой станции измерения проводили на поверхности и на дне, на остальных станциях получены данные о процессах, происходящих на поверхности. Результаты приведены в табл. 1.

Продукцию органического вещества мы определяли перемножением величин интенсивности фотосинтеза и дыхания (мг/л) на соответствующие объемы различных зон водоема (табл. 2), которые были вычислены на основании составленной гидрологом С. Н. Казанчевым таблицы распределения объемов и площадей по глубинам.

В табл. 2 приведены среднесуточные величины выделенного и поглощенного кислорода по отдельным слоям воды рыбхоза Горелый для каждого месяца.

При постановке опытов в 1948 г. не исключалась возможность ошибки вследствие пересыщения воды кислородом, когда избыток его при перепаде температуры мог выделяться под пробку в виде пузырька и теряться, таким образом, при фиксации. Чтобы избежать подобной ошибки, в 1949 г. постановку опыта приурочивали к предрассветным часам, до и вскоре после восхода солнца, когда содержание кислорода в ильмене минимальное. Выделение пузырьков кислорода под пробкой наблюдали в двух опытах; этот кислород был фиксирован при боковом положении экспериментальной склянки [3].

Общую продукцию органического вещества в водной массе всего водоема вычисляли сложением продукции соответствующих объемов по зонам. Зная средние величины интенсивности дыхания и фотосинтеза за сутки для каждого месяца, мы путем перемножения на число дней составили баланс органического вещества для каждого водоема за весь период наблюдений.

Баланс органического вещества за весь период наблюдений в кг O_2 и в калориях приведен в табл. 3.

Рассматривая данные табл. 3, можно отметить, что наибольшее количество кислорода, а следовательно и органического вещества в рыбхозе Горелый продуцируется в июне (126835,50 кг O_2 , или 427435,64 ккал). В июле продукция несколько ниже—94628,12 кг O_2 , или 318896,76 ккал.

Таблица 1

Интенсивность фотосинтеза и дыхания на станциях рыбхоза Горелый
(май — август в 1949 г.)

Номер станции	Дата наблюдения	Часы, минуты	Глубина (в м)	Горизонт	Температура воды (в °)	Д	O ₂ $\frac{\text{мг}}{\text{л}}$	O ₂ '' $\frac{\text{мг}}{\text{л}}$	A	B	A-B
I	25/V	7-30	0,78	0	19,7	0,12	7,21	8,98	3,42	1,65	+1,77
I	"	—	—	дно	18,6	—	6,77	5,56			
II	"	—	0,35	0	19,9	0,70	7,49	5,83	0,64	1,58	-0,94
III	"	—	1,60	0	21,0	0,70	7,78	5,19	2,41	0,76	+1,65
IV	"	—	—	0	21,6	0,36	4,76	6,73			
I	9/VI	5-30	1,07	0	20,2	0,60	9,05	8,91	1,37	0,24	+1,13
IV	"	—	—	дно	20,2	—	7,57	7,54			
II	"	7-00	1,67	0	20,08	0,80	7,57	5,29	2,94	2,41	+0,53
III	"	7-35	2,5	0	20,07	1,40	8,72	2,35			
IV	"	8-30	1,0	0	19,9	0,44	6,41	6,68			
I	21/VI	5-00	1,0	0	25,4	1,60	11,52	6,35	0,33	1,22	-0,89
I	"	—	—	дно	24,4	—	10,36	7,90			
II	"	6-30	0,85	0	25,4	1,70	6,74	5,95	1,95	1,62	+0,33
III	"	7-35	2,0	0	26,0	2,0	13,32	9,31	1,74	1,15	+0,59
IV	"	8-30	1,0	0	26,4	1,10	5,59	7,57			
I	6/VII	6-15	0,95	0	23,0	1,90	10,26	7,17	1,39	0,63	+0,76
I	"	—	—	дно	23,4	—	11,24	5,78			
II	"	7-20	0,50	0	23,6	0,60	10,26	10,53	1,81	2,80	-0,99
III	"	8-25	1,95	0	24,2	1,20	11,24	8,72	1,08	1,31	-0,23
IV	"	9-00	0,50	0	25,0	1,00	7,82	9,05			
I	22/VII	6-15	0,72	0	22,5	1,44	6,22	8,55	3,68	1,87	+1,81
I	"	—	—	дно	22,4	—	6,39	4,87			
III	"	7-50	1,90	0	24,3	1,20	9,17	11,51	0,99	2,79	-1,80
IV	22/VII	8-50	0,50	0	24,6	—	6,75	10,53			
I	5/VIII	7-20	0,52	0	23,6	1,04	3,56	9,76	6,14	1,97	+4,07
III	"	8-00	1,52	0	22,5	3,04	7,58	3,62			
IV	"	8-30	0,52	0	24,0	1,04	2,32	10,10	2,36	2,52	-0,16
								7,74			
								9,78	0,88	2,34	-1,46
								8,90			
								16,52	13,33	7,07	+6,26
								3,19			
								10,0	0,94	2,18	-1,24
								9,06			
								9,84	4,20	2,18	+2,02
								5,64			
								5,08	0,82	1,96	-1,14
								4,26			
								5,86	0,78	1,31	-0,53
								5,08			
								7,47	0,62	2,32	-1,70
								6,85			
								10,81	5,24	1,18	+4,06
								5,57			
								1,85	0,92	2,63	-1,69
								0,93			
								6,49	3,40	4,49	-1,09
								3,09			
								7,57	6,79	1,54	+5,25
								0,78			

Примечание. A — интенсивность фотосинтеза, B — интенсивность дыхания; A-B чистая продукция, O₂ — кислород до опыта в мг/л в водоеме, O₂'' — кислород в светлых и темных склянках, Д — удвоенная прозрачность по Секки.

Таблица 3

Количество поглощенных и выделенных кислорода и энергии водной массой рыбхоза Горелый по месяцам и за весь период наблюдений (в кг O₂)

Месяцы	Фотосинтез		Дыхание		Разность	
	в кг O ₂	в ккал	в кг O ₂	в ккал	в кг O ₂	в ккал
Май	17004,13	57303,92	16168,57	54488,08	835,56	2815,84
Июнь	126835,50	427435,64	89774,10	302538,72	37061,40	124896,92
Июль	94628,12	318896,76	68456,06	230696,92	26172,06	88199,84
Август	14587,20	49158,86	10087,90	33996,22	4499,30	15162,64
Всего за май—август .	253054,95	852795,18	184486,63	621719,94	68568,32	231075,24

Таблица 4

Интенсивность фотосинтеза и дыхания на станциях рыбхоза Горелый (май — август) в 1949 г.

Номер станции	Дата наблюдения	Часы, минуты	Глубина (в м)	Горизонт	Температура воды средняя (в°)	Д	O ₂ мг/л	O ₂ мг/л	A	B	A-B
I	24/V	13—30	0,96	0	21,6	0,96	11,96	10,93	2,32	3,35	-1,03
I	"	13—30	1,0	дно	22,4	—	12,10	8,61	1,51	1,04	+0,47
II	"	15—30	—	0	22,2	0,70	10,37	11,06	2,85	1,16	+1,69
III	"	17—00	—	0	22,8	0,36	10,81	12,06	2,24	4,34	-2,10
I	8/VI	6—05	1,25	0	20,0	—	8,66	9,21	2,33	2,70	-0,37
I	"	—	—	дно	20,0	—	9,16	8,71	0,03	2,04	-2,01
II	"	6—25	1,0	0	20,5	—	7,49	5,96	2,55	2,94	-0,39
III	"	7—40	0,75	0	19,15	1,50	3,83	7,12	0,50	1,37	-0,87
I	20/VI	5—00	1,10	0	24,0	2,20	6,42	5,28	1,91	2,31	-0,40
I	"	—	—	дно	23,0	—	6,25	2,96	1,38	1,22	+0,16
II	"	6—30	0,95	0	22,0	1,90	5,43	5,03	0,89	2,21	-1,32
III	"	7—35	0,60	0	23,0	1,20	5,43	3,22	1,48	1,81	-0,33
I	5/VII	5—45	1,05	0	22,3	1,30	4,56	5,10	1,08	2,67	-1,59
I	"	—	1,0	дно	22,3	—	4,40	3,62	0,25	1,96	-1,70
II	"	—	0,80	0	22,4	1,60	4,24	2,70	1,76	2,35	-0,59
III	"	—	0	0	22,7	—	3,09	2,44	0,27	1,31	-1,04
								1,89			
								1,95			
								1,68			

Минимальная продукция бывает в августе—14587,20 кг O_2 —49158,86 ккал. Такая же последовательность наблюдается и в потреблении кислорода при распаде органического вещества.

Как видно из приведенных данных, процесс синтеза органического вещества в водной толще водоема преобладал над его распадом, что свидетельствует о накоплении органического вещества в рыбхозе.

За весь период существования водоема разность этих двух процессов выражается выделением 68568,32 кг кислорода, что при коэффициенте 3,51 соответствует накоплению органического вещества, заключающего 231075,24 ккал.

Рыбхоз Танатарка. Период наблюдений на Танатарке был несколько короче, чем на Горелом в связи с более ранним спуском воды из рыбхоза (10 июля).

С 24 мая по 5 июля были поставлены 4 серии опытов на фотосинтез и дыхание, результаты которых приведены в табл. 5.

Для постановки опытов были выбраны три станции в соответствии с разнообразием водной растительности, покрывающей рыбхоз: 1) близ рейки, в наиболее глубоководной части, заросшей нимфейником, 2) в зарослях тростника и 3) в прибрежной зоне, заросшей мягкой луговой растительностью. На первой станции измерения проводили на поверхности и у дна, на остальных — только на поверхности.

Объем различных зон водоема, характеризующих выбранные станции, был рассчитан автором на основании таблицы распределения объемов и площадей, составленных С. Н. Казанчевым (табл. 4).

Для рыбхоза Танатарка тем же методом, что и для рыбхоза Горелый, была вычислена средняя продукция органического вещества за сутки для каждого месяца (табл. 5), и составлен баланс продукции и редукиции органического вещества в кг O_2 и в калориях за весь период наблюдений (табл. 6).

Таблица 6

Количество поглощенных и выделенных кислорода и энергии водной массой рыбхоза Танатарка по месяцам за период наблюдений

Месяцы	Фотосинтез		Дыхание		Разность	
	в кг O_2	в ккал	в кг O_2	в ккал	в кг O_2	в ккал
Май	19726,3	66477,63	14169,1	47749,87	+55572	+18727,76
Июнь	37235,7	125484,31	52012,5	175282,12	-14776,2	-49797,81
Июль	8800,1	29656,34	13760,4	46372,55	-4960,3	-16716,21
Всего за май—июль . .	65762,1	221618,28	79942,0	269404,54	-14179,9	-47786,26

На основании приведенных в табл. 6 данных о балансе органического вещества за весь период можно сделать самый главный вывод, что в рыбхозе Танатарка, характеризующемся мощным развитием надводной растительности, где большую роль играют тростниковые заросли, распад органического вещества в водной толще за весь период наблюдений преобладал над его синтезом. В этом отношении Танатарка резко отличается от Горелого, свободного от надводной растительности. Аналогичное явление мы наблюдали в рыбхозе Азово-Долгий [4] — водоеме, близком по характеру к Танатарке. В Танатарке так же, как и в Азово-Долгом, продукция органического вещества преобладает над его распадом только в мае.

Таблица 5

Количество выделенного и поглощенного за сутки кислорода по слоям воды в рыбхозе Танатарка.

Номер станции	24/V				8/VI				20/VI				5/VII			
	слой (в м)	объем V (в тыс. м ³)	фотосинтез VA	дыхание VB	слой (в м)	объем V (в тыс. м ³)	фотосинтез VA	дыхание VB	слой (в м)	объем V (в тыс. м ³)	фотосинтез VA	дыхание VB	слой (в м)	объем V (в тыс. м ³)	фотосинтез VA	дыхание VB
I	0-0,96	21,4	40,87	46,87	0-1,06	23,6	27,85	55,93	0-1,0	22,5	25,65	39,60	0-0,92	20,6	13,80	47,59
II	0-1,10	493,85	1407,47	572,87	0-1,0	593,4	1513,17	1744,60	0-0,95	547,5	487,28	1209,98	0-0,8	464,4	817,34	1091,34
III	0-0,36	154	344,96	668,36	0-0,75	123	61,5	168,51	0-0,60	248	367,04	448,88	0	181	48,87	237,11
O ₂ в кг . . .			1793,30	1288,10			1602,52	1969,04			879,87	1698,46			880,01	1376,04
Разность . . .			+505,20				-366,52					-818,59				-496,03
Среднее за месяц . . .			+505,20					-592,55								-496,03

Ильмень Танатарка отличается еще большей бедностью продукции органического вещества, чем Азово-Долгий, так как абсолютные величины интенсивности фотосинтеза в этом рыбхозе были значительно ниже.

В продолжение всего периода наблюдений падение содержания в воде растворенного кислорода и активной реакции воды свидетельствует о том, что фотосинтез в этом водоеме тормозился какими-то причинами, быть может количеством углекислоты или же недостатком световой энергии из-за тростниковых зарослей. При небольших глубинах причиной отрицательного баланса органического вещества в водной толще этих водоемов может быть большое влияние дна на процессы, протекающие в воде.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что мелководные водоемы, заросшие надводными макрофитами, подобно Азово-Долгому и Танатарке, характеризуются отрицательным балансом органического вещества.

Фотосинтез и дыхание

На рис. 2 показано изменение величины фотосинтеза и дыхания по различным станциям рыбхоза Горелый. С 21 июня начинает возрастать роль участка, засеянного рисом и занятого мягкой, прибрежной растительностью. На участке, занятом рисом (станция II), интенсивность фотосинтеза возрастает к 21 июня до 3,68 мг O_2 /л и к 6 июля до

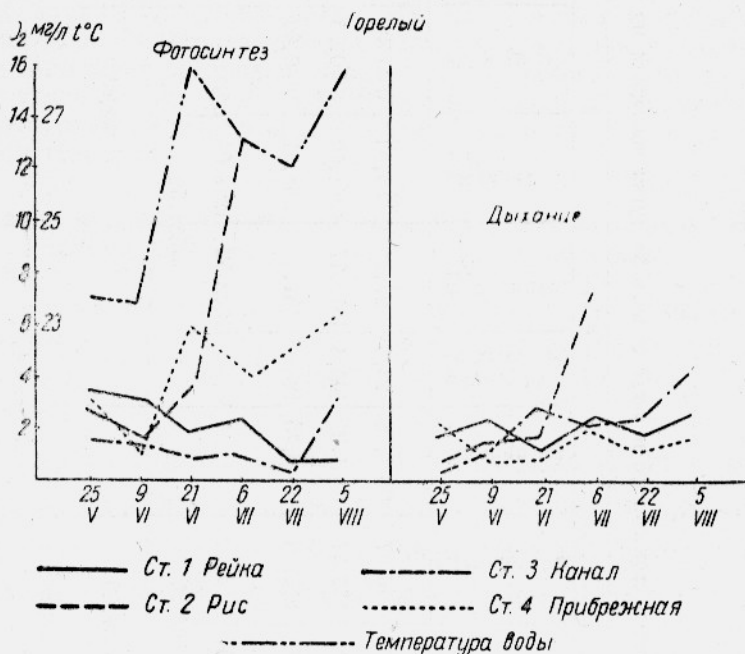


Рис. 2.

13,3 мг O_2 /л. Зона мелководья (прибрежная растительность) 21 июня дает повышение интенсивности этого процесса до 6,7 мг O_2 /л; 22 июля она падает до 5,24 мг O_2 /л и 5 августа снова возрастает до 6,79 мг O_2 /л. Ход процесса фотосинтеза на пахотном участке (станция I) очень близок к таковому в канале. Абсолютная величина выделения O_2 на пахотном участке за исключением 5 августа превышает величину, полученную в канале.

Повышение продукции органического вещества на пахотном участке и на делянке, занятой рисом, наблюдали одновременно 6 июля, но

абсолютная величина интенсивности фотосинтеза на участке с посевом риса, где было внесено удобрение, более чем в четыре раза превышала данные, полученные на станции I (пахотный участок). К сожалению, из-за обмеления последние два наблюдения на участке, занятом рисом, не проводили.

Влияние температуры воды на процесс фотосинтеза в рыбхозе Горелый мы наблюдали только на прибрежной станции [4] (рис. 2), где резкое ее повышение сопровождалось увеличением интенсивности фотосинтеза; это явление наблюдали также на площади, занятой рисом. На остальных двух станциях обнаружили уменьшение выделения кислорода при подъеме среднесуточной температуры воды.

Изменения интенсивности дыхания (см. рис. 2) на станциях I и III рыбхоза Горелый протекали почти одинаково в смысле направленности процессов. С конца мая до конца июня интенсивность дыхания повышалась, затем наблюдали падение до 22 июля и новый подъем — к 5 августа. Максимальное потребление кислорода 21 июня на этих станциях совпадает (2,80 мг O_2 /л станция I и 2,79 мг O_2 /л станция III). В конце наблюдений (5 июля) расход O_2 на распад органического вещества был несколько выше в канале (4,49 мг O_2 /л), чем на пахотном участке (до 2,63 мг O_2 /л).

Самая низкая интенсивность дыхания была отмечена в начале наблюдений, когда наполнение рыбхоза еще не было закончено, причем минимальные величины отмечены в канале (0,24 мг O_2 /л), несколько выше они были на участке посева риса (0,76 мг O_2 /л) и в зоне пахотной земли (1,65 мг O_2 /л).

За период наблюдений обнаружена зависимость процессов потребления кислорода от температуры воды в рыбхозе. При повышении среднесуточной температуры воды на всех станциях интенсивность дыхания возрастала, при понижении — падала.

Рыбхоз Танатарка характеризуется отрицательным балансом органического вещества в водной толще, и интенсивность фотосинтеза в нем значительно ниже, чем интенсивность дыхания.

На станции I (в зарослях нимфейника) наибольшая интенсивность фотосинтеза была отмечена 24 мая (рис. 3), затем она непрерывно падала до конца наблюдений. В начальный период наблюдений на станции II (в зарослях тростника) интенсивность фотосинтеза была более высокой (24 мая — 2,85 мг O_2 /л; к 20 июня она снизилась до 0,89 мг O_2 /л, затем к 5 июля повысилась до 1,76 мг O_2 /л). Аналогичный ход изменений интенсивности этого процесса мы наблюдали и в рыбхозе Азово-Долгий (1948 г.) на участке, заросшем тростником.

Динамика интенсивности фотосинтеза на станции III (ассоциация прибрежной, мягкой растительности) отличается от первых двух направленностью процесса. В конце мая продуцировалось кислорода 2,24 мг O_2 /л, в начале июня продуцирование резко упало, доходя до 0,50 мг O_2 /л, к концу июня, когда на других двух станциях интенсив-

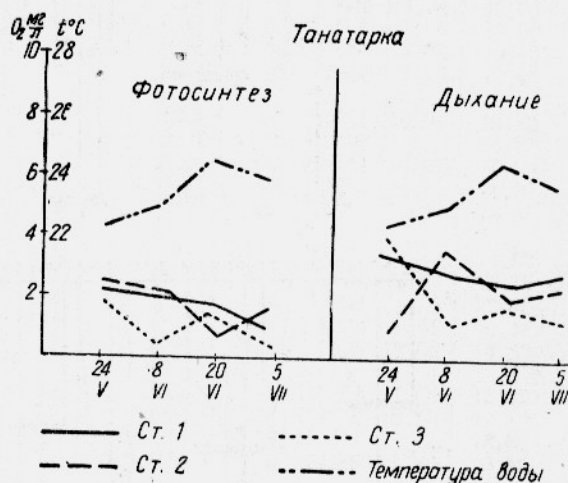


Рис. 3

ность фотосинтеза снизилась, в прибрежной зоне увеличилась до 1,48 мг O_2 /л. В начале июля в прибрежной зоне фотосинтез почти совсем прекратился. количество выделенного кислорода было равно 0,27 мг O_2 /л.

Прибрежные зоны Танатарки и Горелого резко отличаются друг от друга. Если в Горелом фотосинтез наиболее интенсивно протекал в прибрежной зоне, в особенности в конце июня и до конца наблюдений, то в Танатарке, хотя и наблюдался незначительный подъем, но абсолют-

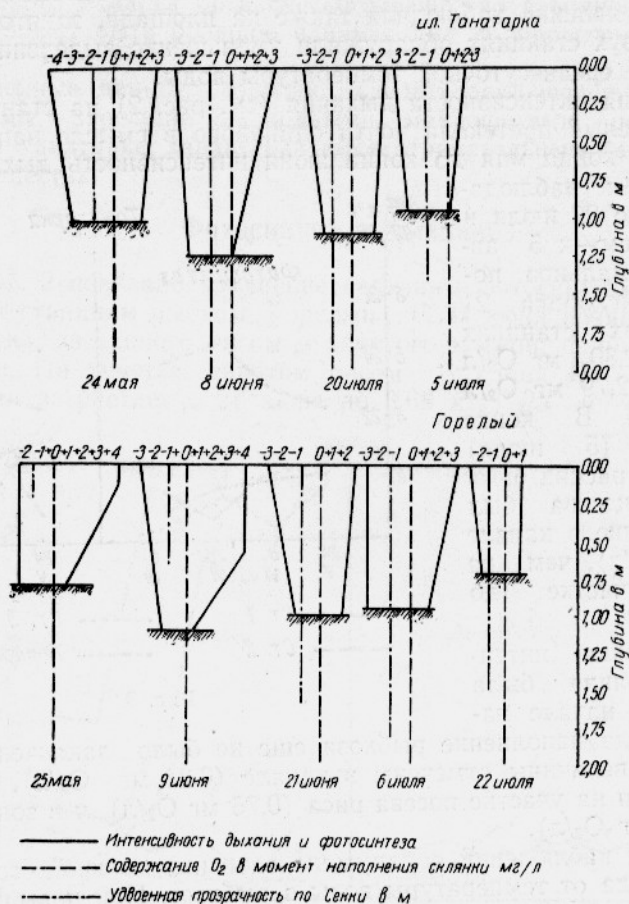


Рис. 4. Пояснения к рисунку: за O принято содержание O_2 в момент постановки опыта. Левая кривая — изменение содержания кислорода в темной склянке. Правая кривая — изменение содержания кислорода в светлой склянке.

ные величины интенсивности фотосинтеза были ниже, чем на других участках.

На станции I в Танатарке мы наблюдали уменьшение интенсивности фотосинтеза в придонном слое по сравнению с поверхностным в течение всего периода наблюдений (рис. 4), однако наиболее значительное уменьшение происходило в начале июня и июля.

В Горелом мы наблюдали зависимость интенсивности процесса от прозрачности, в особенности в начальном периоде исследования (конец мая — начало июня). В Танатарке и Азово-Долгом такой зависимости не было обнаружено. Это указывает на то, что какой-то другой элемент находился в минимуме и ограничивал развитие фитопланктона.

Таблица 7

Сводная таблица гидрохимических элементов рыбхоза Горелый

Номер станции	Дата наблюдения	Горизонт	pH	O ₂ , мг/л	O ₂ , %	NO ₂ , мг/м ³	NH ₃ , мг/м ³	P, мг/м ³	Si, мг/м ³	Окисляемость O ₂ , мг/л	
										филт-рованная	нефилт-рованная
I	25/V	0	7,56	7,21	76	20,0	74,0	—	—	8,67	12,23
I	"	дно	7,65	6,77	70	20,0	62,0	—	4310	8,37	13,71
II	"	0	7,60	7,49	80	20,0	96,0	15	4717	5,41	10,3
III	"	0	7,99	7,78	84	21,0	54,0	17	5000	5,11	8,67
IV	"	0	7,50	4,76	52	6,0	68,0	53	5000	7,93	15,19
I	9/VI	0	7,99	9,05	97	8,0	111,0	42	8772	10,15	12,67
I	"	дно	8,08	7,57	81	6,5	139,0	56	9615	11,34	15,93
II	"	0	7,89	7,57	81	следы	109,0	67	9615	9,56	12,08
III	"	0	8,02	8,72	94	"	106,0	40	5264	7,34	10,45
IV	"	0	—	6,41	68	"	82,0	46	3850	7,48	10,45
I	21/VI	0	—	11,52	134	"	212,7	50	12195	10,08	13,92
I	"	дно	8,50	10,36	121	"	151,5	44	12195	—	14,23
II	"	0	8,79	6,74	79	"	129,9	125	15151	14,999	14,999
III	"	0	7,98	13,32	157	"	128,2	48	7353	10,85	11,06
IV	"	0	9,30	5,59	66	"	119,0	167	15151	11,92	13,31
I	6/VII	0	8,79	10,26	115	"	178,5	24	11905	—	14,52
I	"	дно	—	11,24	127	"	172,4	32	13158	10,80	17,32
II	"	0	8,79	10,26	116	"	232,4	46	14286	18,56	22,45
III	"	0	9,0	11,24	129	"	140,8	36	8260	9,55	10,18
IV	"	0	8,15	7,82	91	"	333,3	139	8928	12,66	14,52
I	22/VII	0	8,29	6,22	69	0,8	208,3	42	15151	17,68	19,12
I	"	дно	—	6,39	71	0,7	204,0	45	14286	19,62	22,42
III	"	0	8,38	9,17	105	0,9	227,2	16	14411	18,48	18,80
IV	"	0	8,29	6,75	78	0,8	166,7	7	14286	17,36	20,56
I	5/VIII	0	8,0	3,56	40	—	—	100	14286	—	20,56
III	"	0	8,0	7,58	84	—	—	35	12500	21,57	22,85
IV	"	0	8,0	2,32	26	—	—	100	11111	—	21,57

Таблица 8

Сводная таблица гидрохимических элементов рыбхоза Танатарка

Номер станции	Дата наблюдения	Глубина	Горизонт	pH	O ₂ , мг/л	O ₂ , %	NO ₂ , мг/м ³	NH ₃ , мг/м ³	P, мг/м ³	Si, мг/м ³	Окисляемость O ₂ , мг/л	
											филт.	нефилт.
I	24/V	0,96	0	8,08	11,96	131	1,0	86	5	2125	3,52	8,08
I	"	—	дно	8,08	12,10	134	1,84	73	5	2250	2,66	8,08
II	"	—	0	8,00	10,37	115	8,6	81	6,5	3846	2,0	6,85
III	"	—	0	8,20	10,81	121	—	—	—	—	—	—
I	8/VI	—	0	7,29	8,66	92	сл.	100	20,0	4545	8,82	11,34
I	"	—	дно	7,50	9,16	98	"	71	—	—	8,28	10,45
II	"	1,0	0	7,0	7,49	80	"	110	19	4545	8,67	10,59
III	"	0,75	0	6,78	3,83	40	"	100	81	3692	11,34	11,34
I	20/VI	1,10	0	7,29	6,42	73	е. з. сл.	166	34	3950	—	10,23
I	"	—	дно	7,29	6,25	70	"	130	38	3950	11,92	12,69
II	"	0,95	0	7,50	5,43	60	"	162	38	3950	10,69	15,46
III	"	0,60	0	6,78	5,43	61	"	120	26	1020	8,54	9,15
I	5/VII	1,05	0	7,0	4,56	50	сл.	200	33	10000	9,83	10,49
I	"	—	дно	7,0	4,40	49	"	182	64	5434	10,18	12,97
II	"	0,80	0	7,0	4,24	47	"	312,5	43	563	8,87	11,05
III	"	0,80	0	7,0	3,09	34	"	141	74	5434	8,16	9,80

Влияние температуры воды сказывалось только на прибрежной станции в июне и начале июля, когда количество выделенного O_2 повышалось и понижалось соответственно изменениям среднесуточной температуры воды на этой станции.

Данные о содержании фосфатов, кремния, аммиака и др. говорят о том, что обеспеченность рыбхоза Горелый биогенными элементами гораздо выше, чем Танатарки, что вероятно и обуславливает более высокую продукцию органического вещества в Горелом.

Интенсивность дыхания в зоне тростника (станция II) и нимфейника (станция I) изменяется совершенно аналогично (см. рис. 3). Единственное отличие наблюдается только в абсолютных величинах в начале наблюдений (24 мая), когда количество поглощаемого кислорода за сутки на станции I (нимфейник 3,35 мг O_2 /л) превышает потребление на станции II (тростник 1,16 мг O_2 /л).

В начале июня потребление O_2 уменьшается до 2,70 мг/л по станции I и возрастает до 2,94 мг/л на станции II, затем с 20 июня одновременно и в зоне тростника и зоне нимфейника снижается и незначительно повышается к 5 июля. Интенсивность дыхания на станции I (нимфейник) в течение почти всего периода выше, чем в тростнике.

Прибрежная зона характеризуется повышенной интенсивностью дыхания только в начальный период, 24 мая она равна 4,34 мг O_2 /л, в дальнейшем потребление O_2 на этой станции резко падает (до 1,37 мг O_2 /л), незначительно увеличивается 20 июня (1,81), вновь снижается 5 июля (до 1,31 мг/л). В течение остального периода наблюдений (с 8 июня по 5 июля) потребление O_2 в прибрежье ниже, чем на первых двух станциях.

Гидрохимический режим рыбхозов Горелый и Танатарка в 1949 г

Изучая баланс органического вещества и слагающие его компоненты — фотосинтез и дыхание, двух резко отличающихся друг от друга водоемов, — Танатарка и Горелый, мы должны были осветить состояние водоемов в отношении богатства их питательными солями. Как известно, соли азота, фосфора и кремния, так называемые биогенные элементы, могут ограничивать развитие органической жизни в воде.

Подобное изучение гидрохимического режима различных ильменей, расположенных в дельте Волги, проводили Н. И. Аничкова с 1934 по 1939 гг. и В. А. Голиаков в 1940 г. В 1948 г. гидрохимические исследования были проведены нами в рыбхозе Азово-Долгий [4] и в 1949 г. — в Танатарке и Горелом.

Одновременно с постановкой опытов по фотосинтезу и дыханию, на тех же станциях и в реке перед шлюзом брали образцы воды для определения в них биогенных элементов, pH и окисляемость. Результаты гидрохимических анализов в рыбхозах Танатарка и Горелый приведены в табл. 7 и 8.

Фосфаты

В начале наблюдений, пока не был закрыт шлюз и продолжался напуск воды, содержание фосфатов в рыбхозе Горелый (во всем водоеме) было ниже, чем в реке перед шлюзом, кроме прибрежной зоны (рис. 5). После закрытия шлюза количество фосфатов начало увеличиваться и 21 июня достигло максимума по всей акватории, в то время, как в реке содержание фосфатов падало. Особенно резкое увеличение отмечено в прибрежной зоне, где 21 июня количество фосфатов составляло 167 мг/л. На площади, занятой рисом, оно несколько ниже 125 мг/л; в зоне пахотного участка и в канале 48 и 50 мг/л. После максимума началось снижение содержания фосфора и на пахотном и на занятом

рисом участках, наименьшее его содержание отмечено 6 июля, причем на участке с посевом риса оно снизилось до 46 мг/л, а в районе пахотного участка станции I — до 24 мг/л (6 июля наблюдался максимум фотосинтеза).

В зоне прибрежной мягкой растительности в этот период хотя и имелась тенденция к снижению фосфатов, но абсолютная величина была еще очень высокая—139 мг Р/л. В канале и прибрежной зоне минимальная концентрация фосфора была 22 июля. После первого открытия шлюза в реке и на пахотном участке содержание этого элемента было больше, чем в первых двух зонах.

После 22 июля начался новый подъем содержания фосфора. После закрытия шлюза 27 июля концентрация фосфатов увеличилась на всех станциях, однако в реке и на станциях I и III этот процесс протекал более интенсивно и к 5 августа содержание фосфатов составило почти 100 мг/л (в канале значительно меньше—35 мг/л).

В период наибольшей интенсивности фотосинтеза на участке, занятом рисом, наблюдали резкое уменьшение концентрации фосфатов, очевидно, вследствие их потребления, но так как одновременно возрастало и потребление O_2 (распад), то увеличивались и окисляемость и количество аммиачного азота.

На станции I (пахотный участок) 21 июня интенсивность фотосинтеза повысилась и держалась на высоком уровне до конца наблюдений, незначительно снижаясь лишь 22 июля. На этом участке, особенно богатом фосфатами, 21 июня и 6 июля удерживалась высокая концентрация этого элемента, а к 22 июля резко упала—до 8 мг Р/л.

Кривые интенсивности фотосинтеза и фосфатов на станции I имеют противоположное направление, а именно: минимум фосфатов соответствует максимуму фотосинтеза и, наоборот. В канале (так же как и в прибрежной зоне) характер кривых несколько иной, хотя содержание Р на обеих станциях почти одинаковое. Абсолютные величины интенсивности фотосинтеза ниже, чем на пахотном участке, поэтому снижение концентрации фосфатов идет медленнее (меньшее потребление Р) и достигает минимума только к 22 июля.

Рыбхоз Танатарка характеризуется значительно меньшим содержанием фосфатов и меньшей амплитудой колебаний этого элемента за весь период наблюдений (рис. 5), кроме прибрежной станции.

В начале наблюдений, когда шлюз был открыт и наполнение рыбхоза еще не кончилось, содержание фосфатов в зоне тростниковой ассоциации и нимфейника было меньше, чем в реке, после закрытия шлюза

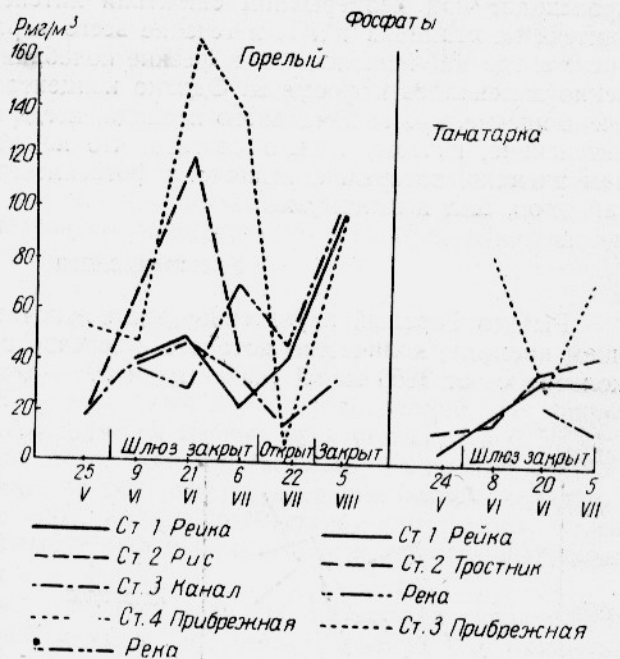


Рис. 5.

количество их стало увеличиваться, достигнув 21 июня на станции I высшего значения — 34 мг/м^3 , а на станции II — 5 июля — 43 мг/м^3 .

В прибрежье характер кривых и абсолютные величины фосфатов несколько иные, а именно: 8 июня концентрация фосфора составила 80 мг/м^3 , 21 июня она упала до 26 мг/м^3 , а 5 июля снова возросла до 74 мг/м^3 . В течение всего периода существования рыбхоза Танатарка концентрация фосфатов в нем значительно ниже, чем в Горелом, резких колебаний здесь не происходит за исключением станции III в прибрежной зоне.

Ход кривых изменения интенсивности фотосинтеза на всех станциях, хотя и имеет различный характер, но противоположен колебаниям фосфатов (см. рис. 3). Наблюдавшееся повышение концентраций фосфатов происходит при непрерывном снижении интенсивности процесса фотосинтеза на станциях I и II в течение всего периода наблюдений. В прибрежье, где наблюдались более резкие колебания фотосинтеза, соответственно изменялись и фосфаты. Однако концентрации фосфора были не очень низкие, кроме начального периода, когда фотосинтез шел наиболее интенсивно, поэтому можно считать, что какой-то другой неизвестный нам элемент, который ограничивал фотосинтетическую деятельность организмов, был в минимуме.

Кремнекислота

Рыбхоз Горелый характеризуется исключительно высоким содержанием кремния, количество которого в течение всего периода наблюдений колебалось от 3850 мг/м^3 (на станции IV — 9 июня) до 15151 мг/м^3 (на

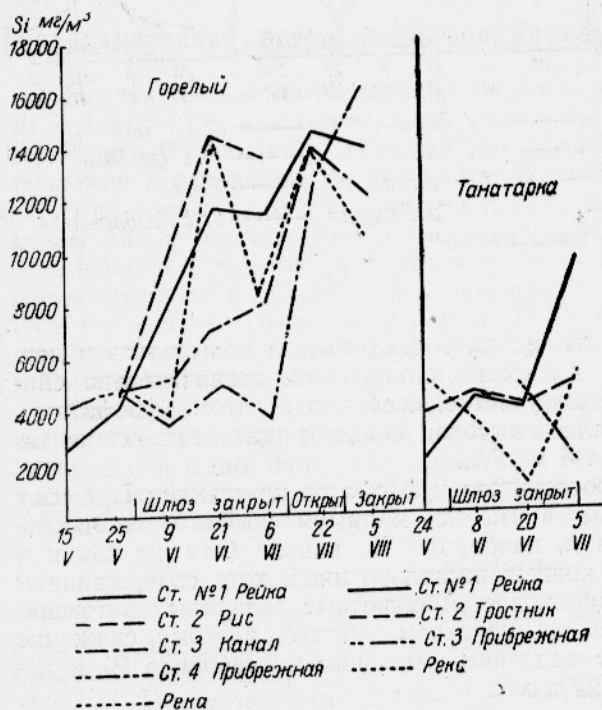


Рис. 6.

станции I—22 июля и II—6 июня). Во время напуска воды в рыбхоз концентрация Si было ниже, чем в реке (рис. 6). После окончания залива и закрытия шлюза количество кремния возросло на первых трех станциях. На рисе максимум (15151 мг/м^3) достиг 21 июня, на пахотном участке (15151 мг/м^3) — и в канале (14411 мг/м^3) — 22 июля, после чего было некоторое снижение Si до 12500 — 14200 мг/м^3 .

На станции IV (прибрежная) кривые колебаний кремния имеют несколько иной характер, сходный с изменением фосфатов на этой станции в начале наблюдений. После открытия шлюза — 22 июня, когда фосфаты были в мини-

муме, кремний снова был на подъеме; последнее наблюдение 5 августа также отличалось по содержанию этих элементов: Si уменьшался, P увеличивался.

Содержание Si в реке, за исключением первых двух наблюдений, ниже, чем в ильмене; резкое увеличение отмечено после первого открытия шлюза, вследствие поступления ильменных вод, богатых этим элементом.

В рыбхозе Танатарка содержание кремния значительно меньше, чем в Горелом, но все же абсолютные величины его на всех станциях превышают 1000 мг/м^3 . После закрытия шлюза в тростнике и нимфейнике содержание Si увеличилось, в прибрежье вначале уменьшилось, а затем возросло.

В рыбхозе Танатарка содержание кремния изменяется подобно изменениям фосфатов, но с некоторыми отличиями. Так, в зонах тростника и нимфейника они до 20 июня совершенно аналогичны, 5 июля был обнаружен значительный скачок—с 4000 до $10\,000 \text{ мг/л}$. Содержание фосфатов в этот период несколько снизилось. На прибрежной станции наибольшее и наименьшее содержание кремния наблюдали в те же числа, что и для фосфатов, но абсолютные величины содержания этого элемента в противоположность фосфатам были ниже, чем на других участках.

Связь динамики кремния и интенсивности фотосинтеза во времени и очевидна, она такая же, как и у фосфатов (рис. 6). При затухании процессов фотосинтеза возрастает концентрация, при повышении их интенсивности количество кремния падает.

Нитриты

Нитриты присутствовали в значительных концентрациях на всех станциях Горелого только в начальный период наблюдений, до закрытия шлюза, в количестве 20 мг/м^3 на первых трех станциях и 6 мг/м^3 в прибрежной зоне, а после того, как водоем был изолирован,—только на участке пахотной земли, на поверхности и на дне. Весь остальной период характеризовался почти полным отсутствием нитритного азота, до 22 июля, когда этот элемент был обнаружен в незначительных количествах (менее 1 мг/м^3).

В Танатарке нитриты присутствовали в небольших количествах (1 мг/м^3 на станции I и $8,6 \text{ мг/м}^3$ в тростнике) только до закрытия шлюза, в дальнейшем во всем водоеме обнаруживали только следы нитритов.

Количество аммиачного азота в Горелом колебалось от 50 до 333 мг/м^3 , содержание его увеличивалось на всех станциях после того, как водоем стал изолированным. На рисе и в прибрежной зоне концентрация аммиачного азота повысилась 6 июля, причем в прибрежной зоне значительно больше (333 мг/м^3), чем на рисе (232 мг/м^3).

Концентрация аммиака была несколько ниже на участке пахотной земли и держалась почти на одном уровне с 21 июня по 22 июля. Содержание NH_3 в Танатарке почти такое же, как в Горелом, на протяжении всего периода оно колебалось в пределах $71\text{—}312,5 \text{ мг/м}^3$. На всех станциях к концу наблюдений количество NH_3 увеличилось, в особенности в зоне тростниковой ассоциации.

Кислородный режим

Кислородный режим Горелого и Танатарки имеет совершенно различный характер (рис. 7). В первом рыбхозе максимальное насыщение воды кислородом наблюдали в июне, в Танатарке на всех станциях наивысшее содержание O_2 было в конце мая, а затем шло непрерывное его снижение. Исключение составила прибрежная станция, на которой

20 июня содержание O_2 несколько повысилось при незначительном увеличении интенсивности фотосинтеза и дыхания.

Наибольшее насыщение воды кислородом (134%) было в рыбхозе Горелый 21 июня на станции, расположенной на пахотном участке.

В рыбхозе Танатарка—24 мая в зарослях нимфейника (130%). В Горелом 5 июля содержание O_2 резко уменьшилось — на станции I до 38% и в прибрежной зоне до 20%. В Танатарке к концу наблюдений насыщение воды кислородом также снизилось, в особенности на станции III в зоне прибрежной мягкой растительности.

Интересно отметить, что на всех станциях рыбхоза Горелый pH выше, чем в Танатарке, что хорошо согласуется с повышенным продуцированием O_2 в Горелом и более низким в Танатарке.

Ночью за весь период наблюдений в рыбхозе Горелый pH и процент насыщения O_2 не поднимались так высоко, как в Азово-Долгом в 1948 г. В последнем pH доходило до 9,5, а содержание O_2 до 224%. Это, очевидно, связано с временем наблюдения: пробы в 1949 г. брали в утренние часы, когда насыщение O_2 было минимальным.

Содержание кислорода в обоих рыбхозах находится

в прямой зависимости от интенсивности процесса фотосинтеза и дыхания в этих водоемах. Так, непрерывное падение концентрации O_2 в течение всего периода в Танатарке соответствует понижению интенсивности фотосинтеза. В Горелом, вследствие мощного развития подводной растительности, это соответствие иногда нарушается.

Окисляемость

Окисляемость или количество кислорода, пошедшее на окисление образца воды по Кубелю, не дает представления об абсолютном содержании органического вещества, поэтому эти данные используют лишь для сравнительных целей. Согласно данным Б. А. Скопинцева [10], для пресных вод окисляемость по Кубелю, умноженная на коэффициент 2,1, дает приближенное представление об абсолютном содержании органического вещества в исследуемой воде. Умножив полученные данные абсолютного количества органического вещества на кислородный коэффи-

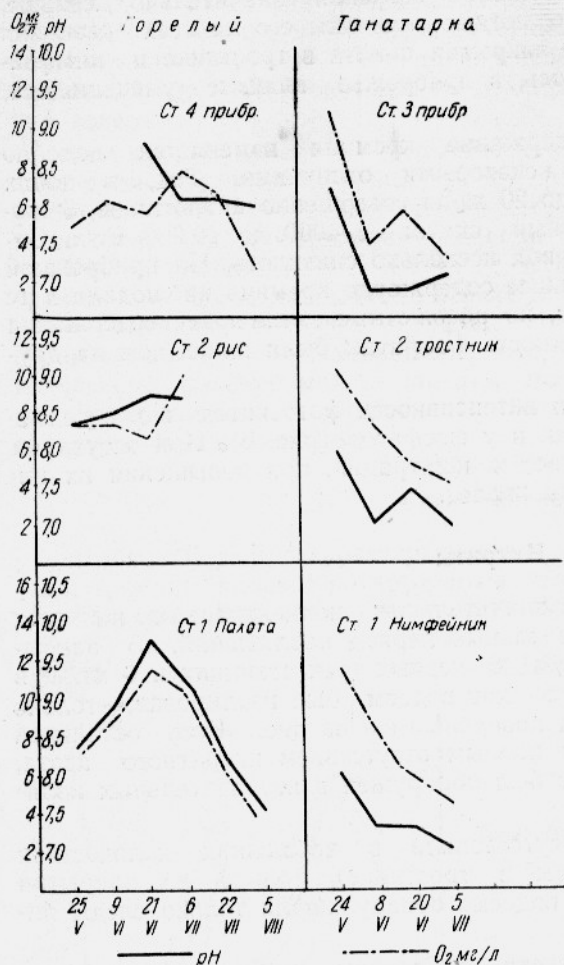


Рис. 7.

циент $1 \cdot 2$ [10], получим суммарное количество кислорода, расходуемое на окисление органического вещества в подопытных рыбхозах.

По мнению Г. Г. Винберга [2], в каждом водоеме процент способности окислять органические вещества водной толщи и суммарное количество органического вещества водоема должны быть постоянными, что, якобы, подтверждается его данными об окисляемости органического вещества в воде Белого озера.

Наши водоемы отличаются от озер изменчивостью глубин, объемов, кратковременным периодом существования и кратковременной непосредственной связью с источником питания — рекой, которая также вносит органические вещества в рыбхозы. Мы попытались проверить это положение в подопытных рыбхозах Горелый и Танатарка. Ниже в табл. 9 приводится количество кислорода, потребное для окисления органического вещества, заключенного в 1 л воды (а), вычисленное на основании данных окисляемости по Кубелю, по коэффициентам, указанным Б. А. Скопинцевым [10], и процент окисленных веществ в 1 л (б), определяемый по отношению потребления кислорода на окислительные процессы (интенсивность дыхания), к общему количеству O_2 , необходимому для окисления всего органического вещества в 1 л воды.

Таблица 9

Соотношение окисленных органических веществ в водной толще водоемов в % и количества O_2 , необходимого для полного окисления общего запаса органических веществ в 1 л воды

Дата наблюдения	Горелый											
	25/V		9/VI		21/VI		6/VII		22/VIII		5/VIII	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
I	32,82	5,00	31,93	7,42	35,07	7,96	36,59	6,88	48,18	4,06	51,81	5,07
II	26,96	2,81	30,44	5,32	37,81	4,67	56,57	12,49	—	—	—	—
III	21,84	1,09	26,33	4,36	27,87	10,01	25,65	8,49	47,38	4,89	57,58	7,81
IV	38,18	6,29	26,33	2,01	33,54	5,87	36,59	5,96	51,81	2,27	53,34	2,89

Продолжение табл. 9

Дата наблюдения	Танатарка							
	24/V		8/VI		20/VI		5/VII	
	а	б	а	б	а	б	а	б
I	20,36	16,45	28,58	9,43	25,78	8,17	26,43	10,10
II	17,26	6,13	26,69	11,02	38,96	5,67	27,85	8,43
III	—	—	28,58	4,44	23,06	7,85	24,70	5,30
IV	—	—	—	—	—	—	—	—

а — количество O_2 , необходимое для окисления общего количества органического вещества в 1 л воды;

б — процент окисленных органических веществ в водоеме.

Из табл. 9 следует, что процент окисления общего количества органического вещества не является величиной постоянной для исследуемых

нами водоемов. Если судить по окисляемости, общий запас органических веществ в воде Горелого непрерывно увеличивался с мая по июль (рис. 8). Данные по абсолютному количеству органического вещества водной толщи в Танатарке за все время существования рыбхоза указывают на уменьшение органического вещества. Наиболее резкое увеличение содержания органического вещества отмечали в начале наблюдений, после максимальных величин интенсивности фотосинтеза и при наивысшей интенсивности дыхания.

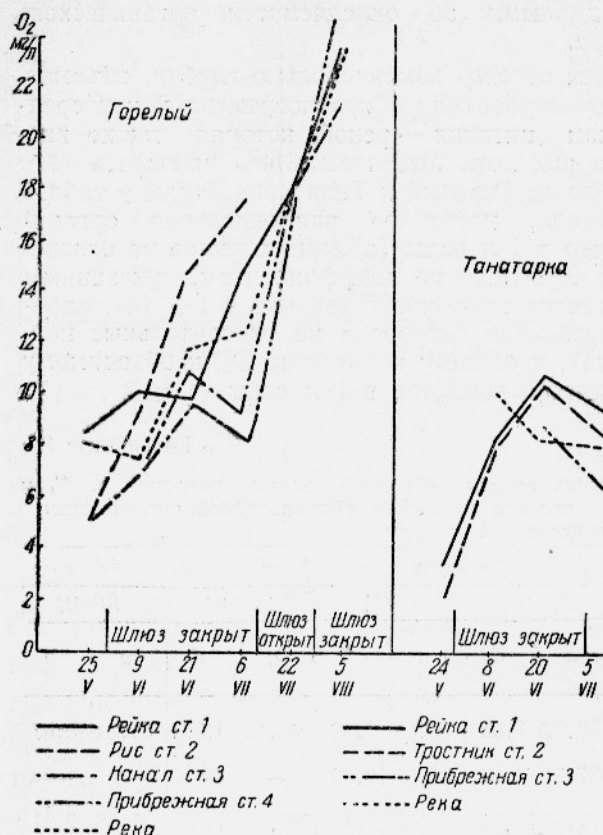


Рис. 8

ного от надводной растительности, за период наблюдений происходило накопление органического вещества, то есть процесс синтеза преобладал над процессом его разложения. Продукция органического вещества за весь период составляла 68568,32 кг O_2 или 231075,24 ккал.

3. В водной массе рыбхоза Танатарка при мощном развитии надводной растительности, преимущественно тростниковых зарослей, распад органического вещества преобладал над его синтезом; образование органического вещества в мае преобладало над его разрушением, что также наблюдали в 1948 г. в толще воды рыбхоза Азго-Долгий.

4. Мелководные водоемы, заросшие жесткой растительностью, характеризуются отрицательным балансом органического вещества за период их существования.

5. Наибольшее количество кислорода, а следовательно, и органического вещества, продуцировалось в рыбхозе Горелый в июне, что составляло 126835,5 кг O_2 или 427435,64 ккал. Самая высокая продукция была на станции, занятой посевом риса (где было внесено удобрение), самая низкая — в канале.

6. Обеспеченность рыбхоза Горелый биогенными элементами была выше, чем в Танатарке, что очевидно обуславливало более высокую продукцию Горелого.

Выводы

1. Задачей работ 1949 г. являлось оразнительное изучение баланса органического вещества водной толщи рыбхозов (ильменей) в зависимости от характера зарастания, а также изучение гидрохимического режима двух разнохарактерных водоемов и выяснение влияния физико-химических факторов среды на процессы интенсивности дыхания и фотосинтеза. Эти работы были поставлены в рыбхозах Горелый и Танатарка.

2. В водной массе рыбхоза Горелый, свобод-

7. В подопытных водоемах после закрытия шлюза увеличивалась концентрация фосфатов и кремния за счет распада образующегося органического вещества в самом водоеме. Наиболее отчетливо это явление наблюдали в Горелом. Общий запас органических веществ в воде Горелого непрерывно увеличивался; в Танатарке к концу периода наблюдений, наоборот, происходило уменьшение общего запаса органического вещества.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г., Опыт изучения фотосинтеза и дыхания в водной массе озера. К вопросу о балансе органического вещества. Сообщение 1. Труды лимнологической станции в Косине, т. XVIII, 1934.
 2. Винберг Г. Г., То же. Сообщение 2. Труды лимнологической станции в Косине, т. XX, 1935.
 3. Винберг Г. Г., То же. Сообщение 3. Труды лимнологической станции в Косине, т. XXII, 1939.
 4. Винецкая Н. И., Изучение баланса органического вещества в водной массе нерестово-выростного хозяйства Азово-Долгий (напечатано в этом сборнике).
 5. Идельсон М. С. и Кузнецова И. И., Опыт определения рыбопродуктивности водоемов дельты р. Волги по урожаю молоди, Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
 6. Кузнецов С. И., Труды лимнологической станции в Косине, т. 1934.
 7. Кузнецов С. И., Микробиология, т. XIV, вып. 6, 1945.
 8. Летичевский М. А., Выращивание сеголетков сазана в нерестово-выростных хозяйствах дельты р. Волги, Труды ВНИРО, т. XVI, 1941.
 9. Скопинцев Б. А., Результаты некоторых методов определения органического вещества в морской воде, Труды ГОИ, вып. 4, 1948.
 10. Скопинцев Б. А., Органическое вещество в природных водах, Труды ГОИ, вып. 17, 1950.
-