

УДК 551.482.214

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРУДОВ
КАХАБЕРСКОГО РЫБХОЗА**

С. С. Гогтишвили

В 1965 г. вошло в строй Кахаберское нагульное хозяйство, созданное в 5 км от Батуми, в бывшей пойме р. Чорохи.

Цель настоящей работы — дать подробную характеристику химического состава воды Кахаберского рыбхоза, в частности ее ионного состава (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{++} , Mg^{++} , SO_4^{2-} , Na^{++} , K^+), во взаимосвязи с окружающей средой.

Растворенный кислород определяли по Винклеру, двуокись углерода — по Гильману, минеральный фосфор — калориметрически по Дениже-Аткинсу, нитратный азот — калориметрически, дифениламиновым раствором серной кислоты, нитритный азот — калориметрически с реактивом Грисса или Грисса-Илосвая, перманганатную окисляемость — в кислой среде по Кубелю, общее железо — калориметрически, родановым методом, кальций — комплексометрическим методом с раствором трилана-б в присутствии мурексида.

Соединения магния устанавливали по разности между содержанием суммы $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ и кальция. Сумму $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ подсчитывали комплексометрическим методом, сумму $\text{Na} + \text{K}^+$ — по разности между суммой анионов и катионов. Сульфаты находили иодометрическим методом (Строганов, Бузинова, 1969).

Микроэлементы (Mo, Co, Cu, Mn) определяли по общепринятой методике (Еременко, 1960; Ковальский, Гололобов, 1959). В конце вегетационного периода проводили полный химический анализ почвы.

Климат в районе Кахаберского рыбхоза отличается от климата других зон влажных субтропиков преобладанием юго-западных ветров и большим количеством осадков. Среднегодовое (за 40 лет) количество атмосферных осадков в районе рыбхоза составляет 2371 мм, число дней с осадками за год — 161. Среднегодовая температура воздуха равна 14,4°С, средняя температура самого теплого месяца — +22,9°С (Гидрология СССР, 1970). Испаряемость в год составляет 400 мм. Число часов солнечного сияния за год в районе Кахабери равно 2000, суммарная солнечная радиация за год — 120 ккал/см². Общая площадь, выделенная для устройства прудов, составляет 100 га. Эта территория имеет форму треугольника, основание которого примыкает к Черному морю.

Водоснабжение прудов происходит с использованием фильтратов р. Чорохи, которая выходит под оградительные сооружения, выклиниваясь по всей выделенной для прудового хозяйства территории. Общий дебит фильтратов, который может быть использован для снабжения прудов, составляет примерно 2—3,5 м³/сек. В этом отношении водоснабжение прудов можно считать вполне обеспеченным. Полезные площади прудов — 11 и 13 га, максимальная глубина — 1,5 м.

Мутные воды р. Чорохи, просачиваясь в аллювиальные образования, освобождаются от взвешенных частиц.

На территории Кахаберского рыбхоза под пресными гидрокарбонатными кальциево-магниевыми водами лежат гидрокарбонатно-сульфатные, еще ниже — сульфатные или сульфатно-хлоридные, затем идут хлоридно-кальциевые. Изменение типа вод с глубиной сопровождается постепенным увеличением минерализации воды от доли грамма до нескольких сот граммов на 1 м³. Пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды Кахаберского рыбхоза широко используются для водоснабжения.

Полноводность грунтовых потоков обусловлена чрезмерным количеством атмосферных осадков, которые просачиваются в песчано-галечные породы. Формирование этих вод происходит за счет атмосферных осадков и поверхностного стока, формирование химического состава вод — за счет выщелачивания пород.

Азотные слабоминерализованные грунтовые воды Кахаберского рыбхоза относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу.

Почва Кахаберского рыбхоза — аллювиальная, бескарбонатная, песчаная. Ниже почвы залегают пески с гравием, галькой и редкими прослойками супеси и суглинки. Мощность песчано-гравийных отложений составляет 4—8 м. Водоносный горизонт аллювиальных отложений находится в песчано-гравийной толще, на глубине 2—5 м от поверхности земли.

Коэффициент фильтрации, по данным гидрогеологических изысканий, равен 160 м в сутки. Значение рН воды пруда выше рН водной вытяжки (соответственно 6,8—7,4 и 6,2—6,8).

На глубине 0,5 см почва имеет следующий химический состав: гумус — 0,76%, общий азот — 0,04%, общий фосфор — 0,023%, Са⁺⁺ — 23,4 мг-экв., Mg⁺⁺ — 6,0 мг-экв., Cl — 0,002%, SO₄^{''} — 0,021%; рН = 7,1, потери от прокаливания составляют 0,036%.

Органическое вещество почвы является одним из основных факторов, определяющих плодородие водоемов. Содержание органического вещества, судя по потере от прокаливания, было невысоким. Общий азот в почве прудов представлен в основном органическим азотом, содержание его зависит от количества органического вещества в почве. Активная реакция среды — слабощелочная или нейтральная.

Содержание кислорода в воде, равное в июне 3 мл/л и возрастающее к сентябрю до 5,7 мл/л, является нормальным для зеркального карпа.

Вода Кахаберского рыбхоза, по классификации О. А. Алекина (1953) и Н. В. Баранова (1961), относится к гидрокарбонатному классу маломинерализованной категории.

Среди компонентов ионного состава преобладают HCO₃['] и Са⁺⁺; SO₄^{''} и Mg⁺⁺ несколько уступают им.

Вода прудов содержит малое количество органического вещества, поэтому численные значения его окисляемости невысоки. Применение современных методов интенсификации прудового хозяйства сопряжено с накоплением в прудах органических веществ, что, безусловно, вызывает увеличение показателей окисляемости. Поскольку количество вносимой органической массы увеличивается в ходе выращивания рыб, повышается и окисляемость.

В естественных водоемах, как это убедительно показал В. И. Вернадский (1934), характер динамики биогенных элементов во многом зависит от почвенного покрова и растительности района водосбора, тогда как в прудах при современных методах интенсификации ход биологических процессов определяют в основном антропогенные факторы. В этом отношении сравнительная характеристика динамики биогенных элементов в прудах при различных методах интенсификации и связь этой динамики с процессами продуцирования представляют большой интерес.

Из биогенных элементов нами изучался азот нитратов и нитритов, а также минеральный растворенный фосфор. Количество нитритного азота колебалось от следов до 0,006 мг/л, максимальное количество нитритного азота наблюдалось в августе. Содержание нитратного азота варьировало от 0,09 до 0,45 мг/л. Значительных сезонных различий в содержании нитратного и нитритного азота не отмечалось. Концентрация минерального фосфора изменялась от 0,02 до 0,07 мг/л. Летом с развитием фитопланктона содержание этих биогенных веществ несколько снижалось (таблица).

Динамика гидролого-гидрохимических элементов
Кахаберского прудхоза

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сеп- тябрь	Ок- тябрь
Температура, °С воздуха	11,5	16,8	19,7	22,6	21,8	19,3	14,0
поверхности поч- вы	13,0	21,0	23,0	26,0	26,0	21,0	14,0
Атмосферное давле- ние, мм	1013,4	1012,3	1011,4	1009,8	1011,7	1014,0	1018,8
Количество осад- ков, мм	101,9	39,5	156,5	75,0	32,7	376,3	321,4
Число дней с осад- ками	14	12	21	23	15	24	7
Температура во- ды, °С	9,7	11,7	17,5	19,0	17,8	15,4	12,4
	—	16,8	21,8	23,8	25,5	22,7	15,4
pH	7,5	7,3	7,5	7,4	7,5	7,5	7,1
	—	7,4	8,0	7,6	7,8	7,8	7,4
Содержание, мг/л							
Ca ⁺⁺	20,6	33,6	28,2	36,6	48,2	39,9	38,2
	—	20,6	14,9	21,2	31,4	24,3	32,0
Mg ⁺⁺	3,3	2,4	3,4	6,9	8,5	5,3	3,8
	—	8,3	6,4	4,2	6,5	9,4	8,1
Na ⁺⁺ +K ⁺	8,5	6,8	8,2	6,2	13,5	10,2	7,8
	—	10,0	8,3	11,4	18,2	15,8	5,0
HCO ₃ [']	62,2	50,0	61,0	86,6	119,0	95,2	65,3
	—	123,0	100,3	133,1	144,5	109,7	122,0
SO ₄ [']	26,6	14,3	28,9	31,8	35,7	37,2	34,6
	—	36,6	40,1	41,7	43,6	39,0	38,2

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
СУ	6,6	2,5	4,6	4,6	7,0	8,8	7,5
	—	7,2	6,5	7,8	7,9	8,2	6,9
N, NO ₃	0,45	0,67	0,04	0,33	0,15	0,17	0,45
	—	0,45	0,09	0,34	0,34	0,23	0,22
N, NO ₂	следы	0,034	следы	0,170	0,002	0,002	0,004
	—	0,002	0,004	0,006	следы	следы	0,001
P	0,001	0,033	0,008	0,013	0,003	0,005	0,003
	—	0,050	0,020	0,030	0,05	0,060	0,070
г _{е.обм.}	0,10	0,10	0,04	0,1,	0,02	0,14	0,14
	—	0,02	0,09	0,08	0,03	0,02	0,05
Сухой остаток, мг/л	124,0	93,0	125,5	171,2	169,5	161,4	138,2
	—	262,4	172,7	201,5	211,6	212,0	212,0
Жесткость мг-экв	1,3	0,94	1,34	2,13	3,11	2,43	1,54
	—	2,18	1,74	2,49	2,81	2,51	32,28
Окисляемость, мг O ₂ /л	3,3	1,8	2,2	4,2	1,6	1,7	2,0
	—	4,5	4,6	4,4	7,2	6,7	6,3

Примечание. В дробях: числитель — канал, знаменатель — пруд.

Влияние микроэлементов на рыб начали изучать лишь в самые последние годы. Накопленные немногочисленные сведения, а также аналогия с сельскохозяйственными животными дают основание предполагать, что значение микроэлементов для рыб очень важно. Содержание некоторых микроэлементов в воде и почве пруда, определенное нами в начале и в конце вегетационного периода, лежит в пределах обычной концентрации этих микроэлементов в условиях Западной Грузии (Ковальский, Андрианова, 1970).

Принимая содержание азота в фитопланктоне за 7%, находили величину суточного потребления азота, обеспечивающего биомассу планктона 100 мг/л. Эта величина оказалась равной 4,2 кг/га водной площади при глубине 1 м. В Кахабери содержание азота составляет 4 кг/га водной площади при глубине 1 м и запас азота обеспечивает продукцию фитопланктона 95,23 мг/л (запас азота в десятисантиметровом слое почвы — 836 кг, в воде — 22 кг; фосфора — соответственно 470 и 3 кг).

Если учесть, что запасы азота в десятисантиметровом слое почвы Кахаберского прудхоза составляют 760 кг/га, то этого количества при условии его перехода в воду хватило бы на полгода.

Площадь одного из прудов — 11 га. При годовой сумме осадков в районе Кахабери 2400 мм общий объем выпадающих на этой площади осадков равен 0,26 млн./м³. Содержание нитратного азота атмосферных осадков, как показали исследования, составляет в среднем 0,3 мг/л, и суммарное годовое поступление азота с атмосферными осадками на поверхность пруда достигает примерно 780 кг. Эта вели-

чина азота (70,9 кг/га), безусловно, играет заметную роль в азотном балансе пруда.

Выводы

1. Кислородный режим в прудах Кахаберского рыбхоза вполне удовлетворителен. Насыщение воды кислородом обусловлено физическими законами растворимости газов из атмосферы, а не биологическим фактором.

2. Запасы органических веществ в почве низки, поэтому необходимо удобрять пруды органическими веществами.

3. Низкое содержание азота в грунтах Кахаберского рыбхоза в настоящее время связано с небольшим количеством органических веществ и с характером залитых почв.

4. Содержание нитратов в прудах не соответствует относительно высоким концентрациям их в грунтовых водах и зависит от химического состава фильтратов р. Чорохи.

5. Абсолютные запасы азота и фосфора в воде и грунтах прудов подтверждают необходимость удобрения их фосфором (суперфосфатом) и в меньшей степени азотом.

6. Концентрация микроэлементов в воде достаточна и не нуждается в повышении.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л., Гидрометеиздат, 1953, 296 с.
Баранов Н. В. Опыт биогидрохимической классификации водохранилищ Европейской части СССР. «Известия ГосНИОРХ», 1961, т. 50, с. 279—322.
Бернадский В. И. Биосфера. — «Избранные сочинения», Т. У. М., изд-во АН СССР, 1960, с. 7—100.
Гидрология СССР, т. X, Грузинская ССР. М., «Недра», 1970, 404 с.
Еременко В. Я. К вопросу об определении микроэлементов в природных водах. — «Гидрохимические материалы», 1969, т. XXIX, с. 242—247.
Ковальский В. В., Гололобов Г. Д. Методы определения микроэлементов. М., изд-во АН СССР, 1959, 520 с.
Ковальский В. В., Андрианова Г. А. Микроэлементы в почвах СССР М., «Наука», 1970, 178 с.
Строганов Н. С., Бузинова Н. С. Гидрохимия (практическое руководство). М., изд-во МГУ, 1969, 169 с.

Physical-chemical basis of productivity of ponds of Kahaber Fish Farm

S. S. Gogotishvili

Summary

The investigations show that the water from the Kahaber ponds may be referred to the hydrocarbonate class of the low mineralized category. The vertical hydrochemical distribution has a general pattern: the fresh hydrocarbonate calcium-magnesium water are underlaid with hydrocarbonate-sulphate waters which, in turn, are underlaid with sulphate and sulphate-chloride waters and the lowest layer consists of sodium chloride and calcium chloride waters.

The content of nitrates in the ponds does not correspond to a relatively high concentration of nitrates found in the ground water and is dependent upon the chemical composition of filtrates from the Chorokha River, the main source of water supply of the farm.

The comparison of the absolute stocks of nitrogen and phosphorus in the water and pond soil as well as hydrochemical and agrochemical investigations indicate that the ponds should be fertilized with phosphorus compounds.