

Нарушение эмбриогенеза в условиях воздействия повышенной солености, вероятно, связано с отсутствием у дафний эффективной защиты развивающихся зародышей от повреждающего действия солей. Согласно литературным данным *Daphnia magna* способна поддерживать общую осмотическую концентрацию эмбриональной жидкости под яйцевой оболочкой на относительно низком уровне, соответствующем солености 2.5‰. Полость выводковой сумки у дафний открыта, марсупиальная жидкость изоосмотична окружающей среде и эмбрионы развиваются в неблагоприятных осмотических условиях (Аладин, 1982; Аладин Н.В., Вальдивия Виллар Р.С., 1987).

Таким образом, у дафний на протяжении 4 последовательных генераций не происходило адаптации к верхней границе сублетальной солености (6–7‰). Замедление роста и снижение уровня воспроизводства в указанных средах обусловлено высокими энергетическими затратами на поддержание осмотического градиента. Нижней границей сублетального диапазона была соленость 3‰, близкая к солености внутренней среды рачков, а лимитирующим параметром, ограничивавшим расширение толерантности *Daphnia magna* к фактору солености, являлась успешность эмбриогенеза, что связано с морфо-физиологическими особенностями вида.

Литература

- Аладин Н.В., 1982. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных // Зоол. Журнал. Т. LXI, вып. 3. С. 341–351.
- Аладин Н.В., Плотников И.С., 1985. Микроскопическое исследование жидкости из максиллярной железы *Daphnia magna* Straus при акклимации к воде различной солености // Гидробиологический журнал. Т. 21, № 4. С. 62–65.
- Аладин Н.В., Вальдивия Виллар Р.С., 1987. Микроскопическое исследование жидкости из яиц и эмбрионов ветвистоусых ракообразных // Гидробиологический журнал. Т. 23, № 2. С. 93–97.
- Бирштейн Я.А., 1949. Некоторые проблемы происхождения и эволюции пресноводной фауны // Успехи современной биологии. Т. 28, вып. 1–3. С. 119–140.
- Лесников Л.А., 1971. Методика оценки влияния воды из природных водоемов на *Daphnia magna* S. // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука. С. 157–166.
- Методические рекомендации по установлению ПДК загрязняющих веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, 1998. М.: ВНИРО. 145 с.
- Строганов Н.С., 1971 Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. М.: Наука. С. 14–60.
- Хлебович В.В., 1974. Критическая соленость биологических процессов Л.: Наука. 236 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ СИСТЕМЫ РЕКИ ХИИТОЛАНЬОКИ

Л.П.Рыжков, А.В.Горохов, Л.П.Марченко, В.А.Раднаева, М.Г.Рябинкина

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

e-mail: rlp@petrsu.ru

Северное Приладожье по своим природно-климатическим условиям уникальный уголок не только нашей страны, но и всей Северной Европы. Важнейшим направлением развития региона может стать садковое рыбоводство, интенсивно развивающееся в последнее время. Кроме того, он очень привлекателен и для развития экологического туризма, спортивного рыболовства, водного туризма и др. [11]. Территория бассейна реки Хиитоланьоки – самой южной реки западной части Карельского побережья Ладожского озера, незначительно затронутая народнохозяйственной деятельностью, интересна в этом отношении. Для оценки современного состояния реки и водоемов ее бассейна, определения возможностей и путей их использования необходимо иметь достоверные научные материалы. Комплексное исследование озерно-речной системы реки Хиитоланьоки проводилось летом 1998 года по общепринятым методикам [1,4,5,6,7,8,10,12].

Река Хиитоланьоки (Асиланьоки, Кокколаньоки) берет свое начало в озере Симпелянъярви, первые 12 км она протекает по территории Финляндии, впадает в залив Расинселькя Ладожского озера. Ее длина составляет 60 км. Наиболее значительный приток – река Эняйоки длиной 29.5 км. Площадь водосбора реки составляет 1370 км². Река имеет высокую естественную зарегулированность (коэффициент озерности бассейна достигает 13.5%) и незначительную заболоченность водосбора (4%) [2,9].

Воды реки мягкие, гидрокарбонатного класса группы кальция с достаточно высоким содержанием сульфатных ионов. Величина жесткости 0.76–0.97 мг-экв/л, преобладающий катион Ca^{2+} (10.0–11.8 мг/л), содержание Mg^{2+} 2.7–4.6 мг/л. Доминирующий анион гидрокарбонатный (26.8–34.4 мг/л), сульфаты обнаруживались в количестве 12.5–18.4 мг/л, хлориды – 5.5–6.4 мг/л. Активная реакция речных вод – слабощелочная (величина pH 7.40–7.55). Насыщение воды кислородом – 87–98%. Содержание двуокиси углерода на разных участках реки колебалось в широких пределах: от 6.16 до 20.24 мг/л. Величины цветности вод (24–46 град.) и перманганатной окисляемости (6.3–9.8 мгО/л) невысокие. Значения БПК₅ в водах реки на всем протяжении низкие (0.81–1.63 мгО₂/л). Из минеральных форм азота доминировал аммонийный (0.21–0.28 мгN/л), нитриты (0.004–0.013 мгN/л) и нитраты (0.02–0.06 мгN/л) обнаруживались в незначительных количествах. Содержание фосфора и железа заметно увеличивалось после впадения реки Эняйоки. Концентрации Р_{общ.} в верхней части реки 0.018–0.020 мгP/л, в нижнем течении 0.026–0.046 мгP/л, содержание железа соответственно 0.01–0.08 мгFe/л и 0.16–0.42 мгFe/л. По химическим параметрам река Хиитоланйоки – олигомезогузмозный водоем, по степени трофности – в верхнем течении олиготрофный (до впадения притока реки Эняйоки), а на остальном протяжении – мезотрофный. Анализ полученных результатов позволяет отнести воды реки к классу водоемов с хорошим качеством вод [3].

В составе фитопланктона реки отмечено 83 вида, принадлежащих к 6 типам водорослей. Диаомовые водоросли, создавая видовое разнообразие, были ведущей группой по количественным показателям развития фитопланктона (44–80% численности, 69–87% биомассы). Общая численность клеток колебалась от 194 до 550 тыс. кл./л, биомасса от 0.087 до 0.349 мг/л. Оценка качества вод с использованием индикаторных организмов свидетельствует об олиго-β-мезосапробных условиях в реке и позволяет отнести воды к группе переходных от чистых к умеренно загрязненным.

Зоопланктон реки представлен 26 видами. К числу массовых форм принадлежали *Thermocyclops oithonoides*, *Chydorus sphaericus*, *Kellicottia longispina*, *Synchaeta kitina*. Количественное развитие зоопланктона в реке низкое. Общая численность зоопланктона изменялась от 0.10 до 6.02 тыс. экз./м³, биомасса от 0.0002 до 0.006 г/м³. Основу численности составляли коловратки (83%), биомассы – циклопиды (50%) и кладоцеры (34%). Полученные индексы сапробности с учетом индикаторных организмов зоопланктона характеризуют водные массы реки как β-мезосапробные или умеренно загрязненные.

В макрозообентосе обследованных участков реки выявлено 50 таксонов беспозвоночных, относящихся к 17 группам. Наиболее разнообразны хирономиды – 27 видов, среди них доминировали *Cricotopus gr. algarum*, *Trissocladius gr. potamophilus*, *Ablabesmyia gr. lentiginosa*. В период исследования численность донных животных на разных участках реки составляла 664–5760 экз./м², биомасса 0.26–27.42 г/м². В численном отношении преобладали хирономиды (70%). Биомассу бентоса формировали в основном личинки водных насекомых, главным образом, личинки ручейников, поденок и стрекоз (до 80%), на отдельных участках реки более половины биомассы составляли двустворчатые моллюски или олигохеты. Доминирующий комплекс организмов зообентоса и значения индекса Вудивисса 4–8 характеризуют водные массы реки как олиго-β-мезосапробные или слабозагрязненные.

Озеро Тюръянъярви расположено в верхней части бассейна реки Хиитоланйоки и почти посередине пересекается государственной границей России с Финляндией. Площадь водоёма 10.88 км² (зеркала 10.14 км²), максимальная длина 6.4 км, ширина 3 км, преобладающие глубины 5–11 м, максимальная 18 м.

Воды озера мягкие, жесткость ниже 1.0 мг-экв/л, содержание Ca^{2+} 10.0–12.8 мг/л, Mg^{2+} 2.2–3.4 мг/л. Концентрации основных анионов колебались в узких пределах, гидрокарбонаты обнаруживались в количестве от 25.6 до 28.8 мг/л, сульфаты – от 10.6 до 12.5 мг/л, хлориды от 4.5 до 6.2 мг/л. Активная реакция поверхностных слоёв вод озера слабощелочная (7.35–7.55), на глубинах более 7.0 м – слабокислая (6.90). Насыщение воды кислородом определялось глубиной слоя: и уменьшалось от 91–97 % на поверхности до 52 – 55 % у дна. Содержание двуокиси углерода в поверхностных горизонтах было практически однородным (3.52 – 3.70 мг/л), а в придонных значительно возрастало (16.72 мг/л). Величины цветности вод озера в основном составляли 63 – 71 градусов, перманганатной окисляемости – 10.8 – 13.4 мгО/л. Величины БПК₅ (0.82 до 1.46 мгО₂/л) как по горизонтали, так и по вертикали изменялись в узких пределах. Среди минеральных форм азота преобладал аммонийный, содержание этих ионов в водах озера по всей толще было относительно стабильным (0.28 – 0.34 мгN/л). В поверхностных горизонтах нитриты присутствовали в количестве 0.003 мгN/л, а нитраты – 0.06 мгN/л. У дна содержание нитритов в воде увеличивалось до 0.025 мгN/л, нитратов – до 0.16 мгN/л. Количество общего фосфора в озерных водах колебалось в пределах от 0.016 до 0.026

на поверхности и от 0.026 до 0.034 мгР/л на глубине. Концентрации железа в поверхностных водах озера изменялись в очень широких пределах: 0.10 мгFe/л – 0.42 мгFe/л на поверхности до 0.55–0.71 мгFe/л у дна. Водоем по основной массе вод мезогумозный, мезотрофный. По типизации водных объектов озеро можно отнести к классу водоемов с хорошим качеством вод.

В фитопланктоне озера определено 84 вида. Ведущую роль играли диатомовые водоросли с массовыми видами *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *C. botanica*, *Rhizosolenia longiseta*. В количественном отношении диатомовые составляли 65% общей численности и 74% биомассы. Численность фитопланктона в среднем по озеру составляла 2004 тыс.кл./л, биомасса – 1.551 мг/л. По уровню вегетации фитопланктона озеро является α -мезотрофным. По составу массовых индикаторных форм планктона воды озера характеризуются как олигосапробные или чистые.

Состав зоопланктона озера насчитывал 31 вид. Руководящими формами были *Thermocyclops oithonoides*, *Eudiaptomus gracilis*, *Daphnia cristata*, *Bosmina obtusirostris*, *Kellicottia longispina*. Средняя численность зоопланктона по озеру составила 107.2 тыс.экз./м³, биомасса – 0.88 г/м³. Доминировали как по численности (40%), так и по биомассе (58%) ветвистоусые ракообразные, главным образом за счет *Daphnia cristata*. По уровню развития зоопланктона озеро относится к группе водоемов олиготрофного типа. Водные массы озера, с учетом доминирующих индикаторных видов – β -мезосапробов, можно отнести к умеренно загрязненным.

В составе макрозообентоса отмечено около 20 таксонов беспозвоночных из 6 групп. Доминировали хирономиды – 14 видов, из них наиболее часто встречались *Cladotanytarsus mancus*, *Tanytarsus gr. gregarius*, *Stictochironomus gr. histrio*, *Procladius sp.*. В количественном отношении хирономиды составляли 69 % численности и 88 % биомассы бентоса. Средняя численность донного населения по озеру – 3726 экз./м², биомасса – 1.46 г/м². По величине летней биомассы бентоса водоем относится к олиготрофному типу. Водные массы озера по условиям обитания донных организмов – индикаторов сапробности можно отнести к β -мезосапробным или умеренно загрязненным.

Озеро Вейяланъярви является озеровидным расширением реки Хиитоланйоки. Длина озера 3.2 км, максимальная ширина 0.7 км, площадь 1.18 км², максимальная глубина 11 м, средняя – 4 м. Озеро проточное, коэффициент условного водообмена – 97.4.

Воды озера мягкие, гидрокарбонатного класса кальциевой группы. Величина жесткости 0.72–0.89 мг-экв/л, преобладающий катион Ca^{2+} (9.0–10.0 мг/л), содержание Mg^{2+} 4.1–4.9 мг/л, за исключением придонного горизонта глубоководной центральной части озера, где концентрация этих ионов была ниже (2.7 мг/л). Из анионов в озерных водах преобладали гидрокарбонаты (28.1–34.6 мг/л), сульфаты обнаруживались в количестве от 10.6 до 15.5 мг/л, хлориды – от 4.5 до 8.5 мг/л. Активная реакция вод озера по всей толще слабощелочная, величина pH 7.35–7.55. Насыщение воды кислородом определялось глубиной слоя: 91–104 % на поверхности и 49 % у дна. Двуокиси углерода в поверхностных горизонтах содержалось 4.40–6.35 мг/л, в придонных – 14.96 мг/л. Величины цветности основной массы вод озера составляли 38–50 градусов, перманганатной окисляемости 7.9–10.2 мгО/л. В придонных горизонтах глубоководной центральной части значения этих показателей были выше (99 градусов и 12.7 мгО/л соответственно). Величины БПК₅ колебались в достаточно широких пределах как по горизонтали, так и по вертикали (от 1.00 до 2.04 мгО₂/л). Среди минеральных форм азота доминировал аммонийный, содержание его изменялось от 0.13 до 0.19 мгN/л на поверхности и от 0.24 до 0.35 мгN/л у дна. Нитриты и нитраты в водах озера присутствовали в незначительных количествах (0.003–0.009 мгN/л и 0.02–0.04 мгN/л соответственно). Количество общего фосфора по всей толще воды было однородным (0.20–0.29 мгР/л). Концентрации железа в месте впадения реки Хиитоланйоки были относительно высокими как на поверхности (0.32 мгFe/л), так и у дна (0.36 мгFe/л). В продукционных слоях центральной части озера его количество уменьшалось (0.10–0.17 мгFe/л), но в придонных горизонтах глубоководной части содержание железа возрастало до 0.57 мгFe/л. Водоем по основной массе вод мезогумозный (в придонных горизонтах присутствуют мезополигумозные воды), олиготрофный. По типизации водных объектов и класса качества их воды водоем можно отнести к классу хороших.

В составе фитопланктона выявлено 78 таксонов. Диатомовые водоросли, определяя видовое разнообразие, составляли 60% численности и биомассы планктонной альгофлоры. Среди них доминировали представители р. *Aulacasira*, *Nitzschia*, *Fragilaria*. Средние по озеру количественные показатели: численность 512 тыс. кл./л, биомасса – 0.368 мг/л. По уровню вегетации фитопланктона озеро относится к ультраолиготрофным. Воды озера с учетом массовых видов-индикаторов сапробности можно отнести к β -мезосапробным или умеренно загрязненным.

Видовой состав зоопланктона представлен 25 видами. Доминирующий комплекс образован видами *Thermocyclops oithonoides*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cristata*, *Kellicottia longispina*. Уровень количественного развития определяли циклопиды, которые составляли около 70% численности и биомассы зоопланктона. Средняя численность организмов зоопланктона составляла 8,47 тыс. экз./м³, биомасса – 0,07 г/м³. По уровню трофности озеро относится к ультраолиготрофному, по качеству воды озера классифицируются как β -мезосапробные или умеренно загрязненные.

В донной фауне обнаружено 28 таксонов беспозвоночных из 8 групп. Доминирующее положение как по видовому разнообразию, так и по количественному развитию занимали личинки хирономид (64 % численности и 38% биомассы). Руководящими видами были *Cladotanytarsus mancus*, *Tanytarsus* gr. *gregarius*, *Cryptochironomus* gr. *conjungens*. Заметное место в ценозах занимали олигохеты (30 % численности и 27% биомассы). Средняя численность бентоса составляла 2638 экз./м² при средней биомассе 1,88 г/м². По уровню развития донной фауны озеро относится к олиготрофным водоемам. Водные массы по показателям зообентоса характеризуются как олиго- β -мезосапробные или переходные от чистых к умеренно загрязненным.

Результаты исследований объектов озерно-речной системы реки Хиитоланйоки показали, что по химическим параметрам они мезогумозные, переходные от олиготрофных до мезотрофных, относятся к классу водоемов с хорошим качеством вод.

По уровню развития основных звеньев трофической цепи (фито-, зоопланктона и зообентоса) практически все изученные водоемы можно отнести к олиготрофным, только озеро Тюрьянъярви по фитопланктону является α -мезотрофным. Водные массы по качеству в целом характеризуются как переходные от чистых к умеренно загрязненным.

Проведенные комплексные исследования водоемов системы реки Хиитоланйоки показали, что экологическое состояние их вполне благоприятно для развития рыбного хозяйства, в частности садкового рыбоводства, спортивного и любительского рыболовства, туризма.

Литература

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г., 1979. Зависимость между длиной и массой тела плактонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: Наука. С. 58 – 79.
- Карпечко В.А., 1985. Водные ресурсы // Водное хозяйство Карельского Приладожья. Петрозаводск. С. 12–22.
- Каталог озер и рек Карелии, 2001. /Под ред. Н.Н. Филатова и А.В. Литвиненко Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. С.10–15.
- Китаев С.П., 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. С. 205–211.
- Макрушин А.В., 1974. Биологический анализ качества вод. Л.: Наука. 60 с.
- Методика изучения биоценозов внутренних водоемов, 1975. М.: Наука. С.73–84.
- Новиков Ю.В. и др., 1990. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина. 400 с.
- Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (практические рекомендации), 1988. Апатиты: АН СССР. 25 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Карелия и Северо-Запад, 1978. Т.2,ч.3.Л.: Гидрометеиздат. 983 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, 1983. Л.: Гидрометеиздат. 239 с.
- Рыжков Л.П., 1999. Озера бассейна Северной Ладogi. Петрозаводск: Петрозаводский университет. 204 с.
- Семенов А.Д., 1977. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат. 541 с.

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ГИДРОБИОНТОВ НА СЕВЕРНОМ БАСЕЙНЕ

К.С. Рысакова, И.И. Лыжов, В.А. Мухин, В.Ю. Новиков

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), Мурманск, Россия
e-mail: rysakova@pinro.ru

Актуальной практической задачей популяционной генетики промысловых рыб является выявление особенностей генетической структуры популяции, и тем самым определение реальной подразделенности вида на дискретные единицы воспроизводства. Это в свою очередь по-