

ЭКОЛОГИЯ



УДК 556.114.7 (571.61)

С.Г. Харина,
Т.П. Колесникова

ХИМИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИАМУРЬЯ

Ключевые слова: органическое вещество, водохранилища, мониторинг, биоиндикация, микроорганизмы, антропогенное воздействие, влияние сельского хозяйства, загрязнение, гиперсапробность, класс воды, качество воды.

Введение

Одной из важнейших региональных экологических проблем является состояние водных экосистем. Многие водоемы Приамурья испытывают сильную антропогенную нагрузку, что приводит к ухудшению их экологического состояния. Водохранилища сел Тамбовка, Козьмодемьяновка и Николо-Александровка расположены на малой реке Гильчин и находятся в зоне интенсивного сельскохозяйственного природопользования.

Объекты и методы

Проводили мониторинг химико-экологического состояния каскада водохранилищ реки Гильчин, находящихся в агроландшафте. В качестве контрольного

водоема использовали водохранилище Прядчино, находящееся в лесном массиве вдали от населенных пунктов и не подверженное антропогенному воздействию.

Пробы брали из каждого водохранилища в динамике из поверхностного и придонного слоев в 5 постоянных точках в июне, июле, августе 2006-2008 гг. Содержание растворенного органического вещества оценивали по биохимическому потреблению кислорода (БПК), химическому потреблению кислорода (ХПК), перманганатной окисляемости (ПО) [1]. Учет наиболее вероятной численности гетеротрофной микрофлоры проводили на жидкой питательной среде Йошимицу-Кимура (УК) [2]. Полученные данные обрабатывали методами многомерной статистики по программе Statistic for Windows. В работе предоставлены данные за 3 года.

Результаты и их обсуждение

Из растворенных в воде газов наибольшее значение для водных экосистем

имеет кислород, содержание которого в единице объема воды является одним из важнейших санитарно-гидробиологических показателей. Для 2006 г. было характерно постоянное недонасыщение воды водоемов кислородом, в июле-августе составляло 50,7-66,1% насыщения в поверхностных слоях и 43,8-45,1% – в придонных слоях. Интенсивные осадки могли стать причиной низких концентраций, так как кислород мог расходоваться на окисление органических соединений, поступающих в водоемы со стоком с полей.

В 2007 г. высокие температуры и малое количество осадков способствовали развитию водной растительности и процессам фотосинтеза. Количество растворенного кислорода в поверхностных и придонных слоях не опускалось ниже значений рыбохозяйственного норматива 6,0 мг/л (табл. 1).

В июне-июле 2008 г. зафиксирован дефицит кислорода в воде водоемов агроландшафтов, возможно, это связано с большим расходом данного газа на окислительные процессы, о чем свидетельствуют достаточно высокие показатели содержания органических веществ в этих водоемах. В воде фонового водохранилища Прядчино нарушений норматива не наблюдалось в течение всех лет исследований.

Величина рН характеризует кислотно-основное состояние водной среды. В изученных водоемах рН изменялась в довольно широком диапазоне от 6,2 до 10,4. По геохимической классификации

природных вод А.И. Перельмана, вода водохранилищ в летний период относилась к двум классам: нейтральных, слабощелочных ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) и сильнощелочных ($\text{pH} > 8,5$) вод [3]. Последняя категория характерна лишь для воды водохранилища с. Козьмодемьяновка в 2006-2007 гг. По мнению Обожина, данное явление можно объяснить обильным развитием низшей водной растительности [4]. В результате ее фотосинтеза концентрация растворенного в воде кислорода достигала в 2007 г. 107,9% насыщения в поверхностных слоях и 98,6% – в придонных. Фотосинтезирующая деятельность фитопланктона в это время была настолько интенсивной, что шло постоянно потребление свободной двуокиси углерода и появились ионы карбонатов. Активная реакция оказалась сдвинута до рН 10,4. Для водных экосистем необходима рН 6,5-8,5. Изменение рН среды в сторону подщелачивания приводит к ухудшению условий для водных организмов.

Содержание органических веществ водохранилищ является одним из основных показателей ее качества. Весенняя гомотермия способствовала выравниванию по слоям количества органического вещества в большинстве водоемов. Так, перманганатная окисляемость в воде водохранилища с. Тамбовка составляла в 2006 г. 10,13 мг О/л в поверхностном слое и 9,07 мг О/л – в придонном, в 2007 г. – 5,2-6,8 мг О/л, в воде водохранилища с. Козьмодемьяновка в 2006 г. – 13,87-13,33 мг О/л соответственно.

Таблица 1

Содержание растворенного кислорода в воде водохранилищ, мг $\text{O}_2/\text{л}$ (в числителе) и процент насыщения воды кислородом (в знаменателе)

Водохранилища сел	Слой	2006 г.			2007 г.			2008 г.		
		июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Тамбовка	поверхностный	9,07 96,5	4,40 50,7	5,73 66,1	9,35 103,9	8,8 105,6	9,0 89,7	9,2 93,7	4,5 52,9	9,9 109,8
	придонный	4,29 45,6	4,21 48,6	3,91 45,1	8,76 96,7	8,3 99,6	8,7 86,7	7,6 77,4	3,4 40,0	7,9 87,6
Козьмодемьяновка	поверхностный	6,64 70,6	4,79 55,2	7,96 84,7	11,21 125,0	9,3 107,9	9,7 98,8	4,8 48,9	8,3 93,9	9,4 97,8
	придонный	7,33 77,8	3,80 43,8	5,73 61,0	9,02 100,4	8,5 98,6	7,2 73,3	3,6 36,7	4,1 46,4	6,3 65,6
Николо-Александровка	поверхностный	-	-	-	9,35 102,2	9,5 111,8	10,9 108,7	6,6 68,7	5,1 61,2	9,9 105,3
	придонный	-	-	-	7,53 81,6	8,9 104,7	9,4 93,7	5,4 56,2	4,5 54,0	9,1 96,8
Контрольный водоем Прядчино	поверхностный	8,35 88,8	8,5 98,0	8,9 94,7	10,2 111,0	9,2 114,7	9,7 98,8	10,4 110,6	8,8 103,5	9,3 103,1
	придонный	-	-	-	8,9 95,5	6,5 81,0	8,8 89,6	8,0 85,1	6,4 75,3	7,5 83,3

С приближением осенних холодов водная растительность отмирает, и начинается постепенная ее минерализация. Таким образом, перманганатная окисляемость в августе по сравнению с июнем возросла, в воде водохранилища с. Козьмодемьяновка – в 2,8 раза в 2007 г., в 3,5 раза в 2008 г., в воде водохранилища с. Тамбовка – в 1,9 раз в 2007 г. и в 2,0 раза в 2008 г. К зимнему периоду легкоокисляемое органическое вещество минерализуется, а трудноокисляемое остается и накапливается в донных отложениях. Возможно, поэтому в июньских пробах в придонных слоях воды прослеживались достаточно высокие показатели пер-

манганатной и бихроматной окисляемости, так, в 2008 г. они составили 14,9 мг О/л и 23,4 мг О/л соответственно (табл. 2).

Низкие показатели перманганатной окисляемости в воде водохранилища Прядчино и большая разница их с показателями бихроматной окисляемости свидетельствуют о том, что в этом водоеме содержится органическое вещество, стойкое к окислению. Данное явление подтверждает и отношения БПК₅ к ПО, которое достигало 0,73, что, по мнению Далечина, свидетельствует о наличии трудноминерализуемого вещества в воде [5].

Таблица 2

Показатели, характеризующие содержание растворенного органического вещества в водоемах

Водохранилища у сел	Слой	2007 г.			2008 г.		
		ПО, мгО/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	ХПК, мгО/л	ПО, мгО/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	ХПК, мгО/л
Июнь							
Тамбовка	поверхн.	5,2	1,9	11,8	9,1	7,0	16,7
	придон.	6,8	4,3	12,7	14,9	7,4	23,4
Козьмодемьяновка	поверхн.	12,6	1,5	15,0	13,9	9,2	16,0
	придон.	16,4	10,5	27,8	17,3	12	32,3
Николо-Александровка	поверхн.	7,1	2,6	10,0	8,2	1,1	10,6
	придон.	11,3	3,6	14,5	14,6	2,4	18,2
Прядчино	поверхн.	4,0	2,9	10,2	3,3	2,6	10,1
	придон.	6,0	3,0	11,3	3,5	3,0	9,4
Июль							
Тамбовка	поверхн.	11,5	7,2	18,3	24	4,26	38,4
	придон.	11,8	6,7	20,5	29,6	8,36	44
Козьмодемьяновка	поверхн.	18,4	4,0	24,1	48,8	5,18	68,8
	придон.	19,2	11,0	28,1	37,6	10,2	44,0
Николо-Александровка	поверхн.	13,6	8,0	22,8	12,0	1,36	43,2
	придон.	18,8	3,2	24,1	11,6	1,49	22,9
Прядчино	поверхн.	5,9	1,5	11,6	6,72	1,2	8,0
	придон.	6,8	2,7	19,1	9,76	1,45	11,5
Август							
Тамбовка	поверхн.	10,0	2,9	13,3	16,0	6,3	27,8
	придон.	13,2	8,5	30,1	19,6	7,3	33,2
Козьмодемьяновка	поверхн.	36,4	9,3	42,4	49,6	11,1	62,3
	придон.	44,8	5,8	53,6	43,2	13,2	66
Николо-Александровка	поверхн.	12,0	2,4	14,0	8,8	1,8	14,3
	придон.	13,2	2,4	16,2	10,7	3,0	15,1
Прядчино	поверхн.	5,3	2,6	9,4	5,3	2,1	7,6
	придон.	7,2	3,0	16,9	6,0	2,4	9,0
ПДК для водоемов:							
- рыбохозяйственного назначения		5,0	2,0	15,0	5,0	2,0	15,0
- культ.-бытового назначения		-	4,5	30,0	-	4,5	30,0

Самые высокие значения БПК₅ отмечены в поверхностных и придонных горизонтах в воде водохранилища с. Козьмодемьяновка – 11,1 и 13,2 мг О₂/л соответственно. Возможно, это связано с расходом кислорода на биохимическое окисление нестойких органических веществ, выделенное водорослями фитопланктона, в «цветущем» летом водохранилище. Во всех водохранилищах агроландшафта идут процессы накопления биохимически подвижного органического вещества, что доказывает увеличение показателя БПК₅ к концу вегетационного периода. В воде контрольного водохранилища значения БПК₅ с июня по август уменьшаются, что говорит о процессах самоочищения водоема.

По классификации ГОСТ 17.1.2.04.-77 вода водохранилищ сел Тамбовка, Козьмодемьяновка и Николо-Александровка классифицировалась в 2006-2008 гг. как загрязненная и грязная, вода водохранилища Прядчино – как чистая в 2006 г. и загрязненная в 2007-2008 гг.

Более полную характеристику экологического состояния водохранилищ дают методы микробной индикации, которые являются более чувствительными и могут незамедлительно дать ответную реакцию гидробионтов. Общее микробное число (ОМЧ) в поверхностных слоях водоемов колебалось в пределах от 500 до 950 тыс. кл/мл (табл. 3). Наименьшая численность отмечена в воде водохранилища Прядчино. В водохранилищах агроландшафта численность микроорганизмов

очень высока, что говорит о большом содержании в воде органических соединений.

В июне 2006-2008 гг. количество микроорганизмов в поверхностных слоях водохранилищ сел Тамбовка и Козьмодемьяновка превышало их количество в придонных слоях, что можно объяснить сильными ветрами в этот период и в связи с этим – постоянным перемешиванием слоев.

В июле количество микроорганизмов на поверхности не превосходило их количество у дна, возможно, это связано со стратификацией. Высокая численность гетеротрофных сапрофитных бактерий отмечена в водохранилище с. Козьмодемьяновка, где максимальное микробное число зафиксировано в июне 2006 г. – $9,5 \cdot 10^5$ кл/мл. В это же время наблюдались высокие значения ПО (13,87 мг О/л), что также свидетельствует о загрязнении органическими веществами.

Снижение общего числа гетеротрофов в июле в воде водохранилищ, очевидно, связано с процессами цветения сине-зеленых водорослей, которые в некоторых случаях могут отрицательно влиять на гетеротрофные бактерии. Увеличение сапрофитных гетеротрофных бактерий (более 50 тыс. кл/лм) в воде водохранилищ сел Тамбовка, Козьмодемьяновка и Николо-Александровка в августе 2006-2008 гг. характеризует водоемы как полисапробные и указывает на высокое содержание лабильных органических соединений (ГОСТ 17.1.2.04-77).

Таблица 3

Численность гетеротрофных сапрофитных бактерий в водоемах агроландшафта, тыс. кл/мл

Водохранилища сел	Слой	2006 г.			2007 г.			2008 г.		
		июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Тамбовка	поверхн.	30	4,5	9,5	15	70	50	45	25	50
	придон.	15	50	9,5	7,5	350	30	25	30	30
Козьмодемьяновка	поверхн.	950	7,5	50	95	50	75	45	25	95
	придон.	75	9,5	30	75	15	150	35	25	75
Николо-Александровка	поверхн.	-	-	-	11,5	75	50	0,95	0,95	15
	придон.	-	-	-	30	150	5	1,5	2,5	25
Прядчино	поверхн.	0,95	3	5	0,5	4,5	0,25	25	2,5	16
	придон.	-	-	-	3	4,5	5	30	2,5	25

Заключение

В результате комплексного химико-микробиологического исследования в воде водохранилища с. Козьмодемьяновка, находящегося в агроландшафте, выявлены критические величины перманганатной окисляемости (9 ПДК), БПК₅ (5,5 ПДК), ХПК (3,5 ПДК), являющиеся согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 параметрами чрезвычайной экологической ситуации и гиперсaproбности. Вода водохранилищ с. Тамбовка и Николо-Александровка относятся к классам загрязненных и грязных, что показывает на высокий уровень антропогенного воздействия сельскохозяйственного природопользования. В водохранилище Прядчино, расположенном в лесной зоне, вода отнесена к классу чистой.

Библиографический список

1. Методы химического анализа в гидробиологических исследованиях. – Владивосток, 1979. – 127 с.
2. Youchimizu, M. Study of intestinal microflora of salmonids / M. Youchimizu,

T. Kimura // Fish.Pathol., 1976. – Vol. 10. – № 2. – P. 243.

3. Перельман А.И. Геохимия / А.И. Перельман. – М.: Высш. шк., 1989. – 528 с.

4. Обожин В.Н. Гидрохимия рек и озер Бурятии / В.Н. Обожин, В.Т. Богданов, О.Ф. Кликунова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 150 с.

5. Далечина И.Н. Сравнительная оценка гидрохимических, альгологических и продукционных показателей на Волгоградском водохранилище / И.Н. Далечина, С.Г. Котляр // Актуальные проблемы водохранилищ: тез. докл. Всерос. конф. с участием специалистов из стран Ближнего и Дальнего зарубежья (29 октября – 3 ноября 2002 г., Борок, Россия). – Ярославль, 2002. – С. 72-73.

6. ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов». – М.: Госстандарт СССР, 1977.



УДК 576.895

Н.Е. Тарасовская

ЗНАЧЕНИЕ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ В ОЗДОРОВЛЕНИИ ПАСТБИЦНЫХ И ОКОЛОВОДНЫХ БИОТОПОВ ОТ ГЕЛЬМИНТОВ

Ключевые слова: бесхвостые амфибии, остромордая лягушка, моллюски, гельминтофауна, личиночные формы, половозрелые формы, нематоды, трематоды, элиминаторы, дефинитивные хозяева, промежуточные хозяева.

Бесхвостые амфибии, и особенно бурые наземные лягушки, благодаря эвритопности, высокой численности и темпам размножения, связи как с сушей, так и с водой инвазированы многими видами половозрелых паразитов и личиночных форм, среди которых очень мало опасных для человека, домашних и промысловых животных гельминтов. К числу потенциально опасных можно отнести лишь трематоду *Alaria alata*, могущую паразитировать у домашних и промысловых плотоядных и встречающуюся у лягушек в

стадии мезоцеркарии. Однако, по нашим данным, подъемы инвазии этой личиночной формой в Павлодарской области, в том числе в пойменных биотопах р. Иртыша, бывают достаточно редко: после значительной частоты встречаемости в 1985-1987 гг. мезоцеркарии при гельминтологических вскрытиях лягушек не отмечались в 1993, 2004-2007 гг.

Другие личиночные формы, отмеченные у *Rana arvalis* в разные годы в Павлодарской области, совершенно безопасны для домашних животных и человека. Цистаканты скребня *Sphaeroirostris teres*, которые встречались у остромордой лягушки и прыткой ящерицы лишь в 1993 году, но со 100%-ной экстенсивностью инвазии и в значительном количестве, паразитируют во взрослой стадии у врановых птиц. Инцистированные метацеркарии стригеид