

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Приведены результаты гидрохимических исследований и микробиологической индикации содержания органического вещества в воде малых водоемов.

Превышение органических веществ над количеством сапрофитных микроорганизмов может указывать на затруднение протекания процессов самоочищения.

Ключевые слова: водная экосистема, органическое вещество, эвтрофирование, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, сапрофитные бактерии, самоочищение.

А.Р. Pakusina, Т.Р. Platonova

THE CONTENT OF ORGANIC SUBSTANCE IN AQUATIC ECOSYSTEMS AS ECOLOGICAL CONDITION INDICATOR

The results of hydro-chemical and microbiological indication research of organic substance content in the water of small ponds are presented.

The excess of organic substances over the amount of saprophytic micro-organisms may denote the difficulty of self-purification processes.

Keywords: aquatic ecosystem, organic substance, eutrophication, dissolved oxygen, permanganate oxidation, saprophytic bacteria, self-purification.

Введение. Амурская область обладает значительными ресурсами поверхностных вод, которые составляют 171 км³/год, в том числе формирующиеся на территории области – 88,6 км³/год. По территории области протекает 2628 рек длиной более 10 км, в том числе 31 протяженностью более 200 км и более 41 тыс. рек и ручьев длиной до 10 км. На территории области сосредоточено 25,4 тыс. озер с площадью зеркала менее 1 км² и 20 озер с площадью зеркала от 1 до 2,8 км² [1]. Именно малые водоемы очень чувствительны к антропогенной нагрузке и отвечают на нее негативными изменениями, которые ухудшают или ограничивают водопользование. Однако наибольшее внимание со стороны природоохранных структур уделяется крупным рекам, исследования же малых водоемов незначительны.

Долины рек Симоновка, Чигири, а также водосбор озера Хомутина интенсивно нарушены антропогенной деятельностью, поэтому изучение влияния агротехногенных факторов на их состояние имеет большое значение для защиты от загрязнения и деградации.

Цель исследований – дать экологическую оценку состояния р. Симоновка, Чигири и оз. Хомутина по содержанию органического вещества.

Объекты и методы исследований. Долины р. Симоновка и Чигири, оз. Хомутина нарушены антропогенной деятельностью. Являясь притоком реки Амур, Симоновка впадает в него в 22 км выше Благовещенска. По данным Г.А. Груздева (1996 г.), протяженность реки составляет 35 км [2]. Однако маршрутным исследованием нами было установлено, что протяженность речки составляет не более 20 км. Падь Андриха, по которой она протекает, подвержена торфонакоплению в сочетании с заилением. Во многих местах река обмелела, распалась на рукава. Берега речки во многих местах эродированы, замусорены. В нее сбрасываются неочищенные стоки п. Аэропорт. Река Чигири – правый приток Зеи, впадающий в нее в 6 км выше устья. Долина реки в среднем течении подверглась сильному хозяйственному воздействию: сток зарегулирован, в 1972 году построено водохранилище. На протяжении последних 4 км река протекает по территории города Благовещенска. Высокая эрозионная активность реки обусловлена окультуриванием ландшафта ее бассейна, а также естественной тенденцией сокращения устьевой части долины за счет смещения устья реки Зея вправо. Берега реки замусорены. Озеро Хомутина старичного типа, расположено в пойме Амура в 30 км выше Благовещенска, в окрестностях с. Марково. Озеро аккумулирует поверхностный сток с целого ряда падей, пересыхающих в летнее время, а также с ирригационной системы, сооруженной в пойме Амура. Побережье озера интенсивно нарушено прокладкой осушительных каналов, сельскохозяйственной деятельностью, промышленной застройкой. В селе функционирует животноводческая ферма. На озере производится водопой скота жителей села. Огороды сельчан расположены на возвышенности и вплотную подходят к урезу воды. Древесная растительность в пределах прибрежной полосы представлена из-за вырубки разреженно, в основном ивой и березой.

Пробы на реке Симоновка отбирали на двух станциях: выше села в районе моста (пост 1) и ниже села (пост 2), на реке Чигири отбирали в 3 точках: перед водохранилищем (пост 1); на пляже водохранилища (пост 2); возле моста, в 50 м перед впадением Чигири в Зею (пост 3), на оз. Хомутина – выше села в районе моста (пост 1) и ниже села (пост 2) в первой декаде мая, июля и третьей декаде сентября 2007–2010 годов.

Отбор проб для определения химических показателей проводили пробоотборником по общепринятой методике согласно ГОСТ 51592-2000, на микробиологические показатели – в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.04-81. Определение концентрации кислорода проводилось методом Винклера, БПК₅ – по разнице растворенного кислорода в 1 и 5 сутки, перманганатной окисляемости (ПО) – методом Кубеля [3]. В качестве индикаторов загрязнения использовали показатель численности сапрофитных гетеротрофных бактерий. Учет вероятной численности гетеротрофной микрофлоры проводили на жидкой питательной среде Йошимицу-Кимура [4]. Первичную обработку полученных результатов роста микроорганизмов в жидких средах проводили с использованием статистических таблиц Мак-Креди. Статистическую, графическую обработку результатов и анализов исследований выполняли с использованием пакета программ «MSExcel».

Результаты исследований и их обсуждение. Количество растворенного органического вещества в водоеме и концентрация кислорода тесно взаимосвязаны. Содержание растворенного кислорода является результатом нескольких процессов: растворения его из воздуха, выделения растениями в свободном виде в процессе фотосинтеза, прямого расхода на окисление органических и неорганических веществ, а также потребления микроорганизмами, вызывающими деструкцию растворенного и взвешенного органического вещества. В р. Чигири абсолютное содержание растворенного кислорода менее 6 мгО₂/л наблюдается у истока на посту 1 (табл. 1), так как в этом месте на расстоянии менее 100 м находились теплицы китайских арендаторов, грязный сток с которых поступал в речку. Во всех остальных водоемах абсолютные показатели растворенного кислорода в норме.

Процентное насыщение воды кислородом позволяет учесть влияние температуры и выявить роль биологических факторов в формировании кислородного режима водоемов. Для всех исследованных водоемов отмечена общая закономерность, характерная для большинства водоемов: максимум, часто перенасыщенность кислородом, наблюдается в летнее время вследствие активности процессов фотосинтеза и атмосферной аэрации. Весной и осенью были зафиксированы большие колебания содержания растворенного кислорода, что является следствием антропогенного влияния – поступления грязных стоков. Однако в р. Симоновка, оз. Хомутина вода недосыщена по кислороду. В этом проявляется «гетеротрофность» водоемов – превышение деструкции органического вещества над фотосинтезом вследствие поступления с водосбора большого количества органического вещества [5].

Таблица 1

Обобщенные показатели качества воды рек

Название водоема		Растворенный кислород, мг/л	Насыщаемость кислородом, %	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Индекс сапробности БПК/ПО, %	Перманганатная окисляемость, мгО/л		
Река Симоновка	1	4,9 – 11,4 8,8 (13)	51 – 98 82 (13)	0,9 – 3,7 2,1 (13)	24	4,4 – 14,7 8,6 (13)		
	2	4,7 – 14,2 8,8 (12)	51 – 119 87 (12)	2 – 3,9 2,9 (12)		33	4,8 – 12,5 8,8 (12)	
Оз. Хомутина	1	5,1 – 12,4 7,9 (12)	62 – 115 84 (12)	1,0 – 4,8 2,7 (12)	25	8,0 – 16,1 10,9 (12)		
	2	4,0 – 8,9 7,9 (12)	37 – 117 84 (12)	1,3 – 4,8 3,0 (12)		27	6,7 – 16,8 11,1 (12)	
Река Чигири	Пост	1	2,8 – 8 4,9 (6)	34 – 67 59 (6)	1,5 – 8,6 5,6 (6)	10	9,6 – 242 53,8 (6)	
		2	7,9 – 11,8 8,5 (6)	66 – 139 59 (6)	0,4 – 7,3 4,3 (6)		30	7,0 – 24,2 14,1 (6)
		3	1,4 – 12,6 7,8 (6)	13,4 – 113 78,9 (6)	1,1 – 8,6 5,5 (6)		34	8,8 – 28,3 16,4 (6)

Примечание. Числитель – пределы изменения, знаменатель – среднее значение, в скобках количество проб.

Величины БПК₅, характеризующие содержание лабильных органических веществ (в основном продуктов жизнедеятельности водных организмов) в воде исследованных водоемов, превышали 2,0 мг О₂/л – предельно допустимой концентрации (ПДК) легкоокисляемых органических веществ. Наибольший показатель БПК₅ во всех водоемах наблюдается в июле, что обусловлено физиологической активностью фитопланктона. Максимальные значения БПК₅ наблюдались в реке и водохранилище Чигири, что обусловлено не столько внутриводоемными процессами, сколько поступлением с территории водосбора.

Перманганатная окисляемость в воде водоемов от 4,4 до 28,3 мгО/л свидетельствует о наличии в воде алифатических трудноминерализуемых органических соединений – планктонного гумуса и креновых кислот. Максимальный показатель ПО – 242мгО/л в р. Чигири наблюдался в мае 2009 года на посту 1. Источник органического вещества – сточные воды теплиц китайских арендаторов. В оз. Хомутина наибольшее содержание органических веществ наблюдался в сентябре, что обусловлено взмучиванием донных осадков и поступлением с водосборной территории. Перманганатная окисляемость воды в оз. Хомутина в целом высокая (от 8,0 до 16,8 мг О/л). На берегу оз. Хомутина на расстоянии менее 100 м также находятся теплицы китайских арендаторов, которые производят забор воды из озера для полива и являются реальным источником загрязнения водоема. В воде р. Симоновка содержание органических веществ на посту 2, в месте перед впадением реки в Амур, больше, чем на посту 1, расположенном выше села, что обусловлено сбросом неочищенных сточных вод п. Аэропорт. Индекс сапробности свидетельствует, что изучаемые водные объекты подвержены сильному сапробному загрязнению [6].

Ведущую роль в круговороте веществ играют сапрофитные бактерии, основной функцией которых является деструкция органических веществ. В таблице 2 представлены данные двух методов оценки загрязнения водоемов органическими веществами: гидрохимический – по БПК₅, характеризующий загрязнение биологически лабильными веществами, и биологический – по динамике сапрофитных бактерий (СБ). На формирование микробоценоза оказывала влияние температура. В июле при прогреве воды до 22–24 °С численность СБ составляла от 5,0 · 10⁴ до 1,4 · 10¹⁰ кл/л, что характеризует водоемы по типу сапробности от α-мезодо полисапробных.

Таблица 2

Численность сапрофитных бактерий и качество воды (2009 г.)

Место отбора	Месяц отбора	Температура воды, °С	Численность сапрофитных бактерий 10 ³ , кл/мл	Уровень сапробности по ГОСТ 17.1.2.04-77 по численности сапрофитных бактерий	БПК ₅	Уровень сапробности по ГОСТ 17.1.2.04-77 по БПК ₅
1	2	3	4	5	6	7
Р. Чигири, пост 1	Май	14,5	7,5	Загрязненные воды (β-мезосапробность)	5,66	Грязные воды (полисапробность)
	Июль	24	95,0	Грязные воды (полисапробность)	8,66	Грязные воды (полисапробность)
	Сентябрь	12	0,95	Чистые воды (олигосапробность)	1,56	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
Водоохранилище Чигири, пост 2	Май	12	0,15	Чистые воды (ксеносапробность)	0,40	Чистые воды (ксено-сапробность)
	Июль	22	50,0	Загрязненные воды (β-мезосапробность)	7,33	Грязные воды (поли-сапробность)
	Сентябрь	14	0,75	Чистые воды (олигосапробность)	1,98	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
Р. Чигири, пост 3	Май	14	3,0	Чистые воды (олигосапробность)	1,11	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
	Июль	22	9,5	Загрязненные воды (β-мезосапробность)	8,59	Грязные воды (поли-сапробность)
	Сентябрь	12	4,5	Чистые воды (олиго-сапробность)	3,32	Грязные воды (поли-сапробность)

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Оз. Хомутина, пост 1	Май	13	15	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)	1,46	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
	Июль	26	50	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)	3,06	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
	Сентябрь	10	3,5	Чистые воды (олигосапробность)	1,03	Чистые воды (олигосапробность)
Оз. Хомутина, пост 2	Май	13	45	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)	2,94	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
	Июль	28	25	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)	2,04	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
	Сентябрь	11	0,15	Чистые воды (ксеносапробность)	1,34	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
Р. Симоновка, пост 1	Май	9	1,6	Чистые воды (олигосапробность)	0,93	Чистые воды (олигосапробность)
	Июль	21	150	Грязные воды (гиперсапробность)	1,36	Загрязненные воды (β-мезосапробность)
	Сентябрь	8	-*	-	2,46	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
Р. Симоновка, пост 2	Май	13	150	Грязные воды (гиперсапробность)	2,30	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
	Июль	22	750	Грязные воды (гиперсапробность)	2,99	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)
	Сентябрь	9	0,75	Чистые воды (олигосапробность)	2,69	Загрязненные воды (λ-мезосапробность)

* – нет данных.

Полученный с помощью микробиологического анализа класс качества воды не совпадает с результатами гидрохимического анализа в водоемах, подвергающихся антропогенному прессингу. Например, в р. Чигири в мае и сентябре на посту 1 содержание органического вещества выше, чем количество бактерий. Такая ситуация может указывать на затруднение процессов самоочищения. Лимитирующим фактором для развития бактериальной микрофлоры, которая бы способствовала процессам минерализации органических веществ, являются низкие температуры.

Для р. Симоновка и оз. Хомутина данные гидробиологического метода по БПК₅ и микробиологического метода по численности сапрофитных бактерий (СБ) совпадают, что указывает на более благоприятные условия процессов самоочищения водоемов.

Заключение. Малые водоемы, являющиеся компонентом агроландшафта или элементом городского микроклимата, подвержены высокому антропогенному воздействию и как следствие деградации. Вблизи водоемов размещаются сельскохозяйственные угодья, теплицы китайских арендаторов, а также отсутствуют лесозащитные полосы. Содержание органического вещества в малых водоемах является показателем их экологического состояния. Показано, что антропогенное воздействие способствует «гетеротрофности» реки Симоновка – процессы деструкции органических веществ более интенсивны, чем фотосинтез. Оз. Хомутина и р. Чигири в результате интенсивного поступления органического вещества с территории водосбора подвержены эвтрофированию. В р. Чигири превышение органических веществ над количеством микроорганизмов может указывать на затруднение протекания процессов самоочищения.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Амурской области за 2010 год / М-во природных ресурсов Амурской области. – Благовещенск, 2011. – 39 с.

2. Груздев Г.А. Рельефообразовательные процессы в долинах малых рек юга Амурской области . – Благовещенск: Изд-во БГПИ, 1996. – 114 с.
3. Государственный контроль качества воды. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 688 с.
4. Youchimizu M., Kimura T. Study of intestinal microflora of salmonids // Fish. Pathol. – 1976. – Vol. 10, № 2. – P. 243.
5. Особенности кислородного режима рек в бассейнах Волги, Оби и Лены / А.В. Гончаров [и др.] // Водные ресурсы. – 2011. – Т. 38. – № 5. – С. 564–570
6. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.



УДК 639.02 (541.54)

И.А. Савченко, А.П. Савченко

ФЕНОЛОГИЯ БРАЧНОГО ПОВЕДЕНИЯ ГЛУХАРЯ *TETRAO UROGALLUS* L. НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

*В основу настоящей работы положены результаты полевых исследований авторов (2000–2011 гг.), выполненных в ряде районов Центральной Сибири. Рассмотрена фенология токовых явлений глухаря *Tetraourogallus* L.*

Определено, что глухариний ток имеет сложную репродуктивную организацию, крайне отрицательное воздействие на популяционную структуру рассматриваемого вида оказывает весенняя охота.

Ключевые слова: *глухарь, брачное поведение, фенология, охота.*

I.A.Savchenko, A.P.Savchenko

PHENOLOGY OF WOOD-GROUSE *TETRAO UROGALLUS* L. MARRIAGE BEHAVIOR IN CENTRAL SIBERIA TERRITORY

*The results of the authors' field research (2000–2011) conducted in a number of Central Siberia areas are laid down as the basis for the article. The phenology of display phenomena of wood-grouse *Tetraourogallus* L. is considered.*

It is determined that wood-grouse display has complex reproductive organization; spring hunting exerts very negative influence on the population structure of the considered species.

Key words: *wood-grouse, marriage behavior, phenology, hunting.*

Среди возобновляемых природных ресурсов животного мира боровая дичь имеет важное значение. Мясо птиц обладает ценными качествами: отличается своеобразным вкусом, высокой питательностью, считается высоко диетическим и экологически чистым продуктом [9]. Дореволюционная Россия ежегодно поставляла на внутренний и внешний рынки 5–7 млн шт. боровой дичи, а общая добыча составляла не менее 20 млн шт. в год [3]. В последующем происходило постепенное сокращение заготовок. В 1961–1966 годах шло на экспорт 150–170 тыс. шт. боровой дичи, причем доля белой куропатки составляла около 90%, хотя лесную дичь (рябчика, тетерева, глухаря) покупают за границей более охотно [8].

Снижение запасов глухаря, отмечаемое в последнее десятилетие, произошло в результате общего сокращения угодий, пригодных для обитания птиц, их интенсивного хозяйственного освоения, роста числа охотников-любителей. Уменьшение заготовок, напротив, связано с сокращением количества охотников-промысловиков, упадка самоловного промысла, различных трудностей, связанных с хранением и транспортировкой продукции [8]. Наиболее отчетливо данное противоречие прослеживается в Сибири. В отдаленных от промышленных центров уголках края ресурсы глухаря не осваиваются в полной мере, тогда как в магистральных районах происходит постепенное оскудение их запасов.

Весенняя охота на глухариних токах является значительным лимитирующим фактором, которая приводит к сокращению численности *Tetrao urogallus* L. на большей части Центральной Сибири. Глухариний ток имеет сложную организацию, а его основная фаза весьма краткосрочна. Охота на токах нежелательна и