



ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В ВОДНЫХ СООБЩЕСТВАХ И ЭКОСИСТЕМАХ

МАТЕРИАЛЫ
Международной конференции
28—31 октября 2003 года

БОРОК
2003

Трофические связи в водных сообществах и экосистемах. Материалы Международной конференции. 28—31 октября 2003. Борок, 2003. 158 С.

В сборнике представлены материалы конференции «Трофические связи в водных сообществах и экосистемах». В сборник включены материалы, посвященные изучению кормовой базы рыб различных климатических зон и водоемов, ее видовому составу и изменению под воздействием природных и антропогенных факторов; исследования сообществ организмов, составляющих кормовую базу водоемов, изменения, происходящие в этих сообществах; оценка и показатели трофического статуса водоемов. Обсуждаются особенности питания и пищевые рационы рыб, их пищевое поведение, рост, рыбопродуктивность водоемов, влияние кормовых условий на распределение молоди рыб. Важное место уделено влиянию гидромеханических работ, промышленных стоков, работ по добыче песка на структуру сообществ зоопланктона, входящего в состав кормовой базы рыб, а также обсуждению вопросов, связанных с последствиями, вызванными вселением чужеродных организмов и акклиматизацией ценных промысловых видов рыб.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов трофологов, гидробиологов и экологов, интересующихся межвидовыми трофическими взаимодействиями и формированием трофического статуса экосистем.

Редакционная коллегия: Голованова И.Л., Извекова Г.И., Кузьмина В.В., Лазарева В.И.

Компьютерная верстка: Цветков А.И.

© Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 2003

Институт биологии внутренних вод
152742 п/о Борок, Некоузский район, Ярославская область
Телефон/факс: (08547) 2-40-42
e-mail: ibiw@mail.ru
WWW: <http://www.ibiw.yaroslavl.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Авдоница А.М.</i>	
Место тихоходок (Tardigrada) в трофических сетях водных и наземных сообществ.....	3
<i>Александров С.В.</i>	
Продукция фитопланктона и ее связь с рыбопродуктивностью в Вислинском и Куршском заливах Балтийского моря.....	3
<i>Алексеевца М.С., Халимова Л.А.</i>	
Пищевые рационы личинок хирономид в условиях р. Сылта (бассейн Камы)	4
<i>Ахметзянова Н.Ш., Якина Н.В., Яковлев В.А.</i>	
Макробеспозвоночные зарослей литорали Куйбышевского водохранилища	6
<i>Барышев И.А.</i>	
Кормовая база молоди семги в реке Варзуга и ее притоках	7
<i>Барышев И.А., Веселов А.Е.</i>	
Влияние кормовых условий на распределение молоди лосося в бассейне р. Варзуга (Кольский п-ов)	8
<i>Беляева П.Г.</i>	
Влияние брюхоногих моллюсков на структуру фитоперифитона (р. Сылта)	8
<i>Березина Н.А.</i>	
Закономерности питания амфипод (Crustacea: Amphipoda) в различных условиях	10
<i>Болотова Н.Л.</i>	
Последствия инвазии дрейссены для трофических связей экосистемы Кубенского озера.....	10
<i>Большагин П.В., Крылов П.И.</i>	
Суточные изменения вертикального распределения хищных Cladocera в восточной части Финского залива и их причины	11
<i>Бульон В.В.</i>	
Моделирование трофических связей между первичными продуцентами и консументами в озерных экосистемах	12
<i>Визер А.М.</i>	
Питание леща Новосибирского водохранилища в зависимости от многолетней динамики донных сообществ	13
<i>Визер Л.С.</i>	
Влияние амурского карася на кормовую базу озера Чаны	14
<i>Виноградов В.И.</i>	
Суточные ритмы и пищевые рационы пелагических видов рыб в районе Марокко в весенний период 1999 года	15
<i>Виноградов В.И.</i>	
О питании серой триглы <i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758) в районе подводной возвышенности Роколл	16
<i>Воскобойников В.А., Селезнева М.В.</i>	
Питание и пищевые отношения окуня в озере Чаны.....	17
<i>Гарина Д.В., Герасимов Ю.В.</i>	
Влияние адреналина на некоторые характеристики пищевого поведения карася обыкновенного <i>Carassius carassius</i> (L.)	18
<i>Герасимов Ю.В.</i>	
Особенности пищевого и оборонительного поведения рыб, обусловленные внутривидовой разнокачественностью особей	19

<i>Герасимов Ю.В., Столбунов И.А., Орлов А.В.</i>	
Влияние условий среды на ранних стадиях онтогенеза на формирование поведенческой реакции у молоди леща (<i>Abramis brama</i> L.).....	20
<i>Голованова И.Л.</i>	
Карбогидразы водных беспозвоночных и рыб. Сравнительные аспекты	21
<i>Гончаренко Н.И., Кирилюк О.П., Шерстюк В.В.</i>	
Питание и рост рыб водоема–охладителя Чернобыльской АЭС под влиянием теплового и радионуклидного загрязнения	22
<i>Гремячих В.А., Комов В.Т.</i>	
Влияние алиментарно поступающей ртути на индивидуальную плодовитость <i>Ceriodaphnia affinis</i> (Lill., 1900).....	23
<i>Далечина И.Н., Легкодимова З.И., Сильникова Г.В.</i>	
Фитопланктон и потенциальная рыбопродуктивность Волгоградского водохранилища.....	24
<i>Далечина И.Н., Джаяни Е.А., Зотова Е.А., Малинина Ю.А., Филинова Е.И., Шашуловский В.А.</i>	
Исследования трофического статуса Саратовского водохранилища по гидробиологическим показателям.....	25
<i>Денисов Д.Б., Каган Л.Я.</i>	
Оценка изменения продуктивности диатомовых водорослей субарктического водоема в условиях долговременного воздействия апатитового производства.....	26
<i>Денисов Д.Б., Котлова Т.Н., Касиков А.Г.</i>	
Живые организмы в составе взвешенных частиц сточных вод комбината Североникель как возможная составляющая кормовой базы рыб бассейна оз. Имандра	27
<i>Деревенская О.Ю.</i>	
Структура пищевых сетей в сообществах зоопланктона озер	28
<i>Карен Джесдереджян</i>	
Закономерности функционирования зообентоса озера Севан в условиях разнонаправленных изменений трофии водоема.....	29
<i>Дзюбан А.Н.</i>	
Роль микробиологических процессов цикла метана в круговороте органического вещества озер различного трофического статуса	30
<i>Дмитриева О.А., Александров С.В.</i>	
Фитопланктон как первичное звено в трофической сети Куршского залива Балтийского моря	31
<i>Добрынин А.Э.</i>	
Взаимосвязь трофического фактора и вертикального распределения зоопланктона двух озёр Вологодской области	32
<i>Добрынина Т.И., Монаков А.В.</i>	
Онтогенетические особенности питания конхострак (Crustacea: Conchostraca).....	33
<i>Долгих П.М., Клеуш В.О., Скопцова Г.Н., Кулешова М.А.</i>	
Особенности вертикального распределения и роль зообентоса в питании рыб глубоководного Красноярского водохранилища	34
<i>Думнич Н.В.</i>	
Изменение структуры сообщества зоопланктона под влиянием гидро-еханизированных работ в реках Вологодской области.....	35
<i>Евдокимов Н.А.</i>	
Трофический статус каланоидных ракообразных (Copepoda, Calanoida) во временных водоемах Саратовской области	36

<i>Евдокимов Н.А.</i>	
Функциональная морфология и трофический статус голых жаброногов (Crustacea, Anostraca) во временных водоемах Саратовской области	37
<i>Ермолаев В.И., Прусевич Л.С.</i>	
Влияние интенсификационных мероприятий на экосистему питомного озера в условиях Западной Сибири	38
<i>Ермолин В.П.</i>	
Структурно-экологический анализ трофических связей в водных сообществах	39
<i>Ермохин М.В.</i>	
Роль двустворчатых моллюсков семейства Unionidae в рационе кулика-сороки (<i>Haematopus ostralegus longipes</i> Buturlin) и биогенные потоки вещества и энергии в переходной зоне вода — суша малых рек	39
<i>Жаворонкова О.Д.</i>	
Механизм питания и морфофункциональные адаптации ротового аппарата половозрелых водяных клещей (Trombidiformes, Hydracarina)	40
<i>Жукова Н.В.</i>	
Биохимический подход к исследованию трофических связей в мелководной гидротермальной экосистеме	41
<i>Заволокин А.В.</i>	
Характеристика пищевых ниш массовых планктофагов Берингова моря	42
<i>Золотарев В.А.</i>	
Сукцессии микроперифитона, связанные с изменением трофических условий в водоемах	43
<i>Зуйкова Е.И., Бочкарев Н.А.</i>	
Особенности питания симпатрических сигов в Телецком озере	44
<i>Извекова Г.И.</i>	
Трофические отношения в системе хозяин-паразит-симбионтная микрофлора	45
<i>Ильясова М.А., Ратушняк А.А.</i>	
Роль трофических взаимодействий организмов планктона в токсикорезистентности к децису некоторых Cladocera	46
<i>Ильяшук Б.П., Ильяшук Е.А., Андреев А.А., Хаммарлунд Д.</i>	
Сукцессии комплексов хирономид северных озер в течение последних 10 тыс. лет, обусловленные изменениями климата и трофических условий в водоеме	47
<i>Каган А.М., Мельникова А.Г.</i>	
Оценка кормовой базы рыб Камского водохранилища (2001—2002 г.)	48
<i>Казакова Н.С., Каган А.М., Картунова Т.А., Третьякова С.А.</i>	
Особенности формирования гидробиоценоза под воздействием промстоков бумажных комбинатов	49
<i>Казанцева Т.И.</i>	
Балансовая модель как метод изучения трофических связей в экосистеме пресноводного водоема	50
<i>Камшилова Т.Б., Комов В.Т.</i>	
Зависимость морфометрических показателей жаберной крышки окуня (<i>Perca fluviatilis</i> L.) от трофических взаимодействий в водоемах	51
<i>Карпенко Л.А., Карпенко А.А., Айздайчер Н.А.</i>	
Реакция мидий на одноклеточную красную водоросль <i>Porphyridium cruentum</i>	52
<i>Касумян А.О., Марусов Е.А., Николаева Е.В., Прокопова О.М.</i>	
Вкусовые и обонятельные поведенческие реакции плотвы и линя в связи с особенностями их питания	53

Кияшко В.И., Степанов М.В.	
Изменения в трофических цепях Рыбинского водохранилища, вызванные вселением черноморско-каспийской тюльки	54
Коновалов А.Ф.	
Биоманипуляционный аспект акклиматизации судака в крупные озера Вологодской области	55
Копылов А.И., Романенко А.В., Масленникова Т.С., Мыльникова З.М., Столбунова В.Н., Соловьева В.В.	
Структура пищевой сети сообщества планктона Рыбинского водохранилища: сезонные изменения роли микробиальной «петли»	56
Коргина Е.М.	
Стратегия пищевого поведения и избирательность питания у пресноводных турбеллярий	57
Корнева Л.Г.	
Сукцессия фитопланктона водохранилищ Верхней Волги в условиях эвтрофирования	58
Коробкова Т.П., Чернова Н.И., Киселева С.В.	
Некоторые аспекты изучения изменчивости клоновой культуры <i>Spirulina platensis</i> (Nordst.) Geitl.	59
Косолапова Н.Г., Мыльникова З.М.	
Трофические взаимодействия внутри микробиальной пищевой сети на примере исследования малой реки	60
Котлова Т.Н.	
Сравнительный анализ питания сига в озере Чуна Лапландского заповедника в 60-ые годы и в настоящее время	61
Котлова Т.Н.	
Сезонная динамика питания малотычинкового сига (<i>Coregonus lavaretus</i>) на территории Лапландского заповедника в озерах Нижняя Пиренга и Охтозеро	62
Крестиненко В.А., Чернышова М.П., Егоренкова И.В., Игнатов В.В.	
Оптимизация условий культивирования микроводорослей <i>Cryptomonas sp.</i>	63
Крылов А.В.	
Трофическая структура зоопланктона малых рек в условиях строительной деятельности бобров (<i>Castor fiber</i>)	64
Крылова И.Н., Романенко А.В., Цветков А.И.	
Интенсивность питания бактериями пресноводных бентосных гетеротрофных нанофлагеллят	65
Кузнецова И.А., Дзюбан А.Н., Крылов А.В.	
Роль процессов цикла метана в трофических отношениях бактериопланктона и зоопланктона в подледный период разнотипных озер	66
Кузнецова Е.А.	
Сопоставление биомасс фито– и зоопланктона Иваньковского водохранилища	67
Кузьмина В.В.	
Роль пищеварительной системы рыб в трофических взаимоотношениях гидробионтов	68
Кузьмина В.В., Голованова И.Л.	
Доступность пищи как фактор, определяющий тип питания и статус ферментных систем кишечника рыб	69
Курбатова С.А., Лаптева Н.А., Клайн Н.П., Солнцева И.О.	
Изменения структурно-функциональных характеристик сообществ бактерий, фито- и зоопланктона в экспериментальных экосистемах, включающих дрейссену и молодь леща	70

Куrowsкая Л.Я.	
Влияние сорбента азросила на пищеварительные ферменты годовиков карпа.....	71
Лазарева В.И.	
Контроль численности ракообразных планктонным хищником <i>Heteroscope appendiculata</i> Sars (Copepoda)	72
Лазарева В.И.	
Количественный анализ взаимодействий между видами в трофической сети озер.....	73
Литвинчук Л.Ф., Иванова М.Б.	
Избирательность питания <i>Cyclops scutifer</i> Sars в озере Кривое (Карелия).....	74
Лябзина С.Н.	
Сукцессия животного населения на трупах при их разложении в водной среде.....	75
Маврин А.С., Курбатова С.А., Стрельникова А.П.	
Изменение характера трофических связей в проточных мезокосмах под влиянием моллюска <i>Dreissena polymorpha</i>	76
Мазей Ю.А., Бурковский И.В.	
Трофические группы, пищевые стратегии и спектры питания псаммофильных инфузорий в беломорском эстуарии	77
Манькова Н.Ю.	
Характеристика питания обыкновенного судака (<i>Stizostedion lucioperca</i> Linneus, 1758) в Волго–Каспийском районе в современный период.....	78
Маркевич Г.И.	
Трофические адаптации ротаторий. Челюстной аппарат и пищевые спектры.....	79
Маркевич Г.И.	
Морфофункциональные аспекты питания пресноводных Calanoida (Crustacea, Copepoda)	80
Маркевич Г.И., Овчарова А.А.	
Зависимость ритмической активности ротовых конечностей диаптомид от концентрации пищевой взвеси.....	81
Мастичкий С.Э.	
Эндосимбионты дрейссены как участники трофических процессов в водоемах.....	82
Матчинская С.Ф.	
Питание олигохет Каневского водохранилища (на примере <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede).....	83
Махнин В.Г.	
Опыт использования латентных яиц коловраток <i>Brachionus caliciflorus</i> (Pall.) в качестве модельного объекта при изучении внутриводоемных информационных потоков.....	84
Машина В.П.	
Распределение нематод различных трофических групп на биотопах Киевского участка Каневского водохранилища	85
Медведев И. В., Комов В.Т.	
Воздействие ртутьорганических соединений природного происхождения на ключевые этапы пищевого поведения планарий <i>Dugesia tigrina</i> (Girard) и <i>Polycelis nigra</i> (Muller)	86
Минеева Н.М.	
Количественная оценка потока энергии в экосистеме Волжских водохранилищ.....	87

<i>Мисейко Г.Н.</i>	
Зообентос как важнейшая составляющая кормовой базы рыб озера Чаны (Западная Сибирь).....	88
<i>Митропольская И.В., Девяткин В.Г.</i>	
Фитопланктон Рыбинского водохранилища в последние годы	89
<i>Митрофанова Е.Ю.</i>	
Предварительные сведения о взаимоотношении фито– и зоопланктона в Телецком озере (Горный Алтай, Россия)	90
<i>Морозов Д.Н., Зекина Л.М., Высоцкая Р.У.</i>	
Влияние характера питания на желчнокислотный состав пузырной желчи окуня.....	91
<i>Нестеров А.А.</i>	
Трофические взаимоотношения макрелешуки <i>Scorpaenidae</i> северной части Атлантического океана	92
<i>Никитина Э.С., Никитин Д.И.</i>	
Паразитические формы бактерий в водных экосистемах	93
<i>Орлов А.В.</i>	
Особенности пищевого поведения молоди заводской и дикой семги в реках Кольского полуострова	94
<i>Павлюк Т.Е.</i>	
Изменение трофической структуры сообществ макрозообентоса как отклик на действие разных загрязняющих веществ.....	95
<i>Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю.</i>	
Трофические отношения между фито– и зоопланктоном в карстовом озере	96
<i>Паньков Н.Н.</i>	
Значение водорослевых обрастаний в питании беспозвоночных р. Сылвы (Пермское Прикамье)	97
<i>Перова С.Н.</i>	
Сравнительный анализ трофической структуры макрозообентоса глубоководной зоны Рыбинского и Горьковского водохранилищ	98
<i>Перова С.Н., Щербина Г.Х.</i>	
Макрозообентос Рыбинского и Горьковского водохранилищ — как кормовая база рыб-бентофагов.....	99
<i>Плотников А.О., Немцева Н.В.</i>	
Гистон–антигистоновые взаимодействия простейших и бактерий как модель паразито–хозяйинных отношений	100
<i>Плюрайте В.</i>	
Изменение структуры макрозообентоса в холодноводной реке	101
<i>Подшивалина В.Н.</i>	
Трофическая структура зоопланктона разнотипных озер Заволжья	102
<i>Померанцева Д. П.</i>	
Зоопланктон мелководной зоны Новосибирского водохранилища.....	103
<i>Пономарев В.И.</i>	
Питание рыб дельты реки Печора.....	104
<i>Прусевич Л.С., Егоров Е.В., Русова А.А.</i>	
Кормовая база для рыб некоторых озер в связи с товарным выращиванием рыбы	105
<i>Прусевич Л.С., Леонов С.И.</i>	
Питание и рост амурского карася в крупных водоемах Новосибирской области	106

<i>Растопчинова Е.С.</i>	
Суточная динамика фито– и зоопланктона зарослевых сообществ озера Кубенского (Вологодская область)	107
<i>Роменский Л.Л.</i>	
Географическая изменчивость питания длинноносой креветки <i>Parapenaeus longirostris</i> Lucas (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) вдоль побережья Западной Африки	108
<i>Сабодаш В.М., Цыба А.А.</i>	
Биологическое загрязнение водоёмов Украины проникновением ротана	109
<i>Сабодаш В.М., Цыба А.А.</i>	
Кормовая база прудов р. Стугна и использование её мальками рыб	110
<i>Селезнева М.В.</i>	
Трофическая структура сообщества макрозообентоса Новосибирского водохранилища	110
<i>Селезнева М. В., Померанцева Д. П., Еньшина С. А., Ключа С. А.</i>	
Влияние работ по добыче песка на гидрофауну Новосибирского водохранилища (Новопичуговское месторождение).....	111
<i>Силина А.В., Жукова Н.В.</i>	
Трофические взаимоотношения в сообществе приморского гребешка и его эпибионтов баланусов и эндобионтов полихет.....	112
<i>Силина А.Е., Прокин А.А.</i>	
Изменение трофической структуры донных сообществ в сукцессионном ряду водоемов Усманского бора.....	113
<i>Скальская И.А., Баканов А.И., Жгарева Н.Н.</i>	
Сравнение трофической структуры зооперифитона и зообентоса.....	114
<i>Скильский И.В., Хлус Л.М., Хлус К.М.</i>	
Трофические связи кряквы в водно–болотных экосистемах Прут–Днестровского междуречья Украины	116
<i>Скильский И.В., Хлус Л.Н., Клитин А.Н., Хлус К.Н.</i>	
Гидробионты в питании оляпки в регионе Буковинских Карпат	117
<i>Скопцов В.Г., Михалева Т.В., Евграфов А.А.</i>	
Распространение стихийного акклиматизанта <i>Heterocope borealis</i> в Красноярском водохранилище	118
<i>Соколова Е.А.</i>	
Роль сульфатредуцирующих бактерий в трансформации органического вещества в донных отложениях водоемов разного типа.....	119
<i>Сонина Е.Э.</i>	
Трофическая структура зооперифитонных сообществ рдеста пронзеннолистного открытого и защищенного мелководий Волгоградского водохранилища	120
<i>Стерлигова О.П., Павловский С.А., Ильмаст Н.В., Павлов В.Н., Кучко Я.А.</i>	
Изменение потока веществ и энергии в Сямозере за 50 лет	121
<i>Столбунов И.А.</i>	
Трофические характеристики молоди плотвы в прибрежье Волжского плеса и притоке Рыбинского водохранилища	121
<i>Столбунова В.Н.</i>	
Планктонные ракообразные оз. Плещеево как кормовая база рыб.....	123
<i>Суханов В.В.</i>	
Оценивание скорости трофической адаптации	124
<i>Тютин А.В., Кияшко В.И.</i>	
Лигулидные инвазии рыб в Верхневолжских водохранилищах после вселения черноморско-каспийской тюльки.....	125

Филинова Е.И.	
Трофическая структура зообентоса Волгоградского водохранилища	126
Филипьев А.О., Беляченко А.В.	
Расчет потока энергии, выносимой околотовдными хищниками через границу «вода—суша»	127
Хватик Е.А.	
Состояние зоопланктона в водах Юго—Западной Атлантики летом 2002 года	127
Хлус Л.М., Хлус К.М.	
Ростовые процессы <i>Dreissena polymorpha</i> Pall. в разных частях видового ареала.....	128
Худый А.И.	
Сравнительная характеристика упитанности мальков рыб с различных участков среднего течения реки Днестр	130
Чередарик М.И., Королюк В.И.	
Трофические связи планктона в горных экосистемах Карпатских рек.....	131
Чернова Н.И., Киселева С.В., Коробкова Т.П.	
Биомасса спироулины как ценный корм для рыб: из опыта промышленного выращивания и применения микроводорослей	132
Чусовитина С.В.	
НО-ергическая иннервация пищеварительного тракта дальневосточной красноперки <i>Tribolodon brandti</i>	133
Шабанов С.В., Немцева Н.В.	
Роль антилизосимной активности водорослей в трофических взаимодействиях гидробионтов	134
Шадрин Е.Н.	
О популяции хариуса (<i>Thymalus arcticus</i> (Pallas, 1776)) в нижнем бьефе Красноярской ГЭС	135
Шарапова Т.А., Семенова Л.А.	
Питание личинок ручейников в р. Сось	136
Шарапова Т.А.	
Трофические группы в зооперифитоне устья реки Оби	137
Шивокене Я., Мицкенене Л.	
Изменчивость бактериоценозов пищеварительного тракта рыб в зависимости от питания	137
Шуйский В.Ф., Занцинская Т.П., Петров Д.С., Максимова Т.В., Иванова О.С., Петрова Т.А.	
Сукцессия сообществ макрозообентоса реки, испытывающей последствие молевого лесосплава	138
Шуйский В.Ф., Занцинская Т.П., Петров Д.С., Максимова Т.В., Иванова О.С., Петрова Т.А.	
Анализ техногенного экологического риска при гидростроительстве.....	139
Шурганова Г.В.	
Показатели трофической структуры зоопланктоценозов Чебоксарского водохранилища.....	141
Щербина Г.Х.	
Роль дрейссенид в питании плотвы водоемов бассейна Верхней Волги	142
Щербина Г.Х.	
Трофическая структура донных сообществ основных биотопов Рыбинского водохранилища.....	143
Яныгина Л.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И.	
Многолетние изменения трофической структуры зообентоса Беловского водохранилища.....	144

<i>Яныгина Л.В., Зарубина Е.Ю., Крылова Е.Н.</i>	
Структура зооперифитонных сообществ макрофитов Беловского водохранилища	145
<i>Ярмошенко Л.П.</i>	
Первичная продукция микрофитобентоса как элемента биотического круговорота на киевском участке Каневского водохранилища	146
<i>Christopher T. Robinson and Lisa N.S. Shama</i>	
Trophic Relationships among Macroinvertebrates in an Alpine Stream Lake Network.....	147
<i>Комулайнен С.Ф.</i>	
Водоросли в питании водных беспозвоночных типичных для эпилимнона небольшой реки	147

МЕСТО ТИХОХОДОК (TARDIGRADA) В ТРОФИЧЕСКИХ СЕТЯХ ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ СООБЩЕСТВ

Авдониная А.М.

В представленной работе на основе литературных данных и собственных наблюдений выделены 6 трофических групп тардиград: зоофаги, микофаги, бактериофаги, фитофаги, детритофаги, паразиты. Показано многообразие их пищевых связей в пресноводных и наземных экосистемах.

В сообществах тихоходки — консументы разных порядков, активно питающиеся как бактериальным и растительным материалами, так и животными: коловратками, нематодами, одноклеточными животными, другими тихоходками (Монаков, 1998). В свою очередь тардиграды являются пищей для ракообразных, хищных нематод, других хищных тихоходок в пресноводных экосистемах и клещей, ногохвосток, пауков, кольчатых червей, личинок насекомых и хищных нематод и тардиград в наземных субстратах (мхах, лишайниках, опаде, почве) (Ramazzotti, Maucsi, 1983 и др.).

Тардиграды могут выступать в роли хозяев для паразитирующих на них споровиков, грибов и одноклеточных животных (Ramazzotti, Maucsi, 1983, Van Pompu, De Smet, 1991, Dewel, Dewel, 1987), немногие виды сами паразитируют на растениях и животных (Van der Land, 1975).

Тихоходки вступают в симбиотические отношения с ресничными одноклеточными (Marley, Wight, 1994) и бактериями (Kristansen R.M., 1984).

В наземных сообществах происходит разделение экологических ниш по трофической принадлежности видов. При этом для тардиград, питающихся водорослями, грибами, бактериями, детритом, или хищничающих подобно *Milnesium tardigradum* (жертвы: нематоды, коловратки, другие тихоходки), количество пищи может быть недостаточным, ограничивая, таким образом, их существование в субстрате. Для видов, высасывающих клеточный сок мхов и лишайников, количество которого больше требующегося, конкуренции не возникает и пищевой фактор не является лимитирующим (Nelson, 1975). В водных экосистемах также отмечена приуроченность тихоходок к пищевому субстрату (например, в антарктических озерах к скоплению водорослей на глубине 5—8 м (McInnes, Ellis-Evans, 1990)).

Владимирский государственный педагогический университет
600024, г. Владимир, пр. Строителей, 11,
E-mail: aalekxandra@mail.ru

ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА И ЕЕ СВЯЗЬ С РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬЮ В ВИСЛИНСКОМ И КУРШСКОМ ЗАЛИВАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Александров С.В.

Заливы подразделяются на полузакрытые мелкие солоноватоводные и пресноводные. Они имеют большое рыбохозяйственное значение, что определяет необходимость регулярных комплексных биологических исследований. Первичная продукция, как объективный критерий общей биологической продуктивности, исследована слабо. На большей части акватории заливов она изучалась только в 1974—1976 гг.

С апреля по ноябрь 2001—2002 гг. с периодичностью 1—2 раза в месяц изучали первичную продукцию и деструкцию в каждом заливе на 5 стандартных станциях. Использовали кислородную модификацию скляночного метода с краткосрочной экспозицией проб воды. Также на 2 горизонтах фотического слоя и в придонном слое определяли деструкцию и содержание хлорофилла.

Полученные в 2001 и 2002 гг. средние для Вислинского залива величины валовой первичной продукции за сутки (ΣA) — 1.2 и 1.6 гС×м⁻²×сут⁻¹ и содержания хлорофилла «а» (СХЛ) — 38 и 30 мг/м³ позволяют оценить залив как эвтрофный водоем. По величине годовой продукции ($\Sigma \Sigma A$) — 340 и 445 гС×м⁻²×год⁻¹ в 2001 и 2002 гг. — Вислинский залив приближается к гиперэвтрофным водоемам, с переходом в гиперэвтрофное состояние при сочетании благоприятных гидрометеорологических факторов, что наблюдалось в 2002 г.

В Куршском заливе из-за длительного (с июля по октябрь) «гиперцветения» сине-зеленых водорослей (с доминированием *Aphanizomenon flos-aquae* (L.), *Microcystis aeruginosa* Kutz.) были отмечены очень высокие продукционные показатели. Полученные в 2001 и 2002 гг. величины ΣA (2.1 и 2.3 гС×м⁻²×сут⁻¹), СХЛ «а» (130 и 117 мг/м³) и $\Sigma \Sigma A$ (540 и 595 гС×м⁻²×год⁻¹) характерны для гиперэвтрофных водоемов. Это позволяет оценить Куршский залив на современном этапе как гиперэвтрофный.

К конечному этапу продукционного процесса в водоеме относится продукция рыб. Величины $\Sigma \Sigma A$ были сопоставлены с данными по вылову рыб (Yf). Вылов в Куршском заливе составил в 2001 и 2002 гг. 0.04%, а в Вислинском — 0.18—0.14% $\Sigma \Sigma A$. В Вислинском заливе Yf дан с учетом балтийской сельди, у которой нагул происходит в Балтике. Без сельди вылов составляет 0.04%. Такие относительно низкие отношения Yf / $\Sigma \Sigma A$, по сравнению с приводимыми в литературе — 0.12—0.15% (Бульон, 1994), можно объяснить следующим:

1) Заливы — водоемы с регулируемым рыболовством. Основу промысловой продукции составляют крупные длинноцикловые рыбы: бентосоядные (в основном, лещ) и хищники (судак). Трансформация органического вещества фитопланктона в продукцию бентосоядных рыб идет по относительно длинной детритной цепи (с участием бактерий и зообентоса), что сопряжено с дополнительными потерями первичного органического вещества.

2) В Куршском заливе в 2001—2002 гг. отмечалось «гиперцветение» синезеленых водорослей, которые, в основном, утилизируются после бактериального разложения в форме детрита. Это ведет к снижению эффективности переноса энергии от первичных продуцентов к конечному трофическому звену. Возможно, снижение эффективности трансформации первичной продукции планктона к верхним трофическим уровням (в том числе, к рыбам) по мере увеличения трофности водоема является общей закономерностью.

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

236000, г. Калининград, ул. Дм. Донского, д. 5

E-mail: hydrobio@atlant.baltnet.ru

ПИЩЕВЫЕ РАЦИОНЫ ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД В УСЛОВИЯХ Р. СЫЛВА (БАССЕЙН КАМЫ)

Алексевнина М.С., Халимова Л.А.

Вклад личинок хирономид в формирование биомассы зообентоса р. Сылва оказывается невелик (в среднем течении около 2%), но массовая представленность в бентофауне реки (встречаемость 100%), высокая плотность поселения популяций (до 20

тыс.экз./мл) и самое большое видовое разнообразие (160 видов) обеспечивают им ведущее положение в экосистеме.

За время исследований были просмотрены 384 экз. кишечника личинок наиболее часто встречающихся видов. Большинство личинок хирономид использует в пищу детрит и водоросли, немаловажное значение имеет и животный компонент, доля которого значительно возрастает у хищных форм. В весовом отношении компонентов пищи личинок различных видов детрит составляет от 13 до 84% и отмечен нами во всех исследованных пищевых комках.

Среди растительной пищи личинок хирономид ведущее положение занимают диатомовые водоросли, составляя от 2 до 35% всего содержимого кишечника. Среди диатомовых (всего зарегистрировано 14 родов) наиболее часто встречаются представители родов *Navicula* (встречаемость 20—100%), *Cymbella* (14—90%), *Cocconeis* (14—80%), *Synedra* (14—70%). Очевидно, с преобладанием диатомовых в перифитоне р. Сылва связано их высокое содержание в пище хирономид в течение всего вегетационного сезона.

Немаловажное значение в питании личинок имеют и зелёные водоросли (*Chlorophyta*). В составе содержимого кишечника исследованных видов были обнаружены представители трёх родов, которые также использовались в разной степени: *Scenedesmus* (4—40%), *Cosmarium* (4—18%), *Ulothrix* (4—22%). Довольно часто в кишечниках личинок встречались сине—зелёные, которые были представлены р. *Merismopedia* (2—35%) и р. *Oscillatoria*. *Oscillatoria sp.* была обнаружена в составе пищевых комков лишь у личинок *Cricotopus vierriensis* Goet. и *Cladotanytarsus mancus* (Walk).

Животная пища (олигохеты и хирономиды) обнаружена не только у личинок, которых принято считать хищными (*Tienemannimyia lentiginosa* Fries, *Demicryptochironomus vulneratus* Zett.), но и у «мирных» форм, которые, очевидно, отличаются всеядностью (*C. vierriensis*, *C. mancus*, *Polypedilum bicrenatum* K.). В целом, животная пища с явным преобладанием хирономид составляет значительную часть рациона только *T. lentiginosa* (45%). У исследованных нами личинок других видов доля животной пищи невелика (2—23%).

В зависимости от спектров питания личинок хирономид в условиях р. Сылва можно выделить 3 трофические группы: фитодетритофаги, детритозоофаги и типичные детритофаги. К первой группе можно отнести личинок *Microtendipes pedellus* (De Geer), *Tanytarsus gr. gregarius*, *C. mancus*, *C. vierriensis*, *Constempellina brevicosta* (Edw.), *P. bicrenatum*, *Synorthocladius semivirens* (K.), *Potthastia gaedii* (Mg.), *Stictochironomus roenscholdi* (Zett.). Основу их питания составляют детрит и водоросли. Во вторую группу входят *T. lentiginosa*, *D. vulneratus*. Ведущую роль в их питании играют детрит и животные — личинки хирономид и малощетинковые черви. Наиболее важную роль в питании *Thienemanniella clavicornis* (K.) играет органический детрит (3-я группа).

Исходя из величины продукции хирономид в среднем течении р. Сылва, мы ориентировочно рассчитали их пищевой рацион. Величина продукции личинок хирономид в среднем за 2 года (1995, 1996) составила 6.95 г/мл. Исходя из этого, пищевой рацион личинок хирономид оказался равным 38.8 г/мл органического вещества за вегетационный сезон. При этом около 64% рациона обеспечено детритом, 28% — водорослями и 8% — животными. Часть органического вещества возвращается в экосистему в виде фекалий (15.65 г/мл).

Таким образом, личинки хирономид представляют важнейшую часть биоценоза, участвуя в трансформации органического вещества в континентальных водоёмах.

Пермский госуниверситет
614990 г. Пермь, Букирева, 15

МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЗАРОСЛЕЙ ЛИТОРАЛИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ахметзянова Н.Ш., Яикина Н.В., Яковлев В.А.

Заросли макрофитов участвуют в формировании биоразнообразия водных и околоводных сообществ, качества воды, биологической продуктивности водоемов, а также в сохранении редких видов. Для изучения состояния литоральной фауны мелководий в летне-осенний период 2002 г. в двух крупных заливах Куйбышевского водохранилища в районе пос. Победилово (пригород г. Казани) и Саралинском участке Волжско-Камского государственного заповедника (ВКГЗ) были взяты пробы бентоса и нектобентоса в зарослях рогоза узколистного и тростника обыкновенного, а также на открытой (без зарослей) части литорали. Всего собрано и обработано около 60 проб. Обнаружено 2555 экз. беспозвоночных, относящихся к 107 видам и формам из 18 систематических групп: моллюски (25 таксонов), пиявки (4), ракообразные (7), стрекозы (8), поденки (2), клопы (8), жуки (8), ручейники (3), хирономиды (31), львинки (3), комары (1), лимониды (1), хабориды (1), олигохеты, клещи, гелеиды, табаниды и настоящие мухи, видовая принадлежность которых пока не установлена.

Наибольшее разнообразие макрофауны беспозвоночных отмечено в зоне зарослей рогоза узколистного: 69 таксонов из 17 систематических групп в ВКГЗ и 62 таксона из 15 групп — в Победилово. Основу систематического разнообразия составляют хирономиды (22 и 18 таксонов), моллюски (9 и 16), жуки (8 и 5), клопы (6 и 5) и стрекозы (5 и 4), составляющие в среднем 91.6—90.8% численности и 88.2—95.0% биомассы беспозвоночных, соответственно. Руководящими формами зообентоса в ВКГЗ (с частотой встречаемости более 50%) являются хирономиды *Glyptotendipes glaucus* Mg. (индекс доминирования — ИД — 96.3), *Chironomus* sp. (41.3), *Endochironomus impar* Walk. (15.2), *Parachironomus arcuatus* G. (11.7) и бокоплавы *Dikerogammarus haemobaphes* Eichw., а в Победилово — моллюски *Bithynia tentaculata* L. (ИД — 297.0), *Anisus stelmachietius* B. (246.8), *A. vortex* (207.9), клопы *Ilyocoris cimicoides* L. (162.2), хирономиды *Chironomus* sp. (150.3) и пиявки *Helobdella stagnalis* L. (88.0). Средняя общая численность организмов в ВКГЗ составила 808 экз./м², биомасса — 5.68 г/м², а в Победилово — 863 экз./м², при биомассе 4.52 г/м².

Ассоциации тростника обыкновенного у пос. Победилово характеризуются при относительно низком разнообразии видов (46 таксонов из 11 систематических групп) наибольшей общей численностью (1241.5 экз./м²) и биомассой (36.0 г/м²). Основные компоненты сообщества в зарослях тростника — моллюски (15 видов) и хирономиды (13), составившие 70.3% от общей численности и 93.5% биомассы беспозвоночных. Руководящими формами из моллюсков являются *B. tentaculata* (ИД — 301.1), *Valvata depressa* C.P. (167.9), *V. trochoidea* M. (88.7), *Lithoglyphus naticoides* C.Pf. (70.6), значительна доля фитофильных хирономид *G. glaucus* (24.4) и поденок *Caenis robusta* Eth. (18.3).

В донном населении открытых участков литорали в ВКГЗ выявлено 29 видов 7 систематических групп беспозвоночных. Среднесезонные значения численности беспозвоночных составляют 526.3 экз./м², биомассы — 3.89 г/м², что, соответственно, в 1.5 и 1.4 раза ниже таковых показателей для зарослей литорали. На открытых мелководьях, образовавшихся ниже пояса зарослей макрофитов в период сработки уровня водохранилища, наблюдаются наибольшие показатели бентоса и нектобентоса, что обусловлено миграцией из зарослей фитофильных организмов и массовым развитием пелофильных форм. У пос. Победилово численность их составила 6212.0 экз./м² при биомассе 155.4 г/м², основу которых образуют эвритопные личинки хирономид *Chironomus* sp. (ИД — 939.5) и *Gl. paripes* Ed. (227.2) и моллюски *V. trochoidea* (456.0), *V. depressa* (239.6), *D. polymorpha* Pall. (106.8).

Работа выполнена при поддержке фонда Wolkswagen Stiftung, Федеративная республика Германии.

Институт экологии природных систем АН РП
420087, Казань, Даурская, 28,
E-mail: Hydrobiology@iengs.kcn.ru

КОРМОВАЯ БАЗА МОЛОДИ СЕМГИ В РЕКЕ ВАРЗУГА И ЕЕ ПРИТОКАХ

Барышев И.А.

В июне 2002 года для оценки кормовой базы молоди семги, которая питается беспозвоночными организмами, преимущественно выедавая их из дрефта (Смирнов, 1978; Шустов, 1983), проведено исследование бентоса и дрефта беспозвоночных на выростных участках (глубина 0.2—0.5 м, скорость течения — 0.3—1 м/сек) р. Варзуги (бассейн Белого моря, 66°15' с.ш., 36°57' в.д.) и ее притоков. Преобладающие фракции грунта на участках — галька и мелкий валун. Пробы на р. Варзуге взяты на порогах у о. Сосновец, японском, аренгском и морском. В притоках (Восточная Юзия, Пана, Пятка, Фалалей, Япома и Аренга) пробы взяты выше устья на 50—100 м. Пробы бентоса отобраны рамкой типа «Surber» 0.04 м², пробы дрефта — ловушкой 0.1 м² (газ № 23, экспозиция 15 минут). Характеристики бентоса пересчитывались на 1 м², дрефта в толще воды — на 1 м³; дрефта по поверхности — на 1 м².

До вида определены представители поденок, веснянок и ручейников. Всего для реки Варзуга и ее притоков отмечено 39 видов из этих отрядов. Впервые в бассейне Варзуги определены: поденки — *Caenis rivulorum*, *Habrophlebia lauta*, *Paraleptophlebia submarginata*, веснянка — *Siphonoperla burmeisteri*, ручейники — *Ithytrichia lamellaris*, *Micrasema setiferum*, *Sericostoma personatum*, *Agraulea multipunctata*, *Hydropsyche contubernalis*, *Rhyacophila fasciata*, *Silo pallipes*, *Mystacides dentatus*.

В бентосе встречены организмы групп Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Ostracoda, Acari, Limoniidae, Coleoptera, Chironomidae, Simuliidae, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. Количественные характеристики донных сообществ составили в среднем: численность — 4.0 тыс. экз./м² (колебания по участкам от 1.6 до 11), биомасса — 2.6 г/м² (от 0.47 до 7.2). Кормовые для молоди семги организмы (амфибиотические насекомые) составляли существенную долю в бентосе, в среднем их численность — 2.9 тыс. экз./м² (от 0.83 до 8.8), биомасса — 1.4 г/м² (от 0.29 до 4.6).

В дрефте обнаружены организмы групп Nematoda, Oligochaeta, Acari, Crustacea, Collembola, Odonata, Coleoptera, Simuliidae, Chironomidae, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, воздушные членистоногие. По численности в дрефте преобладали личинки и куколки хирономид, личинки поденок и воздушные насекомые; основа биомассы — воздушные насекомые, личинки и куколки хирономид, личинки поденок. Количественные характеристики придонного дрефта составили в среднем: численность 0.59±0.15 экз./м³, биомасса 0.19±0.10 мг/м³. Дрифт по поверхности составил в среднем: численность 0.30±0.12 экз./м², биомасса 0.12±0.06 мг/м².

Выявленные количественные характеристики бентоса и дрефта обычны для рек Кольского полуострова (Хренников и др., 1977; Смирнов и др., 1982). В соответствии с классификацией Ю.А. Шустова (1983), кормовые условия для молоди семги в Варзуге и ее притоках, можно оценить как средние или низкие.

Институт биологии КНЦ РАН
185610, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
E-mail: baryshev@bio.krc.karelia.ru

ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ ЛОСОСЯ В БАССЕЙНЕ Р. ВАРЗУГА (КОЛЬСКИЙ П-ОВ)

Барышев И.А., Веселов А.Е.

Молодь лосося питается беспозвоночными организмами, преимущественно дрейфующими на поверхности и в толще воды (Смирнов, 1978; Шустов, 1983). Основу пищевого рациона составляют амфибиотические насекомые (Шустов, 1983). В связи с этим кормовые условия мы оценивали по количественным характеристикам бентоса, и, в частности, по численности и массе амфибиотических насекомых на обследуемых нерестово-выростных участках (НВУ) молоди лосося.

Работа проводилась в июне 2002 г. на различных станциях р. Варзуги, расположенных на протяжении 100 км от верховья к устью (пороги Сосновецкий, Япомской, Ареньгский, Морской и притоки Восточная Юзия, Пана, Пятка, Фалалей, Япома и Ареньга). Распределение молоди лосося на этих НВУ изучалось в течение нескольких лет (1988—2003) контрольными обловами электроловом. Были учтены особи возрастных групп 1+ — 3+. В притоках пробы собирались выше устья на 50—100 м. Пробы бентоса отобраны рамкой типа «Surber» 0.04 м². Характеристики бентоса пересчитывались на площадь 1 м² (Методич. рекомендации..., 1989).

Установлено, что таксономический состав донных сообществ р. Варзуги и ее притоков обычен для рек Белого моря. В бентосе преобладают личинки амфибиотических насекомых, доля которых составляет в среднем 81% по численности и 64% по биомассе. Наиболее многочисленны личинки хирономид и поденок, основу биомассы составляют личинки поденок, ручейников и хирономид.

Исследования показали, что плотность молоди лосося в притоках (в среднем 32.5 экз./100 м²) значительно выше аналогичного показателя в русле р. Варзуги (12.4 экз./100 м²), что уже отмечалось ранее (Калюжин, 2003). Количественные характеристики поселений амфибиотических насекомых в притоках и главном русле так же значительно различаются. Средние численность и биомасса в притоках составляет 4.1 тыс. экз./м² и 1.9 г/м²; в Варзуге — 1.9 тыс. экз./м² и 1.3 г/м². Плотность молоди лосося на исследованных НВУ коррелирует с численностью ($r=0.84$) и биомассой ($r=0.64$) амфибиотических насекомых.

Таким образом, в небольших притоках в период летней межени возникают благоприятные в кормовом отношении условия для молоди лосося. Высокие плотности мальков лосося в притоках свидетельствуют о том, что этот кормовой ресурс активно используется. В целом, как нами показано ранее, притоки значительно расширяют кормовую базу молоди лосося (Веселов, Калюжин, 2001).

Институт биологии КарНЦ РАН
185610, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
E-mail: baryshev@bio.krc.karelia.ru

ВЛИЯНИЕ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ НА СТРУКТУРУ ФИТОПЕРИФИТОНА (Р. СЫЛВА)

Беляева П.Г.

Проведенные нами в 2000 году исследования в среднем течении р. Сылвы позволяют судить о влиянии брюхоногих моллюсков (*Bithynia tentacula* и *Ancylus fluviatilis*) на структуру фитоперифитона, как результат их трофического взаимодействия и выявить некоторые закономерности при избирательном питании моллюсков в условиях опыта.

В фитоперифитоне постоянными компонентами на время эксперимента являлись диатомовые (92), зеленые (39) и синезеленые (19) водоросли. Наибольшую роль по биомассе на всем протяжении среднего течения р. Сылвы играли диатомовые водоросли.

В большинстве случаев под влиянием выедания снижается видовое разнообразие альгоценозов за счет уменьшения числа слагающих группировки видов. Предпочтение, оказываемое животными, есть функция размера, формы, характера прикрепления к субстрату, кормовой ценности и усвояемости, а так же наличия или отсутствия защитных механизмов против выедания у водорослей перифитона (Gregory, 1983; Jordan, 1996). Пресс выедания, оказываемый на различные водоросли, поэтому не одинаков, что приводит к изменению конкурентных отношений в альгоценозе: преимущество получают виды, обладающие большей устойчивостью к выеданию, а виды с меньшей резистентностью оказываются в неблагоприятных условиях, что влечет за собой трансформацию экологической структуры (Gregori, 1983; Gawne, Lake, 1995; Gawne, 1997). Величина индекса элективности коррелирует с размерами клеток водорослей ($r=0.91$ для *Bithynia tentaculata*, и $r=0.94$ для *Ancylus fluviatilis*; $P=0.95$), зависит от их пространственного положения и способа прикрепления к субстрату. Например, *Achnanthes sp.* являясь самой мелкой диатомовой водорослью сообщества к тому же прочно прикрепленной к субстрату — наименее потребляем. Размеры потребляемых клеток изменяются от 25 до 250 мкм, что совпадает с исследованиями других авторов (Никулина, 1992; Комулайн, 2002). Низкую величину индекса элективности имеют также другие мелкие диатомовые водоросли как дистального слоя (*Gomphonema acuminatum* Ehr., *Cocconeis placentula* Ehr., *Cymbella. cistula* (Ehr.) Kirchner, *C. lanceolata* (Ehr.) V.H.), так и прикрепленные водоросли проксимального слоя (*Cocconeis sp.*, *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ech., *Amphora ovalis* (Kütz.). Наиболее предпочитаемыми кормовыми объектами для *Bithynia tentaculata* и *Ancylus fluviatilis* оказались представители зеленых водорослей родов *Cosmarium*, *Closterium*, *Scenedesmus*, нитчатая диатомовая верхнего яруса — *Melosira varians* Ag. и крупные диатомовые дистального слоя родов *Cymbella*, *Gyrosigma*. Кроме того, установлено, что влияние пастбищных животных на прикрепленные альгоценозы вызывает значительное снижение их биомассы, особенно когда выедаются крупные медленно растущие виды водорослей.

Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН

614081 г. Пермь, ул. Голева, 13.

E-mail: belyaeva@psu.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПИТАНИЯ АМФИПОД (CRUSTACEA: AMPHIPODA) В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Березина Н.А.

Большинству амфипод свойственна эврифагия. Среди них немногие виды, обладающие выраженной пищевой специализацией, как правило, обитают в специфических условиях с ограниченными источниками пищи. Амфиподам, встречающимся в разнотипных биотопах, свойственно способность к смешанному питанию как по способу добывания пищи (фильтрация, собирание, хищничество), так и пищевому спектру (питание детритом, растительными и животными организмами). Преобладание того или иного способа питания и избирательность пищевых компонентов у разных видов амфипод зависит от условий местообитания и, прежде всего, его обеспеченности пищевыми ресурсами. Изучение спектров питания амфипод *Gammarus lacustris*, *Gammaracanthus aestuariorum*, *Monoporeia affinis*, *Pontogammarus robustoides*, *Gmelinoides fasciatus* в разного типа местообитаниях выявило существенные различия в составе пищи и преобладающем типе питания амфипод, связанные с обеспеченностью кормовыми ресурсами. Прослежены особенности сезонной смены спектров питания амфипод, а также выявлены различия в характере используемой пищи амфиподами разного возраста и пола на примере *P. robustoides* и *G. fasciatus*. Экспериментально оценены интенсивность и избирательность питания амфипод при различных количествах и доступности пищевых объектов. Для разных видов амфипод показано, что при хищном питании разница между физиологическим и экологическим рационом возрастает при увеличении плотности жертв. Экспериментально изучены особенности роста, размножения амфипод в разных трофических и температурных условиях. Показано, что наиболее интенсивным ростом, ранним созреванием и наибольшей плодовитостью характеризуются амфиподы при смешанном питании животными и растительными организмами.

Зоологический Институт РАН

Санкт-Петербург 199034, Университетская наб. 1

E-mail: nber@zin.ru

ПОСЛЕДСТВИЯ ИНВАЗИИ ДРЕЙССЕНЫ ДЛЯ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ЭКОСИСТЕМЫ КУБЕНСКОГО ОЗЕРА

Болотова Н.Л.

Озеро Кубенское Вологодской области имеет площадь около 418 км² среднюю глубину около 2.5 м и принадлежит к бассейну Северной Двины. Озеро входит в состав Северо-Двинской водной системы, что определило связь с Каспийско-Волжским бассейном и возможность внедрения вселенцев. Проникновения дрейссены (*Dreissena polymorpha*) в Кубенское озеро произошло по магистральным водным путям, после зарегулирования рек и создания системы водохранилищ (Титенков, 1955). Однако дрейссена не отмечена в списке видов по данным 1970-х годов (Слепухина, 1977), но начинает встречаться в пробах в конце 1980-х годов. Формированию популяции в северном водоеме способствовали его лимнологические особенности, благоприятные для развития моллюсков. Это связано с расположением в карбонатном ландшафте и высокой минерализацией воды. Значительный приток аллохтонной органики в гумидной зоне в условиях мелководности озера и ветрового перемешивания определяет повышенное содержание взвешенных веществ, что

усиливает значение фильтраторов. Для озера Кубенского при вытянутой форме, изрезанности береговой линии с заливами характерно разнообразие биотопов с выраженной растающей литоралью и преобладанием песчано-галечных грунтов.

Органическое загрязнение и ускорение эвтрофирования озера послужили фоном для массового развития дрейссены. К 1990-м годам доля этого моллюска возросла до 80% общей биомассы и 47% численности бентоса. Основные банки дрейссены были расположены в юго-западной части озера, где её биомасса достигала более 800 г/м². За счет дрейссены средние показатели биомассы зообентоса увеличились в 1997 году до 91 г/м². В 2002 году средняя численность моллюсков составляла 770 экз/м², а биомасса — 219 г/м², достигая на отдельных станциях 530 г/м². На долю этой группы по численности приходилось 89%, а по биомассе — 99%.

Дрейссена заняла доминирующее положение в сообществе бентоса, значительно реже стали встречаться представители рр. *Pisidium*, *Sphaerium*, *Euglesa*. Среди хирономид увеличилась доля минирующих форм и хищников. Следствием усиления конкуренции в группе фильтраторов является снижение в 2—3 раза биомассы зоопланктона. В связи с изменением кормовой базы происходит перестройка пищевых отношений рыб.

Основным потребителем дрейссены является многочисленная плотва и формируются крупная моллюсковая морфа. Это отражается в хорошем темпе роста, морфометрических параметрах и биохимических показателях (содержание в мышечной ткани глюкозы, мочевины, железа и пролина). Высокая интенсивность обмена у плотвы и низкое содержание пролина, как показателя стресса, отражают благоприятные условия существования популяции.

В питании доминирующего в рыбном населении леща увеличивается доля зоопланктона, при этом снижается темп роста, показатели обмена, повышается вариабельность морфометрических признаков. Отмечена депрессия популяции ерша. Перераспределение роли основных групп в зообентосе снизило пищевую обеспеченность бентофагов.

Вологодский педуниверситет
160035 Вологда, Проспект Победы 37,
E-mail: bolotova@vologda.ru

СУТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИЩНЫХ CLADOCERA В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА И ИХ ПРИЧИНЫ

Большагин П.В., Крылов П.И.

Вертикальное распределение и суточные вертикальные миграции являются важными свойствами видов зоопланктона особенно наглядно обнаруживаются эти свойства у видов хищных клadoцер, чему посвящена обширная литература. Распределение животных связано как с особенностями условий обитания (тип водоема, глубины, освещенности, температуры и др.), так и с их биологическими особенностями, а также прессом рыб-планктофагов.

С целью выяснения суточных изменений вертикального распределения хищных *Cladocera* нами в августе 2001 и 2002 гг. производились сборы материала в восточной части Финского залива. Были выполнены серии послонных ловов в утреннее, дневное, вечернее и ночное время. В исследуемый период хищные клadoцеры представлены тремя видами: *Leptodora kindtii* (Focke), *Cercopagis pengoi* (Ostroumov), *Bythotrephes* (Leydig).

Анализ вертикального распределения указывает на сходство в вертикальных суточ-

ных передвижениях видов хищных *Cladocera*. В течение всего периода исследований максимальная численность животных наблюдалась в верхних слоях воды (0—10 м). В дневное время вертикальное распределение видов хищных кладоцер по горизонтам (0—15 м) более выровнено, чем в другие периоды. Ночью и ранним утром отмечается концентрация хищных кладоцер в поверхностном слое.

Молодь животных распределяется довольно равномерно по горизонтам и процент ее в скоплениях примерно одинаковый, только у *C. pengoi* в ночное время отмечался рост численности молоди в поверхностном горизонте.

Общая численность *C. pengoi* и *Bythotrephes* в столбе воды в ночное время значительно возрастала, что может быть связано с притоком особей из других частей водоема.

Характер описанного выше вертикального распределения хищных кладоцер объясняется, по-видимому, сочетанием факторов: реакцией животных на абиотические факторы, в частности свет, поиск пищевых объектов (отмечалось концентрирование хищных кладоцер в местах скопления мелких кладоцер и коловраток), уход от хищников (крупные хищные кладоцеры потребляются салакой, сеголетками судака и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ МШ—1634.2003.4 и 01—04—49560.

Зоологический институт РАН,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1.
E-mail: piotr@pk7133.spb.edu

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПЕРВИЧНЫМИ ПРОДУЦЕНТАМИ И КОНСУМЕНТАМИ В ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Бульон В.В.

Моделирование трофических связей и потоков энергии — необходимый инструмент для прогнозирования реакции водных экосистем на изменение внешних условий. Прогностические модели можно рассматривать как итог приведения в порядок накопленных в литературе количественных данных о трофических взаимоотношениях и влиянии абиотических факторов на продукционные процессы. Такие модели незаменимы для проверки традиционных научных принципов и для построения новых концепций. Опыт имитации потоков энергии в водных экосистемах показывает, что наиболее эффективные прогностические модели — «сжатые» модели, имеющие дело только с ключевыми группами водных организмов (Расе, 2001).

Предлагаемая мною масс-балансовая модель разработана для количественной оценки потоков энергии от первичных продуцентов к гетеротрофным организмам разных трофических уровней. Она включает в себя следующие группы функционально сходных организмов: фитопланктон, макрофиты, эпифиты, фитобентос (первичные продуценты), бактериопланктон, бактериобентос (редуценты), «мирный» и хищный зоопланктон, зообентос, планктоноядные, бентосоядные и хищные рыбы (консументы). Модель состоит из системы уравнений, которые описывают изменения биомасс перечисленных групп организмов, обусловленные поступлением энергии от предшествующего трофического уровня, ее трансформацией на следующий трофический уровень и потерями на дыхание и с неусвоенной пищей.

Для прогностических целей принципиально важно использовать в модели легко доступные или легко измеряемые входные параметры, или *x*-переменные. В качестве таких параметров мною были выбраны географическая широта (Lat), содержание общего

фосфора (TP) и цветность воды (Pt), средняя (D_{mean}) и максимальная (D_{max}) глубина. Эти ключевые абиотические факторы прямо или через иерархическую систему связей влияют на биомассу и продукцию автотрофных организмов, а через них — на биомассу и продукцию гетеротрофных организмов (включая рыб), относящихся к разным трофическим уровням.

Из биотических параметров в модель включены известные из литературы скорости оборота биомасс (P/B—коэффициенты, сут.⁻¹) и эффективность использования потребленной энергии на рост (коэффициенты K_1) для каждой функциональной группы организмов (Алимов, 1982; Винберг, 1985; Иванова, 1985; Руденко, 1985; Hekanson, Boulion, 2002). Значения P/B—коэффициентов за вегетационный сезон рассчитывались как произведение их суточных значений и длительности вегетационного сезона (GS, дни). Следует подчеркнуть, что в рассматриваемой модели коэффициенты P/B и K_1 заданы как x -переменные, поэтому при необходимости их можно корректировать.

Наряду с потоками энергии от первичных продуцентов к гетеротрофным организмам, в модели учитываются (1) седиментация фитопланктона, (2) ассимиляция аллохтонного органического вещества бактериопланктоном, (3) захоронение макрофитного материала в донных отложениях и (4) потери рыб в результате их вылова или естественной смертности.

Предложенная модель доступна для тестирования. Сравнение эмпирических данных по продукции ключевых групп организмов с результатами модели показало высокую прогностическую точность последней, коэффициент корреляции R^2 составляет 0.87—0.96.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 02—04—48646) и Министерства промышленности, науки и технологий (грант НШ—1634.2003.4).

Зоологический институт РАН, 199034 Санкт-Петербург

E-mail: vboulion.zin.ru

ПИТАНИЕ ЛЕЩА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ

Визер А.М.

Лещ, акклиматизированный в Новосибирском водохранилище с момента его формирования в 1957—1959 годах, с 1968 г. становится основным промысловым видом водоема.

Питание разновозрастного леща с длиной тела 10—39 см изучалось в летне-сенний период 1970, 1989, 1995 и 1996 годов, для сравнения привлекались данные Н.А. Касихиной за 1970 г. (1976).

В многоводном 1970 г. кормовой зообентос характеризовался низким уровнем развития ($1.1—1.8 \text{ г/м}^2$) и формировался за счет аборигенных видов из трех основных групп личинок хирономид, олигохет и моллюсков 63.1, 21.3, и 13.2% от общей биомассы. Наполнение кишечника леща было низким — $45.9^{0/000}$. Основу пищи по весу составляли малоценные и несвойственные для вида корма — ил и зоопланктон, соответственно, 63.1 и 13.5%. Из организмов зообентоса главными пищевыми объектами были личинки хирономид из рода *Chironomus* и моллюски из родов *Pisidium* и *Sphaerium*.

В 1989 г. завершается благоприятный для развития донной фауны маловодный период и средняя биомасса аборигенного зообентоса достигает максимума — 8.9 г/м^2 , с доминированием личинок хирономид, олигохет и моллюсков, 20.1, 19.0, 59.8% соответ-

венно. К этому времени в водоеме натурализируются дальневосточные мизиды *Neomisis intermedia* и байкальские гаммариды *Gmelinoides fasciatus* и *Micruropus possolskii*, которые создают высокую биомассу — до 11 г/м². В условиях обилия и доступности пищи отмечено максимальное наполнение кишечника — до 132.9⁰/₀₀₀, а потребление малоценных и несвойственных кормов носило случайный характер. Среди потребленных организмов преобладают мизиды (56.8%) и до 36.6% увеличивается значение зообентоса, среди которого рыбы предпочитают моллюсков 71.6%). Единично представлены в питании гаммариды.

В многоводный период биомасса аборигенного зообентоса резко снижается и составляет в 1995 и 1996 годах 1.9 г/м² и 2.6 г/м². Большая часть биомассы бентоса создается личинками хирономид — 47.4—55.7%. Снижается и количественное развитие ракообразных — мизид до 1.4—5.6 г/м², а гаммарид до 1.2—1.4 г/м².

Снижается накормленность леща с 116.6⁰/₀₀₀ в 1995 г до 86.7⁰/₀₀₀ в 1996 г. Большое значение в питании приобретают илы и зоопланктон: 43.9 и 16.0% в 1995 г., 46.4 и 27.7% в 1996 г. соответственно. Мизиды переходят в разряд второстепенных и случайных пищевых объектов — 18.8 и 0.2%. Потребление аборигенного зообентоса снижается до 21.3—25.9%. Основными кормовыми объектами становятся личинки хирономид. Гаммариды составляют 0.5% пищи.

Таким образом питание леща определяется уровнем развития аборигенного зообентоса, и в многоводные годы, когда биомасса кормового зообентоса снижается до 1—2 г/м², условия нагула леща резко ухудшаются, возрастает значение малоценных и вынужденных кормов. Из вселенных ракообразных наибольшее значение для леща имеют мизиды, но они становятся доминирующими кормами лишь в маловодные годы при высоких (более 10 г/м²) значениях биомассы.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства

630091, г. Новосибирск — 91, ул. Писарева 1

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

ВЛИЯНИЕ АМУРСКОГО КАРАСЯ НА КОРМОВУЮ БАЗУ ОЗЕРА ЧАНЫ

Визер Л.С.

Оз. Чаны (156 тыс. га) — крупный рыбопромысловый водоем Западной Сибири. Озеро бессточное, по мере удаления от источника пресной воды постепенно осолоняется от 0.3 до 10.0 г/л. Морфологически озеро разделено на пять плесов с различной соленостью. Для озера характерны периодические колебания уровня воды. В 90-е годы в водоеме наблюдался стабильный гидрологический и гидрохимический режим.

Сложившийся ихтиоценоз озера, где доминирующая роль в 80-е годы принадлежала язю, плотве и окуню, в середине 90-х годов был нарушен несанкционированным расселением в нем амурского карася. В результате этого в оз. Чаны возросли уловы по сравнению с 1992—1993 гг. более чем в 2 раза и достигли в 1999 г. 2699 т., доля амурского карася в этот период в уловах составила 55—60%.

В зоопланктоне всех плесов оз. Чаны в 1999 г. произошли значительные изменения. Численность и биомасса на всех участках оз. Чаны во все сезоны года были незначительны. Биомасса в летний период варьировала от 0.23 до 8.00 г/м³, численность — от 10 до 102 тыс. экз./м³ в зависимости от плеса. Результаты, полученные и в 2000 г. показали, что сохранилась тенденция к снижению численности и биомассы зоопланктона, наметившаяся

в последние пять лет, благодаря чему изменился трофический статус как отдельных плесов так и всего водоема в целом. Ранее плесы озера входили в группы водоемов от средней кормности до высококормных, к 1999—2000 гг. их статус варьировал от малокормного до высококормного. По сравнению с 70-ми годами численность, биомасса и продукция зоопланктона снизились в разных плесах от 3 до 40 раз.

Изменилась и динамика развития зоопланктона за вегетационный период: минимальные значения биомассы зоопланктона были в летнее время, что никогда не было характерно не только для оз. Чаны, но и для других водоемов юга Западной Сибири. Произошло это в связи со значительной нагрузкой на кормовую базу озера за счет карася. Этот факт подтверждается тем, что во всех плесах в летнее время отсутствуют крупные формы зоопланктона: на пресноводных — *Daphnia longispina* O.F. Muller, а на осолоненных — *Moina microphtalma* Sars, ранее составлявшие основу численности и биомассы сообщества. Возросшая численность карася (промысловый запас в 1999 г. составил 13.4 млн. экз.; в 2000 г. 13.6 млн. экз.) в последние годы, привела снижению запасов бентоса в водоеме, на некоторых участках озера бентофауна отсутствует полностью. В связи с этим карась перешел на питание крупными формами зоопланктона.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 02—04—50017.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства
630091, г. Новосибирск — 91, ул. Писарева 1
E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

СУТОЧНЫЕ РИТМЫ И ПИЩЕВЫЕ РАЦИОНЫ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ВИДОВ РЫБ В РАЙОНЕ МАРОККО В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 1999 ГОДА

Виноградов В.И.

На основании изучения суточных ритмов питания в естественных условиях получены рационы молоди пелагических рыб, таких как восточная скумбрия (*Scomber japonicus*) (13—24 см), западноафриканская ставрида (*Trachurus trecae*) (16—30 см), европейская ставрида (*Trachurus trachurus*) (8—15 см), европейская сардина (*Sardina pilchardus*) (5.5—20.4 см), европейский анчоус (*Anchoa guineensis*) (7.5—16.4 см). По характеру суточной ритмики питания Л.А. Дука (1988) выделяет три группы молоди рыб. В соответствии с этой классификацией у молоди марокканских рыб в течение суток наблюдались два пика интенсивного питания — вечерний и ночной (европейская сардина, европейская ставрида, европейский анчоус). У молоди другой группы рыб (восточная скумбрия, западноафриканская ставрида) в течение суток добавляется третий — утренний пик интенсивного питания. Указанным автором (Дука, 1988) в Средиземном море и нами (Виноградов, 1981) на шельфе Новой Шотландии замечено, что у более старших особей зачастую менялся ритм, определяемый качественным составом пищи и экологией.

Расчет суточных рационов проводили по методу Г.П. Романовой (1958), который в модификации Вовка был описан А.В. Коган (1963). Скорость переваривания пищи определяли по спаду питания, а затем с началом питания высчитывали количество вновь принимаемой пищи и учитывали ее переваривание. Время интенсивного питания, а также спады определены в естественных условиях. Накормленность выражена индексами наполнения, которые рассчитаны за короткие промежутки времени (около 2 часов).

Суточные рационы питания молоди рыб определялись в районах мыса Кап–Блан и мыса Юби в экономической зоне Марокко в мае 1999 года. Выявлено, что молодь пелагических видов рыб на шельфе питалась в среднем 13—14 часов в сутки, и в течение короткого промежутка времени (2—3 суток) качественный состав пищи не изменялся. Суточные рационы молоди пелагических видов рыб в районе мыса Кап–Блан при температуре воды 16.5—17.4° С колебались от 4.5 до 38.3%; в районе мыса Юби — от 6.0 до 38.3% сырой массы рыб. Максимальные рационы достигали 37.2—38.3% массы тела.

Разница в значениях суточных рационов, полученных различными методами и в различных морях и океанах на основе литературных данных (Чучукало, 1996) не так значительна как может показаться первоначально. Для дальнейших расчетов в нашем случае можно принять среднее из всех значений рационов по всем возрастным группам, рассчитанных по индексам наполнения, переваренности пищи и по балансовому равенству на двух суточных станциях (Виноградов, 1977) или среднее из всех значений рационов, рассчитанных для вида по всем исследованным методам соответствующих авторов. В первом случае (т.е. по возрастным группам) значения рационов несколько ниже у скумбрии и ставриды, а во втором (т.е. по методам авторов) чуть выше у сардины и ниже у анчоуса.

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
236000 Калининград ул. Дм. Донского, 5
E-mail: atlant@baltnet.ru*

О ПИТАНИИ СЕРОЙ ТРИГЛЫ *EUTRIGLA GURNARDUS* (LINNAEUS, 1758) В РАЙОНЕ ПОДВОДНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ РОКОЛЛ

Виноградов В.И.

Морской петух или серая тригла *E. gurnardus* — морской, южно-бореальный европейский вид, обитающий в морях Северной Атлантики (Андрияшев, Чернова, 1994). Освоение промыслом триглы в 1999—2000 гг. российскими судами в Северо-Восточной Атлантике вызвало повышенный интерес к изучению биологии и питания вида. Представители рода *Eutrigla* во взрослом состоянии питаются нектобентосом и частично мелкой рыбой (Никольский, 1971).

Материал для изучения питания триглы собирали во время донных траловых и тралово-акустических съемок, выполненных АтлантНИРО в апреле, мае, сентябре 2000 г. в районе возвышенности Роколл за пределами 200-мильной зоны Великобритании над глубинами 186—453 м.

Для выяснения возможных онтогенетических различий в питании и вертикальном распределении были выделены три размерные группы, при этом состав пищи и интенсивность питания оценивали отдельно для самок и самцов.

Пищевой спектр триглы включал 20 видов беспозвоночных и рыб из различных систематических групп. По массе основу пищи этого вида составили рыбы, эвфаузииды, десятиногие ракообразные. В середине апреля 2000 г. при облове слоя 40—75 м. над глубинами 200—300 м, преднерестовая и нерестовая рыба интенсивно питалась эвфаузиидами. В мае нерест продолжался, тригла питалась в пелагиали с меньшей интенсивностью, чем в апреле. В пище этого вида наряду с эвфаузиидами и мелкими креветками были отмечены гребневики, икра, личинки и молодь рыб. В сентябре, по завершению нереста, половозрелая тригла питалась преимущественно песчанкой (*Ammodytes marinus*), более старые особи — молодью скумбрии (*Scomber scombrus*).

Среди выделенных размерных групп триглы различия в интенсивности питания мало заметны. В ряде случаев прослеживается более высокая интенсивность питания самцов, по сравнению с самками, но значительных различий между половозрелыми самцами и самками не отмечено. Средняя интенсивность питания снижается от апреля к сентябрю в 3—4 раза.

Наибольшая плотность и максимальные уловы в 1999 и 2000 гг. наблюдались в августе — сентябре, когда рыба находится у дна. Среди объектов донного промысла в последние годы (по данным АтлантНИРО) наибольшее значение имела тригла. Однако ее ареал, по-видимому меньше, чем северного петуха, поэтому тригла, легко облавливаясь у дна, подвержена перелову. Учитывая это обстоятельство, следует более основательно изучить жизненный цикл, особенности размножения, миграций и питания за пределами экономических зон, поскольку условия питания при росте биомассы вида на границе ареала одна из главных причин формирования биомассы этого вида и вариабельности его промысла.

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
236000 Калининград ул. Дм. Донского, 5
E-mail: atlant@baltnet.ru*

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВЫЕ ОТНОШЕНИЯ ОКУНЯ В ОЗЕРЕ ЧАНЫ

Воскобойников В.А., Селезнева М.В.

Озеро Чаны пополняется за счет атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод собственного водосбора и стока с верховых болот бассейна, транспортируемого реками Чулым и Каргат. В настоящее время все без исключения озёра Барабинской степи бессточны и находятся в стадии сильнейшего усыхания, в том числе и оз. Чаны.

Для озера характерны периодические колебания уровня воды, достигающие 3 м. Это вызывает изменение площади акватории, объема водной массы, степени минерализации, состояния кормовой базы и численности рыб. При понижении уровня воды площадь оз. Чаны сокращается до 100 тыс. га, а при повышении увеличивается до 194 тыс. га, то есть почти в 2 раза. Площадь озера Чаны в настоящее время составляет около 150 тыс. га. Оценивая трофический статус оз. Чаны по состоянию кормовой базы, можно сказать, что водоем относится к мезотрофным.

В оз. Чаны в настоящее время обитает 9 видов рыб аборигенной ихтиофауны. В конце 70-х годов XX века произошли значительные изменения в составе ихтиофауны вследствие натурализации акклиматизанта судака, а в 80-е годы расширились объемы зарыбления озера ситами — планктофагами. Значительное снижение уровня воды и, следовательно, объема водной массы и увеличением плотности оставшегося рыбного населения обусловило напряженные трофические отношения в сообществе рыб.

Изучены состав пищи окуня, его изменения в процессе онтогенеза, время перехода на хищный образ жизни, пищевые отношения с другими видами рыб. Окунь оз. Чаны характеризуется широким спектром питания. По нашим данным, он сохраняет смешанный характер питания в течение всего жизненного цикла. В отдельные периоды, при высокой численности рыб — жертв, в его пище может преобладать рыбный корм уже в возрасте 2+ лет.

Как для молоди, так и для старших возрастных групп окуня, характерно отсутствие пресса других хищников или пищевой конкуренции с другими видами рыб, обитающими в озере. Кормовой фактор в условиях оз. Чаны не является лимитирующим для окуня на всех стадиях онтогенеза.

В связи с тем, что донная кормовая фауна представлена главным образом гетеротопным комплексом, в отдельные периоды, после вылета имаго, бентофаги могут испытывать недостаток корма. В этот период рыбы активно используют зоопланктон, фитопланктон и детрит, а окунь рыб — жертв, пищевая ценность которых более высокая. Поскольку к пище окунь не требователен, то его пищевая пластичность способствует повышению обеспеченности его кормом, с одной стороны, и ослабляет межвидовую конкуренцию — с другой.

Лимитирующим фактором в формировании численности поколений окуня является маловодье, снижающее эффективность нереста вида вследствие повышения минерализации воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 02—04—50017.

*Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства,
630091 г. Новосибирск, Писарева, 1
E-mail: seleznevam@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА НА НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ КАРАСЯ ОБЫКНОВЕННОГО CARASSIUS CARASSIUS (L.)

Гарина Д.В., Герасимов Ю.В.

Согласно современным представлениям адреналин является гормоном, снижающим потребление пищи у рыб. Наблюдения за пищевым поведением рыб в стрессовой ситуации, характеризующейся усиленным выделением катехоламинов, также обнаруживают угнетение их пищедобывательной активности как в естественных, так и в экспериментальных условиях. В то же время накапливаются факты, свидетельствующие о зависимости физиологического состояния животного от силы стрессорного воздействия: стресс небольшой силы активизирует ряд функций организма, большой — угнетает.

Цель данной работы — исследование пищевого поведения рыб на примере карася обыкновенного *Carassius carassius* (L.) в условиях малой и средней стрессорной нагрузки, моделируемой внутрибрюшинным введением адреналина в дозе 0.15 и 0.70 мг/кг массы тела соответственно. Проведено две серии экспериментов, в которых исследовался ряд характеристик пищевого поведения рыб: одиночная и групповая двигательная активность; время, затраченное на одиночное и групповое питание; интенсивность питания (количество съеденной пищи, или рацион). В ходе эксперимента через определённые промежутки времени после инъекции (1 ч, 5 ч, 24 ч, 48 ч, 72 ч) в течение 5 мин проводилась видеосъёмка поведения рыб. Корм — обездвиженные личинки хирономид, размещённые группами на дне аквариума.

Показано, что адреналин в обеих дозах вызывает увеличение как рациона, так и времени, затраченного рыбами на питание. Так, в первой серии опытов потребление пищи рыбами возросло в среднем за весь исследуемый период почти вдвое: с 16 до 30 и с 16 до 29 личинок при малой и средней дозах адреналина соответственно. Общее время питания достоверно увеличилось лишь при введении адреналина в дозе 0.15 мг/кг массы тела (на 89%). Во второй серии опытов под влиянием адреналина изменялись преимущественно временные параметры питания. Так, время группового питания в разных опытах увеличилось на 100—104%, время одиночного питания — на 39—106%, общее время питания — на 46—103%. При анализе динамики действия адреналина максимальный эффект выявлен через сутки после инъекции: увеличение времени одиночного питания составило

209%, при этом время группового движения снизилось на 65%, а время одиночного движения увеличилось на 118%. Через 4 суток ни одна из исследованных характеристик питания достоверно не отличалась от контроля, однако наблюдалось увеличение времени одиночного движения (на 85%).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о стимулирующем воздействии малой и средней стрессорной нагрузки, вызванной адреналином на пищеводобывательную активность карася обыкновенного, что может, по-видимому, указывать на положительное значение стресса небольшой силы для адаптации рыб к экстремальным условиям.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01—04—49120).

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Ярославская обл., Некouzский р-н, пос. Борок,
E-mail: vkuzmina@ibiw.yaroslavl.ru*

ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОГО И ОБОРОНИТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ РЫБ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ВНУТРИВИДОВОЙ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬЮ ОСОБЕЙ

Герасимов Ю.В.

В процессе филогенеза у рыб одного вида под воздействием абиотических, биотических и поведенческих составляющих выработалась способность существовать в разных местообитаниях. В результате образуются внутривидовые группы организмов, различающиеся по множеству поведенческих признаков, которые и определяют существование внутривидового поведенческого полиморфизма.

Данный механизм позволяет популяции более эффективно использовать гетерогенную среду обитания и, вероятно, является одной из причин начала адаптивной радиации (Решетников, 1963; Савваитова, 1989; Bock, 1970; Fryer, Iles, 1972; Schluter, Grant, 1984; Futuyma, 1986; Schluter, 1993; Schluter, 1995; Mina et al., 1996).

Но до сих пор данный вопрос остается недостаточно исследованным, особенно это касается рыб. Так, этологи, которые замечают различия в поведении между локальными популяциями (например, в озерах с хищниками и без них), игнорируют природу индивидуальных различий поведения особей внутри популяции.

Исследования популяции леща Рыбинского водохранилища (Слынько, 1992) показали наличие полиморфизма по локусу пероксидазы, представленному двумя аллелями По79, По100. Для проведения экспериментов путем направленных индивидуальных скрещиваний было создано 2 группы молоди — гомозигота по аллелю По79 (группа А) и гомозигота по аллелю По100 (группа В),

В экспериментах было выявлено, что на раздражитель одинаковой силы воздействия лещи группы А реагируют с меньшей интенсивностью и быстрее восстанавливают поведенческие характеристики до прежнего уровня, чем лещи группы В. У последних, по сравнению с лещами группы А, более чем в 2 раза выше временные траты на оборонительное поведение и в три раза меньше скорость восстановления поведенческих характеристик и величины рациона. Исследования показали, что существует внутривидовая форма леща (А), эмоционально менее реактивная, но более агрессивная и подвижная, которая лучше справляется с выработкой условных рефлексов в лабораторных условиях.

По нашему мнению, существование реактивных и нереактивных особей у рыб обусловлено генетическим полиморфизмом популяции и является основой механизма регу-

лирования остроты внутривидовых взаимоотношений и расширения пространственной ниши. Стрессовые ситуации, складывающиеся при недостатке корма и увеличении плотности скопления на основных местообитаниях, способствуют миграции реактивных особей из зоны действия неблагоприятных факторов. Если условия на новых местообитаниях соответствуют функциональным особенностям мигрантов, то они могут образовывать устойчивые субпопуляции. Подобное функциональное разнообразие позволяет популяции более полно осваивать существующий в пределах ареала набор пространственных и временных субниш с альтернативными ресурсами.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: gu@ibiw.yaroslavl.ru*

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА РАННИХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ У МОЛОДИ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* L).

Герасимов Ю.В.,¹ Столбунов И.А.,¹ Орлов А.В.²

Исследованиями, выполненными на млекопитающих (в основном на лабораторных грызунах), показано, что выращивание животных в условиях интенсивной сенсорной стимуляции (в информационно-обогащенной среде) существенным образом повышает их двигательную и ориентировочно-исследовательскую активность, улучшает способности к обучению сложным навыкам. В условиях сенсорной депривации (обедненной среды) наблюдаются обратные изменения этих показателей (Трут, 1981; Бизольд, 1987; Богданов, 1987). Сходные результаты были получены и на рыбах. Обеднение среды на ранних стадиях развития осетровых и лососевых рыб приводило к недоразвитию ЦНС и важнейших адаптивных форм поведения молоди, что лимитировало ее выживание в естественной среде (Витвицкая и др., 1985; Rimmer et al, 1985; Никоноров и др., 1989; Никоноров, Витвицкая, 1993).

Целью данной работы было сравнительное экспериментальное исследование пищевого поведения сеголетков леща, содержащихся с момента выклева в различных экспериментальных условиях, отличающихся уровнем сенсорной депривации среды.

Для проведения исследований на естественном нерестилище Рыбинского водохранилища была отловлена пара производителей. После искусственного оплодотворения икра была помещена в инкубационный аппарат. Выклев личинок произошел на 7 сутки. После рассасывания желточного мешка и начала активного плавания личинки по 50 особей были распределены по трем аквариумам емкостью 200 л и площадью дна 1.2 м², в которых были созданы условия, которые должны были обеспечить различную степень обогащенности среды: молодь группы А содержали в условиях отсутствия донного субстрата и кормили только искусственным кормом; группу В содержали в отсутствии донного субстрата, но было постоянное течение и кормили живым зоопланктоном; группу С содержали в аквариуме с песчаным субстратом и искусственными зарослями, кормили живым зоопланктоном и ежедневно имитировали нападение хищника.

Эксперименты продемонстрировали, что молодь леща, выращенная в информационно более сложной среде, обладает меньшим по продолжительности адаптационным периодом. Показатели рациона у молоди леща из обедненной среды ниже, чем у молоди из условий с большей средовой обогащенностью, кроме того, они в меньшей степени используют индивидуальное поведение, предпочитая держаться группой.

КАРБОГИДРАЗЫ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И РЫБ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Голованова И.Л.

В настоящее время ферменты, гидролизующие углеводные компоненты корма в пищеварительном тракте рыб, исследованы достаточно подробно, в то время как одноименные ферменты водных беспозвоночных — в значительно меньшей степени (Кузьмина, 1990, 1999; Голованова и др., 2002). Вместе с тем, изучение свойств различных карбогидраз у этой группы животных представляет несомненный интерес для трофологии, а также сравнительной и эволюционной физиологии. Это обусловлено тем, что указанные ферменты могут участвовать не только в процессах пищеварения у гидробионтов, но и принимать участие в процессах аутодеградации, поскольку многие водные беспозвоночные являются объектами питания рыб (Уголев, Кузьмина, 1993).

Активность карбогидраз, выявленная в целостном организме массовых видов водных беспозвоночных животных (рачковый зоопланктон, личинки насекомых, моллюски), сопоставима с таковой в слизистой оболочке кишечника рыб, относящихся по типу питания к типичным и факультативным бенто- и планктофагам (лещ, плотва, синец, окунь). Установлены видовые различия в уровне активности ферментов у гидробионтов, относящихся к разным экологическим и таксономическим группам: у моллюсков активность карбогидраз, как правило, выше, чем у рачкового зоопланктона, личинок комаров и стрекоз; у рыб наименьшая активность пищеварительных карбогидраз обнаружена у типичных ихтиофагов, максимальная — у типичных бенто- и планктофагов. Уровень реальной активности карбогидраз в целостном организме молоди рыб (плотва, окунь) с учетом всей массы пищевого комка может в 300—600 раз превышать активность ферментов в слизистой оболочке желудка питающихся ими хищников (щука, налим, окунь), что свидетельствует о возможности значительного вклада экзогенных ферментов в процессы пищеварения типичных ихтиофагов. В тоже время корректная оценка реального вклада карбогидраз объектов питания рыб планкто- и бентофагов затруднена в первую очередь вследствие методической сложности разграничения ферментов жертвы и собственных ферментов пищеварительного тракта консумента, а также возможности быстрых адаптивных перестроек молекул ферментов в результате воздействия модификаторов алиментарной природы.

При исследовании влияния природных (температура, pH) и антропогенных (Cu, Zn, Cd, Hg) факторов на одноименные карбогидразы водных беспозвоночных и рыб установлены однонаправленные, но разные по величине эффекты, зависящие от вида гидробионтов и природы действующего фактора. Важно отметить, что карбогидразы некоторых видов беспозвоночных (дрейссена, личинки стрекоз) более устойчивы к действию низких температур и pH, чем одноименные ферменты рыб. В то же время, устойчивость карбогидраз беспозвоночных животных к действию меди и цинка значительно ниже по сравнению с рыбами. Концентрации этих металлов, достоверно снижающие активность карбогидраз у водных беспозвоночных близки фоновым концентрациям в природных водах, в то время как у рыб — превышают их в сотни раз. Кадмий уменьшает ферментативную активность у тех и других лишь в концентрациях, значительно превосходящих природные, при этом величина эффекта зависит от вида, возраста, физиологического состояния живот-

ного и концентрации токсиканта. По степени негативного влияния на активность карбогидраз у исследованных гидробионтов металлы располагаются в ряд: $Cu > Zn > Cd$.

Таким образом, активность карбогидраз у массовых видов беспозвоночных животных сопоставима с таковой пищеварительного тракта рыб. Степень устойчивости ферментов к действию природных и антропогенных факторов различна и зависит от таксономического положения и экологии вида, а также ряда биотических и абиотических факторов среды.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН
152742 Ярославская обл., Некруцкий р-он, пос. Борок,
E-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

ПИТАНИЕ И РОСТ РЫБ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕПЛОВОГО И РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Гончаренко Н.И., Кирилук О.П., Шерстюк В.В.

Исследования биологической структуры, темпа роста, а также питания рыб проводились в 1998—1999 гг. На водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС и явились частью комплексных работ по изучению отдаленных последствий влияния теплового и радионуклидного загрязнения на функциональное состояние ихтиофауны.

Из контрольных уловов рыб на разных по термическому режиму участках водоема-охладителя были изучены представители сем. Cyprinidae — плотва, густера и голавль.

Плотва — *Rutilus rutilus* (L.). Популяция плотвы была представлена 10 возрастными группами. Линейный и весовой рост рыб отличался высокими показателями. Приросты в каждой возрастной группе составляли 0.5—3.6 см и 39.7—186.6 г. Коэффициент упитанности особей по Фультону равнялся в среднем 2.38, при изменении данных от 1.82 до 3.48. Значение показателя по Кларк варьировало от 1.62 до 2.69, составляя в среднем 2.05. Анализ содержания кишечника плотвы трех размерных групп 4.8—9.7 см, 12.0—15.3 см и 27.0—32.0 см показал, что молодь плотвы питается водорослями (*Melosira* sp., *Chara* sp.), личинками и имаго разных насекомых. Спектр питания взрослых рыб отличался от питания молоди наличием моллюсков, причем *Dreissena bugensis* занимала до 96.0% пищевого комка. В нерестовый период средний индекс наполнения кишечника у исследуемых групп плотвы составлял 53.8—89.2%.

Густера — *Blicca bjoerkna* (L.). В контрольных уловах встречались особи в возрасте от 2 до 9 лет. Было установлено, что густера в водоеме-охладителе ЧАЭС характеризуется более высоким темпом роста, чем в природных водоемах с естественным температурным режимом. Приросты линейного и весового роста в каждой возрастной группе составляли 0.6—4.8 см и 14.9—113.4 г. Коэффициент упитанности по Фультону составлял в среднем 2.35 при колебании данных от 1.88 до 3.25, а по Кларк — соответственно 2.00 при колебании показателей от 1.30 до 2.66. В период исследований спектр питания густеры включал разнообразные водоросли, высшую водную растительность, моллюсков и детрит. Нагул молоди густеры происходил в основном за счет водорослей, чаще всего в пищевом комке встречалась *Chara* sp. (до 93.0%). В питании рыб старших возрастных групп из водорослей значительную роль играли *Chara* sp. (45.8%) и *Cladophora* (25.8%), а *Novicula* sp. и *Melosira* sp. встречались в меньшем количестве (от 2.6% до 25.8%). В пищу использовались также моллюски *Dreissena bugensis* (18.4%). Детритная фракция в кишечниках всех возрастных групп рыб была обнаружена в незначительном количестве и составляла от 1.0% до 8.0%.

Голавль — *Leuciscus cephalus* (L.). Этот реофильный вид рыб приспособился к условиям водоема-охладителя и образовал многочисленную популяцию. В уловах встречался голавль в возрасте до 10 лет. В каждой возрастной группе линейные приросты составляли от 0.7 см до 3.3 см, а весовые — от 29.2 г до 160.4 г. Сравнительный анализ роста голавля показал, что в водоеме-охладителе его линейный рост не уступает росту рыб в природных речных водотоках. Коэффициент упитанности по Фультону и по Кларк в среднем равнялся 1.90 и 1.67 при колебании показателей от 1.57 до 2.66 и от 1.40 до 2.17 соответственно. Исследования питания четырех размерных групп рыб (7.5—11.8 см, 12.0—18.0 см, 22.0—30.0 см и 31.0—36.0 см) показали, что рацион голавля базировался преимущественно на водорослях (*Chara sp.*, *Melosira sp.*, *Cladophora*), с преобладанием хары — до 95.5% в пищевом комке. Незначительную роль в питании старших возрастных групп голавля играли моллюски — *Dreissena bugensis* (около 2%). Интенсивность питания голавля в весенний период была достаточно высокой. Индексы наполнения кишечника колебались от 129% до 180%. У производителей размерной группы 22—30 см, которые находились в состоянии нереста, интенсивность питания падала и индекс наполнения кишечника снижался до 40%.

Институт гидробиологии НАН Украины
04210 Киев—210, Героев Сталинграда, 12
E-mail: uspp77@hotmail.com

ВЛИЯНИЕ АЛИМЕНТАРНО ПОСТУПАЮЩЕЙ РТУТИ НА ИНДИВИДУАЛЬНУЮ ПЛОДОВИТОСТЬ *CERIODAPHNIA AFFINIS* (LILL., 1900)

Гремячих В.А., Комов В.Т.

Для жизни вод и поддержания экологического равновесия в водной среде существенное значение имеют такие воздействия, в том числе и токсические, которые, так или иначе, сказываются на численности, биомассе и интенсивности жизнедеятельности популяций массовых видов гидробионтов и водных сообществ в целом.

Один из распространенных загрязнителей природных вод — ртуть — особенно токсична в форме метилированных соединений, в которой она присутствует в основном в составе живых организмов. Интересен вопрос судьбы этих соединений в водоеме в случае естественной смерти их бионосителей: мертвые организмы в природе быстро утилизируются, как правило, беспозвоночными. До сих пор вне поля зрения остаются вопросы поглощения соединений ртути с кормом, а также последствия этого процесса для беспозвоночных. Последние же, благодаря своему положению в водной трофической цепи, в значительной степени определяют снижение активности питания и продуктивности животных, для которых являются кормовым объектом.

В качестве источника ртути в экспериментах на *C. affinis* использовали природный материал: корм, приготовленный из мышечной ткани рыб Рыбинского водохранилища с низким (0.02—0.03 мг Hg/кг сырой массы) и высоким (0.3—0.5 мг Hg/кг сырой массы) содержанием ртути. Этот корм служил питательной средой для развития бактерий и простейших, непосредственно поедаемых ракообразными. Т.о. условия эксперимента имитировали природные. С целью моделирования ртутной нагрузки, ртутьсодержащий корм в экспериментах подавался дозированно: животным: в 1 серии экспериментов, в течение только первого дня жизни (в ряду 18 поколений цериодафний), во 2 серии — в течение первых пяти дней жизни (в ряду четырех поколений). Затем опытных животных, как кон-

трольных, переводили на питание хлореллой (содержание ртути — ниже порога определения) и наблюдали в течение двух недель.

В первой серии экспериментов, при невысокой ртутной нагрузке, гибели животных в опытных группах отмечено не было (за исключением первой недели в первых двух поколениях), так же как и различий в морфологических показателях (размерах). Плодовитость увеличивалась по сравнению с контрольной: у животных, которым предлагали корм с высоким содержанием ртути — начиная с 4 поколения; у животных, которым предлагали корм с низким содержанием ртути — с 8-го.

С увеличением ртутной нагрузки в следующей серии экспериментов в опытных группах повышался уровень смертности цериодафний, они на протяжении всего жизненного цикла отставали в росте. Стимуляция плодовитости животных, отмеченная в предыдущем эксперименте, сменялась угнетением, степень которого положительно коррелировала с содержанием ртути в ее источнике. Снижение фактической плодовитости происходило за счет абортирования яиц и мертвой молоди, а также уменьшения числа молоди в одном помете.

Известно, что в богатых планктоном водоемах рыбы накапливают ртуть интенсивнее и в больших количествах. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что накопленная в организме рыб ртуть может в свою очередь стимулировать индивидуальную плодовитость планктонных ракообразных. Однако в больших количествах ртуть подавляет воспроизводство.

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некруцкий р-он, пос. Борок,
E-mail: grva@ibiw.yaroslavl.ru*

ФИТОПЛАНКТОН И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Далечина И.Н., Легкодимова З.И., Сильникова Г.В.

В результате многолетних исследований, начатых с момента образования Волгоградского водохранилища, накоплен большой материал, характеризующий видовой состав, обилие, сезонную динамику, распределение по акватории и продуктивность фитопланктона.

Исследования, проведенные в 2000—2002 гг. показали, что среднесезонная численность и биомасса фитопланктона были ниже среднемноголетних значений, но укладывались в рамки колебаний в отдельные годы. Самые низкие показатели отмечены в 2002 г, характеризующемся резким перепадом температур. В многоводные сезоны 2000 и 2001 г. с медленным прогревом воды и множеством штормовых дней биомасса водорослей была в 2.5 раза ниже, чем в 1999 г. с низким паводком, ранним прогревом воды, медленной отдачей тепла осенью и преобладанием штилевых дней. По численности фитопланктона в 2000 и 2001 гг. преобладали синезеленые. Особенно велико их значение в нижнем участке (72—95%). Исключение составлял 2002 г., когда синезеленые не превышали 22% численности. По биомассе доминировали диатомовые (30—51%). В последние годы возрастало значение мелких центрических диатомей, а также криптонад. За счет криптонад формировалось 32—49 среднесезонной биомассы. Максимальная вегетация криптонад отмечалась осенью 2002 г.

Сезонная динамика численности фитопланктона в 2000—2001 гг. имела один максимум: на верхнем и среднем участках в августе, на нижнем — в 2000 г. в сентябре, в

2001 г. — в августе. Пик биомассы, вызванный в 2000 г. вегетацией диатомей и криптомонад, в 2001 г. — диатомей, наблюдался на среднем и нижнем участках в августе. Верхний участок характеризовался в 2000 г. июльским пиком за счет интенсивного развития криптомонад, в 2001 г. — весенним пиком за счет диатомовых. В 2002 г. пик биомассы приходился на июль и был обусловлен на верхнем и среднем участках вегетацией криптомонад, на нижнем — диатомей.

Сопоставление первичной продукции с показателями развития ихтиофауны выявило наличие больших резервов увеличения промысловых запасов рыб за счет вселения высокопродуктивных видов рыб, потребителей фитопланктона. По нашим рекомендациям в Волгоградское водохранилище в 1967 г. начался выпуск растительноядных рыб, в основном белого толстолобика, сначала сеголетками, а с 1986 г. двухлетками.

В результате проводимых акклиматизационных работ получен биологический эффект. Растительноядные широко расселились по водохранилищу, характеризовались высоким темпом роста, что свидетельствует о благоприятных для них условиях нагула.

На основе данных за последние годы степень использования фитопланктона растительноядными рыбами без ущерба для внутриводоемных процессов только в пределах Саратовской области может составить 159 тыс.т., потенциальная рыбопродуктивность — 3.2 тыс.т.

410002, Саратов, СО ФТНУ ТОСНМОПХ

E-mail: MalininaJA@info.sgu.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Далечина И.Н., Джаяни Е.А., Зотова Е.А., Малинина Ю.А.,
Филинова Е.И., Шашуловский В.А.

В результате антропогенного пресса в водных биоценозах происходят изменения количественного характера, переходящие затем в глубокие качественные преобразования.

На современном этапе, в связи с изменением характера и интенсивности хозяйственного использования Саратовского водохранилища, отмечается снижение уровня содержания биогенных элементов, особенно фосфора (по сравнению с 1980-ми гг.). Более высокое содержание биогенов сохраняется в нижнем участке водохранилища.

Проведенные в 2002 г. исследования показали, что на Саратовском водохранилище за последние годы отмечается снижение количественных показателей фитопланктона. Наряду с диатомовыми, сине-зелеными и зелеными водорослями возросла роль пиропитовых — мелкоклеточных криптомонад. Преобладающие ранее среди зеленых протококковые водоросли сменили вольвоксовые. Изменился состав доминирующих видов диатомовых, широкое распространение получили мелкие формы сине-зеленых водорослей. Отмечено преобладание деструкции органического вещества над продукцией фитопланктона. Это указывает на то, что в биотических процессах водоема большое участие принимает аллохтонное органическое вещество. По показателям продукции фитопланктона 2002 г. был малопродуктивным.

Исследование зоопланктона показали, что по сравнению с 2001 г. существенных изменений в структуре зоопланктонного сообщества не произошло. Отмечены низкие показатели численности и биомассы в течение всего вегетационного периода. Соотношение

групп в общей численности зоопланктона носит копеподно–кладоцерный характер с преобладанием копепод по всей акватории водохранилища.

Произошла существенная перестройка состава и структуры зообентоса вследствие замены псаммофильных группировок пелофильными, а так же акклиматизации полихет и увеличения численности и биомассы дрейссены. По биомассе кормового бентоса водоем изменялся от малокормного (на начальном этапе становления) до весьма высококормного (в 1999 г.). К 2002 г. наблюдается тенденция к снижению численности и биомассы мягкого бентоса на фоне роста соответствующих показателей моллюсков.

Анализ многолетней динамики количественных показателей основных групп гидробионтов показал, что со времени образования водохранилища средневегетационная биомасса фитопланктона изменялась незначительно, и водохранилище на протяжении ряда лет характеризуется как мезотрофное. Согласно имеющимся данным развития зоопланктонных сообществ, водохранилище за все время своего существования характеризовалось как малокормный водоем, что свидетельствует о низкой обеспеченности пищей зоопланктофагов. Достоверно и значительно, по сравнению с первыми этапами образования водохранилища, возросла общая биомасса зообентоса. В настоящее время отмечено снижение количественных показателей кормовой части донных сообществ, и по зообентосу водохранилище оценивается как средnekормный водоем.

410002, Саратов, СО ФГНУ ГОСНИОРХ

E-mail: MalininaJA@info.sgu.ru

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ СУБАРКТИЧЕСКОГО ВОДОЕМА В УСЛОВИЯХ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АПАТИТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Денисов Д.Б., Каган Л.Я.

Диатовым водорослям принадлежит исключительная роль в формировании первичной продукции водоемов как преобладающей в континентальных водоемах группы водорослей, нередко являющейся круглогодичными доминантами и составляющей основу фитобиомассы (Hutchinson, 1967, Трифонова, 1979). Особенно ярко преобладание диатомовых выражено в высокоширотных субарктических водоемах, так как низкие температуры не являются лимитирующим фактором для большинства видов. Аккумулируемые в донных отложениях (ДО) озер кремневые створки диатомовых позволяют на качественном уровне оценить изменения состояния первого трофического звена водной экосистемы.

Был проведен анализ распределения диатомовых комплексов в ДО оз. Большой Вудъявр (Хибинский горный массив, Кольский полуостров), которое более 70 лет подвергалась стокам ОАО «Апатит», занимающегося добычей и переработкой фосфатного сырья. Специфическими загрязнителями для водоема являются фосфаты и соединения азота, поступающие с шахтными и рудничными водами, а также в результате пылевого загрязнения территории. В колонке ДО мощностью 26 см, отобранной на максимальной глубине (в зоне аккумуляции) были послойно определены показатели относительной численности руководящих таксонов диатомей, общее обилие и индекс видового разнообразия Шеннона–Уивера (H' , бит \times экз $^{-1}$). Полученные результаты были сопоставлены с концентрацией фосфора в ДО, а также концентрацией металлов для определения начала техногенного

воздействия на водоем. Известно, что фосфор усваивается диатомеями в виде фосфатов (Harvey, 1940; Mackereth, 1953).

Диатомовый анализ показал полную структурно–функциональную перестройку диатомовых комплексов, сопряженную с началом добычи апатитового сырья и развитием социальной и транспортной инфраструктуры на берегах водоема. Диатомовые комплексы нижних слоев ДО отражают фоновые параметры состояния экосистемы, характерные для «доиндустриального» периода развития водоема. В этот период продукционные характеристики озера соответствуют типичному низкопродуктивному субарктическому водоему, его трофический статус можно оценить, как олиготрофный. Общее обилие в этот период варьирует от 0.4 до 9.3 млн.экз./г сухого веса, концентрация фосфора не превышает 1281 мкг/г. С началом поступления в водоем соединений фосфора происходит резкое увеличение общего обилия до 83 млн. экз./г сухого веса, при концентрации фосфора 13531 мкг/г. Основной вклад в формирование первичной продукции в этот период внесло массовое развитие видов *Asterionella formosa* Hassal. и *Aulacoseira subarctica* (O.F. Müller) Haworth., являвшихся в этот период абсолютными доминантами. По данным более ранних исследований водорослевых сообществ в оз. Б. Вудъявр, в этот период наблюдалось цветение воды (Каныгина, 1939). По направлению к верхним слоям ДО наблюдается снижение общего обилия — оно не превышает 30 млн.экз/г сухого веса. Это может быть связано как со снижением поступления фосфатов в водоем, так и с дальнейшей перестройкой гидрохимических показателей экосистемы.

Полученные результаты позволяют оценить закономерности трансформации верхних трофических уровней в водоеме.

Институт проблем промышленной экологии Севера, КНЦ РАН.

184200, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14а.

E-mail: denisow@inep.ksc.ru

ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ В СОСТАВЕ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ СТОЧНЫХ ВОД КОМБИНАТА СЕВЕРНИКЕЛЬ КАК ВОЗМОЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ БАССЕЙНА ОЗ. ИМАНДРА

Денисов Д.Б.,¹ Котлова Т.Н.,¹ Касиков А.Г.²

Комбинат «Североникель» использует оборотное водоснабжение, однако объем стоков предприятия составляет более 10 млн. м³ в год. Содержания водорастворимых Ni и Cu и высокие значения pH (9.5—10.5) вследствие проведения известкования стоков создают особый комплекс условий для существования живых организмов. Технологический отстойник комбината связан трубами перетока с оз. Нюд, которое сообщается с губой Монча оз. Имандра. Поэтому высокий интерес вызывает качественный и количественный состав организмов, обитающих в сточных водах и способных вносить определенный вклад в кормовую базу рыб.

Выделение взвешенных частиц из проб воды объемом 20 л (отбор в апреле 2003 г.) был проведен путем фильтрации через бумажный фильтр «белая лента». Для анализа были отдельно извлечены организмы более 9 мм в длину, и часть осадка на фильтре. В результате выявлено 8 особей *Chironomus* sp. — сем. Chironomidae. Определение шло по взрослой стадии личинки. Длина тела варьировала от 11—12 до 14—15 мм. Сем. Ceratopogonidae — 13 особей *Leptocnops* sp. Длина тела варьировала от 9—11 до 13—14 мм. Можно предположить, что содержание этих организмов достигает 1050 особей на 1 м³ воды. Многими ис-

следованиями показано, что именно эти организмы составляют значительную часть рациона сиговых рыб — бентофагов. Предыдущими исследованиями показано накопление Ni в организме рыб (Моисеенко, Кудрявцева, 1995, Кашулин, 1999).

Первичные продуценты в составе взвешенных частиц представлены в основном диатомовыми водорослями, среди которых абсолютным доминантом является *Surirella brebissonii*, как правило, обитающая в бентосе водоемов. Численность этого вида достигала 2.5 млн. экз./л. Условия обитания этой водоросли в высокоминерализованных и щелочных сточных водах Комбината видимо являются оптимальными, бурное ее развитие определяется отсутствием других водорослей. Единственный обнаруженный вид рода *Pinnularia* встречался единично, и в основном в виде обломков створок. Другие виды водорослей встречались в крайне незначительных количествах. В предыдущих исследованиях обнаружено наличие *Surirella brebissonii* в летних пробах воды (Касиков и др., 2002).

Таким образом, в экстремальных гидрохимических условиях технологических вод существует особый комплекс организмов, способный развиваться в значительных количествах, что позволяет сделать предположение о его существенном вкладе в кормовую базу рыб. Дальнейшие исследования требуют выяснения возможности и степени концентрирования этими организмами тяжелых металлов и последующее их накопление в организме рыб.

¹ИЛПТЭС, КНЦ РАН 184200, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14а.

E-mail: denisow@inep.ksc.ru,

²ИХПРЭМС КНЦ РАН, 184200 Апатиты, Мурманской обл., ул. Ферсмана 26а.

СТРУКТУРА ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ В СООБЩЕСТВАХ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕР

Деревенская О.Ю.

Структура пищевых сетей определяет пути и эффективность передачи энергии от низших звеньев — к высшим. Целью работы было выявить структуру пищевых сетей в сообществах зоопланктона разнотипных озер Среднего Поволжья. Материал был собран в период с 1989 г. по 2002 г. на 100 озерах экспедициями Лаборатории водных экосистем экологического факультета КГУ. Структура пищевых сетей в каждом из исследованных озер оценивалась по следующей схеме: находилось общее число видов зоопланктона, доля «мирных» и хищных видов, число видов — каннибалов, облигатных хищников и всеядных видов; выделялись трофические группы организмов; рассчитывалось число общее число связей, в том числе трофических, конкурентных и циклических; коэффициент по F. Briand (1983); число связей, приходящееся на один трофический уровень; плотность связей, степень каннибализма и всеядности. Уровень трофности озер оценивался по величине физико-химических показателей воды.

Анализ полученных результатов показал, что наибольшее число связей наблюдается в сообществах зоопланктона эвтрофных озер. Они образованы наибольшим числом видов и на один трофический уровень приходится самое большое число связей. Усиление связанности пищевых цепей достигается не только за счет увеличения числа конкурентных и трофических связей, но также циклических и числа видов — каннибалов. В мезотрофных озерах такое же количество трофических групп образовано меньшим числом видов, что снижает долю конкурентных связей. Воздействие загрязняющих веществ приводит к снижению числа видов, образующих сообщества, в особенности хищных, к сокращению числа трофических групп. В политрофных озерах связанность пищевых цепей низка, на один трофический уровень приходится наименьшее число связей, преобладают

трофические, а не конкурентные связи, низко число видов—каннибалов, циклические связи отсутствуют.

Пищевые сети в сообществах зоопланктона озер организуются таким образом, чтобы обеспечить наиболее полное потребление имеющегося пищевого ресурса при наименьших конкурентных усилиях. В мезотрофных условиях конкурентные отношения ослабляются за счет увеличения числа трофических групп. В эвтрофных водоемах конкуренция среди «мирных» видов может ослабляться воздействием хищников, способных, при недостатке пищи, потреблять представителей своего же вида. В политрофных озерах, повышенные концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ оказывают разрушающее воздействие на сообщества, уменьшают число видов. В целом это также приводит к снижению конкурентных отношений и преобладанию в сообществах трофических связей.

Казанский государственный университет,
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18,
E-mail: ODerevenskaya@mail.ru, older@ksu.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА СЕВАН В УСЛОВИЯХ РАЗНОНАПРАВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТРОФИИ ВОДОЕМА

Карен Джендереджян

Оз. Севан находится в Армении (40°28'N/45°20'E) на высоте 1897 м н.у.м. (2003 г.). В связи с интенсивным использованием запасов воды уровень озера за 70 лет понизился на 20 м, объем уменьшился с 58.5 до 32.9 км³, а площадь с 1416 до 1236 км². Это не могло не отразиться на состоянии трофической структуры экосистемы, от первичной продукции до рыбного сообщества.

В основу данного исследования положены сборы автора с 1984 по 1991 гг., архивы Института гидроэкологии и ихтиологии НАН РА за 1928—1983 гг. (всего за 22 года, n=22) и полученные на их основании собственные и литературные данные по продуктивности донных животных оз. Севан. В ходе работы были проанализированы многолетние данные по первичной продукции планктона (n=18), количественному развитию макрофитов (n=17), продукции зоопланктона (n=29).

При расчетах энергетического баланса к мирному зообентосу были отнесены детритофаги (олигохеты за исключением видов р. *Nais*, брюхоногий моллюск *V. piscinalis*, 40% бокоплавов, обитающих в зоне зарослей и 90% бокоплавов, обитающих глубже растительной зоны, а также личинки хирономид, обитающих на мягких грунтах, за исключением *Procladius sp.*), фитофаги (олигохеты р. *Nais*, брюхоногие моллюски за исключением *V. piscinalis*, 50% бокоплавов, обитающих в зоне зарослей, личинки поденок и обитающих в чехликах ручейников, а также личинки хирономид, живущих в обрастаниях и в растениях) и фильтраторы (двустворчатые моллюски). В состав хищников были включены пиявки, 10% бокоплавов, свободноживущие личинки ручейников и личинки хирономид *Procladius sp.*

В развитии зообентоса оз. Севан возможно выделение 5 периодов: первичный малопродуктивный (1928—1961 гг., валовая продукция донных животных за год равна 20—40 кДж×м⁻²), повышения продуктивности (1966—1971 гг.), высокопродуктивный (1976—1980 гг., 150—280 кДж×м⁻²), снижения продуктивности (1981—1985 гг.) и вторичный малопродуктивный (1986—1991 гг., 50—70×кДж×м⁻²).

Доля донных животных, различных по способу питания, до 1976 г. была стабильной: детритофаги составляли $78 \pm 5\%$, фитофаги — $6 \pm 2\%$, фильтраторы — $3 \pm 2\%$, хищники — $12 \pm 4\%$. В последующем, в течение всего лишь двух лет произошло резкое изменение их соотношений. Во времени это совпало со скачкообразным возрастанием продуктивности водоема в целом и зообентоса в частности. Интересно, что последующее трехкратное снижение продукции зообентоса не сопровождалось сколь-нибудь существенными изменениями в составе и трофической структуре. В 1978—1991 гг. доля детритофагов возросла до $96 \pm 2\%$, доля хищников снизилась до $2 \pm 1\%$, а фитофагов и фильтраторов — до 1% .

Энергетические показатели зообентоса приходили в наибольшее соответствие с величиной первичной продукции водоема не сразу, а в течение 2—4 лет. При этом во вторичный малопродуктивный период они оказались гораздо меньше, чем это можно было бы ожидать исходя из величин первичной продукции водоема.

В малопродуктивные периоды продукция зообентоса составляла $8 \pm 5\%$ от продукции зоопланктона, тогда как в высокопродуктивные — $18 \pm 5\%$.

Министерство охраны природы

ул. Москвитина 35, Ереван 375002, Армения

E-mail: jender@arminco.com

РОЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЦИКЛА МЕТАНА В КРУГОВОРОТЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОЗЕР РАЗЛИЧНОГО ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА

Дзюбан А.Н.

В биотическом круговороте органического вещества (ОВ) и особенно деструкции (Д) решающую роль играют микроорганизмы воды и донных отложений (ДО). При этом метан (CH_4) является в пресных водоемах важнейшим продуктом анаэробного распада (Дан) ОВ.

Исследования проводили летом на разнотипных озерах Прибалтики и Верхней Волги. Измерения скоростей отдельных процессов цикла CH_4 в ДО и по водным профилям, позволили рассчитать валовые потоки образования и окисления CH_4 , а также оценить их вклад в круговорот ОВ. В озерах с постоянно аэрируемой водной толщей метаногенез (МГ) обеспечивался исключительно иловым бактериальным сообществом и составлял $15\text{—}210 \text{ мл } \text{CH}_4/(\text{м}^2 \text{ сут})$, что характерно для олиготрофных и мезотрофных водоемов. Значительная часть образовавшегося CH_4 окислялась уже в илах, и его выделение составляло $3\text{—}80 \text{ мл } \text{CH}_4/(\text{м}^2 \text{ сут})$. Микробиологическое метаноокисление (МО) в водной толще варьировало в зависимости от уровня продуктивности водоемов от 8 до 35% общего МО в экосистеме. В димиктических озерах с анаэробным гипolimнионом в процессах МГ принимали участие как бентосные, так и планктонные сообщества, и на долю последних приходилось 0.5—18% общего потока CH_4 . Суммарная продукция CH_4 оценивалась здесь в $120\text{—}5000 \text{ мл } \text{CH}_4/(\text{м}^2 \text{ сут})$, что характерно для высокоэвтрофных озер. Окисление поступающего из профундали CH_4 происходило в основном в металимнионе, достигая 95% аэробной деструкции (Да). Общая величина МО в таких озерах составляла $60\text{—}980 \text{ мл } \text{CH}_4/(\text{м}^2 \text{ сут})$. В озерах с аэробными условиями у дна в процессах илового МГ разрушалось $30\text{—}765 \text{ мг C}/(\text{м}^2 \text{ сут})$, что составляло 11—64% общей Д в ДО. В эвтрофных озерах с анаэробной котловиной расход ОВ в процессах илового МГ составлял $225\text{—}9300 \text{ мг C}/(\text{м}^2 \text{ сут})$, или 60—310% Д в илах; в водной толще — $1\text{—}1490 \text{ мг C}/(\text{м}^2 \text{ сут})$, или 0.3—41% Д. Анализ материалов показал большую экологическую значимость МГ в цикле ОВ, игнори-

рование которого при расчетах валовых деструкционных потоков недопустимо. Доля МО в аэробной ДОВ колебалась в зависимости от трофического статуса озер и составляла в водной толще 0.06—47, в ДО аэрируемых водоемов — 18—40%.

Исследования микробиологических процессов круговорота CH_4 в озерах показали, что они идут на всех участках и играют существенную роль в функционировании озерных экосистем. Однако интенсивность и распределение потоков МГ и МО в разнотипных водоемах различны и зависят от обеспеченности бактериальных сообществ лабильным ОВ, окислительно-восстановительных условий, стратификация, а в целом — от продуктивности озер и характера перемешивания водных масс.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 97—04—48170.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок
E-mail: microb@ibiw.yaroslavl.ru

ФИТОПЛАНКТОН КАК ПЕРВИЧНОЕ ЗВЕНО В ТРОФИЧЕСКОЙ СЕТИ КУРШСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Дмитриева О.А., Александров С.В.

Куршский залив представляет собой полузакрытую пресноводную лагуну. По площади (1584 км²) и объему воды (6.2 км³) — это самая крупная лагуна Балтийского моря. Сильный прогрев воды в летний период (до 23—25° С) в сочетании с пресноводностью, слабой проточностью и избытком биогенов создает на большей части акватории оптимальные условия для «гиперцветения» синезеленых водорослей. Согласно полученным в 2001—2002 гг. средним за безледный период величинам первичной продукции (2.1—2.3×гС·м⁻²×сут⁻¹), содержания хлорофилла «а» (130—117 мг/м³), биомассы фитопланктона (81 г/м³) и величине годовой первичной продукции планктона (540—595×гС·м⁻²×год⁻¹) Куршский залив на современном этапе можно оценить как гиперэвтрофный водоем.

Залив относится к важнейшим рыбохозяйственным водоемам Прибалтики, что определяет необходимость регулярных комплексных биологических исследований. К сожалению, использование фитопланктона в трофической сети гиперэвтрофного Куршского залива изучено слабо. Изучение фитопланктона проводилось в апреле — ноябре 2002 г. Зоопланктон, как непосредственный потребитель фитопланктона, в Куршском заливе, в основном, представлен ветвистоусыми ракообразными — 80% общей биомассы, веслоногие составляют только 15—20%, среди ракообразных доминируют фитофаги — 75—77% (Науменко, 2001). Установлено, что ракообразные потребляют те водоросли, которые в данный момент встречаются в планктоне, но преимущественно — одноклеточные и колониальные протококковые и диатомовые. Размер частиц, потребляемых веслоногракообразными — фильтраторами, лежит в пределах 4—40 мкм, ветвистоусыми — 20—30 мкм, максимальный размер потребляемых частиц не превышает 60 мкм (Никулина, Гутельмахер, 1979; Помазкова, 1983). За максимальный размер частиц доступных для потребления планктона было принято 60 мкм. В весенние месяцы, биомасса доступного для потребления планктона составляла 8.5—8.6 г/м³ (84—86% от общей биомассы), доля протококковых и диатомовых была 45—83% от общей биомассы. В начале лета эти группы водорослей выедаются ветвистоусыми ракообразными (*Daphnia longispina* O.F. Müller и др.), что создает благоприятные условия для развития синезеленых водорослей.

Начиная, с июня в Куршском заливе, наблюдается массовое развитие синезеленых водорослей (с доминированием *Aphanizomenon flos-aquae* (L.)), переходящее в «гиперцвете-

тение» воды, продолжающееся до октября. Биомасса фитопланктона в этот период средним по заливу варьирует от 63 до 640 г/м³ (в августе 2002 г.). Доля недоступной для фильтраторов фракции фитопланктона составит 40—90% (до 510 г/м³ в августе) общей биомассы. За весь безледный период при средней биомассе фитопланктона 81 г/м³, недоступная для фильтраторов фракция фитопланктона (в основном трихомы синезеленых водорослей) достигает 69% (56 г/м³). Их использование в трофической сети водоема возможно после бактериального разложения в виде детрита с последующей утилизацией бентосом и зоопланктоном, что ведет к снижению эффективности переноса энергии от первичных продуцентов к конечному трофическому звену. По—видимому, это является одной из причин низкого отношения вылова рыб к годовой первичной продукции планктона (0.04%), по сравнению с приводимыми в литературе — 0.12—0.15% (Бульон, 1994).

Атлантический научно—исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
236000, г. Калининград, ул. Дм. Донского, д. 5
E-mail: hydrobio@atlant.baltnet.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА И ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ДВУХ ОЗЁР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Добрынин А.Э.

Рассмотрены материалы пяти суточных съемок, проведенных в различные сезоны и годы на двух озерах Вологодской области: оз. Сиверское (16.10.1976, 8.08.1977, 17.09.1977 и 22.08.1992) и оз. Косковское (23.07.2000). В обоих озёрах в планктоне доминировали *Asplanchna priodonta*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni*, *Daphnia cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *M. crassus*, копепоиды Calanoida и Cyclopoida. Установлено, что, несмотря на общую тенденцию к дневному опусканию и ночному подъёму, тонкая настройка вертикальных перераспределений плотностей осуществляется за счёт ряда факторов, из которых на первом месте стоит трофический.

В этих водоёмах, резко отличавшихся по концентрации и вертикальному распределению фитопланктона в летний период (в оз. Сиверское средняя концентрация хлорофилла а равнялась 4.5 мкг/л с максимумом в эпилимнионе, в оз. Косковское — 2 мкг/л с максимумом в гипolimнионе), различалось и общее среднесуточное распределение зоопланктона. В оз. Сиверское наибольшая концентрация зоопланктонов приходилась на верхние слои (0—4 м), в оз. Косковское они предпочитали металимниальную зону (5 м).

В обоих озёрах у ряда близких по спектру питания видов, относящихся как к «мирным» (*Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *D. longiremis*), так и к «хищным» (*Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *M. crassus*) формам зоопланктона отмечено пространственно—временное расхождение. При этом у конкурирующих зоопланктонов наблюдалась тенденция не находиться одновременно на одном и том же горизонте.

Сделан вывод о сильной взаимосвязи распределения зоопланктонов—фитофагов в исследованных озёрах с вертикальной структурой фитопланктонного сообщества, а также с конкурирующими первичными консументами. Высказывается предположение, что по картине вертикального распределения зоопланктона можно судить о напряженности конкурентных взаимоотношений.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ КОНХОСТРАК (CRUSTACEA: CONCHOSTRACA)

Добрынина Т.И.¹, Монаков А.В.²

Изучение питания конхострак в процессе онтогенеза проводили на *Lynceus brachyurus* O.F. Muller, 1776 (весенние лужи окрестностей пос. Борок, Ярославская обл.), *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837), *Eocycticus orientalis* Daday, 1914 (пруды Куринского экспериментального осетрового завода, Азербайджан), *Caenestheria* sp. (пруды Александровского рыбхоза, Астраханская обл.). Механизм питания животных и скорость прохождения пищи через их кишечник выясняли прямым наблюдением под микроскопом, состав пищи — по содержимому кишечника.

На науплиальных стадиях конхостраки плавают с помощью синхронных взмахов вторых антенн и мандибул. Помимо локомоторной функции эти конечности принимают участие в процессе питания, который осуществляется одновременно с движением. При последнем создаются токи воды, взвешенные частицы устремляются вниз, назад, и оказываются втянутыми под широкую плоскую губу личинки. При продолжающемся движении пищевые частицы перегоняются ко рту. Переход в первую постларвальную стадию у всех видов сопровождается значительными морфологическими изменениями, механизм питания меняется. Вторые антенны утрачивают функцию захвата и транспорта пищевых частиц, крюк и дистальная щетинка базиподита вторых антенн полностью редуцируются. Мандибулы остаются лишь в виде широкой и мощной жевательной лопасти, перетирающая поверхность которой усажена мелкими бугорчатыми образованиями. С этого периода и до конца жизни поступление пищи к ротовому отверстию осуществляется с помощью метахрональных ударов трункальных конечностей, создающих хорошо заметный ток воды.

Пищей конхострак в течение всего постэмбрионального периода служат бактерии, водоросли и детрит. На науплиальных и ранних постларвальных стадиях рачки ведут планктонный образ жизни, в этот период в их питании преобладают водоросли и бактерии. Животные старших постларвальных стадий переходят к гетеротопному образу жизни, половозрелые особи проводят большую часть суток на дне или в придонных слоях, и в питании существенно возрастает роль детрита.

При кормлении конхострак водорослями скорость разового наполнения кишечника составляла от 10—20 мин у рачков науплиальных и первых постларвальных стадий до 20—40 мин у старших постларвальных стадий и половозрелых особей. *Lynceus brachyurus* на всех стадиях развития предпочитал мелкие округлые клетки фитопланктона (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*), значительно слабее использовались *Stephanodiscus hantzschii*, *Anabaena variabilis*, *Synedra ulna*. *Leptestheria dahalacensis* на науплиальных стадиях охотнее потребляла клетки *Chlorella*, на ранних постларвальных — *Scenedesmus*, рачки старшего возраста предпочитали относительно крупную *Euglena* sp. У *Eocycticus orientalis* и *Caenestheria* sp. селективность слабо выражена, на всех стадиях развития животные активно потребляли предложенные виды водорослей, лучше использовался *Scenedesmus*, несколько слабее — *Chlorella*, *Melosira*, *Stephanodiscus*.

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некоузский р-он, пос. Борок

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И РОЛЬ ЗООБЕНТОСА В ПИТАНИИ РЫБ ГЛУБОКОВОДНОГО КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Долгих П.М.,¹ Клеуш В.О.,¹ Скопцова Г.Н.,² Кулешова М.А.¹

В работе представлены результаты исследований состояния кормовой базы и питания рыб — бентофагов Красноярского водохранилища, проведенных в 1999—2001 гг. Водохранилище относится к классу «очень глубоких». Средняя по водоему глубина составляет 37 м, максимальная в приплотинной части — 105 м. Площади участков с глубинами свыше 30 м занимают около 55% от общей площади водоема.

Уровень кормовой базы рыб — бентофагов водохранилища оценивается как крайне низкий. В составе донной фауны отмечено 57 видов и форм донных животных, относящихся к 15 группам. По численности видов доминируют личинки хирономид — 35. Прочие таксономические группы представлены 1—3 видами. Средние за период наблюдения численность и биомасса зообентоса по всей акватории водохранилища составляют соответственно 0.8 тыс. экз./м² и 0.8 г/м². В донном биоценозе доминировали организмы пеллофильного комплекса — олигохеты и хирономиды, их доля по биомассе составляла в среднем 64.4% и 26.8% соответственно. Бентос мелководной части водоема характеризуется как «хирономидный», глубоководной — как «олигохетный».

С увеличением глубины отмечается снижение видового разнообразия — от 15—27 видов на глубинах около 10 м до 3—9 — на глубинах свыше 60 м. Минимальные численность и биомасса зообентоса отмечены в литоральной зоне водохранилища на глубинах до 20 м (504 экз./м², 0.43 г/м²), наиболее низкие — на 5—10 м (136 экз./м², 0.070 г/м²). С возрастанием глубины значения количественных характеристик зообентоса растут за счет группы олигохет и достигают максимума (2.6—3.0 г/м²) на горизонтах 30—40 м в верхней, мелководной части водоема и на горизонтах 40—50 м в средней и нижней, глубоководных частях. На глубинах свыше 50—60 м численность и биомасса зообентоса заметно снижаются (1.1 тыс. экз./м², 1.5 г/м²).

Одним из основных факторов, контролирующих развитие зообентоса в литоральной зоне водохранилища, служит пресс рыб — бентофагов. Именно на горизонтах 0—20 м сосредоточено до 95—98% запасов ихтиомассы водоема. Годовая продукция зообентоса водохранилища на реальной площади обитания рыб только на 5—8% обеспечивает суммарные пищевые потребности окуня, леща и плотвы, составляющих около 90% общей ихтиомассы. Анализ спектров питания показал, что роль зообентоса в пище массовых видов рыб плесовых участков водохранилища крайне низка и составляет у леща 5.6%, окуня — 6.0%, плотвы — 2.4%, при этом значительную часть рациона этих видов занимает зоопланктон, соответственно 90.7%, 89.3% и 32.8%. Изменение пищевой стратегии рыб (особенно у леща, как типичного бентофага) связано с увеличением численности их популяций и сопровождается снижением пищевой обеспеченности и темпов роста.

¹Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов и наземных биосистем,

²Красноярский государственный университет

660097 г. Красноярск, Парижской коммуны, 33

E-mail: dolgikh@krasfish.krsn.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В РЕКАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Думнич Н.В.

В Вологодской области наиболее подвержены интенсивному и разноплановому хозяйственному воздействию крупные реки Вологда, Сухона, Кубена, Юг и другие. Значительное воздействие на состояние водных сообществ оказывают гидромеханизированные работы, связанные с дноуглублением в целях судоходства, разработкой русловых месторождений, прокладкой трубопроводов, дюкеров, строительством мостов, укреплением берегов. В результате этих работ большой ущерб нанесен реке Вологде, помимо прокладки дюкеров, в нижнем течении которой регулярно проводятся дноуглубительные работы. В период навигации происходит разрушение берегов, взмучивание и заиление реки. Установлено возникновение очагов вторичного загрязнения, в местах разрушения грунтов, их вымывание, трансформация и снос по течению. Особенно большая токсическая нагрузка наблюдается в районе р. Вологды в пределах областного центра и ниже по течению.

Последствия гидромеханизированных работ проявилось на всех трофических звеньях речной экосистемы, в том числе и зоопланктонном сообществе. Разрушение грунтов вызывает снижение прозрачности воды и повышение мутности, что влечет за собой обеднение видового состава и снижение таксономического разнообразия, и количественных показателей зоопланктона. Непосредственно у земснаряда организмы отсутствуют, а в 50 м их численность в 5—10 раз ниже, чем на контрольном участке. То есть, на участке работы земснаряда при повышении мутности гибнут зоопланктеры, в первую очередь, с фильтрационным типом питания. Это препятствует естественному самоочищению водоема при упрощении структуры сообщества. Помимо этого, снижается уровень развития кормовой базы для молоди рыб и планктофагов, что ухудшает условия откорма.

В районах работ происходит ухудшение газового режима, что неблагоприятно для планктеров. Наряду с повышением мутности воды, отрицательное воздействие на зоопланктеров оказывают разные токсиканты (фенолы, нефтепродукты, СПАВ, соединения тяжелых металлов), повышенное содержание которых отмечается в воде и грунтах р. Вологды. В зоне работы земснаряда в воде наблюдается превышение ПДК для соединений меди, никеля, цинка, нефтепродуктов, СПАВ, а в донных отложениях — мышьяка и свинца. Вымываемые фенолы при повышенном содержании минеральной взвеси отрицательно воздействуют на коловраток и ракообразных. Поступившие из грунта токсические вещества накапливаются в теле зоопланктёров и по пищевым цепям передаются к рыбам — верхнему трофическому звену. Таким образом, перестройки структуры зоопланктона реки Вологды связаны, в первую очередь, с влиянием гидромеханизированных работ на фоне органического и токсикологического загрязнения.

Проведенный сравнительный анализ подтверждает аналогичные перестройки структуры зоопланктонного сообщества в результате проведения гидромеханизированных работ и на других реках Вологодской области.

*Вологодская лаборатория — филиал ФГНУ ГосНИОРХ
160012 г.Вологда, ул.Левичева, 5
E-mail: Gosniorch@vologda.ru*

ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС КАЛАНОИДНЫХ РАКООБРАЗНЫХ (COPEROIDA, CALANOIDA) ВО ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМАХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Евдокимов Н.А.

Планктонные сообщества временных водоемов — удобный модельный объект для исследования закономерностей формирования трофической структуры и динамики становления межвидовых взаимоотношений в процессе сукцессии. Во временных водоемах Саратовской области обычны 5 видов Calanoida: *Hemidiaptomus rylovi* Charin, *H. hungaricus* Kiefer, *Diaptomus mirus* Lilljeborg, *Eudiaptomus vulgaris* (= *coeruleus*) Schmeil; *Arctodiaptomus* sp. Биология этих видов изучена недостаточно: в частности, неопределен трофический статус и способ питания (установлено только, что *E. vulgaris* — фильтратор-фитофаг). Для выявления пищевой специализации рачков применяли сравнительный анализ морфологии ротовых придатков и прямые наблюдения в лабораторных условиях.

Жевательная пластина мандибулы *H. rylovi* с клыкообразным вентральным зубцом. Ширина ее диастемы составляет более 1/2 расстояния между крайними зубцами (у других видов рода — менее 1/5), а глубина — в 3 раза больше высоты вентрального зубца. Центральный и дорзальный зубцы не образуют между собой единой плоскости. Максиллулы и максиллы типичного для подотряда строения. Максиллипеды несут на коксоподите типичные для рода *Hemidiaptomus* три группы по 10 шипов; эндоподиты широкие, массивные, несут 9 шипов (4+2+1+1+1), в отличие от *H. hungaricus* (11 щетинок и 4 шипа). Строение ротовых придатков *H. hungaricus* сходно с *H. amblyodon*. Многолетние наблюдения *H. rylovi* позволяют отнести этот вид к хищникам-зоофагам. В эксперименте наблюдали выедание *H. rylovi* особей *H. hungaricus* и *D. mirus*. В образовавшейся одновидовой группировке *H. rylovi* отмечено вымирание хищника, но акты каннибализма у данного вида отсутствовали.

Ротовые придатки *D. mirus* и *H. hungaricus* морфологически сходны. Жевательная пластина мандибулы имеет неглубокую диастему, сглаженные вершины дорзальных зубцов. Мандибулярная пальпа вооружена длинными оперенными щетинками. Один из шипов первого эндита в 2 раза длиннее остальных. Существенное различие отмечено в строении максиллипед: коксоподит вооружен длинными щетинками, а укороченные эндоподитные членики — мощными шипами.

Мандибулы *Arctodiaptomus* sp. имеют диастему; центральный зубец, обособленный от группы дорзальных; дорзальные зубцы двойные (7+5) и образуют между собой единую плоскость. Максиллулы, максиллы и максиллипеды имеют типичное для фильтраторов строение. Вентральные и центральные зубцы жевательных пластин мандибул несут кремнистые коронки.

Строение ротовых придатков взрослых рачков пяти изученных видов Calanoida из временных водоемов Саратовской области позволяет отнести их к следующим трофическим группам: *H. rylovi* — хищник-зоофаг, *H. hungaricus* и *D. mirus* обладают смешанным типом питания, *Arctodiaptomus* sp. и *E. vulgaris* — фильтраторы-фитофаги.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
410601, Саратов, ул. Астраханская, 83.

E-mail: nevdoimov@yandex.ru

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ И ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС
ГОЛЫХ ЖАБРОНОГОВ (CRUSTACEA, ANOSTRACA)
ВО ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМАХ
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Евдокимов Н.А.

Голые жаброноги — важный компонент трофической структуры сообществ временных водоемов. Проведенное нами исследование позволило уточнить трофический статус 9 видов голых жаброногов из Саратовской области: *Streptocephalus torvicornis* Waga, *Tanymastix stagnalis* Linne, *Branchipus schaefferi* Fischer, *Branchinecta minuta* S. Smirnov, *B. ferox* Milne-Edwards, *B. orientalis* G.O.Sars, *Chirocephalus horribilis* S. Smirnov, *Pristicephalus josephinae* Grube, *Drepanosaurus birostratus* Fischer.

Пищевую специализацию взрослых рачков определяли на основе изучения функциональной морфологии мандибул и торакопод. Сравнение молярных поверхностей мандибул позволило выделить 3 группы Anostraca, морфологически сходных по этому признаку:

1) виды с 6—7 крупными внутренними зубцами и характерным обособленным задним зубцом (*B. ferox*, *B. orientalis*) или мощными шипами (*B. minuta*);

2) виды с задним зубцом внутренней стороны пластины, одним или двумя рядами мелких внутренних зубцов (7 или более в каждом) и группой щетинок в задней части жевательной плоскости (*B. schaefferi*, *T. stagnalis*, *Pr. josephinae*);

3) виды, у которых есть терка из очень мелких зубчиков и возможно наличие группы шипов в задней части жевательной плоскости, внутренние зубцы отсутствуют (*S. torvicornis*, *D. birostratus*, *Ch. horribilis*).

Совокупность торакопод Anostraca образует фильтрующий и транспортирующий аппарат. Морфология 3—5 эндитов торакопод изученных видов соответствует размерам передаваемых к мандибулам пищевых объектов, а строение 5 пары торакопод наиболее надежно указывает пищевую специализацию вида.

Торакоподы *Branchinecta* сильно вытянуты, эндоподит не выступает за эндиты; все внутренние придатки находятся на одном уровне, причем эндиты наиболее специализированы. Единая плоскость вооружённых шипами эндитов и эндоподита позволяет перемещать крупные пищевые объекты. Торакоподы *Pr. josephinae* и *B. schaefferi* имеют строение, позволяющее им передавать пищевые частицы среднего и крупного размера. Особенности строения торакопод *T. stagnalis*, *S. torvicornis* состоят в отсутствии единой плоскости эндиты — эндоподит свидетельствуют возможности потребления пищевых частиц среднего размера. Эндоподиты *Ch. horribilis* и *D. birostratus* ограничивают возможности эндитов, которые способны передавать только мелкие частицы.

Таким образом, сравнительный морфологический анализ мандибул и торакопод взрослых рачков свидетельствует о наличии в сообществах временных водоемов трех трофических групп голых жаброногов: 1) хищники—зоофаги (*B. ferox*, *B. orientalis*, *B. minuta*); 2) со смешанным типом питания (*T. stagnalis*, *Pr. josephinae*, *B. schaefferi*); 3) фитофаги—фильтраторы (*D. birostratus* и *Ch. horribilis*, *S. torvicornis*).

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
410601, Саратов, ул. Астраханская, 83.
E-mail: nevdoimov@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ ПИТОМНОГО ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ермолаев В.И., Прусевич Л. С.

Питомное озеро Малый Сартлан (площадь 490 га, глубина до 2.5 м при средней 1.5 м) используется для подращивания молоди сиговых с последующим выпуском в оз. Сартлан — крупный (23 тыс. га) водоем Новосибирской области.

В фитопланктоне озера обнаружено около 50 видов водорослей. Особенностью его является сильное развитие синезеленой водоросли *Aphanisomenon flos-aquae* (L.), которая в отдельные годы (летом 1983—1984) достигала численности от 1.1 до 43.7 млрд кл./л и биомассы до 5.7 г/л, вызывая сильное «цветение» воды. Это привело к угнетению зоопланктона и молоди сиговых рыб, а во время отмирания водорослей — к гибели в результате дефицита кислорода. Массовое развитие синезеленых водорослей в оз. Малый Сартлан отмечается при повышении его трофности (в результате внесения удобрений, летования) в годы с высокими температурами воды в течение длительного времени, как это отмечалось в 1983—1984, 1993—1994 гг.

В зоопланктоне озера за период исследований отмечено 38 видов, из которых наиболее разнообразно представлены ветвистоусые рачки. Развитие зоопланктона во многом зависит от плотности посадки личинок рыб. Биомасса его колебалась от 7.0—8.9 г/м³ в годы, когда плотность посадки не превышала 20 тыс. экз./га, до 1.50—0.03 г/м³ в годы с высокой плотностью посадки (50—80 тыс. экз./га). При этом крупные формы зоопланктона исчезают, уступая место коловраткам и мелким формам веслоногих рачков, а молодь не достигает стандартной навески и впоследствии не дает промыслового эффекта. Таким образом, опыт выращивания пеляди в питомном водоеме показал, что плотность посадки личинок свыше 50 экз./га с целью получения большого количества подрощенной молоди без интенсификационных мероприятий не оправдывает себя, так как подрывает кормовую базу водоема и ведет к снижению его рыбопродуктивности. Предложенные и внедренные Новосибирским филиалом СибрыбНИИпроект мероприятия — взмучивание и аэрация донных отложений для подавления численности синезеленых водорослей и вовлечение в кругооборот биогенов дна, удобрение водоема, периодическое летование — оказывают на экосистему питомного озера положительное влияние. Биомасса зоопланктона после проведения интенсификационных мероприятий поддерживается на уровне 3.0—4.5 г/м³, зообентоса — 5.8—9.5 г/м², что вполне обеспечивает молодь пищей и достижение ею размеров, недоступных для хищников. Однако в последние годы в результате ухудшения экономической обстановки в рыбном хозяйстве интенсификационные работы на водоеме не проводятся, что привело к снижению вылова сиговых с 200 т в 80-е годы до 1.3 т в 2002 г.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН

630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101,

E-mail: root@botgard.ru

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства

630091, г. Новосибирск, ул. Писарева, 1,

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

СТРУКТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ВОДНЫХ СООБЩЕСТВАХ

Ермолин В.П.

В настоящее время накоплен значительный материал по экологии питания массовых видов рыб, указывающий на существование определенной их видоспецифичности в потреблении отдельных видов кормов. Это обстоятельство позволяет относить рыб по особенностям питания к соответствующим экологическим группам: бентофаги, планктофаги, моллюскофаги, хищники и др. При необходимости можно выделить более мелкие таксоны — зоопланктофаги, зообентофаги, фитопланктофаги и др. Подобная классификация характеризует структуру сообщества населяющих водоемы рыб по питанию и дает представление о количестве потребителей отдельных групп кормовых организмов.

С другой стороны, имеется большой фактический материал по кормовой базе водоемов, на основании которого можно, путем совместного экологического анализа наличия корма по группам организмов (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, моллюски и др.) и состава рыб — потребителей этих кормов, получить представление о полноте использования и возможных резервах корма, за счет которых может быть получена дополнительная рыбная продукция. При анализе такого плана следует обращать внимание на величину биомассы кормовых организмов. Высокие биомассы кормовых организмов могут свидетельствовать об отсутствии или малой численности эффективных их потребителей и возможных резервах кормов. Низкие биомассы говорят об отсутствии резерва или ограниченных возможностях по данному виду корма.

Существенным подспорьем для анализа пищевых связей водных организмов (в частности рыб) является структурирование их по принадлежности к фаунистическим комплексам (бореальный равнинный, третичный равнинный пресноводный, понто-каспийский пресноводный и т.д.), а также экологическим группам по местообитанию (реофилы, лимнофилы, реолимнофилы и др.) и интенсивности питания в связи с термностью рыб и термикой водоемов.

В целом, структурно-экологический анализ позволяет в короткий срок составить достаточно полную схему пищевых взаимоотношений всех населяющих водоем рыб и решить ряд практических вопросов, связанных с питанием и использованием кормов рыбами, на что при традиционном подходе тратится много сил и времени.

Структурно-экологический анализ не отменяет традиционных направлений исследования трофики организмов, а является закономерным следствием их развития.

Саратовское отделение ФГНУ ГосНИОРХ.

РОЛЬ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА UNIONIDAE В РАЦИОНЕ КУЛИКА-СОРОКИ (*HAEMATOPUS OSTRALEGUS LONGIPES BUTURLIN*) И БИОГЕННЫЕ ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЕ ВОДА — СУША МАЛЫХ РЕК

Ермохин М.В.

Количественное измерение отдельных биогенных потоков вещества и энергии в переходной зоне вода — суша малых рек — необходимый этап реконструкции обменных

процессов между водными и наземными экосистемами для установления закономерностей их функционирования. Основу биогенных потоков составляют вылет гетеротопных насекомых и трофические связи между наземными хищниками (видами — сателлитами) и гидробионтами, входящими в ядро водного биоценоза.

Трофические связи двустворчатых моллюсков с хищниками в водоеме выражены слабо, поскольку взрослые моллюски мало используются в качестве пищевых ресурсов. В рационе околотовных птиц и млекопитающих перловицы и беззубки более значимы: их потребляют норка, ондатра, выхухоль и др. виды. Однако специализированным хищником моллюсков считается только кулик—сорока. Количественные аспекты питания его внутриконтинентального подвида (*Haematopus ostralegus longipes* Buturlin), обитающего по берегам рек, не определены.

Нами изучено питание двух пар куликов—сорок в гнездовой период (96 сут.) на реке Медведица Саратовской области в 1996—1998 гг. Объем рациона кулика и величину выноса вещества и энергии определяли, выполнив реконструкцию сухого веса мягкого тела по пустым раковинам съеденных моллюсков. Вес раковин не учитывался, так как они не вовлекались в круговорот и при паводке возвращались в русло реки.

Питание кулика—сороки двустворчатыми моллюсками происходило на песчаных мелководьях на глубине не более 8 см. Средний суточный рацион взрослого кулика составлял 12 экз. униионид. Средняя величина сухого веса мягкого тела моллюсков (без раковины) — около 3 г. Средняя калорийность тела моллюсков Unionidae — 5 ккал/мг сухого веса. Энергетические потребности кулика—сороки — 52.81 ккал/сут. Рассчитанная нами энергетическая ценность суточного рациона — 180 ккал более чем в 3 раза превосходила средние потребности вида, что позволяло ему эффективно размножаться.

В результате выедания двустворчатых моллюсков на кормовых участках происходил вынос более 4500 моллюсков на одну пару куликов с выводком из 3 птенцов, что привело к существенной, но локальной, трансформации структуры сообщества на мелководье. Величина удельного выноса органического вещества и поток энергии составляли соответственно 2.28 г на 1 м уреза воды за сутки (218 г орг. в-ва/м за весь гнездовой период) и 11.4 ккал/(м×сут.) (1094.4 ккал/м за весь гнездовой период). Таким образом, поток вещества и энергии в системе кулик—сорока — двустворчатые моллюски значительно превышал величину, содержащуюся в наличной биомассе моллюсков на кормовом участке. Такой дисбаланс возможен благодаря закономерному перемещению моллюсков по руслу реки из вышележащих биотопов.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
410601, Саратов, ул. Астраханская, 83.
E-mail: ecoton@rambler.ru

МЕХАНИЗМ ПИТАНИЯ И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АДАПТАЦИИ РОТОВОГО АППАРАТА ПОЛОВОЗРЕЛЫХ ВОДЯНЫХ КЛЕЩЕЙ (TROMBIDIFORMES, HYDRACARINA)

Жаворонкова О.Д.

Водяные клещи (Hydracarina, Hydrachnellae, Hydrachnidia) — обширная группа вторичноводных хелицеровых животных, насчитывающая до 5000 видов. Это типичные обитатели пресноводных и некоторых морских экосистем, среди которых есть массовые эвритопные формы и виды — индикаторы водоёмов разных типов. Гидракарины характеризуются сложным жизненным циклом с 3 активными стадиями: личинкой, дейтонимфой и

имаго. 6-ногие личинки паразитируют на водных насекомых, 8-ногие дейтонимфы и взрослые животные — свободноживущие хищники, добывающие пищу охотой. Способом потребления пищи у гидракарин является сосание с частичным внекишечным пищеварением. Пищеварительный секрет вводится в жертву, где осуществляется первая фаза переваривания. Затем пищевая суспензия высасывается. Полное усваивание пищи происходит в организме клеща. Ротовой аппарат — гнатема водяных клещей представляет собой обособленный комплекс органов, возникший эволюционно путём объединения ротовых конечностей и некоторых околоротовых структур (Ланге, 1962; Mitchell, 1962). Он представлен склеротизированной капсулой, к которой латерально причленяются 5-члениковые педипальпы, дорсально — 2-члениковые хелицеры. Внутри капсулы находятся эпистом, глотка, трахейная система, протоки желез, вспомогательные склеритные элементы и соответствующая мускулатура. По принципу работы гнатема гидракарин колюще-режущесосущая в нескольких вариантах.

Прототипом строения ротового аппарата водяных клещей можно считать гнатему клещей сем. Hydryphantidae, вследствие сходства её строения с ротовым аппаратом наземных тромбидиид и отсутствию значительной специализации. Объекты питания — яйца водных насекомых (Lanciani, 1979).

Строение гнатемы гидракарин семейств Limnocharidae и Eylaidae включает совершенно устроенный прикрепительный диск, обеспечивающий высокоэффективную систему высасывания пищевой жидкости. Неплавающий лимнохарес питается, прикрепляясь к головной капсуле личинок хирономид. Плавающие эйлаиды питаются, присасываясь к ракообразным.

Ротовой аппарат представителей сем. Hydrachnidae узко специализирован для питания яйцами водных клопов (Davids, 1973). Он характеризуется жестким срастанием члеников хелицер в единый колющий орган. В сложенном состоянии, при питании, хелицеры образуют сосательную трубочку. Гнатема гидрахнид является истинно колюще-сосущей.

Строение ротового аппарата хорошо плавающих высших гидракарин, в основных чертах, однообразно (сем.: Lebertiidae, Oxidae, Limnesiidae, Hygrobatidae, Unionicolidae, Pionidae, Arrenuridae). Капсула гнатемы укорочена, хватательные педипальпы удлинены, хелицеры — вспарывающие. Гнатема высших водяных клещей позволяет им использовать достаточно широкий круг жертв, но в каждом случае имеется пищевое предпочтение.

Ротовой аппарат гидракарин сформирован по единому плану, но отличается большим разнообразием уровней организации. Он является примером обособленной, морфологически гибкой системы, обеспечивающей адаптивные потребности за счёт трансформаций входящих структур и сохраняющей в каждом случае набор основных элементов.

Работа поддержана грантом РФФИ. № 02—04—49650.

Институт Биологии Внутренних Вод РАН, Ярославская обл.,

Некouzский р-он, Борок, 152742.

E-mail: obya@ibiw.yaroslavl.ru

БИОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В МЕЛКОВОДНОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Жукова Н.В.

Сложность трофических связей в морских экосистемах привела к поиску и использованию новых методов их исследования. В качестве биологических маркеров для определения вклада различных источников пищи в трофическую структуру мелководной гид-

ротермальной экосистемы бухты Кратерной (Курильские острова) и для установления трофических связей в литоральных сообществах бухты были использованы жирные кислоты. Преимущества жирных кислот как удобных биомаркеров состоят в том, что они являются обязательными компонентами каждой живой клетки, имеют огромное структурное разнообразие, связанное с высокой биологической специфичностью, и состав жирных кислот животных в значительной степени определяется компонентами потребляемой диеты.

Исследован состав жирных кислот морских организмов, собранных в бухте Кратерной: массовых видов зообентоса, фитопланктона, бентосных микро- и макро-водорослей, донных осадков, альгобактериальных матов и бактерий. Вклад различных источников пищи в трофическую цепь мелководной гидротермальной экосистемы б. Кратерной был оценен, используя жирные кислоты как маркеры. Маркеры были выбраны, основываясь на результатах анализа жирных кислот потенциальных источников пищи в бухте.

Показано, что большинство животных имело маркеры, характерные для диатомей, что указывает на то, что двустворчатые моллюски, полихеты, голотурии и морской еж питаются, главным образом, диатомовыми водорослями. Биомасса этих видов составляет 58—94% от биомассы макробентоса в сублиторальных сообществах бухты. Жирные кислоты — индикаторы бурых водорослей были идентифицированы только в гастроподах. Высокие концентрации бактериальных жирных кислот определены в полихете, голотуриях и двустворчатом моллюске *Axinopsida orbiculata*, что свидетельствует о значительном вкладе бактерий в пищу этих видов. Основываясь на специфичности состава жирных кислот, выявлено существование симбиоза *A. orbiculata* с хемоавтотрофными бактериями.

Установлено, что главным источником пищи для макрозообентоса в б. Кратерной, подобно прибрежным экосистемам, являются фотосинтезирующие организмы, диатомовые водоросли. Трофическая структура мелководных гидротермальных экосистем отличается от глубоководных, основанных на хемосинтезирующих симбионтах.

Работа частично финансирована грантом ДВО РАН № 03—3—А—06—057.

Институт биологии моря ДВО РАН 690041 Владивосток
E-mail: nzhuikova@hotmail.com

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВЫХ НИШ МАССОВЫХ ПЛАНКТОФАГОВ БЕРИНГОВА МОРЯ

Заволокин А.В.

На основе рассчитанного спектра избирательности и материалов по структуре кормовой базы приводятся характеристики пищевой ниши рыб (Суханов, Вопр.ихт., 1988. Т.28. №5.). В качестве объектов исследования выбраны молодь терпуга (*Pleurogrammus monopterygius*), молодь горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), кета (*O. keta*), сайка (*Boreogadus saida*), мойва (*Mallotus villosus*) и сельдь (*Clupea pallasii*). Материалы по их питанию были собраны во время траловых съемок в Беринговом море в июле — октябре 2002 г. Взяты 142 пробы на питание, включающие 2031 желудок.

Использованные характеристики пищевой ниши позволяют компактно представить большой объем эмпирических данных по питанию рыб. Анализ полученных результатов показал существование коррелятивных связей между элективностями отдельных пищевых компонентов и длиной рыбы. Отмечено достоверное уменьшение избираемости копеподы *Calanus glacialis* для сайки, мойвы и сельди, а также в целом снижение элективности копепод для сельди и кеты.

Значения ширины спектров питания у рассмотренных планктофагов близки. Статистически значимые изменения ширины потенциального спектра питания (спектра предпочтений) наблюдаются по мере роста сайки, мойвы и кеты. Ширина реального (наблюдающегося) спектра подвержена более сильным флуктуациям, поскольку в большей степени зависит от структуры кормовой базы. Из всех рассмотренных планктофагов ширина реального спектра коррелирует с длиной только у мойвы. Биомасса доступного корма данных видов рыб положительно коррелирована с шириной потенциального спектра и, как правило, отрицательно — с шириной реального спектра питания.

Величина доли доступного корма у всех исследованных рыб невелика. Связь доли и биомассы доступного корма с длиной рыбы отмечена для терпуга, мойвы и сельди. Минимальные значения доли доступного корма и коэффициента трофической адаптации наблюдаются у кеты и горбуши. Это свидетельствует о наименьшем соответствии между структурой кормовой базы этих лососей и их пищевыми предпочтениями. Для всех исследованных планктофагов, кроме горбуши и кеты, отмечена связь коэффициента трофической адаптации с длиной рыбы.

Дальневосточный государственный университет
690950, Владивосток, Суханова, 8
E-mail: avz@bio.dvgu.ru

СУКЦЕССИИ МИКРОПЕРИФИТОНА, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ ТРОФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ВОДОЕМАХ.

Золотарев В.А.

Трофическая структура микроперифитона, представленного бактериями, водорослями и простейшими, изучена главным образом в морских экосистемах (Горбенко, 1977). Скопления детрита в планктоне, на макрофитах и других субстратах представляют собой благоприятную микросреду для гетеротрофных простейших (Caron, 1991).

Зоофлагеллаты являются одним из важнейших элементов системы редуцентов в детритных пищевых цепях, их разнообразие и обилие в перифитоне довольно велико (Pratt, Cairns, 1985, Золотарев, 1987, 1995). Различные группы жгутиконосцев обладают характерными особенностями питания и соответствующими морфологическими отличиями (Fenchel, 1982), что позволило нам выделить три основные функциональные группы (экоморфотипы) зоофлагеллат перифитона. В олиготрофных водоемах доминируют прикрепленные одноклеточные формы — фильтраторы, или седиментаторы (род *Salpingoeca* и другие прикрепленные организмы из отрядов *Choanoflagellida*, *Bicosoecida* и *Chrysomonadida*). Мезотрофные водоемы характеризуются массовым развитием неприкрепленных жгутиконосцев, питающихся путем активной охоты (бодониды и бесцветные эвгленовые), однако доминируют бодониды в эвтрофных и сильно загрязненных водах. Наши многолетние исследования микроперифитона в Рыбинском водохранилище, разнотипных озерах и экспериментальных водоемах показали, что гетеротрофные жгутиконосцы доминируют на субстратах в период первичной сукцессии. Особая роль в начальный период образования твердых субстратов в эвтрофных водоемах принадлежит прикрепленным колониальным воротничковым жгутиконосцам *Codonosiga botrytis* (Ehr.) Kent. Максимальная плотность (свыше 50 тыс. клеток на кв. см) этого вида отмечалась менее чем за месяц экспозиции стеклянных пластин. С увеличением трофности (сапробности) водоема при прочих равных условиях скорость достижения максимальной численности *C. botrytis* возрастает, однако этот организм быстрее вытесняется водорослями и более крупными животными.

Нами предложен упрощенный показатель органического загрязнения — индекс перифитонных жгутиконосцев, выражаемый соотношением числа видов сессильных (прикрепленных) и мобильных (неприкрепленных) форм. Возможность использования для биоиндикации функциональных характеристик сообщества — процессов колонизации и сукцессии — также одно из преимуществ применения искусственных субстратов. Показателем скорости сукцессии сообщества может служить период достижения максимальной численности *C. botrytis* и других прикрепленных форм, с увеличением трофности скорость сукцессии микроперифитона возрастает.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: abin@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СИМПАТРИЧЕСКИХ СИГОВ В ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ

Зуйкова Е.И., Бочкарев Н.А.

Многочисленными исследованиями показано, что количество жаберных тычинок определяет тип питания сига: многотычинковые сиги являются планктофагами, малотычинковые — бентофагами. Считается, что при низкой биомассе зоопланктона многотычинковые сиги могут переключаться на питание бентосом (Bodely, 1979; Решетников, 1980; Langeland & Nøst, 1995; Chouinard & Bernathez, 1998; Lu & Bernathez, 1998; Heikinheimo et al., 2000 и др.).

В летнее — осенний период 1998, 2001 и 2002 гг. проведено изучение спектров питания двух симпатрических сига Телецкого озера (Горный Алтай): многотычинкового сига Правдина *Coregonus lavaretus pravdinellus* Dulkeit и малотычинкового телецкого сига *Coregonus lavaretus pidschian*. Проведен анализ содержимого 76-ти желудочно-кишечных трактов: 47 сига Правдина и 29 телецкого сига.

В питании сига Правдина чаще всего встречались представители зоопланктона: *Arctodiaptomus bacillifer* Koel. (взрослые особи — 1.38%, копеподиты — 62.89%), *Cyclops abyssorum* Sars (взрослые особи — 5.18%, копеподиты — 12.91%), *Bosmina longispina* Leydig (12.6%), *Sida crystallina* Sars (4.23%). Суммарная доля видов *Biapertuira affinis* (Leydig), *Chydorus sphaericus* O.F. Muller, *Mesocyclops leuckarti* Claus, науплиев копепод и коловраток в содержимом желудков сига Правдина незначительна — 0.61%. Сравнение линейных размеров ракообразных из желудков сига и планктонных проб показало, что *Biapertuira affinis* ($l = 0.87$ мм и $l = 0.51$ мм), копеподиты *Arctodiaptomus bacillifer* (0.74 и 0.50 мм), *Cyclops abyssorum* (0.89 и 0.68 мм) были крупнее в желудках ($p < 0.001$). Половозрелые особи *Arctodiaptomus bacillifer* (0.97 и 1.03 мм) и *Cyclops abyssorum* (1.13 и 1.23 мм), напротив, крупнее в озере ($p < 0.001$; $p < 0.01$).

В содержимом желудков телецкого сига преобладали бентосные организмы — личинки и куколки комаров семейства Chironomidae, личинки насекомых семейства Trichoptera, моллюски рода *Lymnaea*. Основную долю (по численности) составляли куколки хирономид — 22%. Примерно равной в питании была доля личинок хирономид (15%), моллюсков родов *Lymnaea* (16%) и *Planorbis* (13%), рачка *Eurycercus lamellatus* (O.F. Muller) (14%). Кроме этих жертв отмечены единичные экземпляры представителей п/кл. Ostracoda, *Biapertuira affinis*, *Bosmina longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Sida crystallina*, *Mesocyclops leuckarti*, копеподитов Cyclopoida, взрослых Insecta, клопов отр. Heteroptera,

личинок сем. Culicidae, жуков сем. Dytiscidae, личинок отр. Plecoptera, и моллюсков рода *Valvata*.

Таким образом, исследования показали, что в Телецком озере сиг Правдина ведет себя как типичный планктофаг, телецкий сиг является бентофагом. В отличие от много-тычинковых сегов из водоемов севера Европы и Северной Америки, в питании которых с наступлением осени возрастает доля бентосных организмов (Chouinard & Bernathez, 1998; Heikinheimo et al., 2000; и др.), сиг Правдина не переключается на бентос даже на фоне резкого снижения биомассы зоопланктона.

Институт систематики и экологии животных СО РАН

630091 Новосибирск, ул. Фрунзе, 11.

E-mail: ih@eco.nsc.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В СИСТЕМЕ ХОЗЯИН – ПАРАЗИТ – СИМБИОНТНАЯ МИКРОФЛОРА

Извекова Г.И.

Согласно современным представлениям, бактерии — жизненно необходимый компонент пищеварительного тракта различных животных, в том числе рыб. Микроорганизмы, заселяющие кишечник, обладают набором специфических ферментов, позволяющих гидролизовать субстраты, недоступные ферментам макроорганизма. Микроорганизмы и паразиты, обитающие в кишечнике рыб, вместе с физико-химическими ингредиентами создают эндоекологическую среду, поэтому взаимоотношения, возникающие между составляющими этой среды, необходимо постоянно учитывать в трофологических исследованиях.

Установлено существование симбионтной микрофлоры, с различной степенью прочности связанной с пищеварительно-транспортными поверхностями кишечника рыб (щука, налим) и паразитирующих в них цестод (*Triaenophorus nodulosus* и *Eubothrium rugosum*). Часть из этих бактерий продуцирует ферменты, обладающие протеолитической и амилолитической активностью, увеличивая пул мономеров, освобождающихся из основных пищевых субстратов, что снижает энергетические затраты макроорганизмов на гидролиз высокомолекулярных субстратов. Использование различных по составу питательных сред для выращивания бактерий позволило установить, что на богатых доступными мономерами (глюкозой и аминокислотами) питательных средах бактерии поглощают эти мономеры, а на более бедных — вырабатывают ферменты для гидролиза белков и углеводов. Более существенный вклад в ферментативную активность, имеющую значение для жизнедеятельности макроорганизма, очевидно, вносят бактерии, прочнее связанные с пищеварительно-транспортными поверхностями, в отличие от слабосвязанных, которые удаляются в процессе перистальтики кишечника. Активность бактериальных ферментов зависит от состава среды культивирования и как следствие, возможно, и от интенсивности питания рыб. Рыба с хорошо развитой кишечной микрофлорой имеет большие возможности адаптироваться к изменяющимся пищевым субстратам и ассимилировать пищу с высокой эффективностью. Основываясь на полученных результатах о сходной ферментативной активности, проявляемой бактериями, смытыми с кишечника и покровов паразита, можно предположить, что эти поверхности колонизированы одинаковыми группами бактерий.

Сопоставление полученных данных и большого литературного материала позволяет расширить представления о питании цестод и перейти от ранних взглядов о существо-

вании у них только систем активного транспорта мономеров (Pappas, Read, 1975), т.е. от однозвенной схемы пищеварения, к двухзвенной: мембранное пищеварение (с помощью собственных и адсорбированных из кишечника хозяина ферментов) — всасывание (Кузьмина и др., 2000) и далее — к трехзвенной, включающей также и симбионтное пищеварение с помощью ферментов бактерий, с различной степенью прочности ассоциированных на поверхности паразита.

Значительное видовое разнообразие в сообществе бактерий ограничивает возможность оценки специфического вклада каждого вида в симбионтное взаимодействие. Несмотря на это, многие вопросы, касающиеся взаимоотношений микрофлоры с хозяином и паразитом, могут быть поставлены и решены.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 03—04—48271.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некруцкий р-он, пос. Борок,
E-mail: izvekov@ibiw.yaroslavl.ru*

РОЛЬ ТРОФИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА В ТОКСИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ К ДЕЦИСУ НЕКОТОРЫХ CLADOCERA

Ильясова М.А., Ратушняк А.А.

В настоящее время весьма актуальны исследования механизмов адаптации гидробионтов к изменяющимся условиям водной среды. Особый интерес представляет изучение влияния биотических взаимодействий планктона на устойчивость его отдельных представителей к ксенобиотикам, попадающим в водоемы.

Ранее на примере сезонной динамики популяции *Daphnia magna* Straus была показана важная роль взаимовлияний (как трофических, так и аллелопатических) биотических компонентов гидроэкосистемы на токсикорезистентность организмов зоопланктона (Ильясова и др., 2001; Ильясова и др., 2002). С помощью метода корреляционного анализа была выявлена зависимость между показателями биомассы и численности компонентов планктона природной воды, использовавшейся в качестве опытной среды, и значениями коэффициента выживаемости (КВ) тест-объекта, полученными в течение сезона. Так, положительная зависимость отмечалась между численностью и биомассой фитопланктона, коловраток (т.е. организмов, являющихся объектами питания дафний) и КВ дафний. Подчеркнуто также значение бактериопланктона в токсикорезистентности дафний в первые несколько суток опыта.

Полученные данные были проверены на культуре другого представителя сем. Dafniidae — *Simocephalus vetulus* (O.F. Müll.) (одновременно опыт ставился на дафниях). Представители этого вида имеют меньшие размеры (длина взрослых самок дафний — 3—5 мм, молоди — 1—0.85 мм; симоцефалов, соответственно, 2—3.5 мм и 0.5—1 мм) и способны эффективнее усваивать бактериопланктон, что обеспечивается большей частотой расположения щетинок на фильтрующих придатках. Средой для эксперимента служили отстоянная водопроводная вода (ОВ), природная вода (ПВ), природная вода с добавлением живого; сухого концентрата планктона (ПЖК и ПСК), природная вода с кормлением хлореллой (ПВХ), отстоянная водопроводная вода с кормлением хлореллой (ОВХ). Концентрация дециса — 1 мкг/л. Длительность эксперимента — 14 суток. Подсчитывались коэффициент выживаемости (средняя выживаемость в течение опыта, в долях единицы) и количество молоди на 1 выжившую самку.

Подтверждено существенное влияние трофического фактора на токсикорезистентность ветвистоусых к децису. Так, показатели выживаемости и плодовитости симоцефалов в вариантах с природным планктоном и хлореллой приближались к таковым в контроле. В вариантах без хлореллы *Simocephalus vetulus* проявил большую устойчивость к ксенобиотике по сравнению с *Daphnia magna*: значения КВ были выше, чем у дафний в 1.6; 2.03; 2.08; 1.8 раз (в ОВВ, ПВ, ПЖК и ПСК соответственно). Определенную роль в этом, по—видимому, играет способность симоцефалов более эффективно усваивать бактериопланктон, что позволяет им приспосабливаться к действию дециса даже в среде с минимальным влиянием биокomпонентов планктона (на ОВВ).

Институт экологии природных систем АН РП, Отдел гидрологии и водных экосистем, группа водной токсикологии

420087, Казань, Даурская, 28. Тел. (8432) 61—67—60,

E-mail: allelop@iens.kcn.ru, allelop@rambler.ru

СУКЦЕССИИ КОМПЛЕКСОВ ХИРОНОМИД СЕВЕРНЫХ ОЗЕР В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 10 ТЫС. ЛЕТ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА И ТРОФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ВОДОЕМЕ

Ильяшук Б.П.,¹ Ильяшук Е.А.,¹ Андреев А.А.,² Хаммарлунд Д.³

Представлены результаты палеоэкологических исследований комплексов хирономид по их остаткам из донных отложений двух северных озер. Одно из них, оз. Николай, расположено на территории азиатской части России (73°20' с.ш. и 124°12' в.д.), в устье р. Лены. Другое, озеро Беркут, расположено на севере европейской части России (66°21' с.ш. и 36°40' в.д.), на южном побережье Кольского полуострова вблизи устья р. Варзуги. Для последующих анализов из центральной части озер были отобраны колонки донных отложений длиной 83 и 158 см, соответственно. Построение шкалы времени и расчет скорости формирования отложений в озерах основывались на серии радиоуглеродных датировок, полученных для каждой из колонок на ускорителе в комплексе с масс-спектрометром. Показано, что обе исследованные колонки включают донные отложения, накопленные в озерах на протяжении последних ~10 тыс. лет. На основе структуры палеокомплексов хирономид, с использованием модели для реконструкции температуры воздуха, были реконструированы изменения за этот период среднемесячной температуры воздуха в июле в районах исследования.

Сукцессии комплексов хирономид, обусловленные изменениями климата и, связанными с этим, изменениями трофических условий в водоемах, были прослежены на протяжении всего периода существования этих озер. При заселении водоемов, на ранних стадиях развития озерных экосистем, показатели биоразнообразия комплексов хирономид (видовое богатство, индекс видового разнообразия Шеннона) были наиболее высокими. В последующие периоды, при похолодании, и соответствующем ухудшении трофических условий в озерах, эти показатели снижались, но увеличивались вновь при очередном потеплении. При изменениях климата более широкий диапазон изменений имели значения индекса видового разнообразия Шеннона. Это обусловлено возрастанием с похолоданием выраженного доминирования в комплексах одного из видов: в оз. Беркут хирономины *Sergentia coracina*, и в арктическом озере Николай — ортокладины *Abiskomyia virgo*. В более ранние и наиболее теплые периоды голоцена (~9—10 тыс. л.н.), когда температура воздуха в обоих регионах была на 2—3° С выше современной, в комплексах хирономид

оз. Николай доминировали *Chironomus* spp., *Sergentia coracina*, *Micropsectra insignilobus* и *Paratanytarsus* spp., а в комплексах оз. Беркут — *Chironomus* spp., *Corynocera ambigua* и *Tanytarsus* spp. Доминирование этих видов свидетельствует о более благоприятных трофических условиях в обоих озерах в начале голоцена. Со значительным похолоданием ~9 тыс. л.н. в озерах ухудшились и трофические условия, что привело к резко выраженному доминированию в комплексах оз. Николай *Abiskomyia virgo*, а в оз. Беркут *Sergentia coracina*. Эти виды сохраняют свои доминирующие позиции в комплексах хирономид исследованных озер по настоящее время.

¹Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН
184200 Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14

E-mail: ilyashuk@inep.ksc.ru

²Институт географии РАН

109017 г. Москва, Старомонетный пер., 29

³Лундский университет

SE—223 63 г. Лунд, Швеция

ОЦЕНКА КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (2001 – 2002 Г.)

Каган А.М., Мельникова А.Г.

Ихтиофауна Камского водохранилища в настоящее время представлена преимущественно малоценными карповыми и окуневыми: запасы малоценных и слабо осваиваемых промыслом видов рыб (уклейка, тюлька, густера, плотва, окунь и др.) составляют около 70% промзапаса. Осетровые и лососевые, которые до зарегулирования стока р. Камы составляли значительную долю в промуловах, в настоящее время в ихтиокомплексе водохранилища практически отсутствуют. Ценными видами считаются лещ, судак, щука, налим. Потенциальная промысловая рыбопродуктивность невысока: 7.4 кг/га; фактическая же промысловая рыбопродуктивность находится на уровне 1 кг/га.

Один из основных путей улучшения качественного состава и увеличения количества получаемой рыбопродукции — пастбищное рыбоводство. Необходимым условием для определения видового состава и количества молоди, которую можно ежегодно выпускать в водохранилище, является оценка кормовой базы рыб, одним из основных компонентов которой является зообентос.

Общая биомасса зообентоса Камского плеса водохранилища в 2001 г. составила 6.8 г/м², в 2002 г. — 10.48 г/м², но большая ее часть 65.7% и 80.8%, соответственно, создается крупными моллюсками, в основном *Viviparus viviparus* (L.), и *Dreissena polymorpha* Pallas. Показатели кормовой биомассы в оба года достаточно сходны, и в среднем составляют 2.2 г/м². Основными ее компонентами являются характерные для водохранилища группы: олигохеты, составляющие 46.2% от всего «мягкого» зообентоса, личинки хирономид (41.9%) и мелкие моллюски (9.5%). Низкие и практически одинаковые величины кормовой биомассы в исследуемый период характерны для центрального и приплотинного районов Камского плеса — 1.95 и 1.6 г/м², соответственно. Наибольшая биомасса «мягкого» бентоса отмечена в верхнем районе — 3.02 г/м².

Среди заливов Камского водохранилища наиболее благоприятные условия для нагула рыб — бентофагов складываются в Сылвенском и Обвинском заливах, где средняя биомасса кормового бентоса равна 2.8 и 13.4 г/м², соответственно. Преобладающее развитие в Сылвенском заливе получают мелкие моллюски, в основном молодь *D. polymorpha*

составляя в среднем 64.2% «мягкого бентоса». В Обвинском заливе доминируют олигохеты и хирономиды — 89.8% веса всех донных животных. Иньвенский, Косьвенский и Чусовской заливы характеризуются более низкими значениями кормовой биомассы.

Таким образом, наиболее кормными участками в исследуемый период являются верхний район Камского плеса и Сылвенский и Обвинский заливы водохранилища.

По сравнению с 1993 г (последние экспедиционные исследования Камского водохранилища), когда кормовые организмы (1.05 г/м^2) в зообентосе составляли 10%, в 2001 и 2002 гг. количество «мягкого» бентоса увеличилось в 2 раза, до 2.3 и 2.0 г/м^2 , соответственно.

Перспективным объектом — бентофагом для вселения в Камское водохранилище является стерлядь, которая была обычна на этом участке р. Камы до зарегулирования стока реки и начала ее интенсивного загрязнения. Для оценки необходимых объемов воспроизводства стерляди следует определить продукцию бентофауны, а так же долю этой продукции, которая используется в питании рыбой Камского водохранилища в настоящее время.

Пермское отделение ГосНИОРХ

614002, г. Пермь, ул. Чернышевского, 3.

E-mail: annamk@narod.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОМСТОКОВ БУМАЖНЫХ КОМБИНАТОВ

Казакова Н.С., Каган А.М., Картунова Т.А., Третьякова С.А.

Сброс недостаточно очищенных сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности оказывает большое влияние на все звенья трофической цепи экосистемы водоема. Происходит обеднение, а то и полное исчезновение некоторых видов, что в свою очередь сказывается на процессах самоочищения водоема и обеднении кормовой базы рыб.

Как известно из литературных источников, органические взвешенные вещества (волокна), находящиеся в сточных водах целлюлозно-бумажных комбинатов, усиливают эвтрофикацию водоемов, пополняя за счет бактериальных процессов запас биогенных и окисленных органических соединений. Последние стимулируют развитие фитопланктона, особенно синезеленых водорослей, обладающих наиболее высокой способностью к миксотрофизму и гетеротрофизму. Проведенные исследования по влиянию сточных вод Камского целлюлозно-бумажного комбината на гидробионтов Воткинского водохранилища подтвердили этот тезис.

Выше сброса сточных вод целлюлозно-бумажного комбината основной фон альгофлоры по всей акватории создавали диатомовые водоросли (49—67% общей численности 75—98% общей биомассы), главным образом это виды рода *Thalassiosira*.

В зоне сброса сточных вод вблизи коллектора ЦБК, резко возрастает обилие синезеленых водорослей, главным образом *Lyngbya limnetica*, которая составляет 90% общей численности фитопланктона.

Ниже по течению, в 500 м от коллектора, продолжалась усиленная вегетация синезеленых водорослей, численность которых достигала 57.8 млн.кл/л при биомассе 0.21 г/м^3 .

На расстоянии 1 км от коллектора по всему разрезу в количественном отношении господствовали синезеленые водоросли, достигая максимальных значений в правобережье — 67.3 млн.кл/л . В 2 км ниже коллектора вегетация синезеленых водорослей снижалась, хотя продолжала оставаться довольно высокой — 38.2 млн.кл/л . На разрезе, распо-

ложенном в 19 км от зоны сброса сточных вод вегетация синезеленых сократилась до 1.0 млн.кл/л, однако они продолжали главенствовать в общей численности фитопланктона (до 70%) по всему разрезу.

При массовом развитии этих водорослей в пелагиали водоема наблюдается угнетение зоопланктеров, выделениями в воду токсических веществ. Кроме того, из-за крупных размеров, эти водоросли не используются рачками в пищу, то есть происходит снижение кормовой базы зоопланктона, что в свою очередь сказывается на его численности и биомассе.

Выше сброса сточных вод КЦБК отмечено 35 видов представителей зоопланктона.

В зоне влияния стоков КЦБК найдено только 19 видов из которых большую часть составляли веслоногие рачки (10 видов), а в 2 км от места сброса и ниже — более богат видовой состав коловраток.

В районе коллектора найдено 16 видов зообентоса. В пробах полностью отсутствуют моллюски и пиявки. Преобладающее развитие получают хирономиды (11 видов), которые составляют 95% биомассы всего бентоса.

В 500 метрах ниже коллектора формируется олигохетно — хирономидное сообщество, что характерно для биоценозов загрязненных водоемов. Двукрылые составляют 54% общей биомассы бентоса, а олигохеты — 44%. На дне наблюдаются отложения целлюлозных волокон, которые отмечаются вплоть до Сюзьвенского залива (4.5 км от места сброса сточных вод). Как и в зоне коллектора, здесь отсутствуют моллюски. Этот разрез, точно так же как и предыдущий, характеризуется низким видовым разнообразием — 10 видов гидробионтов и отсутствием крупных фильтраторов.

Пермское отделение ГосНИОРХ

614002, г. Пермь, ул. Чернышевского, 3.

E-mail: annamk@narod.ru

БАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ЭКОСИСТЕМЕ ПРЕСНОВОДНОГО ВОДОЕМА

Казанцева Т.И.

Балансовая модель экосистемы, описывающая потоки энергии, проходящие через каждый элемент экосистемы за определенный интервал времени, дает возможность количественно оценить роль каждого компонента в процессах трансформации энергии внутри экосистемы, в том числе и его место в трофической сети водоема.

Модель представляет собой систему соотношений, позволяющих для каждого компонента рассчитать, какое количество энергии потреблено, рассеяно, утилизировано и передано другим компонентам при переходе системы из одного заданного состояния в другое. Данный метод был использован для расчета энергетических потоков в экосистеме озера — питомника Большой Окуенок Лужского района Ленинградской области в течение вегетационных сезонов (с мая по ноябрь) 1986 и 1987 гг. Всего в экосистеме было выделено 33 живых и 3 неживых компонента. Интервалы между датами наблюдений составляли от 4 суток в июле — августе до 30 суток в октябре — ноябре. Для каждой даты при балансовых расчетах считались известными общие характеристики водоема, а также биомассы и численности каждого живого компонента экосистемы.

Балансовое равенство компоненты экосистемы для интервала времени описывает изменение его биомассы как результат прироста биомассы, обеспеченного ассимилированной энергией, и убыли биомассы в результате выедания, естественной смертности и изъятия из системы. Сгруппировав компоненты экосистемы по трофическим группам,

можно видеть, какое количество энергии каждой группы потребляется другими группами, какую долю составляет эта группа в рационе других групп и как меняется эта доля в течение вегетационного сезона и от года к году.

В частности, оказывается, что в оба сезона в питании гидробионтов озера Б. Окуненок была чрезвычайно велика роль бактерий и детрита. На протяжении сезона доля детрита в рационе нехищного зоопланктона изменялась от 22 до 95% в 1986 г. и от 23 до 75% в 1987 г. Хищный зоопланктон в 1986 г. лишь в малой степени мог удовлетворять свои пищевые потребности за счет мирного зоопланктона, так как биомассы его основных пищевых компонентов в течение почти всего сезона были малы. Зато в 1987 г. благодаря массовому развитию *Cladocera* рацион хищного зоопланктона на 40—80% состоял из нехищного зоопланктона. Рыбы — планктофаги в оба года могли питаться главным образом зоопланктоном лишь в самом начале сезона, когда их рационы были еще достаточно малы. По мере роста мальков и увеличения их пищевых потребностей все большую роль в их питании начинали играть детрит и сине-зеленые водоросли. В 1986 г. очень низкая биомасса бентоса обусловила малую его долю в рационе мальков бентофага карпа. В 1987 г. большое количество личинок хирономид на протяжении большей части сезона обеспечило карпам полноценное питание, чем и объясняется, вероятно, высокая скорость прироста их массы в этом сезоне.

Зоологический институт РАН

199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 1

E-mail: model@zin.ru

ЗАВИСИМОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖАБЕРНОЙ КРЫШКИ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* L.) ОТ ТРОФИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВОДОЕМАХ

Камшилова Т.Б., Комов В.Т.

У рыб кости растут пропорционально всему организму, отражая его рост и, соответственно, по морфометрическим показателям жаберной крышки окуня можно сделать оценку условий жизни рыбы в различных водоемах. Первый год роста рыб во многих отношениях является ключевым и, кроме того, хорошо определяется на жаберной крышке.

Проанализировано 723 отсканированных изображения жаберных крышек окуней, отловленных в 1989—1999 гг. в Рыбинском водохранилище и трех небольших озерах (нейтральном, кислом светловодном и кислом темноводном), расположенных вблизи водохранилища на территории Дарвинского заповедника.

Наибольшая площадь зоны жаберной крышки, сформированной в первый год жизни, отмечена у окуней из Рыбинского водохранилища и кислого светловодного озера: этот показатель у рыб из нейтрального озера был в два раза, а у рыб из кислого темноводного в полтора раза ниже. Более высокий темп роста рыб в этот период у окуней из водохранилища и кислого светловодного озера, по-видимому, связан с обильной кормовой базой, так как для этих водоемов характерен крупный и многочисленный зоопланктон. Наименьшая площадь жаберной крышки, а следовательно и темп роста в этот период у рыб из нейтрального озера, что определяется преобладанием в этом водоеме мелкого не агрегированного зоопланктона, который в меньшей степени удовлетворял потребности питания молоди окуня.

Результаты исследования выявили обратную линейную корреляционную зависимость между площадью жаберной крышки первого года и углом жаберной крышки

($r=-0.21$ — -0.26 , $p<0.002$) для рыб из Рыбинского водохранилища и кислого светлого озера.

Сравнительный анализ морфометрических характеристик жаберных крышек самок и самцов окуней показал, что величина угла жаберной крышки достоверно отличается только у рыб отловленных в Рыбинском водохранилище: у самцов угол больше, чем у самок (69.8° и 67.5° соответственно). Это может свидетельствовать о меньшей скорости роста самцов по сравнению с самками. В других водоемах отличия были статистически недостоверны, а абсолютные величины составляли 71.5° для нейтрального, 68° для кислого светлого и 71.1° для кислого темноводного озера.

Выявлена статистически значимая зависимость между величиной площади жаберной крышки, образованной в первый год жизни, и возрастом рыб из Рыбинского водохранилища ($r=0.59$, $p<0.001$). У рыб старшей возрастной группы площадь жаберной крышки первого года жизни больше, чем у рыб из младших возрастных групп. Исходя из этого, можно предположить, что до возраста 7—11 лет доживают в основном только экземпляры, достигшие наибольшего размера в первый год жизни. Возможно, это объясняется выеданием хищными рыбами сеголеток окуней сравнительно небольших размеров. Эта же закономерность, но несколько менее выраженная, характерна и для нейтрального озера ($r=0.46$, $p<0.001$). В этом озере видовой состав хищных рыб, в отличие от Рыбинского водохранилища, ограничен щукой и окунем. Для кислых озер, где щука, судак, налим и крупноразмерный окунь не встречаются, такая зависимость отсутствует.

Таким образом, такие морфометрические показатели жаберной крышки окуня, могут служить для современной и ретроспективной оценки, по крайней мере, двух параметров трофической структуры экосистемы водоемов. Во-первых, степени развития кормовой базы для молоди окуня и, во-вторых, наличия в водоеме тех или иных видов хищных рыб.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: ktb@ibiw.yaroslavl.ru

РЕАКЦИЯ МИДИЙ НА ОДНОКЛЕТОЧНУЮ КРАСНУЮ ВОДРОСЛЬ *PORPHYRIDIDIUM CRUENTUM*

Карпенко Л.А., Карпенко А.А., Айздайчер Н.А.

При исследовании питания мидий *Mytilus trossulus* Gould, 1850 и *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) культурами одноклеточных водорослей *Nannochloropsis* sp. (Chlorophyta), *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin (Bacillariophyta) и *Porphyridium cruentum* Näg (Rhodophyta) отмечены различия в реакции моллюсков на предложенный корм.

Мидий, предварительно выдержанных в аквариумах с отфильтрованной и аэрируемой морской водой в течение 12 ч, помещали в другие аквариумы с аналогичной средой, в которую добавляли микроводоросли в количествах, позволявших создавать начальные концентрации этих культур в среде 15.5×10^3 и 22.5×10^3 клеток/мл. В среде с *P. cruentum* при концентрации 15.5×10^3 клеток/мл *Mytilus trossulus* начинали активно выделять обильные псевдофекалии в виде слизистых нитевидных образований в среднем через 30 мин после введения водоросли в аквариальную среду и через 18 мин при увеличении концентрации до 22.5×10^3 клеток/мл. *Crenomytilus grayanus* реагируют на *Porphyridium cruentum* медленнее по сравнению с предыдущим видом *M. trossulus*. Выделение псевдофекалий у них происходит через 68 и 30 мин соответственно. В присутствии других микроводорослей в аналогичных условиях образование псевдофекалий у мидий не наблюдалось.

При наблюдении под микроскопом псевдофекалий, отобранных у моллюсков сразу же после их выделения в среде с *Porphyridium cruentum*, обнаружено большое количество клеток этой водоросли, выпавшие клетки ресничного эпителия нескольких типов, а также отдельные реснички. Исследование пеллет мидий, которые отбирали у моллюсков, пересаженных в аквариумы с водой без микроводорослей, показало, что часть *P. cruentum* поглощается мидиями, но ее клетки проходят через пищеварительную систему моллюсков практически не усвоенными.

Моллюски — фильтраторы, к которым относятся мидии, не имеющие пищевой ценности частицы выбрасывают из мантийной полости в виде псевдофекалий. Наблюдаемое образование псевдофекалий у исследованных видов мидий в присутствии *P. cruentum* показало, что она не пригодна для питания мидий. Кроме того, клетки *P. cruentum* оказывают повреждающее воздействие на ресничный эпителий, вызывая выпадение ресничных клеток.

Для выяснения действия водоросли *P. cruentum* на ресничный эпителий моллюсков, была проведена регистрация двигательной активности ресничек изолированных жаберных филламентов мидии *Crenomytilus grayanus*, помещенных в среду с *Porphyridium cruentum*. Внимание обращали на следующие типы ресничек филламента жаберной мидии: фронтальные, латеральные, латерофронтальные цирри. Показано, что латерофронтальные цирри прекращали свое биение в присутствии *P. cruentum*. Более выраженно реагировали на водоросль реснички латеральных клеток. На первых минутах у них начинали появляться стоп-эффекты — мгновенная временная остановка биения ресничек. Со временем частота появления стоп-эффектов увеличивалась. Частота биения латеральных ресничек также изменялась за время эксперимента, вплоть до прекращения работы. Фронтальные реснички не реагировали на присутствие *P. cruentum*.

Институт биологии моря ДВО РАН
690041 Владивосток, ул.Пальчевского, 17.
E-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

ВКУСОВЫЕ И ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПЛОТВЫ И ЛИНЯ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ИХ ПИТАНИЯ

Касумян А.О., Марусов Е.А., Николаева Е.В., Прокопова О.М.

Линь и плотва занимают в водоеме разные экологические ниши. Из литературы известно, что рыбы этих видов в первые годы жизни потребляют планктонных ракообразных, а также личинок насекомых. У плотвы это в основном мотыль, а линя используют в питании широкий спектр бентических беспозвоночных, включая личинок комаров, ручейников, веснянок, моллюсков, бокоплавов. Заметную роль в пищевом спектре плотвы играют водоросли. Роль вкуса и обоняния в поведении рыб различна. Пищевые химические стимулы, опосредуемые обонятельной и вкусовой рецепцией, в определенной степени обеспечивают избирательность питания рыб, и, наряду с другими факторами, влияют на их рацион и специфику потребления кормов из водоема. Нами исследовались особенности обонятельных и вкусовых поведенческих ответов плотвы и линя на первых годах жизни. В качестве запаховых раздражителей применялись растворы экстрактов различных кормовых организмов, их внешние метаболиты, а также растворы свободных аминокислот. Вкусовыми стимулами служили экстракт мотыля, 4 классических вкусовых вещества и 21 свободная аминокислота, которые вводились в агар-агаровые гранулы. Пищевые запахи и растворы некоторых аминокислот стимулировали у рыб обоих видов поисковое плавание

в придонных слоях воды с характерными тестирующими поклевками. Интенсивность и продолжительность ответов у линей была невысокой, привлечение и локализация источника стимула выражено относительно слабо. У плотвы реакции были еще более кратковременны, поклевки достаточно редки, привлечение к запаху нечеткое, а его локализация отсутствовала. Из использованных в опытах аминокислот только аланин и пролин вызывали пищевые реакции у обоих видов. Наибольшей вкусовой привлекательностью для линей и плотвы обладали гранулы с экстрактом мотыля. Среди классических вкусовых веществ лимонная кислота оказалась высокоэффективной только для линей, а сахароза достоверно увеличивала потребление гранул плотвой, что может быть связано с наличием растительности в рационе последней. Из 21 аминокислоты увеличивали потребление гранул линей 12, плотвой — только 8. Вкусовые спектры стимулирующих аминокислот у подопытных видов совпадали лишь частично, включая серин, аргинин, аланин и глутамин, причем корреляция (ранговый коэффициент Спирмена) спектров потребляемых аминокислот у этих видов отсутствовала. Для линей практически все обонятельно активные аминокислоты оказались привлекательными по вкусу. Спектры вкусовых и обонятельных стимуляторов плотвы были перекрыты лишь на половину (4 из 8). Таким образом, запаховые и вкусовые стимулы играют определенную роль в пищедобывательном поведении обоих видов. Выявленная особенность вкусовой чувствительности линей — широкий спектр привлекательных веществ, является одним из механизмов, позволяющих проявлять высокую пищевую пластичность.

*Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
119992, ГСП—2, Москва, Ленинские горы, МГУ, биофакультет, кафедра ихтиологии.
E-mail: alex_kasumyan@mail.ru*

ИЗМЕНЕНИЯ В ТРОФИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, ВЫЗВАННЫЕ ВСЕЛЕНИЕМ ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОЙ ТЮЛЬКИ

Кияшко В.И.,¹ Степанов М.В.²

В конце 90-х годов в Рыбинском водохранилище произошли существенные изменения в структуре рыбной части сообщества. Параллельно с сокращением численности популяции одного из основных планктофагов — снетка, в водохранилище самопроизвольно вселилась черноморско—каспийская тюлька. Она расселилась по всем плесам, образуя скопления разной плотности в пелагиали в зонах аккумуляции биомасс (глубины 8—16 м) и в мелководных заливах (глубины 3—8 м). Кроме этого к середине 90-х гг. практически исчез из уловов ерш. В настоящее время популяция его восстанавливается, однако пока он ловится только в литоральной зоне. Перестройка структуры рыбного населения в первую очередь сказалась на кормовой базе хищных рыб, так как снеток и ерш, наряду с плотвой и окунем, составляли основу их рациона. Снетком в большей степени питался основной пелагический хищник — судак, ершом — налим и окунь. Щука потребляла главным образом плотву и окуня. Всего в пище хищников отмечалось 16 видов рыб (Иванова, 1966; 1977).

Появление черноморско—каспийской тюльки в экосистеме Рыбинского водохранилища, совпавшее с резким сокращением численности снетка и ерша, привело к серьезным перестройкам во всех звеньях трофической цепи, в частности их конечного звена — хищных рыб. Из рациона хищных рыб практически исчезли, ставшие малочисленными, снеток и ерш. В первые годы расселения тюльки по водоему пища хищников была представлена

молодью и взрослыми видами — абorigенами — плотвой, уклей, синцом, густерой, лещом, окунем. Тюлька встречалась в желудках единично. По мере роста численности тюльки интенсивность ее потребления хищниками увеличивалась и в 2002 г в пищевом спектре всех исследованных хищников тюлька заняла доминирующее положение. Ее доля в пищевом комке судака, окуня, щуки, налима колебалась в пределах 20—80%. Наиболее часто и в большем количестве тюлька используется хищниками в Шекснинском и Моложском плесах, где она образует плотные и устойчивые скопления. Исследованные виды хищников потребляют тюльку в летний и в зимний периоды. При этом летом тюлькой питаются в пелагиали пелагический хищник — судак, на заостровных участках — щука и окунь. Зимой она встречается в желудках всех хищников — налима, окуня, судака, щуки.

Таким образом, самопроизвольно вселившись в Рыбинское водохранилище, тюлька стала основным кормовым объектом для хищных рыб, тем самым, снизив пресс хищников на молодь ценных в промысловом отношении видов.

Работа выполнена при поддержке ФЦП ОБН РАН «Биоресурсы»: госконтракт № 10002—251/ ОБН — 2/151—171/16053—116 (8) и гранта РФФИ № 03—04—48418.

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН

152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,

E-mail: kvi@ibiw.yaroslavl.ru

²Череповецкая инспекция рыбоохраны, Вологодская обл., г. Череповец

БИОМАНИПУЛЯЦИОННЫЙ АСПЕКТ АККЛИМАТИЗАЦИИ СУДАКА В КРУПНЫЕ ОЗЕРА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Коновалов А.Ф.

Акклиматизация судака (*Stizostedion lucioperca* L.) в крупные водоемы Вологодской области проводилась в 1934—1936 годах (озеро Кубенское) и в 1987 году (озеро Воже). Основной целью акклиматизационных мероприятий было улучшение качественного состава уловов за счет ценного промыслового вида. Реализация этой цели возможна только при условии увеличения численности вселенца и успешного включения в систему пищевых отношений. Это связано с увеличением пресса вселяемого хищника на популяции мелкочастиковых рыб, что может способствовать замедлению неблагоприятных процессов при эвтрофировании водоема. Учитывая высокую степень биогенной нагрузки и интенсивное эвтрофирование озер Кубенского и Воже, изучение роли акклиматизированного судака в замедлении неблагоприятных процессов является весьма актуальным. Несмотря на сходство лимнологических условий озер Кубенского и Воже, результаты акклиматизации в них судака оказались неодинаковыми. Численность судака и его доля среди хищных рыб Кубенского озера за весь период формирования популяции была очень низкой. Максимальную численность среди аборигенных хищников имеет щука, которой принадлежит наибольшая регуляторная роль в сообществе. Кубенское озеро является водоемом со смешанной регуляцией, в котором соотношение сил контроля определяется как за счет высокого поступления биогенов, так и вследствие пресса хищников. Акклиматизация судака не оказала заметного влияния на увеличение воздействия хищных рыб на популяции рыб — планктофагов и бентофагов. Поэтому, интродукция судака в Кубенское озеро не может оцениваться как эффективное биоманипулирование.

Вселение судака в озеро Воже представляет единственный пример удачных работ по акклиматизации ценных промысловых рыб в водоемах Вологодской области. Интродукция судака и его натурализация в сообществе озера Воже сопровождается «эффектом

акклиматизации» — резким увеличением количественных и качественных характеристик популяции. В настоящее время судак является наиболее многочисленным видом хищных рыб, в питании которого доминируют преобладающие в водоеме мелкочастиковые виды (плотва, лещ, ерш, окунь). К моменту вселения судака, аборигенные хищники не могли обеспечить эффективного контроля «сверху», поэтому регуляция сообщества осуществлялась за счет эффекта «снизу». Акклиматизация судака способствовала смещению вектора регуляции сообщества, а сама интродукция может расцениваться как пример успешного биоманипулирования. Это позволяет относить интродуцированного судака к ключевым видам сообщества озера Воже. Однако следует учитывать, что в ближайшие годы ожидается сокращение и стабилизация численности вселенца и уменьшение его регуляторной роли в сообществе озера Воже.

*Вологодская лаборатория — филиал ФГНУ ГосНИОРХ
160012, Вологда, ул. Левичева, 5,
E-mail: konovalov@vologda.ru*

СТРУКТУРА ПИЩЕВОЙ СЕТИ СООБЩЕСТВА ПЛАНКТОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА: СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РОЛИ МИКРОБИАЛЬНОЙ «ПЕТЛИ»

**Копылов А.И., Романенко А.В., Масленникова Т.С., Мыльникова З.М.,
Столбунова В.Н., Соловьева В.В.**

Структура трофической сети планктонного сообщества и поток углерода в ней исследовали в мелководных и глубоководном районах Волжского плеса Рыбинского водохранилища в течение июня — октября 1997 года. Общая биомасса планктона, в среднем за месяц, составила в защищенной прибрежной зоне 339—1066 мг С/м³, в открытой мелководной зоне — 141—545 мг С/м³ и в глубоководной зоне — 142—482 мг С/м³. Суммарная биомасса микроорганизмов, входящих в состав микробной «петли» (автотрофный пикопланктон, гетеротрофные бактерии, микроскопические грибы, гетеротрофные флагоеллы, амёбы, инфузории), составляла 21—90% от общей биомассы планктона. Концентрация мельчайшей фракции фитопланктона размером от 0.2 до 2.0 мкм в Рыбинском водохранилище, как правило, была невысокой: 0.2 — 30.9 мг С/м³, что составляло 0.4—12.0% суммарной биомассы фитопланктона. В сезонном аспекте максимального развития автотрофный пикопланктон достигал в августе. В течение исследуемого периода величины биомассы бактериопланктона изменялись незначительно: 106—152 мг С/м³ (защищенное мелководье), 68—112 мг С/м³ (открытое мелководье) и 70—122 мг С/м³ (глубоководная зона). Доля планктонных гетеротрофных бактерий в суммарной биомассе планктона в начале лета составляла 21—37% и увеличивалась к осени, достигая в октябре 46—84%. Для гетеротрофных флагоелл зарегистрированы более существенные колебания биомассы: 25—61 мг С/м³ (защищенное побережье), 4—24 мг С/м³ (открытое мелководье) и 3—33 мг С/м³ (глубоководная зона). Доля гетеротрофных флагоелл в суммарной биомассе планктона варьировала от 1.6 до 12.4%. Наименьшие величины были зарегистрированы в июле—августе, в периоды присутствия в планктоне значительного количества инфузорий и кладоцер. Величины биомассы инфузорий также существенно изменялись в период исследования: 13—68 мг С/м³ (защищенное мелководье), 1—44 мг С/м³ (открытое мелководье) и 1—19 мг С/м³ (глубоководная зона). Доля цилиат в суммарной биомассе планктона варьировала от 0.4 до 10.0%. Наибольшие величины были зарегистрированы в июле — августе и октябре. В течение исследуемого периода максимальные значения пер-

вичной продукции фитопланктона и продукции бактериопланктона были зарегистрированы в защищенном мелководье в июле, а в открытом мелководье и глубоководной зоне в августе. Согласно полученным данным бактериальная продукция составляла 1—171% от продукции фитопланктона. В течение вегетационного сезона отношение величин выедания бактерий гетеротрофными флагеллятами и инфузориями в бактериальной продукции изменялось от 14 до 138%, т.е. в ряде случаев наблюдалось не только полное выедание бактериальной продукции, но и потребление наличной биомассы бактериопланктона. Отношение величин выедания автотрофного пико- и наннопланктона гетеротрофными флагеллятами и инфузориями к продукции фитопланктона колебалось от 1.7% в открытой части до 18.4% в прибрежной зоне водохранилища.

Проведенные исследования структуры и функционирования микробиальных сообществ указывают на важную роль гетеротрофных флагеллят, как потребителей бактериальной продукции в июне и осенью, и инфузорий, как потребителей первичной продукции фитопланктона в июле — августе. В течение всего исследуемого периода простейшие являлись существенным источником пищи для многоклеточных организмов.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами», госконтракт №10002—251/ОБН—2/151—171/160503—116 (8).

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: korylov@ibw.yaroslavl.ru

СТРАТЕГИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ И ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПИТАНИЯ У ПРЕСНОВОДНЫХ ТУРБЕЛЛЯРИЙ

Коргина Е.М.

Ресничные черви, турбеллярии — примитивно организованные многоклеточные животные, относящиеся к числу наиболее обычных представителей водных биоценозов. Они широко распространены во внутренних водоемах. Достигая высокой численности, эти активные хищники могут оказывать существенное влияние на развитие донных и зарослевых биоценозов.

В работе использованы представители постоянных и временных водоемов сем. Typhloplanidae, являющиеся самыми крупными рабдоцелидами. *Mesostoma lingua*, *Bothromesostoma essenii*, *Megaloderostoma polycirra* являются хищниками, со слабо выраженной избирательностью. В основном при отлове и удерживании добычи используется клейкая нить. Схватывание производится и при непосредственном контакте с использованием хеморецепции. У турбеллярий хорошо развит хемотаксис, что позволяет им быстро находить добычу. При наличии жертв, черви начинают поиск: двигают вентрально расширившимся передним концом тела в горизонтальной плоскости и периодически поднимают его вверх, при этом остальная часть тела малоподвижна. При схватывании добычи передний конец мезостомы уплощен, а с боков вентральная поверхность образует небольшие валики, таким образом, вдоль рыльца образуется желобок. В этот момент в поперечном разрезе передний конец имеет форму тупоугольного равнобедренного треугольника. Пойманная добыча, например рачок, накрывается вентральной поверхностью тела и удерживается в образовавшемся желобке. Передний конец подгибаясь, обхватывает добычу и подталкивает ее к ротовому отверстию, из которого выдвигается глотка. С ее помощью происходит разрушение покровов жертвы и высасывание внутреннего содержимого рачка с дальнейшим поступлением его в кишечник хищника. В момент питания черви ак-

тивно продолжают улавливать и удерживать проплывающих мимо рачков. При схватывании более крупной добычи и удерживании ее при высасывании, вокруг ротового отверстия образуются мускульные складки, валики, удерживающие добычу. В том случае, когда добыча слишком велика, турбеллярия удерживала ее всей брюшной поверхностью, при этом сама прикреплялась передним концом за дно сосуда образовавшимися мышечными валиками на нижней стороне тела.

Крупные рабдоцелиды улавливают и употребляют в пищу ветвистоусых и веслоногих раков, олигохет, личинок поденок, хирономид, хаборид, остракод. Крупный активный хищник *Megaloderostoma polycirra* в первую очередь поедает *Mesostoma rhynhotum*, живущую с ним в одном водоеме.

Отродившаяся молодежь питается самостоятельно, но в основном не способна сама отловить добычу, поэтому употребляет в пищу, рачков, пойманных взрослыми животными. Широкий спектр питания дает турбелляриям возможность населять водоемы различных широт. В местах с высокой численностью они представляют собой серьезных конкурентов животным, питающихся теми же пищевыми объектами.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742
Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок.*

СУКЦЕССИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ ЭВТРОФИРОВАНИЯ

Корнева Л.Г.

Эвтрофирование, как процесс новообразования органического вещества в водоеме, в результате углубленных исследований комплекса лимнических процессов превращения вещества и энергии стало интегрирующей характеристикой водных экосистем и составило основу биолимологической классификации и типологии водоемов. Исходной энергетической базой для всех последующих этапов продукционного процесса в воде является органическое вещество растительного происхождения, а основным компонентом, способным самостоятельно его создавать, из автотрофных организмов — фитопланктон. Функционирование искусственных водных объектов, водохранилищ, зависит как от режима эксплуатации, так и от крупномасштабных природных процессов, происходящих над водосборной площадью их бассейнов (Никонова, Бортник, 1994; Смирнов и др., 1993; Корнева, 1999; Абакумов и др., 2000; Пырина, 2000; Лазарева, 2001). Как и естественные пресноводные объекты (реки, озера) водохранилища в ходе своего развития подвержены процессу природного и антропогенного эвтрофирования. Одной из актуальных задач является обнаружение закономерностей изменения структуры сообществ фитопланктона в ходе лимногенеза.

Зарегулирование стока р. Волга началось с участков ее верхнего течения. Водохранилища Верхней Волги (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское) строились длительный период с 1937 по 1957 гг. Процесс формирования собственного фитопланктона водохранилищ завершился в первые 5—7 лет их существования (Волга и ее жизнь, 1978). По оценкам 1969—1972 гг. все водохранилища Верхней Волги относили к мезотрофному типу, за исключением Иваньковского, которое характеризовалось как мезотрофно-эвтрофное. По данным 80—90-х годов прошлого столетия Иваньковское и Горьковское водохранилища можно рассматривать как эвтрофные водоемы, а Рыбинское — мезотрофно-эвтрофный (Охапкин и др., 1997; Korneva, Solovyova, 1998; Минеева и др., 2001 и др.). В последние годы в водохранилищах Верхней Волги наблюдалось постепен-

ное увеличение среднего содержания общего фосфора в воде, как основного лимитирующего фактора развития фитопланктона, по сравнению с его значениями, полученными в конце 60-х — начале 70-х годов: в Ивановском — от 0.095 до 0.110 мг Р/л, в Угличском — от 0.073 до 0.114 мг Р/л, в Рыбинском — от 0.049 до 0.087 мг Р/л, в Горьковском — от 0.023 до 0.061 мг Р/л. Все это свидетельствует о непрерывном процессе эвтрофирования верхневолжских водохранилищ. В водохранилищах обычно показатели биопродуктивности не соответствуют обеспеченности водоемов фосфором (Мосияш, Саппо, 1983; Даденко, 1991; Минеева, Разгулин, 1995; Корнева, 1999). Биодоступность фосфора для фитопланктона верхневолжских водохранилищ снижалась за счет сорбции фосфатов взвешенными в воде веществами, количество которых значительно увеличилось после зарегулирования стока р. Волги.

Изучение изменения различных структурных показателей фитопланктона в ходе экзогенной сукцессии экосистем верхневолжских водохранилищ неразрывно связано с многолетними наблюдениями. На основании последних установлено, что ценогенез фитопланктона водохранилищ направлен на поэтапное увеличение в сообществах фитопланктона верхневолжских водохранилищ лимнофильных автохтонных пресноводных и аллохтонных эвригалинных видов диатомовых водорослей, выдерживающих высокое содержание органического вещества, и жгутиковых миксотрофных криптоноад и золотистых водорослей, способных к активному переносу вещества и энергии.

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ, проекты № 01—04—48542, 01—05—64684 и при поддержке ФЦП «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами», госконтракт №10002—251/ОБН—2/151—171/160503—116 (8).

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, РАН,
152742, Борок, Ярославская область,
E-mail: korneva@ibiw.yaroslavl.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛОНОВОЙ КУЛЬТУРЫ *SPIRULINA PLATENSIS* (NORDST.) GEITL.

Коробкова Т.П., Чернова Н.И., Киселева С.В.

Известный полиморфизм культуры *Spirulina platensis* создает определенные трудности в использовании ее в массовом производстве высококачественного белка и ряда биологически активных веществ. Появление в лабораторной популяции спироулины вариантов, морфологически близких другим видам, создает проблему в определении альгологической чистоты культуры, так как возникают трудности в дифференциации возможного заражения другими видами спироулины и осцилляториями. Решение этой проблемы может облегчить знание онтогенеза, понимание естественной морфологической изменчивости применяемого штамма в зависимости от условий выращивания, способа хранения посевного материала. В связи с тем, что при полунепрерывном и периодическом способах выращивания микроводорослей предусматривается значительное число пересевов (пассажей) культуры, возникает необходимость изучения стабильности *Spirulina platensis* по морфологическим признакам.

Работа проводилась с клоновой культурой *Spirulina platensis* штамм 1/02, выделенной из фотокультураторов пилотной установки лаборатории возобновляемых источников энергии, где она выращивается в полунепрерывном режиме в течение длительного периода. При этом использовался метод, основанный на подвижности гормогониевых водорослей на агаровой среде на чашках Петри. В дальнейшем культура с твердой среды была пе-

ренесена в пробирки (20 см×2 см) с жидкой средой Заррук'а в условиях постоянного освещения (2000 лк), при температуре 28—30° С. Культура представлена трихомами синезеленого цвета, шириной 6 мкм, у поперечных перегородок слегка перешнурованными, к концам не суженными или суженными слегка, с закругленными конечными клетками. Культура образует спирали длиной до 520 мкм, шириной оборотов 25—38 мкм, шагом спирали 40—80 мкм. Длина клеток в 1.5—2 раза меньше ширины.

Пассирование проводили на среде Заррук'а каждые две недели. Было проведено 8 пассажей в течение 4-х месяцев. Температура выращивания, освещенность, объем посевного материала (20 v%) оставались одинаковыми на протяжении всего опыта. Стабильные условия выращивания, способствующие нормальному развитию культуры, подтверждены анализами потребления культурой источников азота и углерода, нарастанием биомассы к концу 2-х недельного цикла культивирования перед следующим пассажем. Исследование морфологии проводили с использованием микроскопа JenaVal (C. Zeiss) в конце каждого пассажа.

После 3-его пассажа были обнаружены два морфологических варианта, резко отличающиеся от исходной культуры: вариант 1/02—Т/03 с толщиной трихома 8—10 мкм, образующего спираль с шириной оборотов 6—8 мкм и шагом спирали 30—50 мкм, длиной клетки 4—5 мкм, длиной трихома до 600 мкм и вариант 1/02—П/03, отличающийся прямым или слегка волнистым трихомом шириной 6—8 мкм, длиной клетки 4 мкм, длиной трихома до 500 мкм. Число особей варианта 1/02—Т/03 было незначительным (меньше 0.01%), и не нарастало в процессе следующих пассажей. Число особей варианта 1/02—П/03 первоначально бывшее менее 0.1%, к концу восьмого пассажа увеличилось до 20%. Оба варианта были выделены в альгологически чистом виде для дальнейшего изучения их стабильности, реверсии к исходному типу и т.д.

МГУ им. М.В. Ломоносова, лаборатория возобновляемых источников энергии географического факультета.

119992 Москва, ГСП-2, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет,

E-mail: rsegeogr@gol.ru.

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНУТРИ МИКРОБИАЛЬНОЙ ПИЩЕВОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОЙ РЕКИ

Косолапова Н.Г., Мыльникова З.М.

По современным данным (Porter 1988, Бульон 2002, и др.), сообщества микробной трофической сети или микробной «петли», трансформируя до 90% первичной продукции, являются неотъемлемой ступенью в потоке энергии водных экосистем. Появление концепции микробной пищевой «петли» (Pomeroy, 1974; Azam et al. 1983, Бульон 2002), в значительной степени усилило интерес к изучению простейших (гетеротрофных флагеллат и цилиат).

Исследование трофических взаимодействий бактерий и простейших проводили на р. Латка, которая впадает в Рыбинское водохранилище. Пробы воды отбирали на 6 станциях, различающихся по некоторым гидробиологическим параметрам. Изучали видовой состав, численность и биомассу бактерий, гетеротрофных жгутиконосцев и инфузорий. Одна из станций (ст. 3) — находится у сброса стоков сыроваренного завода небольшой мощности. Две станции (ст. 1 и ст. 2) расположены выше по течению, ст. 2 представляет бобровый пруд на реке. Станции 4—6 находятся ниже сброса стоков завода. Отбор проб проводили в 2000 г. с мая по ноябрь. Для подсчета численности, биомассы бактерио-

планктона и простейших, а так же для определения видового состава гетеротрофных жгутиконосцев и инфузорий использовали общепринятые методики.

Всего в планктоне р. Латка зарегистрировано 41 вид гетеротрофных жгутиконосцев, относящихся к 10 крупным таксонам и 46 видов инфузорий из трех классов: Kinetofragminophora — 15 видов, Oligohymenophora — 17 видов, Polyhymenophora — 14 видов.

Большинство флагеллат, обнаруженных в реке — бактериотрофги, по способу питания они относятся к фильтраторам, для многих характерен активный поиск пищи. Для захвата и поглощения пищи типичные бодониды используют оформленное ротовое отверстие (цитостом) и глотку (цигофаринкс), а амeboидные жгутиконосцы — псевдоподии, напоминающие таковые амeб. Два вида из зарегистрированных флагеллат относятся к облигатным хищникам.

Среди найденных инфузорий выделены 5 трофических групп — бактерио–детритофаги, альгофаги, гистофаги, неселективно всеядные виды, хищники.

Бактерио–детритофаги доминируют на ст. 2 и 3, где они составляют 67 и 99% соответственно от общей численности инфузорий. На других станциях преобладают альгофаги. На ст. 5 и 6 встречаются только альгофаги.

В весенний период между численностью жгутиконосцев и бактерий существует высокая положительная корреляционная зависимость. Летом в июле высокий коэффициент корреляции наблюдается между количеством инфузорий и жгутиконосцев (0.6), а также инфузорий и бактерий (0.7). В осенний период такая зависимость существует между всеми тремя группами микробальной трофической цепи. На станции с наибольшей скоростью течения коэффициенты корреляции близки к 1. На загрязненной стоками станции отмечена высокая связь между биомассой инфузорий и бактерий (-0.6), а также жгутиконосцев и бактерий (-0.7).

*Институт биологии внутренних вод РАН, Борок Ярославской области
152742 Ярославская обл., Некрузский р-он, пос. Борок,
E-mail: kng@ibiw.yaroslavl.ru*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПИТАНИЯ СИГА В ОЗЕРЕ ЧУНА ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА В 60–ЫЕ ГОДЫ И В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Котлова Т.Н.

Для изучения особенностей динамики популяции видов с целью проведения сравнительного анализа необходимо располагать информацией о ее состоянии на протяжении определенного промежутка времени.

Ихтиофауна озера Чуна была хорошо изучена в 50–60-х годах (Решетников, 1962, 1963). Сиги Чунозера по числу жаберных тычинок представляют довольно однородную популяцию с числом жаберных тычинок от 19 до 30. По характеру питания они бентофаги с широким спектром пищевых компонентов. Данные о питании сигов собранные в начале 60-х годов, говорят о довольно широком спектре питания. Он включает весь набор пищевых компонентов водоема от планктонных ракообразных до моллюсков и воздушных насекомых (Решетников, 1962, 1963), в общей сложности более 60 видов животных. Этот список включает планктонные организмы, личинок и куколок хирономид, мошек, ручейников, поденок, веснянок, молодь и взрослых особей остракод, водяных клопов и клещей, мол-

люсков, бокоплавов, олигохет, нематод, различные группы наземных и воздушных насекомых, молодь рыб (ерш, окунь, голянь) и икру ряпушки, сига, хариуса (Решетников, 1962).

Исследования, проведенные осенью 2000 — зимой 2001 годов, позволяют охарактеризовать особенности динамики популяции сига на современном этапе. Сиги представлены только малотычинковой формой *Coregonus lavaretus*. При исследовании желудков сига, отобранных в данный период, наиболее часто в них встречались двустворчатые моллюски рода *Unio* и брюхоногие моллюски рода *Bithynia*. Они преобладали по численности. Личинки хирономид и мокрецов занимали второе место. Далее по преобладанию шли личинки ручейников. Второстепенными пищевыми объектами служили икра, мальки, семена растений, так как встречались они редко и их количественный и качественный видовой состав незначителен.

Сравнение данных о характере питания сига в предыдущие годы и в настоящее время вызывает некоторые затруднения. Это связано с тем, что наши исследования касаются осенне-зимнего сезона, когда питание сига замедляется или вовсе прекращается, поскольку сиги в это время нерестятся. Поэтому данные о характере питания сига, касающиеся лишь этого времени, не отражают в полной мере изменчивость условий питания по сезонам. Характеристика спектров питания отображается различием пищевых компонентов по сезонам. Так, в августе это число составляет 14 компонентов (по Решетникову, 1961, 1962), а в сентябре — декабре оно сокращается до 5 (осенне-зимний период 2000—2001 гг.). Состав пищи сига в осенних уловах 50—60-х годов практически не отличается от кормовых объектов в настоящее время. Сравнивая характеристики питания, можно сделать вывод, что кормовая база не претерпела значительных изменений в ходе развития популяции сига Чунозера и имеет сходный состав с предшествующими годами.

Институт проблем промышленной экологии Севера (ИПТЭС)

184209 Мурманская область, г. Апатиты.

E-mail: t_kotlova@inep.ksc.ru.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПИТАНИЯ МАЛОТЫЧИНКОГО СИГА (*COREGONUS LAVARETUS*) НА ТЕРРИТОРИИ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА В ОЗЕРАХ НИЖНЯЯ ПИРЕНГА И ОХТОЗЕРО

Котлова Т.Н.

Ихтиофауна исследованных водоемов представлена бентофагами — озерными и озерно-речными ситами, в большей части малотычинковыми, длиной (АС) 27.0—37.0 см., возраст варьирует от 4+ до 9+. Материалы собраны в октябре — декабре 1999 года на территории Лапландского заповедника в озерах Н. Пиренга и Охтозеро. При исследовании питания были рассчитаны частота встречаемости и процентный состав пищи по количеству и массе (Правдин, 1966).

В октябре наиболее часто встречаются бокоплавы *Pontoporeia affinis* (51.3%). Они преобладают по массе и численности (47.5% и 59.6% соответственно). Далее по частоте встречаемости — мелкие двустворчатые моллюски рода *Euglesa* (31.8%). Личинки хирономид занимают третье место. Олигохеты (в пищевом комке обнаружены только задние сегменты тела) встречаются довольно часто, хотя процентный состав по численности и массе мал. Все остальные пищевые объекты служат второстепенными, так как встречаются редко и их количественно-качественный состав незначителен; к ним относятся брюхоногие моллюски, круглые черви, личинки ручейников и мокрецов.

В декабре встречаемость бокоплавов сильно снижается (0.3%), и они обнаружены только в одном случае. Первостепенную роль в питании сига играют личинки хирономид (56%), доля их по массе и численности увеличивается. За ними следуют брюхоногие моллюски и личинки ручейников. Олигохеты встретились только в одном желудке. Икра в пищеварительных трактах сига в декабре не обнаружена.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что малотычинковый сиг, являясь бентофагом, в основном использует в пищу массовых представителей бентоса, таких как личинки хирономид, двусторчатые и брюхоногие моллюски, бокоплавы, олигохеты и другие виды организмов. Спектр питания сига в данных водоемах довольно разнообразен и подвержен сезонным изменениям. Однако в питании сига можно выделить 2—3 основных пищевых компонента (в октябре — бокоплавы, личинки хирономид и двусторчатые моллюски, в декабре — личинки хирономид, брюхоногие моллюски, ручейники). Сезонная динамика питания изменяется слабо, так как данный спектр питания представлен массовыми донными организмами, наиболее доступными в процессе питания. В пище особей различных возрастных групп больших различий нет, так как главную роль в питании играют одни и те же организмы, хотя у более крупных рыб встречаемость таких больших по размерам организмов, как личинки ручейников и брюхоногие моллюски, значительно выше.

Институт проблем промышленной экологии Севера (ИПТЭС)

184209 Мурманская область, г. Апатиты.

E-mail: t_kotlova@inep.ksc.ru.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CRYPTOMONAS SP.*

Крестиненко В.А., Чернышова М.П., Егоренкова И.В., Игнатов В.В.

В последние годы отмечается смена видового состава доминантов в планктонных альгоценозах каскада волжских водохранилищ, что может быть результатом антропогенного эвтрофирования. Об этом свидетельствует, в частности, увеличение доли мелкоклеточных видов водорослей в структуре фитопланктона и повышение численности криптофитовых водорослей с миксотрофным типом питания — индикаторов повышенного содержания органического вещества в водоемах. (Охупкин и др., 1999; Охупкин, 2000). Несмотря на рост экологической значимости криптофитовых водорослей, литературных данных, детально описывающих лабораторное культивирование микроводорослей *Cryptomonas sp.*, мы не обнаружили. Целью нашей работы было оптимизировать условия культивирования криптомонад.

В работе была использована альгологически чистая культура штамма *Cryptomonas sp.*, полученная из Института биологии Санкт-Петербургского университета. Микроводоросли культивировали в стеклянных пробирках и конических колбах. Подсчет численности клеток в культуре проводили с использованием камеры Горяева.

Было выявлено, что наиболее оптимальной для роста микроводорослей была среда Громова по сравнению со средой Хогланда (1/2), средой Гамбурга (1/5) и средой MS (1/10). Численность клеток микроводорослей, выращенных на среде Громова при естественных температуре и освещении, по истечении 6 недель культивирования составила 2×10^5 кл/мл, на других средах численность микроводорослей была в среднем на порядок ниже.

При использовании искусственного освещения (2000 и 4200 Лк, соотношение свет/день = 12/12) наблюдалось угнетение роста криптомонад, что вполне объяснимо, так как в условиях интенсивного освещения микроводоросли испытывают дефицит углекис-

слобога. Применение аэрации культуры водорослей воздухом компенсировало этот негативный эффект. В условиях искусственного освещения и аэрации воздухом численность криптонада уже через три недели культивирования достигала значения 1.6×10^5 кл/мл.

Была выявлена неспособность микроводорослей данного штамма расти на агаризованных средах. Было проведено культивирование криптонада на среде Громова с концентрацией агар-агара от 0.5 до 1.5% и 0.2% фитогеля. В качестве добавки, инициирующей рост водорослей, использовали глюкозу в концентрации 0.5 г/л. Однако, ни в одном из вариантов не удалось обнаружить формирования изолированных колоний *Cryptomonas sp.*

Таким образом, максимальная численность *Cryptomonas sp.* наблюдается при культивировании в среде Громова при искусственном освещении и аэрации.

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН

410049 Саратов.

E-mail: room406@ibppm.sgu.ru

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОБРОВ (*CASTOR FIBER*)

Крылов А.В.

Малые реки характеризуются мозаичной структурой, состоящей из отличающихся по скорости течения биотопов. Наиболее мощные трансформации проточности водотоков происходят под влиянием строительной деятельности бобров. Согласно данным В.Г. Сафонова и А.П. Савельева (2001), в настоящее время бобры обитают в 63 из 87 регионов России, в частности в 45 областях, 12 республиках, 4 краях и 2 автономных округах.

По мере старения и снижения проточности бобровых прудов изменяется трофическая структура зоопланктона — увеличивается соотношение мирных и хищных групп ракообразных — с 0.4 на фоновых (незарегулированных) участках до 18.5 в слабопроточных прудах и до 15.3 в непроточных прудах, заросших макрофитами.

Планктонные беспозвоночные могут использовать пищу из двух источников — из толщи воды и с поверхности субстрата. В бобровых прудах уже в первый год существования и в дальнейшем — по мере их старения и снижения проточности, заметно увеличивается доля фильтраторов и вертикаторов, добывающих пищу в толще воды (с 18.5 ± 5.0 до $66.2 \pm 3.2\%$ от общей численности). Увеличение обилия этой группы зоопланктеров на начальном этапе существования пруда вызвано повышением содержания органического детрита из-за бактериального разложения затопленной прудами лесной подстилки (Nummi, 1989). По этой же причине в первый год формирования прудов происходит увеличение доли организмов, способных добывать пищу с субстрата — вторичных фильтраторов, собирателей — эврифагов — фито- и детритофагов и вертикаторов (с 9.4 ± 0.8 до $21.7 \pm 1.1\%$). Однако по мере старения прудов регистрируется уменьшение их доли, что может быть следствием обильного развития плавающих первичных фильтраторов, представленных крупными видами *Daphniidae*, чья интенсивная фильтрация эффективно перемещает частицы водного столба и снижает оседание пищи, необходимой для животных придонного образа жизни (Korinek et al, 1987; Nummi, 1989).

В зоопланктоне фоновых участков весной максимального обилия достигают вторичные фильтраторы (сем. Chydoridae) и вертикаторы (рода *Euchlanis*, *Brachionus* и др.), добывающие пищу с поверхности субстрата. В летний сезон наблюдается массовое развитие первичных фильтраторов (рода *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Diaphanosoma* и др.) и вертикаторов (рода *Polyarthra*, *Keratella*, *Notholca*, *Conochilus* и др.), добывающих пищу в толще

воды. Осенью, в связи с накоплением органических веществ на поверхности субстрата, их сменяют вторичные фильтраторы (сем. Chydoridae), вертикаторы *Trichocerca*, *Platylas*, *Lecane*, *Monostyla* и др.), собиратели — фито-, детритофаги (*Macrotrix*, *Macrocyclops*), собиратели — эврифаги (*Eucyclops*), добывающие пищу с субстрата. В незарастающих бобровых прудах уже с начала лета и до конца вегетационного периода ведущее положение занимают первичные фильтраторы, добывающие пищу в толще воды (р. *Daphnia*). В зарастающих макрофитами бобровых прудах с середины лета и до начала осени увеличивается доля первичных фильтраторов, ведущих плавающий и прикрепленный к субстрату образ жизни (рода *Sida*, *Scapholeberis*, *Simoccephalus*, *Polyphemus*), а осенью, с постепенным отмиранием макрофитов и накоплением органических веществ на растениях и дне, возрастает роль организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата (сем. Chydoridae).

Сезонная сукцессия трофической структуры зоопланктона бобровых прудов наибольшее сходство имеет с таковой в экотонах зон контакта вод малых рек и водохранилища.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок

E-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПИТАНИЯ БАКТЕРИЯМИ ПРЕСНОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ГЕТЕРОТРОФНЫХ НАНОФЛАГЕЛЛЯТ

Крылова И.Н., Романенко А.В., Цветков А.И.

В пелагических морских и пресноводных системах простейшие, особенно гетеротрофные нанофлагелляты, являются главными потребителями бактерий. После поглощения жгутиконосцев зоопланктоном энергия переносится из микробиальной пищевой цепи на более высокие трофические уровни. Таким образом, в настоящее время планктонные простейшие признаны важнейшим звеном передачи энергии и питательных веществ, а также и минерализации органической материи.

Бентосная микробиальная трофическая цепь сравнима с планктонной, т.к. тоже включает в себя бактерий, флагеллят и инфузорий. Несмотря на это, изучение взаимодействия грунтовых бактерий и простейших весьма отстает от исследований пелагических систем, а пресноводные донные отложения изучены особенно слабо.

Нами впервые в России были исследованы суточные и сезонные изменения скорости питания гетеротрофных флагеллят, а также выявлены факторы, контролирующие интенсивность питания пресноводных бентосных простейших. Пробы донных отложений отбирали в литоральной зоне южной части Рыбинского водохранилища близ пос. Борок (Ярославская область) один раз в месяц с июня 2001 г. по июнь 2002 г. (сезонная динамика) и с 8 часов 1 сентября до 11 часов 2 сентября 2001 г. каждые три часа (суточная динамика). Для анализов брали верхний 5 мм слой грунта. Для определения скорости потребления бактерий применяли метод «окрашенных грунтов», в разработке которого принимал участие один из соавторов.

Скорость потребления бактерий простейшими значительно изменялась в течение суток — от 13.7 до 61.1 бак./прост. в час или в пересчете на сообщество простейших от 2.9×10^6 до 15.9×10^6 бак./см³ в час. Большую часть суток гетеротрофные жгутиконосцы питались активно, потребляя ~ 45—60 бак./прост. в час ($10—16 \times 10^6$ бак./см³ в час). Уменьшение скорости питания наблюдалось с 14 до 20 часов — 14—36 бак./прост. в час ($3—5 \times 10^6$ бак./см³ в час) из-за увеличения доли мелких жгутиконосцев и понижения биомассы простейших.

Скорость потребления бактерий простейшими заметно менялась в течение года — от 13.07 до 51.9 бак./прост. в час или в пересчете на сообщество простейших от $2.1 \cdot 10^6$ до $7.9 \cdot 10^6$ бак./см³ в час. Основную часть года гетеротрофные жгутиконосцы питались интенсивно, потребляя ~ 23—31 бак./прост. в час ($2—8 \cdot 10^6$ бак./см³ в час). Спад в скорости питания наблюдался в подледный период — 13—17 бак./прост. в час ($3—4 \cdot 10^6$ бак./см³ в час) на фоне увеличения плотности донных отложений и уменьшения доступности бактерий для гетеротрофных нанофлагеллят. Концентрация пищи (количество бактерий) не лимитировала скорости питания, т.к. соотношение Бак./ГФ значительно превышало 1000:1. По мнению некоторых исследователей, такое соотношение необходимо для удовлетворительного развития простейших.

По результатам наших исследований, основными факторами, влияющими на интенсивность питания популяций бентосных гетеротрофных нанофлагеллят, можно считать численность и биомассу простейших, а также плотность донных отложений, от которой зависит доступность бактериобентоса. В планктонных системах основными факторами, лимитирующими пищевую активность жгутиконосцев, являются температура воды и концентрация пищи.

Институт биологии внутренних вод им. Папанова РАН

152742, Борок, Ярославской обл., ИБВВ РАН.

E-mail: krylova@ibiw.yaroslavl.ru

РОЛЬ ПРОЦЕССОВ ЦИКЛА МЕТАНА В ТРОФИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЯХ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА И ЗООПЛАНКТОНА В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР

Кузнецова И.А., Дзюбан А.Н., Крылов А.В.

Подледный сезон является одним из самых специфичных, напряженных и малоизученных периодов в жизни гидробионтов. Последнее справедливо по отношению к пониманию взаимосвязей отдельных звеньев водной экосистемы. Примером может служить блок бактериопланктон — зоопланктон.

Экологические особенности взаимодействия в блоке бактериопланктон — зоопланктон, в частности зимой, сложны и многообразны (Ривьер, 1986). Комплексные исследования, проведенные в феврале — марте на трех разнотипных озерах, позволили оценить численность и биохимическую активность бактериопланктона в этот малоизученный период; определить видовой состав, биомассу и распределение зоопланктона. Оказалось, что основными факторами обуславливающими особенности взаимодействия этих групп гидробионтов зимой являются: характер «метанового потока» и связанная с ним хемотратификация водной толщи. Это выражается в образовании бескислородной насыщенной метаном придонной зоны, над которой формируются микроаэробные слои воды с повышенными продукционными бактериальными характеристиками. Здесь же концентрируется основная масса зоопланктона. При этом градиент хемоклина и его расположение, численность бактерий и их активность зависят, прежде всего, от трофического статуса водоемов. В целом основные связи блока бактериопланктон—зоопланктон в озерах с энергичным CH₄ циклом проявляются в подледный период следующим образом: 1 — в результате микробиологических процессов круговорота метана в гипolimнии образуется устойчивая анаэробная зона, сужающая пространственную нишу зоопланктеров, 2 — благодаря массовой концентрации бактерий в микроаэробной зоне метаноокисления, зимняя популяция фильтраторов обеспечивается обильной пищей и

зимняя популяция фильтраторов обеспечивается обильной пищей и достигает здесь максимальной биомассы.

Таким образом, метанотрофные бактерии, продуцируя метан, выполняют в подледный период водоемов важную роль источника богатого энергией органического вещества. То есть являются для экосистемы аналогом первичного трофического звена, восполняя отсутствие в это время продукции фотосинтезирующих организмов. При этом метан включается в пищевые связи через звено бактериопланктон — зоопланктон. Метаноксиляющие бактерии в описываемых условиях выполняют функцию гетеротрофного звена эвфотической зоны периода открытой воды.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 03—05—64883.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок
E-mail: microb@ibiw.yaroslavl.ru

СОПОСТАВЛЕНИЕ БИОМАСС ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Кузнецова Е.А.

Взаимоотношение фито- и зоопланктона многогранны. Это важнейшая гидробиологическая проблема. В настоящей работе сделана попытка оценить взаимосвязь между двумя этими сообществами в летний период 1989—1995 гг.

В составе летнего фитопланктона Иваньковского водохранилища за весь исследуемый период доминировал вид *Aphanizomenon flos-aqua* (до 84%), реже встречались виды *Melosira italica* (40%), *Melosira islandica* (37%). В зоопланктонном сообществе господствовали кладоцеры и циклопоиды (*Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Mesocyclops sp.*).

Для экосистем характерны резкие как сезонные, так и межгодовые изменения в составе и обилии фитопланктона. За исследуемый период отмечено резкое колебание биомассы фитопланктона от 17.83 до 0.34 мг/л. Для всех трёх створов характерно снижение суммарной биомассы фитопланктона. Снижение летней биомассы в большей степени затронуло наиболее продуктивный створ — д. Безбородово. Летние биомассы в большей степени снизились в створе г. Конаково. Для малопродуктивного створа г. Дубна характерно умеренное снижение биомассы. При этом наибольшие значения суммарных биомасс по-прежнему характерны для Шошинского и Средневожского плёсов.

Биомасса зоопланктона менее резко различалась в разные годы. Для всех трёх створов — д. Безбородово (Шошинский створ), г. Конаково (Средневожский створ) и г. Дубна (Нижневожский створ) — характерно уменьшение летних значений биомассы зоопланктона. Структура основных компонентов зоопланктона не претерпела коренной перестройки.

Показатель межбиоценотических связей — отношение Bz/Vph — закономерно снижается по мере увеличения продуктивности водоема. В процессе эвтрофирования биомасса фитопланктона увеличивается существенно быстрее, чем биомасса зоопланктона, что меняет величину отношения Bz/Vph в сторону ее уменьшения. За исследуемый период величина Bz/Vph показывает, что статус Иваньковского водохранилища в зависимости от плеса, года колеблется от мезотрофного до эвтрофного.

Институт водных проблем РАН
117809, г. Москва, ул. Губкина—3

РОЛЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЫБ В ТРОФИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ГИДРОБИОНТОВ

Кузьмина В.В.

В настоящее время не вызывает сомнения полифункциональность пищеварительной системы рыб. Помимо трофической функции пищеварительная система выполняет защитные, метаболические, регуляторные, экскреторные и трансформационные функции. Реализация большинства перечисленных функций проявляется главным образом на организменном уровне. Однако все функции в той или иной степени влияют на трофические взаимоотношения рыб и их потенциальных объектов питания. При этом спектры питания и рационы рыб зависят не только от доступности жертвы и возможности пищеварительной системы рыб разрушать полимерные компоненты ее тканей до уровня лишенных видовой специфичности олиго- и мономеров, но и от способности ферментных систем жертвы разлагать собственные структуры за счет механизма индуцированного аутолиза. Многочисленные наблюдения и эксперименты свидетельствуют как о значительной адаптированности ферментных систем рыб, различающихся по характеру питания (планкто-, бенто- и ихтиофаги, а также различные их сочетания), к биохимическому составу жертвы, так и о возможности ферментных систем жертвы существенно дополнять или компенсировать низкую активность гидролаз консументов. Благодаря разработке специальных методических подходов нами было установлено, что в зависимости от вида и экологических особенностей трофических партнеров вклад карбоксильных протеиназ, гидролизующих белковые компоненты тканей жертвы при кислых значениях pH, в период наиболее интенсивного питания рыб может достигать 80—85% от суммарной активности протеиназ консумента и жертвы, рассчитанной с учетом всей массы слизистой оболочки желудка и общей массы потребленных жертв. Активность карбогидраз, обеспечивающих аутодеградацию углеводов в тканях жертвы в широком диапазоне значений pH может в несколько раз превышать таковую консументов. Вследствие этого в естественных экосистемах скорость перехода вещества с одного трофического уровня на другой в значительной мере зависит от степени эволюционно сложившейся взаимодополняемости ферментных систем рыб и их потенциальных объектов питания. Поступающие во внутреннюю среду организма рыб мономеры и продукты гидролиза макромолекул тканей жертвы играют роль сигналов «сытости», обеспечивающих оперативную регуляцию пищевого поведения рыб, а попадающие в воду экскременты являются не только питательными веществами, но и поставщиками широкого спектра ферментов. Последние могут либо в течение длительного времени функционировать в воде, либо становиться источником белка для различных гидробионтов. В случае, когда ферментативная активность экскрементов обусловлена деятельностью энтеральной микробиоты рыб, возможен феномен «обмена ферментами» между различными гидробионтами, поскольку попавшая в воду и заглоченная ими микрофлора может функционировать не только в специализированных пищеварительных органах многоклеточных животных, но и в пищеварительных вакуолях простейших.

Таким образом, пищеварительная система рыб играет важную роль на разных этапах трофических взаимоотношений гидробионтов, таких как пищевое поведение и скорость ассимиляции нутриентов в пищеварительном тракте рыб, перенос веществ с одного трофического уровня на другой, а также эфтрофирование водоемов, влияющие на численность и биомассу объектов питания рыб и других водных животных.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 01—04—49120).

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: vkuzmina@ibiw.yaroslavl.ru*

ДОСТУПНОСТЬ ПИЩИ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ТИП ПИТАНИЯ И СТАТУС ФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ КИШЕЧНИКА РЫБ

Кузьмина В.В., Голованова И.Л.

Хорошо известно о существовании нутритивных адаптаций, связанных с генетически закрепленной зависимостью активности пищеварительных ферментов от спектра питания и биохимического состава пищи рыб. Большая активность протеиназ характерна для типичных ихтиофагов, карбогидраз — для бенто- и планктофагов. Для видов с широким спектром питания установлена значительная пластичность ферментных систем, проявляющаяся на самых ранних этапах онтогенеза (Уголев, Кузьмина, 1993).

На примере ихтиофага — факультативного бентофага окуня *Perca fluviatilis* L. выявлена возможность адаптивных изменений активности пищеварительных гидролаз, обусловленных различной доступностью рыбной пищи. Молодь окуня, полученная от одной пары производителей, в течение шести месяцев содержалась в бассейнах с речной водой совместно с одновозрастной молодью леща при плотности посадки последней 230 экз/8 м³ (I) и 600 экз/8 м³ (II). Ежедневно в оба бассейна вносили равное количество планктона. По окончании эксперимента линейно-весовые показатели окуня из первого бассейна были значительно ниже таковых рыб из второго: масса тела составляла 14.1 ± 1.1 и 32.4 ± 2.5 г, длина тела 8.8 ± 0.1 и 12.0 ± 0.2 см, масса кишки без содержимого 0.05 ± 0.01 и 1.17 ± 0.3 г, длина кишки 5.1 ± 0.4 и 9.0 ± 0.8 см соответственно. Аналогичное соотношение отмечено для относительной массы и длины кишки. Уровень общей амилолитической активности в слизистой оболочке кишечника окуня из бассейна I (7.9 ± 0.7 мкмоль/г·мин) в 7.2 раза превышал таковой особей из бассейна II. Активность карбогидраз (К) в содержимом кишечника (11.4 ± 0.9), а также суммарная активность ферментов в слизистой оболочке и содержимом кишечника (19.3 ± 0.8 мкмоль/г·мин) у первых была в 19 и 11 раз выше по сравнению со вторыми. Уровень активности протеиназ (П), напротив, был значительно выше у окуней, находившихся в бассейне с высокой плотностью посадки леща: ферментативная активность в слизистой оболочке кишечника составляла 4.7 ± 0.41 , суммарная активность ферментов в слизистой оболочке и содержимом кишечника — 5.3 ± 0.2 мкмоль/г·мин, превышая таковую рыб из бассейна с меньшей плотностью посадки леща в 4.2 и 2.3 раза соответственно. В то же время общая протеолитическая активность содержимого кишечника рыб из бассейна II была в 2 раза ниже, чем у окуня из бассейна I. Поскольку известно, что соотношение активности исследованных ферментов соответствует типу питания, полученные данные позволяют предположить, что окунь, содержащийся в садках с высокой плотностью посадки леща, в силу большей доступности рыбного корма являлся ихтиофагом, в то время как окунь из бассейна с низкой плотностью посадки леща — преимущественно планкто- и бентофагом. Это предположение подтверждается как сведениями о возможности формирования трех экологических групп молоди окуня — ихтио-, бенто- и планктофагов (Ильина, 1973), так и величиной коэффициента К/П, которая у окуня с хищным типом питания была ниже 1 (0.24—0.98), в то время как у окуня — планктофага значительно превышала 1 (7.2—9.5). Ранее аналогичные данные были получены нами при сопоставлении активности карбогидраз и протеиназ у окуня из кислых (бентофаг) и нейтральных (ихтиофаг) озер Вологодской обл. (Кузьмина и др., 1999).

Таким образом, доступность рыбной пищи является фактором, определяющим не только спектр питания, но и состояние ферментных систем кишечника у ихтиофагов — факультативных бентофагов, а величина коэффициента К/П — показателем доминирующего типа питания.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01—04—49120).

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СООБЩЕСТВ БАКТЕРИЙ, ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ДРЕЙССЕНУ И МОЛОДЬ ЛЕЩА

Курбатова С.А., Лаптева Н.А., Клайн Н.П., Солнцева И.О.

Влияние дрейссены и сеголеток леща исследовали в эксперименте, включающем варианты: 1) контроль; 2) биомасса дрейссены 0.5 кг/м² (B1); 3) биомасса дрейссены 1.5 кг/м² (B2); 4) личинки леща (15 экз./лоток); 5) и 6) варианты содержали рыб и дрейссену B1 и B2.

Дрейссена вызвала достоверное снижение численности и биомассы бактериопланктона в первые 50 сут. Затем его биомасса несколько увеличилась, что было обусловлено пополнением РОВ в результате частичного отмирания моллюска. Размер бактериальных клеток был ниже в опыте, чем в контроле (0.075 мкм³ против 0.2 мкм³), что свидетельствует о способности дрейссены отфильтровывать крупные клетки из воды. В грунтах количество бактерий и скорость темновой ассимиляции углекислоты были наибольшими в варианте B2 за счет значительного накопления осажденных на дно продуктов жизнедеятельности моллюска.

В результате отфильтровывания дрейссеной фитопланктона его численность была ниже контрольной. В среднем за сезон она составила в контроле 1.31 млн.кл./л, в варианте B1 — 0.84 млн.кл./л, B2 — 0.76 млн.кл./л.

На уровень общей численности зоопланктона дрейссена не влияла, но изменяла структуру сообщества. Уменьшалась доля фильтраторов Cladocera и увеличивалось число мелких бактерио- и альгофагов — коловраток и науплиусов Copepoda. Между численностью последних и количеством бактерий отмечался высокий коэффициент прямой корреляции (0.7). Более массовое развитие получили детритофаги — *Scapholeberis mucronata* и *Brachionus angularis*.

Сеголетки леща за 2 недели резко уменьшали видовое разнообразие и численность основных планктонных фильтраторов — Cladocera. Вследствие их элиминации и дополнительного притока биогенов достоверно увеличилось количество водорослей, бактерий, коловраток, выросла доля науплиальных стадий Copepoda. Активность бактерий была одного уровня с контролем.

При одновременном присутствии моллюска и рыб ветвистоусые испытывали двойной пресс, их доля в сообществе уменьшалась быстрее и значительнее, чем в других вариантах. Более массовыми, были науплии и коловратки. Абсолютные значения общей численности начали превышать контрольные спустя месяц от начала эксперимента (с середины июля). В это же время численность фитопланктона стала выше, чем в контроле и в варианте с одной дрейссеной. Биомасса бактерий была ниже, чем в контроле и в варианте с одними личинками. Наблюдалась высокая отрицательная корреляция количества бактерий с численностью ветвистоусых (0.89; 0.68). Наименьшие показатели темновой ассимиляции углекислоты отмечались в варианте с большей биомассой дрейссены и сеголетками.

ВЛИЯНИЕ СОРБЕНТА АЭРОСИЛА НА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ ГОДОВИКОВ КАРПА

Куrowsкая Л.Я.

В последние годы широкое применение в медико-биологических исследованиях находят высокодисперсные кремнеземы, в частности полисорб аэросил, характеризующийся физиологической безвредностью и высокой удельной поверхностью. Аэросил активно сорбирует микроорганизмы и другие взвешенные и растворенные компоненты из водной среды, токсические метаболиты, выделяемые в корм микроскопическими грибами. Аэросил используют в профилактических и лечебных целях против болезней рыб (микозы, эктопаразитозы, эндотоксикозы).

В настоящем сообщении представлены результаты экспериментального воздействия сорбента аэросила на активность пищеварительных ферментов (амилаза, протеаза, липаза) годовиков карпа, выращиваемых в садках рыбного хозяйства при Киевской ТЭЦ—5 (опыт *in vitro*). В чашки Петри с дистиллированной водой и водой, которую взяли из водоема рыбного хозяйства, добавляли аэросил в количестве 30 мг на 100 мл и в этих средах инкубировали кишечники годовиков карпа, разрезанные вдоль. Параллельно кишечники рыб содержали в контрольных средах без сорбента. Через 5 и 30 мин экспозиции кишечников в средах проводили отбор инкубационной жидкости для определения активности пищеварительных ферментов. Из инкубируемых кишечников рыб были приготовлены тканевые экстракты, в которых также определяли активность пищеварительных ферментов.

Показано, что при выдерживании кишечников в дистиллированной воде с сорбентом в течение 5 и 30 мин активность амилазы увеличилась в 1.7 раза, протеазы — в 1.7 и 1.6 раза, липазы — в 2.9 и 2.3 раза по сравнению с показателями кишечников, инкубированных в дистиллированной воде ($P < 0.001$). При инкубации кишечников карпа в воде из рыбного хозяйства без сорбента и с сорбентом в течение 5 и 30 мин не установлено достоверных различий активности ферментов в средах. Достоверных изменений содержания белка в средах после инкубации кишечников карпа не наблюдалось. Следовательно, добавление сорбента в дистиллированную воду приводит к активации пищеварительных ферментов инкубированных кишечников карпа, тогда как в воде из рыбного хозяйства с аэросилом активность ферментов кишечника рыб не изменялась и была близка к контрольным показателям. Аэросил, обладая адсорбционными свойствами, способен извлекать токсические компоненты из водной среды и уже насыщенный сорбент не влияет на каталитическую способность ферментов. Отсюда следует, что аэросил, внесенный в воду рыбного хозяйства в профилактических и лечебных целях, при попадании в кишечник не влияет на процессы пищеварения рыб.

В ткани кишечников, инкубированных в дистиллированной воде с аэросилом в течение 5 мин, отмечено увеличение активности протеазы; инкубированных в воде из рыбного хозяйства с аэросилом в течение 5 мин — снижение активности протеазы, 30 мин — увеличение активности липазы. Аэросил не влияет на соматические ферменты кишечника, так как проникновение частиц сорбента внутрь ткани маловероятно, а изменяет активность ферментов, участвующих в пристеночном пищеварении карпов, возможно, вследствие абсорбции некоторых частиц аэросила на слизистой кишечника.

КОНТРОЛЬ ЧИСЛЕННОСТИ РАКООБРАЗНЫХ ПЛАНКТОННЫМ ХИЩНИКОМ *HETEROSCOPE APPENDICULATA* SARS (COPEPODA)

Лазарева В.И.

Крупный пелагический рачек *Heteroscope appendiculata* Sars населяет водоемы центра и севера Европейской России, встречается во всех водохранилищах Волги. Как и другие представители отряда Copepoda животные этого вида до достижения половозрелости претерпевают продолжительный метаморфоз в течение 12—22 сут. Науплиусы и младшие копеподиты 1—3 стадии развития питаются преимущественно детритом и водорослями, облигатными хищниками являются старшие копеподиты 4—5 стадии и взрослые животные. Последние избирательно потребляют мелких ракообразных и сами служат излюбленным кормом для рыб — планктофагов. В большинстве водоемов лесной зоны *H. appendiculata* немногочисленна, что затрудняет изучение взаимодействия популяций хищника и его потенциальных жертв.

Способность хищной части популяции *H. appendiculata* контролировать численность мелких ракообразных исследовали в небольшом лесном пруду, в котором этот вид входит в число доминантов зоопланктона. Численность старших копеподитов и взрослых рачков в мае — июне варьирует в пределах 1—4.6 тыс. экз./м³, они формируют 16—80% общего количества ракообразных. В первой половине лета в планктоне пруда *H. Appendiculata* — единственный многочисленный хищник. В июле — начале августа вид завершает сезонный цикл развития, откладывает латентные яйца и отмирает. За лето он образует два поколения. Среди доминирующих по численности видов планктона к потенциальным жертвам этого хищника в пруду относятся *Mesocyclops leuckarti* Claus (22—32% численности рачков), *Daphnia galeata* Sars (18—29%), *Eudiaptomus graciloides* Lill. (до 16%), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) (до 7%).

Наиболее чувствительна к прессу хищника размерно-возрастная структура популяций жертв. *Heteroscope appendiculata* активно потребляет молодь ветвистоусых и науплиусов веслоногих рачков, что снижает долю молодых животных и с некоторой временной задержкой численность их популяций. В пруду *H. appendiculata* предпочитала молодых (возраст 1—2 сут) *Diaphanosoma brachyurum*, длина тела которых не превышала 0.6 мм. Молодь этого вида сравнительно медленно плавает и не имеет защитных выростов тела. Количество молодых *D. brachyurum*, рассчитанное по плодовитости самок, в отсутствие хищника было близко или превышало реальное, определенное в пробах зоопланктона. В присутствии хищника реальная численность жертв была в 2—10 раз ниже расчетной. В конце мая — начале июня новорожденные *D. brachyurum* выедались хищниками практически полностью. Это свидетельствует о сильном влиянии *H. appendiculata* на популяцию *D. brachyurum*.

Реальное количество молодых *Daphnia galeata* в возрасте 1 сут без хвостовой иглы (игла у дафний отгибается на вторые сутки жизни) оказалось в 6—20 раз ниже расчетного как в присутствии хищника, так и без него. Дафнии чувствительны к дефициту пищи, высокая смертность их молоди, вероятно, определялась недостатком трофических ресурсов. Косвенным подтверждением этого было увеличение в 2—2.4 раза смертности молодых *D. galeata* при высокой численности их популяции. Какого либо влияния *Heteroscope appendiculata* на структуру прудовых популяций веслоногих рачков *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus graciloides* не обнаружено.

Таким образом, в небольшом лесном пруду хищная часть популяции *Heteroscope appendiculata* контролировала численность только одного вида ракообразных *Diaphanosoma brachyurum*. Достоверное влияние хищничества *Heteroscope appendiculata* на три других доминантных вида зоопланктона не установлено.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742, Ярославская обл., Некouzский р-он., пос. Борок,
E-mail: laz@ibiw.yaroslavl.ru

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ ВИДАМИ В ТРОФИЧЕСКОЙ СЕТИ ОЗЕР

Лазарева В.И.

Понимание сложных взаимодействий внутри сообществ, их влияния на энергетические потоки и структуру трофической сети представляет основу эффективного управления экосистемами. Выявление трофических взаимоотношений в природе занимает много времени, сложно методически и составляет предмет специальных работ. Сравнительное исследование структуры трофических сетей нескольких водоемов таким способом перерастает в почти неразрешимую проблему.

В конце 70-х годов XX века американские исследователи разработали вероятностную модель и на ее основе исследовали ряд общих свойств трофической сети. Современная теория трофической сети основана на представлениях о связности (*connectance*), общие свойства сети выводятся из положения о том, что число наблюдаемых трофических связей обратно количеству максимально возможных парных взаимодействий между видами в сообществе из S видов (S^2 при учете каннибализма или $S(S-1)$ без его учета). Количество измеряемых параметров в эмпирических трофических сетях у разных исследователей варьирует от 7 до 10. В их число входят: 1 — количество мирных видов; 2 — количество хищников; 3 — число хищников высшего порядка, которых в данной сети больше никто не ест; 4 — отношение числа хищных и мирных видов; 5 — доля факультативных хищников в общем количестве видов в сети; 6 — доля каннибалов; 7 — число связей хищник—жертва, включая каннибализм; 8 — число хищных взаимодействий, приходящееся на один вид в сети (плотность связей); 9 — максимальное число трофических связей плюс одна связь в пищевой цепи от базальной трофической группы до каждого верховного хищника; 10 — среднее количество видов жертв, поедаемых одним хищным видом (генерализация). Число генерализующих хищников, для которых количество потребляемых видов равно или превышает уровень генерализации, отражает степень рассеивания энергии на верхних трофических уровнях. Для определения характеристик сети составляются таблицы межвидовых взаимодействий или строятся графы трофических связей. При конструировании сети используются литературные данные о спектрах питания видов.

Указанный метод количественного анализа трофических взаимодействий небезупречен и неоднократно подвергался критике. Основные проблемы связаны, во-первых, с отсутствием единых методик конструирования сети (разграничение важных и второстепенных видов, объединение видов в «трофические» группы, границы, пространственный и временной масштабы сети), во-вторых, со статичностью таких сетей, временная и пространственная динамика трофической сети не находит явного отражения в измеряемых ее параметрах, в-третьих, со слабым учетом конкуренции между видами. Преимущество метода состоит в возможности относительно быстро сравнить большой ряд трофических се-

тей и статистически оценить различия их характеристик. Это с успехом компенсирует большинство его недостатков.

Сравнение эмпирических трофических сетей зоопланктона, зообентоса и литоральных сообществ двух озер с рН воды от 4.4—4.8 и одного с рН 6.7—7.5 показало, что степень сложности их структуры и архитектуры, длина пищевой цепи и генерализация возрастают в ряду «зоопланктон» < «бентос» < «литоральные сообщества». В закисленных водоемах трофическая сеть планктона включает в основном мирные виды и устроена значительно проще, чем в незакисленном. Напротив, сети бентоса и литоральных сообществ в закисленных озерах изобилуют гетеротопными хищными видами, отличаются сложностью, длинными цепями питания и большим количеством генерализующих хищников и каннибалов, что характерно для экосистем с экстремальными условиями обитания.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742, Ярославская обл., Некouzский р-он., пос. Борок
E-mail: laz@ibiw.yaroslavl.ru

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПИТАНИЯ *CYCLOPS SCUTIFER* SARS В ОЗЕРЕ КРИВОЕ (КАРЕЛИЯ)

Литвинчук Л.Ф., Иванова М.Б.

При проведении гидробиологических исследований необходимо детально исследовать трофические связи в биоценозах. Особое внимание важно уделять изучению характера питания массовых видов, в том числе факультативных хищников. Исследовались особенности питания *Cyclops scutifer* в олиготрофном озере Кривое, расположенном в Северной Карелии, в бассейне Чупинской губы Кандалакшского залива Белого моря, в течение вегетационного сезона. *C. scutifer* относится к факультативным хищникам, хищное питание характерно для 4—5 копепоидитной стадий и взрослых особей. В спектр питания *C. scutifer*, по данным Е.Б. Павельевой и Ю.И. Сорокина (1971), А.В. Монакова с соавторами (1972), С.М. Вардапетян (1972), входят инфузории, беспанцирные коловратки (в том числе *Conochilus sp.*, *Polyarthra*, *Asplanchna*, *Synchaeta*), собственная молодь и диаптомиды. Для изучения особенностей питания *Cyclops scutifer* в озере Кривом использовался метод концентрирования естественного зоопланктона. В эксперименте сохранялось природное соотношение планктонных организмов при повышенной (в 60 и более раз) плотности.

Характер питания *C. scutifer* в озере Кривом в ходе вегетационного сезона соответствовал изменениям видового состава зоопланктона. В июне в рацион *C. scutifer* входили коловратки *Asplanchna priodonta*, *Bipalpus hudsoni*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. hiemalis*, *Polyarthra sp.* и *Filinia sp.*, а также науплиальные и копепоидитные (1—3) стадии *Eudiaptomus graciloides* и собственная молодь (науплиальные и 1—3 копепоидитные стадии). В августе, в соответствии со сменой количественного и качественного состава зоопланктонного комплекса, изменился спектр питания исследуемого вида. В эксперименте *Cyclops scutifer* по-прежнему потреблял коловраток *Bipalpus hudsoni*, *Polyarthra sp.* и *Filinia sp.*, в состав его рациона был включен вид *Conochilus unicornis*, который в июне отсутствовал в планктоне озера, а в августе численность этих коловраток достигала значительных величин. Из ракообразных в число пищевых объектов *Cyclops scutifer* входили *Polyphemus pediculus*, науплиальные и 2—3 копепоидитные стадии *Eudiaptomus graciloides*, хищником также потреблялись науплии собственного вида. Для всех отмеченных видов индекс избирательности по Ивлеву имел положительные значе-

ния, и доля этих видов в рационе *Cyclops scutifer* составляла от 0.07 (*Polyarthra* sp.) до 49.2% (*Asplanchna priodonta*). Результаты экспериментов показали, что потребление пищевых объектов *Cyclops scutifer* зависит от их концентрации.

Исследование проводилось при поддержке грантов РФФИ № 00—15—97825 и № 02—04—48646.

Зоологический институт РАН

199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 1

E-mail: ecology@zin.ru

СУКЦЕССИЯ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ НА ТРУПАХ ПРИ ИХ РАЗЛОЖЕНИИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Лябзина С.Н.

Разложение в воде, как и в наземных экосистемах, проходит с участием большого числа некробионтов, которые, последовательно сменяя друг друга, производят полную утилизацию гниющих тканей. В задачу наших исследований входило изучение сукцессии населения водных беспозвоночных в процессе разложения органического вещества животного происхождения. Исследования проводили в летний период в мезотрофном водоёме (оз. Кончезеро, южная Карелия) по оригинальной методике. Трупные приманки размещали в прибрежной литорали в зоне надводных растений. В качестве приманок были использованы позвоночные животные (m 50 g) — рыбы, амфибии, птицы, мелкие грызуны.

В разложении трупных тканей принимают участие 28 видов, относящихся к 13 семействам, 10 отрядам, 6 классам и 4 типам. Наибольшим числом видов отмечены представители класса Брюхоногие моллюски (Gastropoda) — 12 видов (прудовики *Limnaea stagnalis* L., катушки — *Planorbis carinatus* Mull., *Planorbarius corneus* L.) и насекомые (Insecta — Ectognata) — 10 видов, среди которых часто встречаются жуки-тинники *Ilybius ater* Deg., *I. subaeneus* Er., полоскун *Acilius canaculatus* Nic. и толстоус *Noterus crassicornis* Mull.

Состав водных некробионтов обуславливается состоянием трупных тканей в данный период разложения, и характеризуется определенной степенью экологической общности, позволяющей им либо сосуществовать, либо отходить на разных сукцессионных этапах. В начальный этап на трупах встречаются некрофаги, с хорошо развитым ротовым аппаратом (пиявки, жуки, планарии), способные механически разрушать такни, отрывать куски и дробить крупные частицы на более мелкие фрагменты. Они являются основными деструкторами, разрушая покровы и проделывая многочисленные отверстия. Изменения в физическом состоянии тканей делает их привлекательными для других организмов — соскребателей: катушек (*Anisus contortus* L., *A. spirorbis* L., *A. vortex* L., *P. carinatus*, *P. corneus*) и личинок ручейников (*Anabolia laevis* Zett., *Phacopteryx brevipennis* Curt., *Limnephilus* sp., *Asynarchus* sp.). Они встречаются на разложившихся трупах, когда приманки обильно обрастают налётом водорослей, грибов и способны питаться лишь мягкой пищей. После быстро протекающих начальных стадий разложения смена группировок затем замедляется, и на последних этапах гниения отмечаются фильтраторы: моллюски (*Sphaerium corneum* L., *Valvata cristata* Mull. *V. pulchella* St., *Bithynia tentaculata* L.), личинки комаров (*Chironomus* sp.). Среди водных некробионтов нами не отмечены виды, которые исключительно бы встречались только на одной из приманок, но численность всех некробионтов на трупах рыб была значительно выше, и в летний период (при t воды 20° C) сукцессия населения прослеживается около двух недель. Наличие перьев и волос у наземных позвоночных животных препятствует разрушению внутренних тканей деструк-

торами, и разложение затягивается на месяц, при этом образуется много гниющей взвеси, которая привлекает в огромном числе фильтраторов.

Петрозаводский государственный университет

185640, Карелия, Петрозаводск, пр. Ленина, 33

E-mail: slyabzina@mail.pgu.karelia.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ПРОТОЧНЫХ МЕЗОКОСМАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ МОЛЛЮСКА *DREISSENA POLYMORPHA*

Маврин А.С., Курбатова С.А., Стрельникова А.П.

Цель работы: показать количественные и качественные изменения в системе трофических связей — фитопланктон, зоопланктон, молодь рыб — под влиянием дрейссены.

Фитопланктон, являясь первым звеном трофической цепи водных экосистем, продуцирует органическое вещество, необходимое для жизнедеятельности беспозвоночных — фильтраторов, в частности ветвистоусых рачков. В условиях эксперимента присутствие молоди рыб (Р) вызывало увеличение численности фитопланктонных организмов до 2519 тыс.кл./л, а добавление дрейссены (0.75 кг/м²) (Р+Др) снижало данный показатель до значений 334 тыс.кл./л, близких к контролю (230 тыс.кл./л, без рыб и дрейссены).

В сообществе зоопланктона доминировала *Bosmina longirostris*. Динамика численности этого вида, потребителя фитопланктона и одного из важнейших компонентов питания личинок окуня на ранних стадиях развития, была синхронной с динамикой численности всех ветвистоусых ракообразных. Преобладание этого рачка в питании личинок окуня (опыт Р) сохранялось до 18 сут, составляя 89.4% массы пищевого комка. В дальнейшем его численность в период с 19 по 47 сут снизилась с 41—49 экз./л до 8—13 экз./л. В опыте Р+Др в этот же период наблюдалось снижение его количества с 15—20 экз./л до 1—3 экз./л и было более продолжительным — до 54 сут. Биомасса босмины уже к 12 сут была в 11 раз ниже, чем в мезокосмах опыта Р в результате уменьшения средних размеров рачка (0.28 мм). В питании личинок окуня уже на 18 сут босмина перестала играть ведущую роль и составляла 0.2% от массы всех потребленных организмов. Переход рыб на преимущественное питание куколками и личинками хирономид завершился в опыте Р+Др на 18 сут, в то время как в опыте Р только на 36 сут. К концу эксперимента, когда молодь окуня стала питаться бентосными организмами и отстающими в росте личинками рыб, численность босмины увеличилась (Р — 122—142 экз./л; Р+Др — 16—31 экз./л).

Молодь окуня начала хищничать в опыте Р+Др на этапе развития F (Васнецов, 1953) (36 сут) при достижении разрыва в росте между лидерами и аутсайдерами в 2—2.5 раза. Появлению хищничающих особей предшествовал переходный период, связанный, очевидно, с адаптивными поведенческими и физиологическими перестройками организма, которые были вызваны сменой основного кормового объекта. Он длился в опыте Р 18 сут, а в опыте Р+Др всего лишь 6 сут. Если личинки окуня продолжали питаться босминой на этапах D₁—D₂, хищничающих особей не появлялось, при переходе на питание хирономидами на этапе D₁, в дальнейшем, на этапе F появлялись хищничающие особи.

Таким образом, дрейссена, конкурируя с *B. longirostris*, лимитирует ее численность, создает напряжение в системе фитопланктон — зоопланктон — молодь рыб и способствует более раннему переходу личинок окуня (этап D₁) на питание хирономидами.

ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ, ПИЩЕВЫЕ СТРАТЕГИИ И СПЕКТРЫ ПИТАНИЯ ПСАММОФИЛЬНЫХ ИНFUЗОРИЙ В БЕЛОМОРСКОМ ЭСТУАРИИ

Мазей Ю.А.,¹ Бурковский И.В.²

Сообщества инфузорий складываются из видов с различными пищевыми стратегиями и предпочтениями, что обеспечивает разделение пищевых ресурсов и их эффективное использование. Задачей настоящей работы явилось изучение пищевой специализации инфузорий и сравнение трофической структуры сообществ, формирующихся на градиенте факторов среды в эстуарии.

Исследование проводили летом 2000 г. в эстуарии р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море). Материал собирали на 5 постоянных станциях, расположенных вдоль эстуария, в мористой, солоноватоводной и сильно опресненной зонах.

В зависимости от предпочитаемой пищи изученные нами инфузории делятся на следующие группы: а) альгофаги (основная пища — перидиниевые и диатомовые водоросли; значительно реже — эвгленовые и хлорококковые); б) хищники (питаются гетеротрофными жгутиконосцами и мелкими инфузориями); в) бактериофаги. Анализ трофической структуры разных сообществ, основанный на выделении групп видов, специализирующихся на разных кормовых объектах, показывает увеличение доли инфузорий, питающихся бактериями и зоомастигиями (последние растут на бактериях и РОВ), от моря к реке, т.е. возрастание роли детритного пищевого пути.

Главные стратегии фагоцитарного питания, характерные для псаммофильных инфузорий — «фильтрация» (грубая и тонкая) и «охота». При грубой фильтрации инфузории не способны концентрировать самую мелкую пищевую фракцию (менее 1—2 мкм). При тонкой — возможно потребление также относительно мелких частичек (в среднем 0.3 мкм). «Охотники» (или «глотатели») захватывают добычу, используя различные приспособления (экструзомы, палочковый аппарат) для активной охоты. Основная пища «охотников» — относительно крупные объекты (водоросли, флагеллаты, инфузории), которые захватываются индивидуально. Данные об относительной представленности инфузорий с разными пищевыми стратегиями в сообществе свидетельствуют о том, что в мористой части эстуария (ст. 1, 2) по численности и биомассе доминируют «охотники», а в опресненной (ст. 3—5) — «фильтраторы».

Анализ спектров питания инфузорий — альгофагов говорит о том, что одновременно в клетке инфузорий находятся на разной стадии переваривания до 28 (в среднем 6.5) водорослевых объектов биомассой до 16 нг (в среднем 3.2 нг). Лишь немногие из изученных нами видов узко специализированы на потреблении альгофлоры. Потребленная пища у таких видов составляет 7—35% от биомассы тела инфузории, а индекс сходства Пианки (между структурами пищи и сообщества микрофитобентоса), оценивающий пищевую избирательность видов инфузорий, 0.1—0.2. К специализированным альгофагам по нашим данным относятся *Diophrys scutum*, *Tracheloraphis incaudatus*, *Gastrostyla pulchra*, *Discocephalus rotatorius*, *Frontonia tchibisovae*, *Pleuronema marina*, *P. crassa*, *Condyllostoma curva*, *Urosoma caudata*, *Sonderia vorax*. При этом, значения индексов сходства Пианки в целом колеблются в весьма широких пределах (0.08—0.9) у разных видов и даже у одного и того же вида в разных локальных сообществах (в разных пищевых условиях).

¹ Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского
440026 г. Пенза, ул. Лермонтова, 37

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
119899 г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, Биологический факультет
E-mail: yurimazei@yahoo.com

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ ОБЫКНОВЕННОГО СУДАКА (*STIZOSTEDION LUCIOPERCA LINNEUS, 1758*) В ВОЛГО – КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Манькова Н.Ю.

Материал собирали и обрабатывали по методике К.Р. Фортунатовой (1955) с апреля по ноябрь 2002 г. в восточной (Белинский, Иголкинский банки) части дельты Волги и Северном Каспии. Всего проанализировано 400 желудков судака.

В последние годы в связи с теплой зимой и ранним наступлением весны нерестовый ход судака в низовьях дельты Волги смещен на более ранние сроки (конец февраля — начало марта). Уже в первые дни апреля в уловах присутствуют особи с выметанными половыми продуктами. В это время судак встречается с полным желудком, что свидетельствует о начале откорма отнерестившихся рыб.

Весной 2002 г. интенсивность питания судака в дельте Волги была высокой. Средний индекс наполнения желудков составил 3.9%. В рационе преобладала вобла — 72.6% по встречаемости и 77.4% по весу, а также густера — 23.4 и 18.8% соответственно. Доля остальных компонентов пищи (окунь речной, чехонь, бычок-песочник, минога каспийская, судак обыкновенный) была невелика. Относительная величина потребления пищи судаком весной 2002 г. составила 6.5%, что соответствует уровню 1970-х годов. Стабильность индексов потребления указывает на одинаковую обеспеченность пищей судака в разные периоды.

Суточный рацион в первые дни весеннего откорма (апрель) составил 1.8. С середины апреля наблюдалось его увеличение до 2.6. Пик интенсивности питания судака отмечен в конце апреля — начале мая (5.7). Поскольку колебание температуры влияет на величину суточного рациона хищных рыб, в первых числах июня, когда вода прогрелась до 20—22° С, данный показатель у судака снизился до 0.7. Кроме того, в это время вобла — основной объект питания судака — находится в море.

Осенью судак в дельте Волги питался менее интенсивно: суточный рацион колебался от 0.8 до 0.95. Основными объектами питания служили густера (62.2%) и вобла (21.6%).

Морской период жизни судака, как и других полупроходных видов рыб, наиболее важен для формирования его численности. В Северном Каспии происходит откорм молоди и взрослой части популяции судака. В 2002 г. видовой состав пищи судака в море был представлен воблой, лещом, бычком-песочником, обыкновенной каспийской килькой, атериной. Летом преобладала килька (68%), осенью — бычки (52%).

В летний период интенсивность питания была невысокой: средний индекс накармливаемости — 2%, суточный рацион — 0.5. Осенью эти показатели заметно увеличились — соответственно до 3.9% и 0.7.

Таким образом, основной откорм судака происходит в весенне-осенний период. Основным объектом его питания в дельте Волги служат вобла (35.6—77.4% от состава по весу), дополнительной пищей — мелкие пресноводные виды, основу которых состав-

ляет густера. В море пища судака состоит из кильки и бычков, доля воблы по сравнению с 1970-ми годами значительно снизилась.

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1

E-mail: kaspriy@astranet.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ РОТАТОРИЙ. ЧЕЛЮСТНОЙ АППАРАТ И ПИЩЕВЫЕ СПЕКТРЫ

Маркевич Г.И.

Коловратки относятся к числу самых обычных представителей микроскопического населения пресноводных экосистем. Их многообразие, многочисленность и исключительно широкое распространение во всех типах водных ценозов определяют значительную роль этой группы в продукционных процессах и самоочищении водоёмов. Питаясь детритом, бактериопланктоном, водорослями и зоопланктонными организмами, развивающиеся в массе коловратки во многом обуславливают темпы круговорота биогенных веществ и интенсивность энергетического потока в экосистемах озёр, водохранилищ и некоторых морей. Значительная часть обширной ротаториологической литературы посвящена исследованию питания коловраток. Освещая, главным образом, количественные аспекты питания ротаторий, эти работы почти не затрагивают морфофункциональную специализацию и историческое преобразование их трофических систем. Между тем особенности строения и активной деятельности пищедобывающих аппаратов коловраток позволяют не только более объективно судить о нынешнем трофическом статусе ротаторий, но и реконструировать эволюцию пищевых цепей в пресноводных экосистемах.

Проведённый ранее сравнительный анализ кинематических схем челюстных аппаратов — мастасков разных морфофункциональных типов показал, что наиболее простая, полимерная система раматных мастасков бделлоидных коловраток в ходе эволюции усложняется за счёт прогрессирующей олигомеризации и интеграции склеритно-мышечных элементов (Маркевич, 1994). В результате объединения всех специализирующихся склеритов в общий механизм входные звенья кинематических цепей упрощаются, а движение выходных звеньев приобретает большее число степеней свободы и высокую управляемость. Мастаксы из чисто дробильных аппаратов раматного, маллеораматного и маллеатного типов, расположенных в глубине пищеварительной системы, в ходе эволюции выдвигаются непосредственно к ротовому отверстию и преобразуются в многообразно устроенные модификации хватющих, разрывающих, высасывающих и соскребающих челюстных аппаратов. Эволюция механизма мастакса тесно коррелирует с характером питания ротаторий. Так, в пищевых комках (ПК) желудков бделлоидных коловраток обнаруживаются лишь детритные агрегаты с редкими включениями водорослей и минеральных частиц. Признаки какой-либо пищевой селективности у них совершенно отсутствуют. У коловраток с эволюционно более продвинутыми маллеораматными челюстными аппаратами ПК представлены наряду с неоформленным детритом многочисленными водорослями, преимущественно диатомеями со слабым повреждением их створок. Ротатории, обладающие ещё более совершенными маллеатными мастаксами, питаются главным образом диатомовыми водорослями размером 15—120 мкм. Кремниевые створки последних часто раздрабливаются челюстями до мелких осколков. У различных представителей этих ротаторий уже отмечается селективность в питании отдельными группами водорослей. Так, виды рр. *Brachionus* и *Notholca* специализируются на потреблении в основном центриче-

ских диатомей, в то время как *Keratella cochlearis* явно предпочитает мелкий протококковый фитопланктон. Характер содержимого желудков коловраток с виргатными, кардатными, инкудатными и форципатными мастаксами показывают высокое разнообразие как пищевых специализаций, так и уровня селективности пищевых объектов. Общей чертой, объединяющей все многообразие конкретных пищевых предпочтений этих ротаторий, служит их явный переход к макрофагии. Таким образом, сравнительный анализ морфофункциональной специализации мастаксов коловраток и содержимого их желудков показывает, что эволюция питания данной группы связана с приобретением нового способа — неселективной микрофагии бделлоид, которая через избирательную альгофагию приводит к многообразным формам макрофагового питания, открывшего ротаториям путь к освоению всего богатства трофических цепей пресноводных экосистем. Учитывая, что коловратки относятся к числу немногих групп беспозвоночных, история формирования которых всецело связана с проникновением и освоением пресных водоёмов, становится понятной роль перехода специализированных морских платод от макрофагии к неселективной микрофагии, сделавшей для них доступными самые мощные детритные и водорослевые звенья трофических цепей пресноводных экосистем. Это, с одной стороны, обеспечило эволюционный прогресс самим коловраткам и, с другой, во многом обусловило формирование специфики современных трофических сетей пресноводных экосистем.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН
152742, Борок, Ярославской обл.,
E-mail: markgi@ibiw.yaroslavl.ru

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ CALANOIDA (CRUSTACEA, COPEPODA)

Маркевич Г.И.

Каляниды — одна из наиболее массовых групп морских и пресноводных организмов зоопланктона, играющих первостепенную роль в утилизации первичной продукции водных экосистем. Исследованию количественных аспектов их питания фито- и бактериопланктоном посвящено множество научных работ, детально описывающих селективность, темпы потребления и энергетическую эффективность усвоения ими пищевой взвеси (Монаков, 1975, 1998; Петипа, 1981; Marshall, Orr, 1955, 1962; Gauld, 1964; Conover, 1966, 1978; и др.). Несмотря на несомненную актуальность вопросов, связанных с питанием калянид, сам механизм улавливания ими пищи до настоящего времени остаётся во многом дискуссионным. Существует лишь незначительный ряд работ, в которых авторами предпринимались попытки объяснить феномен концентрирования этими веслоногими рачками пищевых частиц из водной толщи (Cannon, 1928; Storch, 1928; Storch, Paffenhof, 1925; Lowndes, 1935). Объясняется это вполне объективной причиной — чрезвычайной сложностью изучения высокоскоростных процессов, лежащих в основе улавливания пищи калянидами. Даже в оценке частоты взмахов ротовых конечностей (ундулоподий) мнения исследователей расходятся на целые порядки, не говоря уже о трактовке ими характера и скоростей водных потоков. Традиционно считается, что быстрыми возвратно-поступательными взмахами антеннул создаются мощные боковые водовороты, обозначаемые как плавательные, и, менее значительные водовороты, расположенные непосред-

ственно у брюшной поверхности рачка (Вышкварцева, 1977). Эти водовороты обуславливают приток воды с пищей к фильтрующим участкам ротовых конечностей.

Проведённые нами исследования механизмов питания шести видов пресноводных калянид, осуществлявшиеся методами стробоскопического оптического замедления, специальной и высокоскоростной микрокиносъёмки, выявили значительно более сложную картину улавливания пищи рачками. Установлено, что скорость взмахов ротовых конечностей существенно выше, чем считалось прежде, и у различных представителей при разных условиях варьирует в пределах 20—80 Гц. Характер водных токов, создаваемых ундулоподиями, также значительно отличается от ранее описанных в научной литературе. По существу, это не ряд отдельных круговоротов, а единый тороидальный вихревой шнур, окружающий цефалоторакс рачка. С точки зрения классической аэрогидродинамики существование незамкнутых вихревых структур в воздушной или водной толще невозможно. Однако, такой тороидальный вихрь, создаваемый калянидами, представлен не простым вихревым кольцом, а имеет сложную форму. Прежде всего диаметр вихревого шнура вдоль кольцевой оси различается в десятки раз, что, соответственно, обуславливает и многократное различие в скоростях его вращения в разных зонах. Максимальный диаметр тора и наименьшая скорость вращения вихревого кольца расположены со спинной стороны цефалоторакса. Напротив, с брюшной стороны вихрь, резко уменьшая свой диаметр, разгоняется до огромных скоростей и именно в данном участке, непосредственно перед внутренними ветвями максиллярных ног, происходит «выбрасывание» пищевых частиц из потока под действием значительных центробежных сил. Подобный способ концентрирования взвеси из воды принципиально отличается от фильтрации и может быть назван сепарацией. Колебания вторых антенн и экзоподитов ротовых конечностей представлены не простыми взмахами, а вращательными движениями, выводящими вихревой шнур со спинной стороны на брюшную, в область ротового отверстия. Сам тороидальный вихрь при этом приобретает форму вогнутого кольца. Разрыв вихревого кольца возможен только при его приближении к зонам контакта сред — поверхности воды, дна, твердого субстрата. Эти особенности тороидальных вихрей активно используются специализированными калянидами, обитающими в малых водоёмах. Так, *Diaptomus mirus*, ведущий придонный образ жизни, сепарирует частицы детрита, опираясь первыми антеннами в дно, *Acantodiaptomus denticornis*, «облавливает» микроперифитонные сообщества, прижимаясь спинной стороной к субстрату. Ряд пресноводных диаптомид, упираясь первыми антеннами в поверхностную плёнку воды, активно потребляет растительную пыльцу. Подобный способ питания характерен не только калянидам, но и многим коловраткам, придонным мизидам и некоторым простейшим.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

152742, Борок, Ярославской обл.,

E-mail: markgi@ibiw.yaroslavl.ru

ЗАВИСИМОСТЬ РИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РОТОВЫХ КОНЕЧНОСТЕЙ ДИАПТОМИД ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИЩЕВОЙ ВЗВЕСИ

Маркевич Г.И., Овчарова А.А.

Антеннулы и комплекс ротовых конечностей калянид (т.н. ундулоподии) участвуют в формировании быстрых токов воды и улавливании из них пищевых объектов. Интенсивность взмахов ундулоподий — параметр, который не только прямо связан с эффектив-

ностью питания и уровнем энергозатрат, но и во многом определяет другие аспекты биологии диаптомид: темп роста, плодовитость, экологическую толерантность. Работы, посвященные непосредственному изучению частотных характеристик ротовых конечностей калянид и их связи с параметрами среды, единичны, что обуславливается сложностью объективной регистрации высокоскоростных процессов.

Нами было проведено специальное исследование зависимости ритмической активности ротовых конечностей *Eudiaptomus gracilis* (G.O. Sars, 1863) от концентрации водорослей (*Chlorella sp.*). Непосредственное измерение частоты взмахов ундулоподий рачков осуществлялось под биноклем методом стробоскопического замедления. Половозрелых диаптомусов отлавливали в естественном водоёме и в течение недели акклиматизировали в лабораторных аквариумах. В опытах использовали шесть градаций суспензии хлореллы с возрастающей на порядок концентрацией водорослей от 3.53 до 3.53×10^5 тыс.кл./мл. Суспензию готовили из единого центрифугата, разбавляя её отфильтрованной через тонкие мембранные фильтры водой. Время акклиматизации рачков перед опытом составляло не менее 30 минут. Все опыты проводили в многократной повторности.

Результаты исследований показали, что частота взмахов ундулоподий *E. gracilis* находится в обратной зависимости от обилия водорослевых клеток в среде. В использованном градиенте концентраций ритмическая активность ротовых конечностей и антеннул снижалась с 38.5 до 32.8 Гц. Это замедление скорости биения ундулоподий рачков особенно отчётливо проявлялось в двух следующих интервалах концентраций: $3.5—3.5 \times 10^1$ и $3.5 \times 10^2—3.5 \times 10^3$ тыс.кл./мл. Линейность связи в этой ситуации нарушалась лишь двумя выходами на плато: с возрастанием концентрации хлореллы на два порядка от исходной — в области 37 Гц и, затем, 35 Гц. Установлено, что изменение скорости фильтрации, связанное с концентрацией водорослей в воде (Сушня, 1975; Гутельмахер, 1986) во многом идентично ходу кривой установленной нами зависимости ритмической активности ундулоподий диаптомусов от концентрации пищи. Это приводит к выводу, что основная доля активного обмена калянид обуславливается именно их фильтрационной деятельностью.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН
152742, Борок Ярославской обл.,
E-mail: markgi@ibiw.yaroslavl.ru*

ЭНДОСИМБИОНТЫ ДРЕЙССЕНЫ КАК УЧАСТНИКИ ТРОФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВОДОЕМАХ

Мастицкий С.Э.

Двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha* является одним из наиболее агрессивных видов — вселенцев, который в настоящее время интенсивно распространяется по водоемам Европы и Северной Америки (Karatajev et al., 2002). Очевидно, что вместе с дрейссеной распространяются и ее эндосимбионты, т. е. организмы, населяющие мантийную полость и внутренние органы моллюска. Существует множество работ, посвященных различным последствиям вселения дрейссены в новые водоемы (Karatajev et al., 1997, 2002), однако попытки оценить эколого-паразитологические аспекты распространения моллюска пока немногочисленны (Molloy et al., 1997; Karatajev et al., 2000; Жохов, 2001). В частности, почти ничего неизвестно о том, каким образом и насколько интенсивно паразиты и комменсалы дрейссены вовлекаются в трофические процессы, существовавшие в водоеме до вселения.

Обзор литературных данных (Molloy et al., 1997) показал, что с дрейссеной ассоциированы не менее 34 систематически различных эндосимбионтов. Среди них выделяется ряд организмов, крайне специфичных в отношении хозяина. К таковым, например, относят инфузорий *Conchophthirus acuminatus*, *Ophryoglena* sp., а также трематоду *Phyllodistomum folium*. Таким образом, вселение дрейссены может сопровождаться интродукцией других связанных с ней видов — вселенцев, что означает появление в экосистеме водоема новых консументов различного порядка. Величины потоков энергии через сообщество эндосимбионтов дрейссены требуют оценки. Первые данные подобного рода уже получены В.И. Юришиным (1999) для инфузорий *C. acuminatus*. Автор рассчитал, что простейшие потребляют от 0.03% до 0.26% энергии, заключенной в осаждаемых дрейссеной агглютинатах.

Как отмечают В.К. Мачкевский и А.В. Гаевская (1997), одним из путей трансформации энергии в паразитарных системах является утилизация экосистемой той энергии, которая заключена в биомассе расселительных стадий паразитов. Безусловно, это справедливо и для эндосимбионтов дрейссены. Так, например, известно, что интенсивность эмиссии церкарий *B. polymorphus* из дрейссены может составлять сотни особей в сутки, причем личинки паразита выходят из моллюсков в течение нескольких месяцев подряд (Batur, 1977). Нами экспериментально показано (Karatajev et al., 2003), что в зависимости от температуры количество инфузорий *C. acuminatus*, покидающих дрейссену за 2—3 суток, достигает 25—720 экз. Вероятно, часть церкарий *B. polymorphus* и инфузорий *C. acuminatus*, находящихся вне хозяина, может поедаться различными хищниками, часть же — погибает, не достигнув нового хозяина, и также становится пищей для определенных животных.

Таким образом, даже приведенные примеры показывают, что появление дрейссены в водоеме и формирование сообщества ее эндосимбионтов могут приводить к преобразованиям трофических связей, существовавших в экосистеме ранее.

Белорусский государственный университет, кафедра общей экологии
220050 Минск, пр-т Ф. Скорины 4, биологический факультет;
E-mail: sergmast@tut.by

ПИТАНИЕ ОЛИГОХЕТ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ *LIMNODRILUS HOFFMEISTERI* CLAPAREDE)

Матчинская С.Ф.

На участках водохранилищ с мощными иловыми отложениями, содержащими большое количество органического вещества, зообентос представлен ограниченным числом видов донных животных, наиболее устойчивых к загрязнению и развивающихся в массовом количестве. В Каневском водохранилище такими гидробионтами являются малощетинковые черви (Oligochaeta) сем. Tubificidae. Нами было исследовано питание (качественный состав пищи и величина рациона) одного из массовых видов олигохет этого семейства — *L. hoffmeisteri* Claparede. Качественный состав пищи зависит от стадии развития олигохет. Среди особей популяции различали четыре возрастные группы (стадии) по Т.Э. Тимму (1964). Черви 1-й стадии — молодые бесполое организмы; 2-й стадии — с зачаточными или дегенеративными половыми органами; 3-й стадии — со сформированным половым аппаратом, но без поясков; 4-й стадии — особи с хорошо выраженными поясками. *L. hoffmeisteri* является грунтоедом. В кишечниках особей 1-й стадии органические частицы составляли — 60.2—70.8%, минеральные — 20.7—24.2%, водоросли —

2.7—3.0%, детрит — 5.8—12.6%. Для олигохет 2-й стадии была характерна встречаемость органического вещества — 60.8—73.8%, минерального — 18.3—23.2%, а водоросли составляли 2.2—4.0%, детрит — 5.7—12.0%. В кишечниках олигохет 3-й стадии органическое вещество составляло 72.4—78.1%, минеральное — 20.4—22.4%, водоросли — 0.3—0.6%, а детрит — 1.2—4.6%. У олигохет 4-й стадии органическое вещество составляло 67.6—72.3%, минеральное — 27.0—29.5%, водоросли — 0—0.8%, детрит — 0.7—2.1%. Пищевые потребности и величина рациона олигохет зависят от качественного состава пищи. В опытах, в качестве корма, брали песок с разной степенью заиления, что и соответствовало различной калорийности. Поскольку качественный состав пищи был неодинаковым, то и рацион, представляющий собой количество пищи, потребляемой одной особью в единицу времени, был разным. Он находился в обратной зависимости от калорийности корма: чем выше калорийность потребляемого корма, тем меньше величина рациона, и наоборот. Величина рациона зависит от массы тела олигохет и от возраста. С увеличением массы тела абсолютная величина рациона возрастает. Самый низкий рацион у наиболее молодых особей (в 10—20-дневном возрасте) и у старых особей (несколько лет), а самый высокий — у особей среднего возраста. Наиболее высокий рацион отмечен при температуре 20—22° С.

Институт гидробиологии НАН Украины

Украина, 04210 г. Киев, проспект Героев Сталинграда, 12.

E-mail:

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАТЕНТНЫХ ЯИЦ КОЛОВРАТОК *BRACHIONUS CALICIFLORUS* (PALL.) В КАЧЕСТВЕ МОДЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВНУТРИВОДОЕМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

Махнин В.Г.

Для развития организм должен иметь не только энергию и вещество, но и знать, как эти ресурсы использовать. Это означает, что латентное яйцо должно располагать необходимым количеством информации об оптимальных для существования вида биотических и абиотических условиях внешней среды. В противном случае выклев в неблагоприятный период приведет к его гибели. Исходя из этого можно предположить, что зародыш, находящийся в латентном яйце, способен воспринимать информацию о температуре, наличии корма и т.п., анализировать ее и принимать решение о целесообразности выклева. Однако накопленная информация имеет не только видовые, но и индивидуальные различия. Возможно, колебания процента выклева молоди при изменении условий проведения экспериментов, обусловлены различным уровнем накопленной информации у отдельных особей и чем больше мы дадим информации для анализа (вещество), тем выше будет процент выклева. Варьируя добавляемые соединения, мы можем по принципу «да — нет» выявлять значимость для жизнедеятельности вида различных веществ (необходимые, нейтральные, неприемлемые).

Для проверки этой гипотезы латентные яйца, хранящиеся в маточном растворе при температуре 2—8° С, помещали в чистую воду и в воду с добавкой хлореллы, незначительного количества пекарских дрожжей и экзометаболитов корней рогоза. Эксперимент проводился при температуре 18—20° С.

В первом и втором вариантах выклев на 3—5 сутки составлял в различных сериях 0—6.7%. Наибольший выход молоди коловраток был в варианте с хлореллой — 73%, экзометаболитами корней рогоза — 32.7% и их сочетания — 73%.

Использование яиц, взятых от угасающей, но все еще функционирующей культуры брахионусов, дало самый низкий процент появления молоди. В вариантах с метаболитами корней рогоза и их сочетании с хлореллой — по 7%, а в чистой воде и с добавлением хлореллы выклева не было.

Выклева коловраток из яиц, находившихся в маточном растворе, несмотря на повышение температуры с 5 до 18° С, не наблюдалось. Находящиеся в ней химические соединения, выделяемые угасающей культурой коловраток, переводят яйца в состояние анабиоза.

Полученные данные, по нашему мнению, позволяют сделать следующие заключения:

— чистая лабораторная (аэрированная) вода и повышение температуры являются слабым стимулятором выхода молоди;

— латентные яйца *Brahionus caliciflorus* обладают механизмом распознавания необходимых химических соединений, несущих сигнальную информацию;

— для жизнедеятельности брахионусов важное значение имеют не только экзометаболиты потенциальных кормовых объектов — фитопланктона, но и высшей водной растительности;

— метаболиты растений разного уровня организации выполняют важную экологическую роль в водной среде, формируя ее как единую среду обитания гидробионтов.

Институт экологии природных систем Академии наук Республики Татарстан,

420087, г.Казань, ул.Даурская, д.28

E-mail: hydrobiology@iens.kcn.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕМАТОД РАЗЛИЧНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП НА БИОТОПАХ КИЕВСКОГО УЧАСТКА КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Машина В.П.

Биотопические отношения между разными группами и видами организмов, их трофические связи являются одними из важнейших условий функционирования экосистем. Важной структурной характеристикой любого сообщества является трофическая структура, состав которой определяет длину трофических связей, спектр утилизации органических веществ, а также и качество процессов самоочищения водоемов.

При проведении исследования микрозообентоса Киевского участка Каневского водохранилища (1996—2000 гг.) было изучено распределение трофических групп свободноживущих нематод на некоторых участках водохранилища. Распределение нематод с различным типом питания в значительной степени зависит от структуры субстрата и наличия в нем органических веществ. Согласно экологической классификации В. Визера (1953) среди нематод принято выделять ряд трофических групп по строению или функционированию ротового аппарата, которые говорят о характере питания этих организмов, а также и о способе их существования в разных экосистемах.

Так, летом 2000 г. на устьевом участке р. Сырец на черных илах доминировали представители неизбирательных детритофагов (1В) — в основном виды рр. *Tobrilus* и *Eutobrilus*, которые составляли 64% общей численности нематод исследованного участка. На втором месте по плотности были избирательные детритофаги (1А) и хищники (2В). В осенний период соотношение трофических групп изменилось. Наблюдалось уменьшение плотности всех трофических групп свободноживущих нематод. Доминирующее положе-

ние заняли избирательные детритофаги (48% общей численности нематод), в основном это представители семейства Monhysteridae, несколько меньше было зарегистрировано неизбирательных детритофагов — представители семейства Tobrilidae. Растительноядные нематоды (2А) на илах встречались в незначительном количестве — всего 5%.

В устьевом участке р. Лыбидь (на заиленных песках) ведущее положение заняли хищники (78% общей численности нематод) с доминирующим видом *Diplogaster rivalis* (Leydig.), который живет в очень загрязненных водоемах. Значительно уменьшилась численность представителей детритофагов, исчезли растительноядные нематоды. Полученные результаты исследований распределения трофических групп свободноживущих нематод свидетельствуют, что на разных биотопах наблюдаются разные соотношения трофических группировок бентосных беспозвоночных.

Институт гидробиологии НАН Украины

Украина, 04210 г. Киев, проспект Героев Сталинграда, 12

E-mail: hydrobiol@igb.com.ua

ВОЗДЕЙСТВИЕ РТУТЬОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА КЛЮЧЕВЫЕ ЭТАПЫ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЛАНАРИЙ *DUGESIA TIGRINA* (GIRARD) И *POLYCELIS NIGRA* (MULLER)

Медведев И. В., Комов В.Т.

Продуктивность водных экосистем во многом зависит от того, насколько полно органическое вещество фитопланктона, микрофлоры и детрита используется организмами — гетеротрофами. Существенные изменения гидросферы, возникшие в результате антропогенной деятельности, зачастую приводят к коренной перестройке водных экосистем. В ряду тяжелых металлов, токсическое воздействие которых на водные организмы очевидно, ртуть занимает особое место. Важнейшая особенность этого металла в водоемах — метилирование с образованием токсичного для живых организмов соединения — метилртути и ее дальнейшее аккумулялирование в живых объектах. В отличие от других тяжелых металлов, в водной пищевой цепи концентрация метилртути от звена к звену увеличивается, достигая максимального значения на вершине пищевой пирамиды — в рыбе. Работы, посвященные воздействию метилртути на функциональные показатели водных беспозвоночных, практически отсутствуют. В лабораторных экспериментах в качестве источника металла использовали биологический материал с различным содержанием ртути (0.02—0.5 мг/кг сырого веса — фарш из рыб, выловленной в Рыбинском водохранилище). Его скармливали подопытным организмам и имитировали прохождение металла по отдельным звеньям трофической цепи природной экосистемы, поскольку хирономид и олигохет, накопивших ртуть использовали в свою очередь в качестве пищи для планарий. После выращивания планарий в течение трех месяцев с использованием корма с различным содержанием ртути, у животных, питающихся кормом с высоким содержанием металла, наблюдалась менее выраженная активность при поиске добычи, чем у червей, питающихся кормом с низким содержанием ртути. Животные из опытной группы начинали приближаться к корму лишь спустя 10—15 минут, в то время как контрольные черви начинали двигаться сразу же по направлению к своим жертвам. При контакте с добычей большая часть планарий обоих видов в контроле внедряли свои глотки в жертву (*Dugesia tigrina* (Girard) и — 88%, *Polycelis nigra* (Muller) — 42%). Количество случаев внедрения глотки опытными

животными было в два раза меньше (*D. tigrina* — 38%, *P. nigra* — 20%). Все различия были статистически значимыми.

Главными звеньями пищевого поведения планарий являются две реакции. Реакция приближения к жертве осуществляется всем телом планарии в ответ на химическое или физическое раздражение, исходящее от пищевого объекта. Двигательная реакция глотки — это локальная моторная реакция, которая происходит при прямом контакте тела планарии с жертвой. Именно поэтому эти реакции и были изучены у животных, которые питались кормом с различным содержанием метилртути. Тесная взаимосвязь между звеньями пищевого поведения координируется нервной системой. Метилртуть — нейротоксин, поэтому возможно, что именно из-за влияния метилированных форм ртути на нервную систему плоских червей, процесс поиска пищи происходит у них менее интенсивно. Полученные результаты позволяют сделать предположение о том, что в пресноводных экосистемах после естественной гибели рыб, ртуть накопленная в их органах и тканях, в дальнейшем может представлять опасность для жизнедеятельности беспозвоночных животных, питающихся этой рыбой. Это может проявляться в нарушении некоторых этапов пищевого поведения плоских червей — замедленная реакция опытных червей на добычу, а также низкая активность внедрения глотки в тело жертвы как заключительного этапа пищевого поведения планарий.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: mig@ibiw.yaroslavl.ru

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОТОКА ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Минеева Н.М.

Продуктивность водоемов можно охарактеризовать количеством вещества, трансформированного в ходе метаболических процессов. Располагая данными по первичной (автохтонной) продукции (P) и суммарной деструкции планктона или трат на дыхание (D), можно оценить поток энергии (*energy flow*, EF), проходящий через экосистему и определяемый как сумма P+D в соответствующем энергетическом выражении (Одум, 1986). Такие данные получены нами на водохранилищах волжского каскада, включая сопредельное Шекснинское, в период с 1976 по 1995 гг.

Сезонный ход EF в северном мезотрофном Шекснинском водохранилище выражен слабо, а в умеренно эвтрофном Рыбинском (Верхняя Волга) и эвтрофном Горьковском (Средняя Волга) он характеризуется летним подъемом и значительным осенним понижением. Средние за вегетационный сезон значения EF соответственно составляют 0.30 ± 0.02 , 0.76 ± 0.06 и 0.95 ± 0.05 МДж/(м²·сут) при коэффициентах вариации средних (CV) 66.7, 95.2 и 91.1%. В период летнего максимума фитопланктона, по данным подробных съемок на четырех водоемах разных регионов, EF гораздо стабильнее (CV 32.5—49.6%) и равняется 0.59 ± 0.05 в Ивановском водохранилище, 0.97 ± 0.05 в Рыбинском, 1.32 ± 0.08 в Горьковском и 1.08 ± 0.07 МДж/(м²·сут) в Волгоградском. Минимальный показатель, полученный в эвтрофном Ивановском водохранилище, может быть результатом как его головного положения в каскаде, обуславливающего меньшую аллохтонную нагрузку на водоем, так и значительного зарастания акватории макрофитами. Для всего каскада картина может меняться год от года из-за флуктуаций EF в отдельных водохранилищах, что в наибольшей степени присуще участку Средней Волги, принимающему воды крупнейших притоков и

испытывающему максимальную антропогенную нагрузку. Осредненные данные показывают, что ЕФ достоверно возрастает от Верхней к Средней Волге, составляя 0.80 ± 0.05 и 1.27 ± 0.10 МДж/(м²·сут) и затем снижается в водохранилищах Нижней Волги до 1.08 ± 0.06 МДж/(м²·сут).

Используя отношение максимальной и минимальной (резистентной) величин ЕФ, можно оценить степень устойчивости экосистемы, которая возрастает с уменьшением этого отношения (Uehlinger, Naegeli, 1998). В сезонном аспекте более устойчиво функционирует планктонное сообщество Шекснинского водохранилища ($E_{Fmax}/E_{Fmin} = 81$), наименее устойчиво — Горьковского ($E_{Fmax}/E_{Fmin} = 530$). В разгар лета устойчивость становится выше, E_{Fmax}/E_{Fmin} составляет 25 в Ивановском водохранилище, 5.5—8.6 в Рыбинском, Горьковском и Волгоградском. В пределах каскада наиболее устойчиво функционируют водохранилища Верхней и Нижней Волги ($E_{Fmax}/E_{Fmin} = 8.8$), наименее стабильно — Средней Волги ($E_{Fmax}/E_{Fmin} = 38$).

Поток энергии представляет собой сложный интегральный показатель функционирования сообществ, определяющий функционирование всей экосистемы и зависящий от многих факторов. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о существенном влиянии на ЕФ площади водосбора водохранилищ, их морфометрических характеристик (длина, средняя глубина, площадь и объем) ($r = 0.75—0.88$), оптической глубины водоемов ($r = -0.8$), а также первичной продукции и деструкции в столбе воды, в том числе — синтезированного при фотосинтезе и окисленного при деструкции пулов ОВ ($r = 0.75—0.88$).

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742, Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок
E-mail: mineeva@ibiw.yaroslavl.ru*

ЗООБЕНТОС КАК ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ ОЗЕРА ЧАНЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Мисейко Г.Н.

Зообентос является важнейшей составляющей кормовой базы бентосоядных рыб Чановской озерной системы. Поскольку для нее характерна многолетняя природная цикличность, качественное и количественное развитие зообентоса определяется колебаниями уровня и минерализации воды. Исследованный 2002 г. был достаточно благоприятным (уровень воды составил 106.5 м) по гидрологическому режиму. Развитие зообентоса как донного сообщества на различных плесах озера значительно различается и зависит в определенной степени от типа и характера распределения грунтов. Ниже приведены результаты исследований зообентоса по летней съемке 2002 г.

Всего на озере Чаны в 2002 г. выявлено 43 формы зообентоса, из них 30 — хирономиды (в том числе 9 — представители рода *Chironomus*), 4 — моллюски, 9 — прочие (ручейники — 3, кулициды, гаммариды, олигохеты, стрекозы, поденки). Для сравнения, в 70-е годы выявлено 114 форм (Мисейко и др., 1986), в 1975—1978 гг. отмечено 87 (Мисейко, 1982), в 90-е годы — 53 формы (Селезнева, 1997). В последующие десятилетия сохраняется тенденция к дальнейшему уменьшению видового разнообразия, что характерно для водоемов в условиях аридизации климата.

Зообентос мелководного и периодически промерзающего зимой и заморного озера М. Чаны представлен 12 формами. Беден он и в количественном отношении: средняя по плесу численность составила 485 экз./м², биомасса — 3.33 г/м². Как и на всех других пле-

сах, численность и биомасса были наибольшими на илистых грунтах. На илах доминировали личинки *Chironomus plumosus*, на песке — *Cladotanytarsus mancus*. В зообентосе Чиняихинского плеса отмечено 20 форм. Средняя по плесу численность составила 622 экз./м², биомасса — 11.71 г/м². По численности и биомассе на песчаных грунтах доминировали *C. gr. defectus*, на илистых — по биомассе *Ch. plumosus*, по численности — *Cryptochironomus. gr. anomalus*. На озере Яркуль обнаружено 16 форм. Средняя по плесу численность составила 372 экз./м², биомасса — 6.04 г/м². По численности и биомассе на илах доминировали личинки рода *Chironomus*, на песке по биомассе — *C. pallidivittatus*, по численности — *Culicoides sp.* На Тагано–Казанцевском плесе найдено 19 форм. Средняя по плесу численность составила 984 экз./м², биомасса — 9.88 г/м². По численности и биомассе на илах доминировали личинки рода *Chironomus*, на песке по биомассе — *Trichoptera*, по численности — *T. punctipennis*.

На Ярковском плесе отмечено 14 форм. Здесь, как и во все предыдущие годы (Мисейко, 1986; Мисейко, Селезнева, 2002), наблюдались самые высокие показатели количественного развития зообентоса. Средняя по плесу численность составила 1321 экз./м², биомасса — 19.66 г/м². На всех грунтах по численности и биомассе доминировали личинки рода *Chironomus*.

Средняя по озеру численность зообентоса — 871 экз./м², биомасса — 10.85 г/м². Эти показатели развития бентофауны летом 2002 г. были значительно выше, чем в 1999 г. (Селезнева, 1997) и 2001 г. (Безматерных, 2001), когда уровни воды составляли 106.0 и 106.5 м соответственно. По летней биомассе зообентоса озеро М. Чаны относится к водоемам альфа–мезотрофного типа, Яркуль и Тагано–Казанцевский плесы — бета–мезотрофного, Чиняихинский и Ярковский плесы — альфа–эвтрофного по классификации С.П. Китаева (1986).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 02—04—50017

Алтайский государственный университет

656099 г. Барнаул, пр. Ленина, 61;

E-mail: miseyko@barnaul.ru

ФИТОПЛАНКТОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

Митропольская И.В., Девяткин В.Г.

Роль фитопланктона как автотрофного звена пресноводных экосистем трудно переоценить. В процессе фотосинтеза водоросли фитопланктона продуцируют первичное органическое вещество — основу высших трофических уровней. В крупных водохранилищах с нестабильным уровнем, обуславливающим слабое зарастание прибрежной зоны макрофитами, особенно велико участие планктонных альгоценозов в создании автохтонного органического вещества (до 97%).

Регулярные наблюдения над фитопланктоном Рыбинского водохранилища велись в 1954—1995 г. Пробы отбирались с периодичностью в 2 недели с мая по ноябрь на 6 стандартных станциях в Волжском и Главном плесах, представляющих собой открытую часть водохранилища. В дальнейшем периодичность была нарушена.

В 1999 г. в видовом составе полидоминантных комплексов по сравнению с предыдущими годами произошли изменения: к обычным доминантам открытой части водохранилища представителям диатомовых *Aulacosira islandica* (O.F. Mull.) Sim., *A. ambigua* (Grun.) Sim., *A. granulata* (Ehr.) Sim., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *S. agassizensis*

Håkansson et Kling, *Asterionella formosa* Hass., синезеленых *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend Elenk., *Anabaena scheremetievi* Elenk., криптофитовых *Cryptomonas marssonii* Skuja, *C. ovata* Ehr., зеленых *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourg. присоединился представитель золотистых *Mallomonas tonsurata* Teiling.

Весной 1999 г. биомасса фитопланктона была крайне мала, она составляла сотые доли мг/л. Необычно было в этом году и соотношение основных групп водорослей: в Волжском плесе в среднем за сезон превалировали синезеленые, в Главном, напротив, диатомовые (по 60% от общей биомассы). Средневегетационная биомасса для открытой части водохранилища была невысока, составив 1.2 мг/л.

В течение вегетационного периода 2000 г. биомасса фитопланктона колебалась в пределах 0.1 (во время поздневесеннего спада в развитии водорослей) — 15.3 (в период летнего пика «цветения»), составив в среднем 4.4 мг/л.

В среднем за сезон в открытой части на долю синезеленых приходилось 77% общей биомассы, диатомовых — 12, криптофитовых — 5, зеленых — 4. Во время «цветения» наиболее обильно развивался *Aphanizomenon flos-aquae* (до 96% общей биомассы). Присутствие *Microcystis aeruginosa*, в отличие от предыдущих лет, было незначительно.

В 2001 г. степени «цветения» *Aphanizomenon* достиг во второй половине августа. Фитопланктон, как и в предыдущем году, стремился к монодоминантности. В центральной части водохранилища доля *Aphanizomenon flos-aquae* составляла 40—90% биомассы фитопланктона, максимальное значение которой составляло 16 мг/л. В Волжском плесе в это время наряду с синезелеными развивались диатомовые.

По сапробности Волжский и Главный плесы практически не различались, индексы сапробности, так же, как и в 60—70-х гг., были равны 1.8—1.9, что характеризует водоем как β -мезосапробный.

В среднем биомасса фитопланктона в летнее-осенний период составляла 1.9 мг/л.

По уровню развития фитопланктона, сезонной динамике, составу полидоминантных комплексов, соотношению основных групп фитопланктона Рыбинское водохранилище по-прежнему можно рассматривать как водоем мезотрофного типа.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН, п. Борок, Россия

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВЗАИМООТНОШЕНИИ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ТЕЛЕЦКОМ ОЗЕРЕ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ, РОССИЯ)

Митрофанова Е.Ю.

Низкие количественные характеристики фитопланктона в водоемах и водотоках могут быть обусловлены многими факторами, в том числе выеданием его зоопланктоном. Планктонные ракообразные потребляют разные виды водорослей, входящих в число массовых представителей фитопланктона (Гутельмахер, 1986). Сетной планктон мало доступен для прямого потребления зоопланктоном и включается в трофическую цепь преимущественно через бактериальное звено (Гутельмахер и др., 1988). Так, дафнии оз. Шира не используют в пищу клетки нитчатых синезеленых водорослей, но при фильтрации дробят их своими антеннами и постабдоменом (Колмаков, Гаевский, 2001). Хотя есть примеры потребления и крупных форм фитопланктона, например, в оз. Курильском основным пищевым объектом зоопланктона является нитчатая диатомовая водоросль *Aulacoseira subarctica* (O.F. Müll.) Haworth (Лепская, 2001). Выявлены и величины потребления водо-

рослей — сообщество коловраток крупной реки в сутки потребляет 8—32% *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Näg. (Gosselain et al., 1998).

В Телецком озере уровень развития планктонных организмов, как фито— так и зоопланктона, невысокий (Домбровская, 1991; Зуйкова, 1995; 1997; Митрофанова, 2000), существенного влияния зоопланктон на фитопланктон не оказывает. Пик численности и биомассы планктонных ракообразных приходится на август — начало сентября после достижения водорослями максимума своего развития. В 1999 г. было проанализировано содержимое желудков четырех наиболее распространенных зоопланктеров Телецкого озера — *Arctodiaptomus bacillifer* Koelbel, *Sida crystallina* Müll., *Cyclops abyssorum* Sars. и *Bosmina obtusirostris* Sars. (образцы любезно предоставлены Е.И. Зуйковой, ИСиЭЖ СО РАН). Из обследованных объектов наиболее предпочтительна для изучения питания рачков водорослями *S. crystallina* ввиду своих достаточно крупных размеров, в желудках остальных планктеров водоросли практически не встречались в целом виде. В пищеварительном тракте *S. crystallina* обнаружены водоросли из четырех отделов: Cyanophyta — 2 таксона, Bacillariophyta — 19, Cryptophyta — 1, Chlorophyta — 7 таксонов. Это сходно с соотношением отделов водорослей в фитопланктоне озера. *S. crystallina* потребляет в основном те водоросли, которые преобладают в планктоне в данный момент и подходят ей по размерам — длиной до 70 мкм. Так, в тот момент в фитопланктоне озера по численности доминировали *Achnanthes* sp. и *Cymbella ventricosa* Kütz., которые обнаружены в наибольшем количестве и в желудках *S. crystallina* — 118 и 378 клеток на 50 особей (соответственно).

Таким образом, диатомовые в Телецком озере, несмотря на их кремниевый панцирь, чаще, чем другие водоросли, включаются в пищевой рацион рачков ввиду их преимущественного развития в озере и подходящих для рачков размеров (в толще воды озера в основном взвешены не крупные формы диатомей, в то время как кремнеземки с большими панцирями, приносимые притоками, в большинстве случаев оседают на дно).

Работа выполнена при поддержке «Гранта Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ—22.2003.5».

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
656099, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1,
E-mail: emit@iwep.ab.ru

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ НА ЖЕЛЧНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПУЗЫРНОЙ ЖЕЛЧИ ОКУНЯ

Морозов Д.Н., Зекина Л.М., Высоцкая Р.У.

Поверхностные воды Северо-Запада в силу природных особенностей и возрастающего антропогенного воздействия подвержены ацидификации. Отрицательными экологическими последствиями закисления водоемов являются изменения в кормовой базе гидробионтов. Ранее было показано, что с характером питания и экологией отдельных видов четко связаны качественное разнообразие и количественное соотношение желчных кислот в желчи (Рипатти, 1975; Романенко, 1978; Сидоров, 1983). Одной из основных функций желчных кислот является их участие в процессах пищеварения. В настоящей работе исследовано изменение состава желчи окуня *Perca fluviatilis* L. в зависимости от характера питания, связанного с ацидификацией озер. Рыбу отлавливали из оз. Вуонтеленьярви (олиготрофное, полигумозное, с величиной pH 5.2), оз. Уросозеро (олиготрофное, ультраолигогумозное, pH 6.4), Кудомской губы оз. Сямозера (мезотрофное, олигогумозное, pH 7.0—7.2) и Петрозаводской губы Онежского озера (мезотрофное, олигогумозное, pH 7.0—7.2).

Для исследования брали окуней в летний период во время интенсивного питания. Количественное определение желчных кислот и холестерина проводили спектрофотометрическим методом (Рипатти и др., 1969). Результаты оценивали по холатному показателю (ХП) — отношению холевой кислоты к общей концентрации желчных кислот и коэффициенту вариабельности изученных показателей.

Данные исследований выявили, что ХП был наиболее высоким в пузырной желчи окуней из оз. Вуонтеленъярви — 75.3%, из оз. Уросозеро он составлял 60.5%, из Кудомской губы оз. Сямозера — 55.0%, а из Петрозаводской губы Онежского озера — 42.0%. Низкий ХП у рыб из Петрозаводской и Кудомской губы свидетельствовал о том, что в это время года рыба имела достаточно пищи, так как желчные кислоты активно расходуются на её усвоение. В то же время высокий ХП желчи у рыб из озер Вуонтеленъярви и Уросозеро указывал на низкую интенсивность питания, в связи с чем желчные кислоты накапливались в желчи. Об этом же говорит и значение коэффициентов вариабельности, достигающее наибольшей величины в оз. Онежском (в 2.2 раза больше, чем в Кудомской губе оз. Сямозера; в 1.2 раза больше, чем в оз. Уросозеро и в 2.7 раза больше, чем в оз. Вуонтеленъярви). По полученным данным можно предположить, что в озере с сильным закислением воды рыба голодала. Содержание холестерина было наибольшим в желчи окуней из оз. Вуонтеленъярви (в 1.8 раза больше, чем у окуней из оз. Уросозеро и во много раз больше, чем у окуней из озер Сямозеро и Онежское). Поскольку из холестерина синтезируются желчные кислоты, то при хорошем питании он должен был бы в значительной степени утилизироваться и присутствовать в желчи в меньших количествах, чем наблюдали у рыб из закисленных озер.

Таким образом, различия в содержании желчных кислот и холестерина в пузырной желчи окуней из озер с разным значением рН можно объяснить изменениями в характере питания. Возможно, это связано с интенсивностью питания и наличием предпочитаемых кормовых объектов. Известно, что сдвиг рН в кислую область сказывается как на пищевом поведении окуня, так и видовом разнообразии в этих водоемах (Tammi et al., 2003).

Институт биологии КарНЦ РАН

185610, Карелия, г.Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

E-mail: daimon10041979@mail.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МАКРЕЛЕЩУКИ *SCOMBERESOX SAURUS* (WALBAUM)(SCOMBERESOCIDAE) СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Нестеров А.А.

Макрелешука *Scomberesox saurus* — стайная пелагическая рыба, широко распространенная в умеренных и субтропических водах Северной Атлантики. Материал по питанию собирали световых станциях сачками и бортовыми ловушками в 1970—1973 гг. в разных районах Атлантического океана. Лабораторным исследованиям подвергнуто 542 кишечника рыб длиной 8.4—34.6 см.

Пищевой спектр макрелешуки существенно изменяется в зависимости от района обитания. Так, основные объекты питания в районе банки Джорджес — копеподы — 49.5% (по объему), преимущественно представители родов *Centropages* (43.7%); *Euphausiacea* (18.9%) и личинки десятиногих раков (8.4%). Меньшее значение в питании имеют *Coelenterata*, *Chaetognatha*, рыбы и моллюски.

В водах мористее мыса Хаттерас пищей макрелешуке служат личинки Decapoda (58.4%), Amphipoda (19.8%), моллюски (доминирует *Cavolinia* — 10.1%), представители Copepoda, Ostracoda, Foraminifera.

Хорошо прослеживаются сезонные изменения спектра питания макрелешуки. В период нагула, весной и летом, важными компонентами питания на банке Джорджес (40—41° с.ш.) служат копеподы (преимущественно *Calanus finmarchicus*, кишечнотолостные, рыбы). К второстепенным объектам следует отнести личинок Decapoda, Euphausiacea. Осенью в этом же районе в пище преобладали копеподы рода *Centropages*, разные Calanoida и Euphausiacea. Зимой в период размножения макрелешука, сместившаяся в процессе миграции к югу и выловленная в районе 34° с.ш., питалась личинками Decapoda, а также Hyperiidea, Mollusca и Foraminifera. Спектр питания заметно изменяется и в зависимости от длины рыб.

У взрослой макрелешуки четко выражен суточный ритм питания. Если в 20 часов средний балл наполнения кишечника составлял 1.75, то к 6 часам он снижался до 0.30 балла. Уменьшение объема содержимого кишечника в течение ночи происходило за счет процесса переваривания. Поступления свежей пищи в ночное время не наблюдалось. Макрелешука питалась в дневное время, а ночью происходило переваривание корма.

В течение года макрелешука питается неравномерно. Наиболее интенсивное питание характерно для весенних и летних месяцев (март — июль). В этот период рыбы занимают наиболее северные, нагульные части своего ареала. Осенние месяцы характеризуются снижением интенсивности питания, что, по—видимому, объясняется миграцией рыбы в южном направлении и наступлением периода размножения.

Макрелешука, потребляя разнообразные формы планктона, в свою очередь, служит пищей другим обитателям океана. По наблюдениям на световых станциях и литературным данным макрелешукой активно питаются пелагические кальмары, из рыб — голубая акула *Prionace glauca*, колючая акула *Squalus acanthias*, меч—рыба *Xiphias gladius*, марлин *Tetrapturus audax*, корифена *Coryphæna equisetis*, треска *Gadus morhua*, мерлуза *Merluccius bilinearis*, хек *Merluccius merluccius*, пелагида *Sarda chilensis*, тунец *Thunnus alalunga*, *T. albacares*, из морских птиц глупыши *Fulmarus glacialis* и олуши *Sula bassana*, а из млекопитающих — дельфины.

В пищевых цепях разных районов Северной Атлантики макрелешука занимает промежуточное звено между зоопланктоном и нектонными хищниками. Принимая во внимание высокую плотность биомассы макрелешуки, достигающей 33 тонны на кв. милю, следует отметить, что этот вид занимает важное место в пелагиали шельфа и открытого океана при передаче энергии на более высокие трофические уровни.

Атлантический научно—исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Атлант-НИРО)

236000, г. Калининград, ул. Дм. Донского 5

E-mail: nesterov@atlant.baltnet.ru

ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ ФОРМЫ БАКТЕРИЙ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Никитина Э.С., Никитин Д.И.

Паразитические бактерии из рода *Bdellovibrio* постоянно обнаруживают в микробных ассоциациях пресных и морских водоемов, в полях рисовников и ирригационной воде. Они являются также типичным компонентом сточных вод. Все указанное выше дает основание предполагать, что бделловибрионы следует отнести к стойким компонентам

водных бактериальных сообществ, которые оказывают регулирующее действие на количественное соотношение бактериальных популяций в природных условиях. Являясь внутриклеточными паразитами широко распространенных в природе грамотрицательных бактерий, среди которых могут быть возбудители опасных заболеваний (например, холерные вибрионы), бделловибрионы размножаются в периплазме бактерий — хозяев. Этот процесс к настоящему времени обстоятельно изучен. Тем не менее, ряд вопросов, связанных с экологией бделловибрионов, выяснен недостаточно. Сюда относится проблема выживаемости популяций паразитов и механизмы их самоподдержания в водных экосистемах. Рядом исследователей отмечалось, что снижение титра клеток — хозяев влечет за собой резкое уменьшение численности бделловибрионов. Уровень популяции паразита значительно возрастает при новом развитии хозяев. В действительности в основе этого процесса лежит уникальный механизм восстановления численности паразитов, способных сохраняться в природных условиях в особых структурах (цистах), идеально соответствующих переживанию паразитов длительное время в отсутствие привычных источников питания (бактерий — хозяев). Нами экспериментально доказано, что при длительном выживании при крайне низком уровне потенциальных хозяев бделловибрионы формируют чрезвычайно мелкие толстостенные покоящиеся клетки (цисты). Они отличаются от вегетативных клеток большим диаметром и специфическими особенностями ультраструктуры — наличием волокнистой капсулы, покрывающей поверхность цист, конденсированной зоной клеточного ядра, уплотненной гранулированной цитоплазмой, присутствием крупных инвагинатов мембранного типа, контактирующих с зоной нуклеоида. Образование цист протекает медленно и поэтапно, что позволяет следить за кинетикой процесса на ультратонких срезах в электронном микроскопе. Вначале вибриоидно изогнутые клетки бактерий образуют кольцевидно «сжатые» структуры, поверхность которых в последующем покрывается толстой капсулой. На этом этапе цистообразования еще сохраняется характерный для бделловибрионов толстый жгут с чехлом, который теряется на конечном этапе трансформации паразита в округлые цисты. Цисты образуются после 3—4-недельного голодания первоначально бинарных культур паразитов с хозяевами и вновь прорастают в присутствии повышенного титра хозяев (10^7 — 10^8 кл./мл), формируя популяцию, способную к паразитизму. Возможно, образование цист у бделловибрионов индуцируется не только при снижении числа хозяев, но и при высыхании, изменении аэрации среды и при других кризисных ситуациях, что остается практически неисследованным. Следует признать, что у бделловибрионов фаза переживания в виде цист играет ведущую роль в самоподдержании популяций бактерий, паразитирующих на других бактериях, и в регуляции видового состава бактериальных сообществ в природных водных экосистемах.

*Географический факультет МГУ
119899 Москва Воробьевы Горы
E-mail: nikitin@inmi.host.ru*

ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДИ ЗАВОДСКОЙ И ДИКОЙ СЕМГИ В РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Орлов А.В.

С целью изучения поведения и распределения молоди дикой семги и адаптации заводских рыб к естественным условиям были проведены подводные наблюдения на р. Щугор и Лувеньга. Были проведены подводные наблюдения за поведением, осуществлен

сбор дрифта и измерение скорости течения. Исследовано питание и пищевое поведение 34 диких и 44 заводских покатников, выпущенных с Кандалакшского рыбоводного завода

Молодь свободно перемещалась по территории во всех направлениях на 5—10 м с промежуточными остановками через 1—2 м. Элементы агрессивного поведения проявлялись только при крайне редких сближениях рыб до 0.3 м. Примерно с такой же дистанции пестрятки броском уходили от приближающегося наблюдателя. Молодь питалась преимущественно в придонном 15 см слое при скорости течения от 0.2 до 0.35 м/с, совершая пищевые броски в среднем через каждые 20 с на расстояние 5—10 см.

Заводские рыбы, попав после переката в поток с большей скоростью (в среднем 52.2 см/с) и меньшей плотностью дрифта (2.66 экз./м³), в отличие от диких, не делали попыток выйти из него.

Покатники семги захватывают донных беспозвоночных, сносимых течением в толще воды, а также воздушных и наземных насекомых, падающих на поверхность. У заводских рыб доля последних в питании значительно выше (соответственно, 40% и 25%). Количество пустых желудков у исследованных рыб невелико, следовательно, и дикие, и заводские покатники в реке активно питаются, но, судя по количеству пищи, приходящемуся в среднем на один желудок, дикие покатники кормятся интенсивнее заводских.

Гидробионты в толще воды указанных рек составляют 3% от общего количества оформленных частиц, остальные 97% — экзувии водных и воздушных насекомых, водоросли, различные растительные остатки. Данные не кормовые объекты найдены у 13% диких и 25% заводских, т.е. заводские покатники хуже дифференцируют кормовые объекты в толще воды и совершают больше ложных пищевых бросков (на 20—30%).

Молодь свободно перемещалась по территории во всех направлениях на 5—10 м с промежуточными остановками через 1—2 м. Элементы агрессивного поведения у дикой молоди проявлялись только при крайне редких сближениях рыб до 0.3 м.

Заводская молодь демонстрировала более высокий уровень агрессивности, что выражалось в большем количестве стычек, когда особи реагировали друг на друга с большего расстояния. С такой же дистанции дикие покатники броском уходили от приближающегося наблюдателя, тогда как, заводская молодь подпускала наблюдателя на более короткую дистанцию.

Общий характер поведения и питания заводской и дикой молоди сходен. Однако, наблюдаются определенные различия в степени накормленности и дистанциях реагирования на корм, друг друга и наблюдателя с аквалангом.

Государственный комитет по рыболовству РФ, Москва

ИЗМЕНЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА КАК ОТКЛИК НА ДЕЙСТВИЕ РАЗНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Павлюк Т.Е.

В течение 1997—2001 гг. исследовали макрозообентос рек, подверженных загрязнению преимущественно одним веществом (монодоминантное загрязнение). В целом за 5 лет исследований удалось выявить специфические реакции сообщества макрозообентоса на загрязнение воды такими веществами как хром, медь, цинк, марганец, нефтепродукты, биогенные и взвешенные вещества.

Качественные и количественные характеристики макрозообентоса изменяются одинаковым образом с увеличением интенсивности загрязнения воды, независимо от типа

загрязняющего вещества. Однако такая функциональная характеристика как трофическая структура меняется довольно специфически в каждом отдельном случае, что отчасти позволяет судить о типе загрязняющего вещества, опираясь на картину трофического состава бентического сообщества.

В качестве инструмента анализа трофической структуры макрозообентоса использовали индекс Трофической Комплектности, согласно которому в сообществе макрозообентоса выделяется 12 трофических ниш и, следовательно, 12 трофических групп макрозообентоса, если все ниши будут реализованы в сообществе. Однако некоторые особые климатические условия водотоков северных игорных рек не позволяют реализоваться всем трофическим нишам макрозообентоса, поэтому там зачастую в нормальных условиях существования в сообществе макрозообентоса может быть обнаружено 8—10 трофических групп зообентоса из 12 возможных. Каждая трофическая группа зообентоса функционально индивидуальна и описывается 5-ю формализованными критериями трофической ниши.

Не останавливаясь на детальном описании каждой трофической группы зообентоса, перечислим установленные структурные изменения макрозообентоса при определенных типах антропогенного воздействия.

Загрязнение воды марганцем (р. Жерновка) в диапазоне концентраций 1.8—2.7 мг/л вызывает исчезновения из сообщества таких трофических групп, как 3, 5 и 10, специфически чувствительных к загрязнению воды марганцем.

Загрязнение воды цинком (р. Рудная) в диапазоне концентраций (1.3—1.8 мг/л) вызвало полное исчезновение таких трофических групп как 3, 5, 8 и 10, которые могут быть отмечены как специфически чувствительные к загрязнению воды цинком и исчезают из состава сообщества в первую очередь.

Поступление взвешенных веществ в воду (р. Нярта-Ю) в пределах 45—70 мг/л вызывает исчезновение таких трофических групп как 3, 5, 8 и 9.

Загрязнение воды солями хрома (0.6 мг/л в среднем — р. Чусовая) угнетает донное сообщество, но не вызывает полной гибели представителей какой-либо трофической группы. Трофические группы 10, 11 и 12 sporadически исчезают из состава сообщества.

Загрязнение воды солями меди (0.2 мг/л — р. Салда) приводит к полному исчезновению 4 и 10 трофических групп из состава донного биоценоза.

Загрязнение воды нефтепродуктами (0.35 мг/л — р. Исеть) приводит к гибели 1, 2, 3, 4, 5, 11 и 12 трофических групп. Данный тип загрязнения имеет наиболее деструктивное воздействие на водную экосистему.

Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов, 620049, ул. Мира 23, Екатеринбург

ТРОФИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНОМ В КАРСТОВОМ ОЗЕРЕ

Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю.

Трофический статус водоемов определяется развитием фитопланктона, существенное воздействие на который может оказывать зоопланктон. Целью работы было изучение трофических отношений фито— и зоопланктона на примере карстового озера Большой Яльчик (Марий Эл). Площадь озера — 128.5 га, максимальная глубина — 28.8 м, средняя — 7.9 м, объем — 10439 тыс.м³. Исследования проводили в вегетационный период 1997 г. ежегодно, в соответствии с общепринятыми методиками.

В видовом составе фитопланктона было определено 148 таксонов рангом ниже рода, 7 отделов и 74 вида планктонных коловраток и ракообразных. Средняя по столбу воды численность фитопланктона менялась от 474.06 тыс.экз./л до 247 719.35 тыс.экз./л, биомасса — от 0.20 мг/л до 0.75 мг/л, численность зоопланктона — от 93.5 до 1472.9 тыс.экз./м³, а биомасса — от 0.6 до 5.8 г/м³. Пик численности зоопланктона приходился на вторую декаду июня, в это же время отмечены наименьшие значения численности фитопланктона. Снижение численности зоопланктона сопровождалось постепенным увеличением фитопланктона. Фитопланктон достигал пиковых значений численности в начале сентября, в связи с массовым развитием сине-зеленых. Численность зоопланктона в этот период была самой низкой. Наибольшая биомасса фитопланктона была в конце июля, формировалась динофитовыми. Пик биомассы зоопланктона приходился на первую декаду июня. В динамике биомасс планктонных организмов на протяжении вегетационного периода наблюдались флуктуации показателей с несовпадением пиков развития биомассы. В развитии биомасс фитопланктон опережает зоопланктон на декаду.

Наибольшие значения количественных показателей фито- и зоопланктона отмечали в эпилимнионе и (или) металимнионе, а в отдельные периоды — в гиполимнионе (фитопланктон). Тенденции изменения численности и биомассы фито- и зоопланктона в эпилимнионе аналогичны описанным ранее для всего столба воды. В металимнионе численность фитопланктона была подвержена значительным колебаниям, пик в развитии приходился на конец июля. В гиполимнионе отмечен пик в развитии фитопланктона в третьей декаде августа. Численность зоопланктона в гиполимнионе была наименьшей.

Результаты исследований показали взаимосвязанность планктонных сообществ. Колебания значений биомасс фитопланктона опережают таковые у зоопланктона на декаду. Наименьшие значения численности фитопланктона наблюдались в периоды наибольшего развития зоопланктона. Наибольшие количественные показатели фито- и зоопланктона отмечались в эпи- и (или) металимнионе. Количественные показатели диатомовых, сине-зеленых, динофитовых, эвгленовых водорослей достигали высоких значений в гиполимнионе в период массового развития фитопланктона. Количественные характеристики зоопланктона в гиполимнионе были наименьшими.

*Казанский государственный университет,
420008, г.Казань, ул.Кремлевская, 18,
E-mail: Opalagushkina@mail.ru, ODerevenskaya@mail.ru*

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕВЫХ ОБРАСТАНИЙ В ПИТАНИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ Р. СЫЛВЫ (ПЕРМСКОЕ ПРИКАМЬЕ)

Паньков Н.Н.

Сылва — река предгорного типа длиной около 500 км. С 1992 г. автором при участии студентов — гидробиологов ПермГУ изучаются структурные и функциональные характеристики сообществ перифитона и бентоса этой реки. В основу сообщения положены результаты исследований спектров питания 58 массовых видов беспозвоночных (проанализировано содержимое кишечника 1131 особей) и данные наблюдений за трофическим поведением 269 особей поденок, ручейников, хирономид и брюхоногих моллюсков (14 видов) в условиях полевого и лабораторного экспериментов. В полевых работах и обработке материала приняли участие студенты Л. Халимова и Т. Катаева, автор выражает им искреннюю признательность.

1. В составе перифитона р. Сылвы доминируют диатомовые водоросли, на их долю приходится до 98% тотальной биомассы альгоценозов. Основной их фон образуют представители родов *Cymbella*, *Navicula*, *Synedra*, *Nitzschia*, часто встречаются *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Amphora*, *Fragilaria*. Средняя летняя биомасса альгоценозов составляет на перекатах — 66 г/м²; на плесах — 11 г/м².

2. Роль водорослей в питании неселективных собирателей (поденок, ручейников, брюхоногих моллюсков) изменяется от 73.7—93.0% на плесах и перекатах верхнего течения, до 7.0—18.3% на плесах и перекатах среднего течения и до 1.5% на плесах нижнего течения. В их рационах встречаются также детрит и минеральные частицы. Наблюдения за неселективными собирателями, пасущимися на обросших полиэтиленовых пластинах, позволили установить, что они поглощают обрастания как недифференцированную массу, загребая ротовыми органами верхний их слой, при этом им остаются недоступными лишь мелкие, прочно прикрепленные к субстрату клетки водорослей *Achnanthes* и *Cocconeis*, образующих базальный слой перифитических матов.

3. Роль водорослей в питании селективных собирателей (Orthocladinae) изменяется от 74.9—92.3% на плесах и перекатах верхнего течения, до 20.1—29.2% на плесах и перекатах среднего течения и до 1.5% на плесах нижнего течения. В их рационе встречаются детрит, минеральные частицы и животные (мелкие олигохеты и хирономиды), на долю последних приходится 1.0—3.8% объема пищевого комка. Результаты наблюдений показали, что хирономиды, передвигаясь по субстрату, энергично двигают головой из стороны в сторону, собирая комочки детрита, проглатывая отдельно лежащие умеренно крупные клетки диатомей (*Amphora*, *Cymbella*) и почти не уделяя внимания как очень мелким (*Achnanthes*, *Cocconeis*, *Nitzschia* и *Navicula*), так и очень крупным формам (*Synedra ulna*). Возможно, этим объясняется и наличие животных в их рационе: если неселективные собиратели, методично поглощая перифитон, дают возможность подвижным организмам мейофауны избежать с ними контакта, то ортокладиины, совершая координированные броски, вполне могут их настичь.

4. Удельное значение водорослей в питании пассивных фильтраторов (ручейники Hydropsychidae) изменяется от 3.5 до 5.7% объема их пищевых комков и обнаруживает зависимость от размеров личинок: чем личинки мельче, тем большую роль в их рационе играет тонкий детрит и песок (до 94.2%), у крупных личинок повышается значение грубого детрита (3.2—8.0%) и животных (8.3—14.0%).

5. Роль водорослей в питании всеядных личинок Tanypodinae не превышает 13.3% тотального объема пищевого комка.

Таким образом, водоросли перифитона и микрофитобентоса входят в число важных компонентов рациона подавляющего большинства изученных представителей зообентоса.

Пермский государственный университет, г. Пермь

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАКРОЗООБЕНТОСА ГЛУБОКОВОДНОЙ ЗОНЫ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Перова С.Н.

Сравнивали трофическую структуру макрозообентоса глубоководной зоны Рыбинского (1990—1992 гг.) и Горьковского (1989—1995 гг.) водохранилищ. Так как роль раз-

личных трофических группировок по численности и биомассе существенно различалась, в дальнейшем будем рассматривать их отдельно.

В обоих водоемах по численности преобладала группировка детритофагов глотателей (41—67%), представленных олигохетами, среди которых доминировали виды из родов *Limnodrilus* и *Potamothrix*. Доля фитодетритофагов фильтраторов+собирателей, основу которых составляли крупные личинки мотыля *Chironomus plumosus* в Горьковском водохранилище (9—31%) была значительно больше, чем в Рыбинском (5—14%). За указанный период наблюдений в трофической структуре макрозообентоса увеличилась доля хищников — активных хватателей: в Рыбинском водохранилище — с 6 до 16%, в Горьковском — с 5 до 12%. Эта группировка, включает в себя в основном хищных личинок хирономид из родов *Procladius* и *Cryptochironomus*, питающихся молодью олигохет и хирономид. Фитодетритофаги фильтраторы, представленные моллюсками сферидами, унионидами и дрейссенидами составляли: в Рыбинском водохранилище 16—18%, в Горьковском — 7—31%. Минимальное значение по численности в обоих водоемах играли детритофаги собиратели, состоящие из мелких видов хирономид и брюхоногих моллюсков (самый крупный из которых — *Viviparus viviparus*): в Рыбинском водохранилище 4—6%, в Горьковском — 1—8%.

По биомассе в трофической структуре обоих водохранилищ преобладала группировка фитодетритофагов фильтраторов (58—87%), среди которых доминировала *Dreissena polymorpha*. Биоценозы дрейссены в верхневолжских водохранилищах считаются одними из самых продуктивных. Значительная доля в биомассе макрозообентоса принадлежала детритофагам собирателям: в Рыбинском водохранилище 10—23%, в Горьковском — 7—25%. Доля фитодетритофагов фильтраторов+собирателей в Рыбинском водохранилище составляла — 1—2%, в Горьковском — 2—13%.

Анализ трофической структуры макрозообентоса Рыбинского и Горьковского водохранилищ показал ее значительное сходство. По численности в обоих водоемах преобладали детритофаги глотатели, по биомассе — фитодетритофаги фильтраторы. В Горьковском водохранилище, где биоценозы мотыля составляли более 50%, роль фитодетритофагов фильтраторов+собирателей в трофической структуре макрозообентоса была существенно больше, чем в Рыбинском, где преобладали биоценозы *Dreissena polymorpha* и *Tubifex newaensis*.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН
152742, Ярославская область, Некouzский р-он, Борок
E-mail: perova@ibiw.yaroslavl.ru

МАКРОЗООБЕНТОС РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ — КАК КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ — БЕНТОФАГОВ

Перова С.Н., Щербина Г.Х.

Один из основных промысловых видов рыб Рыбинского и Горьковского водохранилищ — лещ — типичный бентофаг. Ведущая роль в питании бентосоядных рыб принадлежит донным макробеспозвоночным. По уровню развития макрозообентоса в водоеме можно судить о его потенциальной рыбопродуктивности, которая зависит от количества доступного корма для рыб — бентофагов (Поддубный, Баканов, 1980). С этой точки зрения, мониторинг макрозообентоса водохранилищ представляется крайне важным. Основную пищу составляют хирономиды, особенно крупные личинки мотыля — *Chironomus plumosus*. После вылета хирономид лещ переходит на питание олигохетами и детритом,

особенно активно выедая *Tubifex newaensis*, отличающийся крупными размерами (Житенева, 1958, 1980). *Ch. plumosus* и *T. newaensis* — доминирующие виды макрозообентоса Рыбинского и Горьковского водохранилищ, их доля в общей численности и биомассе может составлять на отдельных биотопах до 99%.

Биоценозы донных беспозвоночных Рыбинского и Горьковского водохранилищ периодически исследовались с момента их образования. Формирование сообществ донной фауны в этих водоемах проходило по-разному, однако после завершения формирования постоянных биоценозов биомасса макрозообентоса в глубоководной зоне обоих водохранилищ не превышала 1—5 г/м². По классификации ГосНИОРХ (Пидгайко и др., 1968) Рыбинское и Горьковское водохранилища в этот период можно было считать средnekормными водоемами. На следующем этапе развития в водохранилищах происходил интенсивный рост продуктивности донных сообществ, который начался в глубоководной зоне Рыбинского водохранилища в 70-е годы, а в Горьковском — с первой половины 80-х гг. В 1980 г. средневзвешенная биомасса по Рыбинскому водохранилищу по данным В.И. Бисерова (1987) составляла 6.4 г/м², в 1990 г. она возросла до 11.4 г/м², что позволило охарактеризовать глубоководную зону как высококормный участок водоема. В начале 1990-х гг. самыми продуктивными биотопами Рыбинского водохранилища были серые илы и заиленный ракушечник. Наиболее перспективными для нагула бентосоядных рыб были речные плесы водохранилища, особенно, Волжский и Моложский, где основу биомассы составляли такие кормовые объекты леща, как *C. plumosus* и *T. newaensis*.

Макрозообентос Горьковского водохранилища до 80-х годов оставался бедным по биомассе и однообразным по видовому составу (29—30 видов), что, по-видимому, было связано с антропогенным загрязнением. В первой половине 80-х гг. средневзвешенная биомасса по озерной части возросла до 8.5 г/м² (Бисеров, 1987). Наиболее существенный рост средневзвешенной биомассы по озерной части произошел в 1989 г. — до 23 г/м² и в 2000 г. — до 28 г/м² за счет массового развития мотыля. В 1993—1995 гг. средневзвешенная биомасса макрозообентоса в речной части водохранилища составляла 10—13 г/м², а в озерной — 17—18 г/м², что характеризовало данные участки как высококормные и весьма высококормные.

Рост продуктивности макрозообентоса водохранилищ, на наш взгляд, вызван увеличением в них площадей, занятых биоценозом *Dreissena polymorpha*. Продукты жизнедеятельности дрейссены (агглютинаты и фекалии) служат кормом для полихет, ракообразных, хирономид, олигохет и других донных беспозвоночных, поэтому увеличение ее обилия привело к повышению средней биомассы макрозообентоса, в том числе и вселенцев — *Gmelinoides fasciatus* и *Hypania invalida*, являющихся ценными кормовыми объектами бентосоядных рыб.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанова РАН
152742, Ярославская область, Некouzский р-он, Борок,
E-mail: perova@ibiw.yaroslavl.ru, gregory@ibiw.yaroslavl.ru.

ГИСТОН-АНТИГИСТОНОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОСТЕЙШИХ И БАКТЕРИЙ КАК МОДЕЛЬ ПАЗАРИТО-ХОЗЯИННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Плотников А.О., Немцева Н.В.

Протозойно-бактериальные ассоциации являются одной из распространенных моделей для изучения связей между эукариотами и прокариотами (Машилов, 1985; Литвин и

др., 1998; Немцева, 1998). Представляют интерес и механизмы симбиотических взаимодействий между бактериями и простейшими. Недавно в протозойно–бактериальных ассоциациях описана функциональная система «гистон–антигистон» (Плотников и др., 2002). В связи с этим, целью работы стало изучение взаимодействий простейших и бактерий в рамках системы «гистон–антигистон» и расшифровка ее роли в формировании паразито–хозяйных отношений в протозойно–бактериальных ассоциациях.

Выявлена широкая распространенность (97%) антигистоновой активности среди бактерий — ассоциантов простейших. Выраженность антигистоновой активности у доминирующих бактерий — ассоциантов, принадлежащих к родам *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Providencia*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Alcaligenes* была выше в речных экосистемах, по сравнению с гипергалинными озерами, достигая максимума у бактерий, относящихся к видам *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ozaenae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

При экспериментальном сокультивировании инфузорий *Tetrachymena pyriformis* с изогенными клонами *Escherichia coli*, различающимися по наличию антигистонового признака, показано, что кишечные палочки с антигистоновой активностью дольше выживали в культуре простейших (28 суток), в отличие от бактерий, не имеющих этого признака (14 суток). С помощью ультраструктурного анализа выявлен феномен незавершенного фагоцитоза бактерий с антигистоновым признаком. В клетках инфузорий, сокультивировавшихся с бактериями, обладающими антигистоновой активностью, обнаружены фагосомы с интактными бактериями и реактивные изменения органелл: набухание митохондрий, образование ламеллярных телец и разрыхление структуры хроматина в макронуклеусе простейших.

В итоге проведенных исследований показано, что система «гистон–антигистон» способствует сохранению бактерий в природных популяциях простейших. Вероятно, подобные взаимоотношения можно рассматривать в качестве одного из механизмов, регулирующих сложные паразито–хозяйные отношения в протозойно–бактериальных ассоциациях водоемов.

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН,
460000 Оренбург, ул. Пионерская, 11,
E-mail: ikys@mail.esoo.ru.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МАКРОЗООБЕНТОСА В ХОЛОДНОВОДНОЙ РЕКЕ

Плюрайте В.

Состояние сообщества макрозообентоса зависит от многих абиотических факторов, среди которых важнейшими являются характер грунта, глубина, кислородный режим и трофические условия. Доминирующие виды бентосных животных относятся к двум трофическим группам: детритофагов–глутателей (олигохеты) и фитодетритофагов–фильтраторов собирателей (к которым относятся многие крупные личинки хирономид, моллюски) (Баканов, Флеров, 1998).

Исследования макрозообентоса проводились 5 раз в год в течении 2001 и 2002 гг. в реке Вильня. Результаты исследований показали, что численность, биомасса и число видов бентосных организмов на каменистом грунте статистически достоверно зависели от года.

Среди бентосных форм по численности только поденки (Ephemeroptera) ($p=0.000099$) и ручейники (Trichoptera) ($p=0.000406$) статистически достоверно зависели от года. По биомассе обе группы также достоверно различались. Численность олигохет и

моллюсков в эти годы была неодинакова, но различия были статистически недостоверны. Численность хирономид в эти годы была примерно одинакова. Распределение численности и биомассы макрозообентоса носит сезонный характер. Весной основную часть численности составляли хирономиды, осенью — олигохеты. Летом наиболее многочисленными были ручейники, поденки и олигохеты.

Сезонные изменения численности и биомассы макрозообентоса в разные годы неодинаковые. Весной 2001 г. численность бентосных организмов была больше, чем летом и осенью. Летом 2002 г. происходит заметное увеличение численности, а осенью и биомассы по сравнению с весной.

*Институт экологии Вильнюсского университета
Академичес 2, LT — 2600 Вильнюс, Литва
E-mail: mick@eki.lt*

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР ЗАВОЛЖЬЯ

Подшивалина В.Н.

Было исследовано семь озер, расположенных в Низменном Заволжье, в вегетационный период 2001—2002 гг. По происхождению выбранные объекты принадлежат к двум типам: междюнные озера и карстовые. Междюнные озера в зависимости от гидрологического режима можно условно разделить на несколько групп: озера со стабильным гидрологическим режимом (Астраханка, Когояры), мелководный водоем, уровень воды в котором к концу сезона резко падает (оз. Безымянное) и пересыхающие озера со средней глубиной в середине лета около 15 см (Бол. и Мал. Лебединые).

Был произведен анализ сезонной динамики соотношения хищного и «мирного» зоопланктона. Для междюнных озер со стабильным гидрологическим режимом характерно резкое преобладание хищников над «мирными» формами по биомассе в начале вегетационного сезона. Это проявлялось в наличии двух пиков, разделенных интервалом в одну — две недели. Далее вплоть до середины — конца августа V_3/V_2 -коэффициент был меньше единицы. В октябре наблюдался пик биомассы хищников. Кроме того, в летний период на станциях оз. Астраханка, где в зарослях доминируют камыш лесной, осока вздутая и осока пузырчатая, зафиксировано незначительное преобладание биомассы хищников. В течение большей части сезона на свободной от макрофитов станции оз. Когояры наблюдались гораздо большие, чем в поросшей литорали, значения V_3/V_2 -коэффициента.

Для полувывсыхающего озера, значительно меняющего свою глубину к концу сезона, характерно низкое значение V_3/V_2 -коэффициента в летний период, не превышающее 1. В течение сезона динамика изменений этого показателя прослеживается слабо.

В зоопланктоне высыхающих озер в целом наблюдается тенденция к повышенным уровням V_3/V_2 -коэффициента в начале и в конце сезона. Однако, в отличие от озер со стабильными условиями, его значения не столь велики. Небольшой пик в середине июля фиксирован в оба года исследований, однако в более засушливый сезон 2002 г. он был четче выражен. На обоих озерах в этот год весенний пик сместился на начало июня. Более заметное преобладание хищников над «мирными» зоопланктерами по биомассе наблюдалось в открытой литорали.

Для карстовых озер характерными оказались низкие, относительно вышеописанных междюнных водоемов, уровни биомассы хищников в зоопланктонном сообществе: в оз. Светлое биомасса хищников в течение сезона не превышала биомассу «мирного»

планктона, в оз. Изъяры эта же ситуация наблюдалась большую часть сезона. Лишь весной 2002 г. биомасса этой группы была достаточно высокой на оз. Изъяры. Четко прослеживающейся тенденции в изменении B_3/B_2 -коэффициента не зафиксировано.

Таким образом, в исследованных нами водных объектах выявлены более высокие значения B_3/B_2 -коэффициента для типичных озер. В последних, а также в пересыхающих озерах выделяются весенний и осенний пики биомассы хищных зоопланктеров.

Институт экологии природных систем ЯНП

428034 г. Чебоксары, а/я 10

E-mail: verde@mail.ru

ЗООПЛАНКТОН МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Померанцева Д.П.

Мелководная зона в Новосибирском водохранилище составляет 24% от общей площади при НПУ. Согласно исследованиям, проведенным ранее, структура зоопланктонного сообщества мелководной зоны насчитывала 74 вида, среди которых коловратки составляли 30, ветвистоусые — 34, веслоногие ракообразные — 10 (Померанцева, 1976, 1977). В последние годы в зоопланктоне мелководий наблюдается от 48 до 58 видов, из них коловраток насчитывается 25—30, ветвистоусых 16—20, веслоногих — 8—10. Зоопланктоценоз открытых мелководий насчитывает от 20 до 30 видов.

Основной комплекс ведущих видов, обеспечивающих величину биомассы зоопланктона, составляют *Bosmina coregoni* Baird, *Diaphanosoma brachyurum* L., *Daphnia cucullata* Sars, *D. longispina* M., *Sida crystallina* M.

В заливах и мелководных участках Верхней (реофильной) зоны Новосибирского водохранилища, доминирующей группой по численности являются коловратки. Средние величины численности зоопланктона таких мелководий изменяются в пределах 28.13—52.86 тыс. экз./м³, биомассы — от 0.50 до 1.88 г/м³.

В заливах Верхней зоны, изолированных от воздействия речного режима, с обилием водной растительности, в массе развивается рачковый планктон, главным образом, ветвистоусые ракообразные. Средние величины численности зоопланктона в таких заливах достигали 359.30 тыс. экз./м³, биомассы 26.67 г/м³.

Зоопланктоценоз заливов Средней зоны водохранилища, где уменьшаются скорости течения, представлен довольно разнообразно, наблюдается интенсивное развитие ветвистоусых ракообразных. Средние величины численности зоопланктеров изменялись в пределах 86.00—218.40 тыс. экз./м³, биомассы — от 2.97 до 9.15 г/м³.

Основу зоопланктонного сообщества заливов Нижней зоны водохранилища составляют ракообразные, преимущественно, *Diaphanosoma brachyurum* L., *Acanthocyclops viridis* Jur. Средние величины численности зоопланктона заливов этой зоны колебались в пределах 106.70—306.00 тыс. экз./м³, биомассы от 4.40 до 30.11 г/м³. Открытые мелководья Нижней зоны водохранилища менее богаты зоопланктоном, средние величины которого изменяются от 18.24 до 35.00 тыс. экз./м³, биомассы от 0.80 до 1.55 г/м³.

Существенным дополнением в улучшении кормовой базы молоди рыб являются дальневосточные планктобентические мизиды, интенсивное развитие которых начинается во второй половине мая. Молодь мизид в летний период концентрируется на прибрежных мелководьях и, наряду с зоопланктоном, используется в пищу молодью рыб и при недостатке зоопланктона его компенсирует. Средняя численность мизид в Верхней зоне водо-

хранилища колебалась от 4.95 до 12.79 тыс. экз./м³, в Средней изменялась в пределах 19.80—42.90 тыс. экз./м³.

Таким образом, зоопланктонная кормовая база для молоди рыб Новосибирского водохранилища на мелководных участках исключительно благоприятна, что подтверждается довольно высокими количественными показателями.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства
630091 г. Новосибирск, Писарева, 1
E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

ПИТАНИЕ РЫБ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ПЕЧОРА

Пономарев В.И.

Жизненный цикл почти трети обитающих в бассейне р. Печора видов рыб связан с протяженными миграциями. При этом предустьевые участки реки и примыкающие к ним акватории обширных губ и заливов являются важнейшими местами нагула большинства полупроходных видов рыб. В сообщении приведены результаты изучения состава пищи рыб дельты р. Печора в 1996—1999 гг.

Дельта р. Печора включает три основных типа ландшафтов (Taskaev et al., 1998). Это собственно печорская дельта (1), холмистые (2), а также приморские (3) тундры. Им соответствуют три основных типа водных экосистем печорской дельты со всеми присутствующими им выраженными чертами структурно-функциональной организации (Pechora Delta..., 2000).

1). В составе пищи пеляди пойменных озер печорской дельты преобладали Cladocera и Copepoda. Кроме того, обнаружены Chironomidae (lv.), Hydracarina и растительные остатки. В питании язя озер и проток дельты предпочтение оказывалось Mollusca и Trichoptera (lv.). Некоторую роль также играли Chironomidae (lv.), Amphipoda, Hydracarina, Plecoptera (lv.) и растительность. В пищевом комке карася обнаружены Amphipoda, Chironomidae (lv.), Mollusca, Plecoptera (lv.), растительная пища и детрит. Спектр питания окуня оказался наиболее широким: отмечены Nematoda, Amphipoda, Hirudinea, Plecoptera (lv.), Coleoptera (lv.), Trichoptera (lv.), Chironomidae (lv.), Chironomidae (im.) и растительные остатки.

2). Населяющая примыкающие к печорской дельте ледниковые озера восточной части Большеземельской тундры пелядь характеризовалась наличием в составе пищи, наряду с планктонными организмами, как обитателей дна, так и падающих на поверхность воды насекомых. В пищевом спектре отмечены личинки и куколки Chironomidae, Amphipoda, Insecta (im.) при преобладании Copepoda. Как это обычно и свойственно для сига тундровых озер, выявлен весьма широкий спектр потребляемых им кормовых организмов: Nematoda, Amphipoda, Trichoptera (lv.), Coleoptera (lv.), Coleoptera (im.), Insecta (im.), Odonata, Plecoptera (lv.), Chironomidae (lv.), Chironomidae (pp.), Chironomidae (im.), Simuliidae (lv.) (доминирующий компонент), Ephemeroptera (lv.), Cladocera, растительная пища и детрит. В питании сига р. Ортина численно преобладали Chironomidae (lv.), а по массе Chironomidae (lv.) и Diptera. Кроме того, в составе пищевого комка обнаружены Trichoptera (lv.), Coleoptera (im.), Coleoptera (lv.), Mollusca, Insecta (im.), Ephemeroptera (lv.), Megaloptera, Hydracarina и Simuliidae. В составе пищи хариуса р. Ортина по численности преобладали Chironomidae (lv.), Diptera и Trichoptera (lv.), а по массе — Trichoptera (lv.), Diptera и рыбная пища. Кроме того, у хариуса отмечены Coleoptera (im.), Muriapoda,

Plecoptera (lv.), Nematomorpha, Insecta (im.), Ephemeroptera (lv.), Megaloptera, Amphipoda, Heleidae, Simuliidae, а также икра хариуса.

3). Безусловное предпочтение в питании ряпушки, нагуливающейся на акваториях приливоно—отливной зоны Печорской губы в районе устья р. Хобуйко—Се, отдается имаго Insecta. В ее питании обнаружены Coleoptera и Chironomidae, но их роль минимальна. В составе пищи сига наиболее часто встречаются Chironomidae (lv.), отмечены Diptera, Trichoptera (lv.), Coleoptera (im.), Mollusca, Insecta (im.), Amphipoda, Heleidae, Chironomidae (pp.), Copepoda и растительные остатки. Так же, как и в случае с сигом, в питании пеляди доминировали Chironomidae (lv.). Среди других кормовых организмов отмечены Insecta (im.) и, кроме того, Trichoptera (lv.), Diptera, а также Hydracarina.

Таким образом, большинство рыб, временно или постоянно населяющих водоемы дельты р. Печора, относятся к числу эврифагов, потребляющих широкий спектр пищевых организмов. При этом в их питании, как правило, преобладают одна или две группы пищевых организмов.

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН
167982 Сыктывкар, ул. Коммунистическая 28
E-mail: ponomarev@ib.komisc.ru*

КОРМОВАЯ БАЗА ДЛЯ РЫБ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР В СВЯЗИ С ТОВАРНЫМ ВЫРАЩИВАНИЕМ РЫБЫ

Прусевич Л.С., Егоров Е.В., Русова А.А.

В 2002 г. исследовали зоопланктон и зообентос 2-х озер Новосибирской области в связи с организацией рыбоводных хозяйств.

Оз. Чебачье (площадь 1861 га, средняя глубина 2.2 м). Качественный состав зоопланктона в озере Чебачьем представлен 19 видами, из них 4 вида коловраток, 9 — ветвистоусых и 6 — веслоногих рачков, однако доминирующий комплекс за все время исследований представлен всего 2—3 видами. Средняя биомасса зоопланктона за исследуемый период составила 0.987 г/м³ при численности 35.150 тыс. экз./м³. Зообентос в качественном отношении беден, состав его ограничен в основном вторичноводными организмами, основу которых составляют личинки хирономид (6 видов). Из гомотопных организмов отмечены только олигохеты (2 вида). Бедность состава зообентоса связана с повышенной минерализацией воды. На сезонную динамику количественных показателей донных организмов значительное влияние оказывает вторичноводность большей части составляющих его видов, которые покидают водоем на стадии имаго. Вследствие этого, даже при значительных среднесезонных значениях биомассы зообентоса в водоеме наблюдаются периоды пониженной кормности. Средняя биомасса бентоса за исследуемый период составила 4.423 г/м² при плотности организмов 1027 экз./м².

Озеро Мелкое (площадь 869 га, максимальная глубина 2.3 м, средняя — 1.7 м). В июне — сентябре отмечено 15 видов зоопланктона, из них 3 — коловраток, 6 — ветвистоусых и 6 — веслоногих рачков. Средняя биомасса зоопланктона за период исследования составила 2.459 г/м³ при плотности организмов 36.506 тыс. экз./м³. Качественный состав зообентоса беден, отмечено всего 11 видов, из них 6 — личинки хирономид. Наименьшие численность и биомасса этой группы отмечались в июне, когда проходил вылет имаго хирономид. Средняя биомасса составила 3.805 г/м², численность — 423 экз./м².

Согласно классификации М.Л. Пидгайко и др. (1968) исследованные озера относятся к водоемам средней кормности.

Продукция зоопланктона оз. Чебачье при продукционном коэффициенте 8 в летне-осенний период составила 12.016 г/м³, оз. Мелкого — 57.072 г/м³. Принимая степень использования продукции 50%, кормовой коэффициент, равный 8, потенциальную рыбопродуктивность оз. Чебачье по этой группе организмов оцениваем в 16.5 кг/га, оз. Мелкое — 60.6 кг/га.

Продукция зообентоса оз. Чебачье при продукционном коэффициенте для личинок хирономид 6, для остальных групп — 4, определяется величиной 62.766 г/м², оз. Мелкое — 58.4 г/м². Потенциальная рыбопродуктивность при использовании рыбами 50% донного корма, кормовом коэффициенте 5 — 62.8 и 58.4 кг/га, соответственно.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства
630091, г. Новосибирск, ул. Писарева, 1,
E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

ПИТАНИЕ И РОСТ АМУРСКОГО КАРАСЯ В КРУПНЫХ ВОДОЕМАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Прусевич Л.С., Леонов С.И.

В 1999 — 2000 гг. проводили исследования питания и роста амурского карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в двух крупных водоемах юга Западной Сибири — оз. Сартлан (23 тыс. га) и оз. Убинское (40 тыс. га). Оз. Сартлан — незаморный водоем с максимальной глубиной 3.8 м при средней 2.0 м, с минерализацией воды в летний период в зависимости от уровня — 3.0—4.0 г/л. Оз. Убинское в настоящее время находится в фазе маловодья, максимальная глубина его 0.8 м, общая минерализация 1.7 г/л. Озеро периодически подвержено зимним заморам, что отрицательно сказывается на гидрофауне.

Оз. Сартлан — нагульный водоем Сартланского озерного хозяйства, основными объектами рыбоводства которого являются сазан и пелядь. В настоящее время промысловое значение в озере имеют 6 видов: местные (окунь, плотва, язь) и вселенцы (пелядь, сазан, амурский карась). В 2001 г. амурский карась вышел на первое место по вылову. В оз. Сартлан амурский карась несанкционированно был вселен в 1986 г., в 1991 г. вступил в промысел. Запасы его пополняются за счет естественного нереста. Карась в возрасте 1+ — 6+ является эврифагом с предпочтением бентосных организмов. В состав его пищи входят личинки хирономид 6 видов, составляющие 56.8—76.5% от массы пищевого комка, цератопогониды (3.2—5.2%). На долю зоопланктона приходится от 10.2 до 18.0%. Остальную часть пищевого комка занимают ил и детрит. Рост карася в оз. Сартлан удовлетворительный. Средняя масса его в возрасте 1+ — 6+ по данным 2001 г. в октябре составила 89.8—675.3 г. Амурский карась является конкурентом в питании сазана. Степень их пищевого сходства составляет 85.2—90.3%. Поскольку сазан более ценный по пищевым качествам видом, ежегодно вселяемым в водоем, с более быстрым темпом роста, карась необходимо интенсивно отлавливать. Величина использования промыслового запаса этого вида должна быть на уровне 40—45%.

В оз. Убинском после регулярных зимних заморов в течение 7 лет подряд единственным представителем ихтиофауны стал амурский карась. Карась в этом водоеме является эврифагом с предпочтением животного корма, процент потребления которого снижается от весны к осени, что можно объяснить выеданием бентосных организмов и уменьшением биомассы планктонных осенью в связи с похолоданием воды. В условиях маловодности промысловый запас карася ежегодно недоиспользуется, а нагрузка на кормовую базу возрастает. Пищевой комок его состоит из личинок хирономид (3.7—69.5%, зоопланк-

тона (13.9—18.7%), остальную долю занимают ил и детрит. В последние годы наблюдается отставание в темпе роста карася оз. Убинского по сравнению с другими водоемами региона по всем возрастным группам, кроме сеголетков. Средняя масса его в возрасте 1+ — 5+ составила 7.0—188.0 г.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства

630091, г. Новосибирск, ул. Тисарева, 1,

E-mail: *sibribniiproekt@mail.ru*

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА ЗАРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ ОЗЕРА КУБЕНСКОГО (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Растопчинова Е.С.

В работе анализируются особенности динамики сообщества фито- и зоопланктона в различных ассоциациях макрофитов озера Кубенского (Вологодская область). Это крупный мелководный водоем, имеет площадь 418 км². Озеро развивается по макрофитному пути, поэтому изучение зарослевых ценозов необходимо для установления особенностей функционирования водной системы. На примере сообществ ассоциаций рдеста пронзеннолистного, стрелолиста обыкновенного, осоки острой и зоны открытой воды выявлена специфика суточной динамики фито- и зоопланктона. Изучали взаимосвязь суточной ритмики этих трофических уровней, влияние различных макрофитов как эдификаторов, создающих структуру ценозов и микросреду обитания гидробионтов. Обсуждается значение суточного режима абиотических факторов для функционирования сообществ.

Сбор материала осуществляли в июле с интервалом 4 часа в прибрежной зоне (глубины около 0.5 метра), когда температурная стратификация в летний период отсутствует. Установлен видовой и размерный состав, численность, биомасса фито- и зоопланктона для различных ассоциаций макрофитов и зоны открытой воды. В отношении динамики фитопланктона показаны общие черты и отличия нарастания численности в течение суток для разных групп водорослей в отдельных ассоциациях. В частности, при отсутствии ветрового перемешивания в ясную погоду для зеленых водорослей отмечено снижение численности к 14 часам в ассоциации стрелолиста обыкновенного и по открытой воде. Выявлена сильная отрицательная связь динамики группы в ассоциации рдеста пронзеннолистного и по открытой воде (ранговый коэффициент корреляции Спирмена $r_s = -0.8$; $p = 0.05$). Для диатомовых в ассоциации рдеста зафиксировано увеличение численности после 14 часов дня, которая оставалась высокой до 2-х часов ночи. Для криптофитовых водорослей отмечено повышение численности в то же время суток в зарослях осоки острой и в открытой воде. Это связывается с более слабым прессом фитофильного зоопланктона в данных зонах при достаточно высоких репродуктивных потенциалах водорослей. Из синезеленых, которые представлены родами *Microcystis*, *Aphanotethe*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, для трех последних выявлена в этих же ассоциациях аналогичная картина суточной ритмики. Однако в зарослях стрелолиста для них характерны два пика численности в 10 часов утра и 2 часа ночи. В зарослях рдеста суточная динамика синезеленых водорослей значительно отличается нарастанием численности после 18 часов и до 2-х ночи. Суточную ритмику численности и видового состава зоопланктона в трех различных ассоциациях и в зоне открытой воды изучали для выявления корреляции с динамикой фитопланктона, а также с позиций регуляторной роли зоопланктона в зарослевом сообществе.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПИТАНИЯ ДЛИННОНОСОЙ КРЕВЕТКИ *PARAPENAEUS LONGIROSTRIS* LUCAS (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE) ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ ЗАПАДНОЙ АФРИКИ

Роменский Л.Л.

Длинноногая креветка (д.к.) встречается в Средиземном море и Восточной Атлантике от Португалии до Намибии. Живет в придонном слое воды на глубинах 30—540 м и образует поселения на илистых или илисто-песчаных грунтах шельфа и его кромки. Д.к. — хищник-эврифаг (консумент III порядка) из группы бентофагов, поедающий население донного и придонно-пелагического комплексов, имеет широкий пищевой спектр (п.с.). В желудках обнаружены животные из 10 типов. Чаще и в больших количествах в них отмечены остатки ракообразных, рыб и полихет.

Изучали изменчивость п.с. креветки в зависимости от широты обитания. Использовали данные о составе пищи (доли в объеме пищевого комка, ОПК, %) особей длиной 60—99 мм, собранных весной 1983—1984 гг. на илах упобережья северной (6°09' ю.ш.) и центральной (11°12' ю.ш.) Анголы, а также на илистых песках у берегов Намибии (17°28' ю.ш.), Сьерра-Леоне и Гвинеи (8°55', 9°30' с.ш.) в диапазоне глубин 180—210 м. Исследовано питание 250 экз. с полными желудками.

На всех исследованных участках состав пищевого комка д.к. аналогичен. Основной пищей были ракообразные (43.7, 79.2, 79.7 и 32.1% ОПК, соответственно участкам) и второстепенной — рыба и полихеты.

На каждом из 4 участков в желудках преобладали представители разных групп ракообразных. У побережья Сьерра-Леоне и Гвинеи из них в ОПК преобладали креветки *Solenocera africana* Steb., *Plesionika heterocarpus* Costa и *Pontocaris lacazei* Gour. Вблизи северного побережья Анголы — доминировали крабы и креветки *Plesionika carinata* Holth. и *Pontophilus* sp. Leach, у центрального — гаммариды и полихелиды. На юге — у побережья Намибии основную роль в питании играли амфиподы и эвфаузииды.

Рыбы важную роль в питании имели только у северного побережья Анголы (40% ОПК). У ее центрального побережья и вблизи Сьерра-Леоне и Гвинеи значимость рыб была невелика (11.5 и 12.5% ОПК), а у берегов Намибии — минимальна (3.4% ОПК). Заметную роль в пищевом комке играли рыбы семейств Muraenidae и Chlorophthalmidae.

Полихеты поедались креветкой в малом количестве (6.4—13.1% ОПК) и на всех участках были дополнительной пищей, за исключением участка у Сьерра-Леоне и Гвинеи (28.5% ОПК).

В географических районах, где изучали широтную изменчивость питания, избранные участки находились под влиянием Гвинейского, Ангольского и Бенгельского течений, которым соответствуют различные фаунистические комплексы. На 4 участках д.к. питалась, в основном, ракообразными, потребляя дополнительно рыбу и полихет. Важную роль при этом играли те объекты питания, которые обитали в ее пищевом биотопе и имели лучшие размеры для потребления. Можно допустить, что п.с. д.к. зависит от состояния кормовой базы, а широтные вариации в ее структуре приводят к смене объектов питания креветок.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЁМОВ УКРАИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЕМ РОТАНА

Сабодаш В.М, Цыба А.А.

В Восточной Европе настоящим бичом становится ротан (*Perccottus glenii* Dyb.), наносящий существенный вред прудовому рыбоводству и промысловым рыбам естественных водоемов. Он значительно продвинулся к северу, акклиматизировавшись в пределах новой для него ландшафтно-географической зоны.

Нами ротан зарегистрирован в Киевской области на малых реках Каменка, Прорва, Стugna и Унава (бассейн Днепра). Кроме того, он известен на западе Украины в р. Вишня (приток р. Сан), в Закарпатье — в старице р. Латорица и в водоёмах в окрестностях Чопа, Батево и Мукачево (бассейн р. Тиса), в бассейне верхнего Днестра.

Чрезвычайная экологическая пластичность позволяет ротану распространяться с паводковыми водами по речному бассейну. А нарушение правил рыбоводства фермерами и работниками рыбоводных хозяйств помогает ему пересекать водоразделы и поселяться в других бассейнах. Как на своей родине, так и в новых местах обитания наиболее многочислен он в слабопроточных или стоячих водоемах с часто возникающим дефицитом кислорода, на литорали озер, в заболоченных водоемах и даже болотах, где он в большинстве случаев является единственным представителем ихтиофауны.

Ротан достигает высокой численности, и этим особенно опасен, в небольших замкнутых водоемах с бедной ихтиофауной. В водоемах, где водится много видов рыб, среди которых присутствуют и хищники, численность ротана не очень значительна, поскольку там практически не остается свободных кормовых ресурсов, и у вида — вселенца, при попадании в такие водоемы, очень мало шансов выжить, а тем более увеличить численность.

Пищевой рацион ротана может включать практически всю кормовую базу водоема (до 70 различных представителей беспозвоночных, включая моллюсков, амфибий и собственную молодь). Питаясь мальками ценных видов рыб, ротан способен полностью вытеснить их из водоема и стать в нем единственным видом. За несколько лет сверхплотная популяция вида способна опустошить всю фауну водоема. В выростных прудах молодь ротана питается личинкам хирономид и ракообразных, составляя конкуренцию малькам и сеголеткам всех видов рыб.

Такое положение вещей может привести к настоящей катастрофе для ихтиофауны пресных водоёмов, прудовых и фермерских хозяйств, занимающихся выращиванием ценных пород рыб, к потере биоразнообразия ихтиофауны естественных водоемов Украины.

Таким образом, очевидна необходимость изучения распространения и регуляции его популяции в водоёмах. Для этого необходимы мероприятия по сокращению численности ротана и поиск новых биологических и других методов контроля его воспроизводства в естественных водоемах. Работникам рыбных хозяйств необходимо принять срочные меры против бесконтрольного расселения экологически опасного вселенца.

КОРМОВАЯ БАЗА ПРУДОВ Р. СТУГНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЁ МАЛЬКАМИ РЫБ

Сабодаш В.М., Цыба А.А.

Условия среды — важнейший фактор, влияющий на питание и рост рыб. Первостепенное место в условиях среды принадлежит температуре воды и содержанию растворённого в ней кислорода. В прудовых условиях одной из основных причин больших потерь молоди является недостаток подходящей пищи, разные эктопаразиты и другие факторы. Оптимизация условий в водоемах производится путем внесения органических и минеральных удобрений и регуляции состава планктонного биоценоза. Быстрый рост личинок в первую неделю жизни обусловлен достаточным количеством для него доступных кормовых организмов, главным образом коловраток. Коловратки, имея самый короткий генеративный цикл, становятся преобладающей составной частью биомассы зоопланктона. За короткий период их количество в водоеме снижается вследствие прогрессирования других групп зоопланктона, которые начинают конкурировать с коловратками (например, дафнии). Кроме того, установлено, что многочисленные виды из рода *Cyclops* являются активными хищниками, которые убивают коловраток и предличинок рыб.

Температура воды в водоёмах реки Стугны в период исследований колебалась от 12 до 21° С, содержание растворённого кислорода от 6.8 до 8 мг/л. В опытах использовали личинок карповых рыб (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Ctenopharyngodon idella*).

В кишечниках трехдневных личинок были найдены панцири коловраток *Keratella quadrata* и *K. cochlearis* в количестве до 10 экз. на одну особь. Через 8—12 дней после вылупления личинки наряду с коловратками потребляют мелких ракообразных (*Bosmina longirostris*, *Moina micrura*). В возрасте 12—16 дней питаются в основном зоопланктоном, хотя в пищевом комке повышается удельный вес хирономид.

Таким образом, основными объектами питания личинок и молоди рыб были коловратки, босмины, моины, личинки хирономид, но в зависимости от возраста они встречались с различной частотой. По мере роста мальки потребляют всё меньшее количество коловраток и ракообразных (так, например, брахионус встречался в кишечном тракте от 80 до 33%, другие коловратки — от 68 до 11%, моины — от 100 до 33%). В кишечниках исследованных мальков частота встречаемости личинок хирономид росла с ростом мальков — от 35 до 95%.

Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины
Украина 01601, МСП, Киев-30, ул. Богдана Хмельницкого, 15
E-mail: aspirant@ua.fm

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Селезнева М.В.

Структурно-функциональные особенности сообщества макрозообентоса определяют как обеспеченность рыб — бентофагов пищей, так и эффективность использования ими кормовой базы. Величина реальной продукции макрозообентоса, которую могут использовать бентофаги, в значительной степени обусловлена таксономическим составом и трофической структурой сообщества.

Проанализированы данные многолетнего мониторинга сообщества макрозообентоса (1995—2001 гг.). В качестве структурных единиц рассмотрены трофические группы, объединяющие виды разного систематического положения, но со сходными пищевыми спектрами. При разделении макрозообентоса на трофические группировки использована широко применяемая при подобных исследованиях схема, предложенная Э.И. Извековой (1975), состав и способы добывания пищи взяты из литературных источников. Использование таких укрупненных трофических групп вполне оправдано при установлении общих закономерностей потока энергии в экосистемах. Для количественного выражения трофической структуры использовали индекс пищевого однообразия (Несис, 1983) и индекс удельного трофического разнообразия Шеннона, а также индекс выравнинности Пиелоу.

Разнообразие местообитаний донных беспозвоночных в водохранилище на данном этапе существования сводится к следующим основным биотопам, имеющим наибольшие площади распространения: серые илы, заиленные с различной степенью пески, чистые пески, грубодетритные бурые илы и черные илы заливов, образованных в местах впадения малых притоков. Анализ структуры макрозообентоса, проведенный отдельно для каждого биотопа, показал значительное таксономическое сходство сравниваемых биоценозов. Так, значения индекса Чекановского—Сьеренсена, вычисленные по качественным данным (0.51—0.80), как правило, больше, чем величины индекса, рассчитанные по биомассе (0.33—0.77).

Основное значение в создании запасов кормового для рыб макрозообентоса имеет сообщество серых илов, на котором развиваются примерно в одинаковом соотношении три трофические группировки: фитодетритофаги фильтраторы+собиратели (мотыль), фитодетритофаги фильтраторы (сфереиды) и детритофаги глотатели (тубифициды).

Корреляционная связь индексов трофического однообразия с долей лидирующего в биоценозе таксона высока и достоверна для уровня значимости $P < 0.01$ ($r = 0.78$), соответственно обратная связь выявлена для индекса трофического разнообразия ($r = -0.97$). Выравнинность биоценозов по трофической структуре обратнопропорциональна индексу трофического разнообразия ($r = -0.91$) и наиболее высока на биотопе грубодетритных бурых илов (0.87). Наименее выравнен (0.39) по трофической структуре биоценоз черных илов заливов, что объясняется значительным доминированием (81.3% от общей биомассы) личинок *Chironomus* gr. *plumosus*.

Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства
630091 г. Новосибирск, Писарева, 1.
E-mail: seleznvat@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РАБОТ ПО ДОБЫЧЕ ПЕСКА НА ГИДРОФАУНУ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НОВОПИЧУГОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ)

Селезнева М.В., Померанцева Д.П., Еньшина С.А., Ключня С.А.

Добыча песка на Новопичуговском месторождении велась в июле — августе 2002 г. посредством гидронамыва пульпы землесосным снарядом производительностью 1000 м³/ч. Среднее значение мутности для данного участка водохранилища в летний период составляет 27 мг/л, мутьевые воды из-за незначительного течения, обусловленного ветроволновыми явлениями, распространялись на расстояние не более 500 м от работающего механизма.

В течение вегетационного периода 2002 г. проводили наблюдения за состоянием гидрофауны. Станции отбора проб были распределены по акватории участка с учетом пространственных изменений условий среды обитания под воздействием работы землесо-

са. Наблюдения проводили в несколько этапов: до начала работ (июнь), в период работ (июль — август) и после окончания работ (сентябрь).

В основной зоне воздействия (0—150 м) создавалась высокая концентрация взвеси, затрудняющая работу фильтрующих и пищеварительных органов зоопланктеров. Механические повреждения покровов делают организмы нежизнеспособными, вызывают их гибель. Потери численности и биомассы в зоне разработок достигали 97—99%, увеличение которых происходило по мере удаления от работающих механизмов. При удалении на 500—800 м от землесоса, биомасса зоопланктона выравнивалась и приближалась к «фоновой» за счет крупных рачков, которые под действием тока воды поступали с соседних участков, не подверженных воздействию.

Влияние работы землесоса на пространственно-временное распределение макрозообентоса выражалось в следующем. Общее количество таксонов (5) и индекс видового разнообразия (1.6) макрозообентоса были наибольшими на участке в период проведения работ (август). Временная динамика общей биомассы характеризовалась повышением от лета к осени, и составила в сентябре в среднем 8.57 г/м^2 , что в 8 раз больше июньской биомассы, когда разработка месторождения еще не начиналась. Личинки хирономид и ракообразные (гаммариды) отмечены только на контрольных станциях. Олигохеты, хотя и присутствовали во всех пробах, однако наиболее обильно (1.74 г/м^2) были представлены на одной из контрольных станций (500 м). Биомасса сфериид в удалении от землесоса на 300 м была достоверно выше (6.83 г/м^2), чем на контрольных станциях ($0.58—1.12 \text{ г/м}^2$).

Видовой состав контрольных уловов рыб изменялся в сторону преобладания мелкого окуня на акватории 300—400 м от работающих механизмов. На расстоянии до 1000 м изменений в видовом и количественном составе ихтиофауны не отмечалось. С окончанием грунтодобычи места выработок могут повторно использоваться для нагула, а образовавшиеся углубления для зимовки рыб.

*Новосибирский филиал Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства
630091 г. Новосибирск, Писарева, 1.
E-mail: seleznevam@mail.ru*

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В СООБЩЕСТВЕ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА И ЕГО ЭПИБИОНТОВ БАЛАНУСОВ И ЭНДОБИОНТОВ ПОЛИХЕТ

Силина А.В., Жукова Н.В.

По нашим данным доминантные по биомассе эпизообионты бентосного приморского гребешка *Mizuhopectenyes soensis* — усконогие раки баланусы, образующие прикрепленные к раковине домики. Наибольшую биомассу на раковине гребешка наращивают *Balanus rostratus*, который способен образовывать многоярусные друзы (до нескольких килограммов), и *Hesperibalanus hesperius*, часто формирующий плотные щетки, иногда занимающие всю поверхность раковины. Доминантные эндообионты приморского гребешка — сверлящие многощетинковые черви полихеты. Проекция их ходов в верхней створке гребешка может занимать до 100% от всей площади створки. Среди полихет симбионтов приморского гребешка наиболее часто встречаются *Polydora brevipalpa* (= *P. ciliata*). Обычна для гребешка и *P. bidendata*.

В данной работе с помощью анализа жирных кислот как биомаркеров установлены главные источники усвоенной пищи, как гребешка, так и его симбионтов баланусов и по-

лихет, с целью определения существуют или отсутствуют между ними конкурентные пищевые взаимосвязи. Кроме этого проведено сравнение линейных параметров и роста гребешка при разном количестве соответствующих симбионтов.

Установлено, что основу усвоенной пищи гребешка составляют диатомовые водоросли и динофлагелляты, хотя, по литературным данным, основу пищевого комка гребешков составляет детрит. Главные компоненты пищи баланусов изменялись с увеличением их размеров и, соответственно, возраста. Молодые особи обоих видов баланусов — некрофаги. Они потребляют преимущественно детрит. В диете взрослых *Hesperibalanus hesperius* повышается доля диатомовых. У взрослых *Balanus rostratus* основным источником пищи становятся диатомовые водоросли. Исследованные виды полихет симбионтов усваивают главным образом диатомовые, а также, в заметной степени, и бактерии. Таким образом, полихеты и взрослые особи баланусов, особенно *B. rostratus*, могут являться пищевыми конкурентами как друг для друга, так и для их хозяина гребешка.

Кроме того, все исследованные симбионты гребешка могут быть не только прямыми пищевыми конкурентами гребешку, но и косвенно влиять на количество потребленной им пищи. Увеличение массы эпибионтов на верхней створке все более и более затрудняет раскрытие раковины гребешка, что влияет на фильтрацию воды и добычу пищи. Также уменьшается возможность свободного перемещения гребешка, чем ограничивается доступ к пище. При массе баланусов на раковине гребешка более 30—50 г значительно уменьшается скорость его роста. Кроме того, при разрастании полихет в раковине, увеличивается толщина и масса створок, что соответственно уменьшает внутреннюю полость гребешка, снижает объем воды, фильтруемой хозяином. Установлено, что с увеличением степени поражения раковин полихетами значительно уменьшаются как линейные, так и весовые параметры гребешка.

Работа поддержана грантом ДВО РАН 03—3—А—06—057.

Институт биологии моря ДВО РАН

690041 г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17.

E-mail: allasilina@hotmail.com, nzhukgva@hotmail.com

ИЗМЕНЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ В СУКЦЕССИОННОМ РЯДУ ВОДОЕМОВ УСМАНСКОГО БОРА

Силина А.Е., Прокин А.А.

Исследования трофической структуры макрозообентоса проводили в водоемах бассейна р. Усмань на территории Усманского бора в Воронежской области. Обследовали донные экосистемы русла р. Усмань (перекат, плес), левобережное пойменное озеро, лесное террасное озеро, осоковое болото «Синютино» и сфагновое болото «Клюквенное — 1». Все водоемы относятся к одному семейству водоемов (Иоганзен и др., 1981).

Для донного сообщества речного переката характерно максимальное трофическое разнообразие (13 гильдий). По способу питания преобладают фильтраторы и фильтраторы+собиратели (94.8% от общей биомассы). Значение хищников, несмотря на высокое разнообразие, невелико — 1.3%. На плесе, за счет выпадения реофильных форм, происходит резкое снижение видового и трофического (6 гильдий) разнообразия сообщества и падение его биомассы почти на порядок. Наиболее разнообразны фитодетритофаги собиратели и хищники. Максимум биомассы приходится на фильтраторов+собирателей (70.6%). Биомасса зоофагов возрастает почти в 20 раз. В пойменном озере по мере продвижения к профундали видовое и трофическое разнообразие снижается. В литорали наиболее разно-

образны сестоно–фитодетритофаги фильтраторы+собиратели крупных форм — 96.4% и хищники, составившие всего 2.2% биомассы. В сублиторали возрастает разнообразие фитодетритофагов собирателей, на долю которых приходится 67.8% биомассы сообщества. Хищники, при невысоком разнообразии, пятикратно увеличивают обилие по сравнению с литоралью, и составляют 12.8% биомассы. В террасном озере отмечено высокое видовое и трофическое разнообразие макрозообентоса (10 гильдий по сравнению с 6–ю пойменного озера) за счет заселения его видами временных водоемов и др. В литорали и сублиторали основную роль играют фитодетритофаги собиратели (44.8—78.8% биомассы). Хищники в литорали составили 4.5% биомассы, в сублиторали — 5.5% при максимальном их разнообразии. В профундали при снижении вдвое видового и трофического разнообразия сообщества они достигают наибольшего развития, составляя 27.3% общей биомассы. Лидируют сестоно–фитодетритофаги фильтраторы+собиратели, представленные мелкими формами (50.5% биомассы). Доля фитодетритофагов собирателей снижается до 17.1%. В осоковом болоте зообентос по разнообразию почти не уступает террасному озеру. Доля биомассы фитодетритофагов собирателей в мочажинах равнозначна — 30.9—29.3%. В наиболее обводненной мочажине биомасса и видовое разнообразие выше в основном за счет хищных насекомых. В других ценозах большое значение имели детритофаги глотатели и фитофаги. Для биоценозов сфагнового болота характерно высокое разнообразие хищников (10—13 видов). Основная доля энергии донных сообществ в тростниковой формации проходит через хищных (70,1—80,4% биомассы), субдоминантами являлись сестоно–фитодетритофаги фильтраторы+собиратели (21.9—9.4%). В осоково–сфагновом биоценозе биомасса распределяется более равномерно по основным гильдиям. Сестоно–фитодетритофаги фильтраторы+собиратели составили 34.7%, детритофаги–глотатели — 29.1%, хищники — 18.5% биомассы сообщества, фитофаги — 11.1%.

Основными тенденциями изменений трофической структуры донных сообществ являлись следующие: 1) максимальным трофическим разнообразием отличались наиболее «экстремальные» экосистемы — перекаат реки и периодически пересыхающее террасное озеро; 2) для более молодых экосистем и биоценозов характерно большое значение фильтраторов, для переходных к стационарному состоянию (плес, пойменное озеро) — сестоно–фитодетритофагов фильтраторов+собирателей крупных форм; 3) с увеличением сукцессионной зрелости гидробиоценозов и экосистем возрастает значение хищных форм, причем по мере приближения к концу ряда — с укрупнением их размеров; 4) в более зрелых биоценозах в гильдии сестоно–фитодетритофагов фильтраторов+собирателей происходит замещение малочисленных крупных видов массовыми мелкими видами нескольких жизненных форм.

Воронежский государственный университет

СРАВНЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЕРИФИТОНА И ЗООБЕНТОСА

Скальская И.А., Баканов А.И., Жгарева Н.Н.

Пространственные ниши двух эволюционно близких экологических группировок беспозвоночных — зооперифитона и зообентоса различны. Перифитон развивается на природных и антропогенных субстратах, находящихся в толще воды. Пространственной нишей бентосных сообществ служит толща грунта и прилегающий к ней тонкий слой воды. Лежащие на дне и возвышающиеся над ним твердые субстраты (в основном камни) населены смешанными богатыми перифито–бентосными сообществами. Потенциал про-

пространственных ниш для перифитона в виде возможного количества погруженных в воду твердых субстратов практически никогда полностью не реализуется, т.е. это уникальное сообщество, роль которого в водоеме может регулироваться не только природой, но и человеком. Пространственная ниша бентоса связана с площадью дна водоема, она всегда в той или иной степени заполнена в соответствии с конкретными экологическими условиями. Историческая общность перифитона и бентоса при довольно значительных различиях по видовому составу находит отражение в сходной трофической структуре и трофических уровнях данных сообществ. В них присутствуют беспозвоночные с фильтрационным типом питания, детрито- и альгофаги, хищники. При сходных способах добывания пищи они занимают различные трофические ниши и чаще всего прямые конкурентные отношения за пищу между ними отсутствуют, что позволяет им максимально использовать ресурсы среды. При наличии большого количества твердых субстратов в толще воды возможен перехват зооперифитоном пищевого материала в виде водорослей и детрита, что существенно может уменьшить объем оседающего на дно пищевого материала, частично восполняемого потоком пеллет беспозвоночных — обрастателей. Особенно заметное влияние такого рода оказывает дрейссена. Различия между источниками пищи зооперифитона и зообентоса хорошо заметны на самых низших трофических уровнях. Мирные зооперифитонные организмы потребляют фитопланктон и детрит толщи воды, а также фитоперифитон и детрит, накапливающийся на субстратах. Небольшое число обрастателей использует в пищу мягкие ткани водных растений. Бентосные животные потребляют питательный материал грунтов, а также фитопланктон и детрит придонных слоев воды. Остальные трофические уровни, имеющие не меньшее значение в жизнедеятельности перифитонных и донных сообществ, характеризуются наибольшим сходством, но реализуются они в масштабах разных трофических ниш.

В наименее подверженных антропогенному загрязнению участках водохранилищ Верхней Волги в перифитоне доминируют истинные беспозвоночные с фильтрационным типом питания — губки *Spongilla lacustris* L., *S. fragilis* Leidy, *Ephydatia mulleri* (Lieb.), мшанки — *Plumatella fungosa* (Pall.), *P. emarginata* Allm., *Hyalinella punctata* (Hanc.), личинки хирономид — *Glyptotendipes glaucus* Mg., *Endochironomus albipennis* Mg., дрейссена. В антропогенно нарушенных зонах беспозвоночные — фильтраторы исчезают и они замещаются собирателями пищевого материала на субстратах — альго-детритофагами и хищниками, среди которых личинки хирономид *Cricotopus intersectus* (Staeg.), *C. gr silvestris* F., олигохеты — *Nais barbata* Mull., *N. variabilis* Piquet., *Dero obtuse* Udek., нематоды — *Diplogaster rivalis* (Leyd.), *Tobrilus helveticus* (Hofm.), *Plectus cirratus* (Bast.) и др.

Смена трофической структуры в загрязненных зонах свидетельствует о высокой чувствительности типичных обрастателей к антропогенному воздействию, в результате чего создается потенциальная угроза вымирания древней специфической биотопической группировки сессильных беспозвоночных и экспансии на освободившиеся пространственные ниши твердых субстратов толщи воды эвритопных и бентосных беспозвоночных.

Работа поддержана грантом РФФИ № 02—04—49921

Институт биологии внутренних вод им.И.Д.Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: bakanov1940@mail.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ КРЯКВЫ В ВОДНО – БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПРУТ-ДНЕСТРОВСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ УКРАИНЫ

Скильский И.В.,¹ Хлус Л.М.,² Хлус К.М.³

Кряква (*Anas platyrhynchos* L.; Anseriformes, Anatidae) — гнездящийся, мигрирующий и зимующий вид в украинской части Прут–Днестровского междуречья. В отдельных местах на незамерзающих участках водоемов зимовочные скопления этих уток могут достигать тысячи и более особей. Гнездится на различных по площади озёрах, прудах, среди влажных участков лугов и болотистых местностей, вдоль берегов стариц, речек, ручьёв и каналов. Нередко, особенно в последние два десятилетия, селится на различных водоёмах наших городов. Нами впервые для указанного региона изучены особенности питания кряквы. С этой целью проанализировано содержимое желудков 23 птиц, добытых во второй половине XX века в летнее–осенний период в равнинной части Черновицкой области. Исключительно растительная пища была обнаружена в желудках 19 особей (82.6%), в желудках 3–х крякв (13.0%) находилась смешанная пища, и только у одной птицы (4.4%) рацион оказался полностью животного происхождения. По обилию используемых кормов (рассчитанному как общее количество соответствующих единиц питания) пища растительного происхождения превалирует еще более выражено, составляя 99.31% кормов (на долю животной пищи приходится 0.69% пищевых единиц). В желудках исследованных уток в июле и октябре растительная пища составила 100%. В августе 71.4% крякв питались исключительно растениями, 7.2% (1 особь) — только животными и 21.4% употребляли смешанную пищу. До сих пор считалось, что весенний рацион крякв составляет преимущественно животная пища, летний является смешанным с преобладанием животных объектов и только осенний рацион характеризуется преобладанием растительных кормов. Среди растений были определены представители 7 семейств. Наиболее часто птицами поедались растения семейства рдестовые (*Potamogetonaceae*); в частности, рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.) был найден в желудках 8–и крякв, рдест злаколистный (*P. graminens* L.) — 3–х, рдест плавающий (*P. natans* L.) — 2–х, рдест туполистный (*P. obtusifolius* Mert. et Koch) — 1–й, рдест маленький (*P. pusillus* L.) — 1–й. У 2–х птиц установлено наличие триостренника болотного (*Triglochin palustre* L.) из сем. ситниковые (*Juncaginaceae*). Следовательно, основу весеннее–летнего пищевого рациона крякв в исследуемом регионе составляют представители названных семейств. Растения остальных семейств, очевидно, составляют группу дополнительных объектов питания, поскольку найдены в желудках 1 птицы каждое. Анализ биотопической приуроченности кормовых растений показал, что гидрофилы составляют 84.91%; влажные прибрежные местообитания, орошаемые поля и рудеральные участки населяют остальные 15.09% растений. При этом все водные растения обитают в стагнофильных условиях (стоячих или медленно текущих водах). Очевидно, эти утки не составляют пищевой конкуренции рыбам — фитофагам. Объекты питания кряквы животного происхождения представлены 3 типами: Mollusca — 2 вида, Arthropoda — 4 вида, Chordata — 1 вид (*Rana lessonae* Camerano). Каждый из найденных видов обнаружен лишь в одном желудке, поэтому в целом животные объекты можно считать случайными элементами питания кряквы в исследуемом регионе, попавшими в желудки птиц вместе с поедаемыми растениями (кроме прудовой лягушки). Все животные без исключения — гидробионты, предпочитающие водоемы со стагнофильным режимом. Обобщая полученные результаты, можно констатировать, что основу весеннее–летнего питания крякв в Прут–Днестровском междуречье Украины составляет растительная пища (макрофиты); кормятся эти утки, как правило, на воде, в различных по площади стоячих и медленно текущих водоемах.

¹Черновицкий областной краеведческий музей

ГИДРОБИОНТЫ В ПИТАНИИ ОЛЯПКИ В РЕГИОНЕ БУКОВИНСКИХ КАРПАТ

Скильский И.В.,¹ Хлус Л.Н.,² Клитин А.Н.,² Хлус К.Н.³

Оляпка — *Cinclus cinclus* (L.) (Aves, Passeriformes, Cinclidae) — обычный гнездящийся и зимующий вид орнитофауны горной части Украинских Карпат. После завершения репродуктивного периода отдельные особи могут быть встречены в некоторых районах Предкарпатья и на равнинах Волыно–Подольского плато. В местах гнездования встречается вдоль горных ручьев и участков рек с быстрым течением. Хорошо плавает, ныряет, добывает пищу в основном под водой. Вид считается насекомоядным, однако конкретные данные об общих и, тем более, региональных особенностях питания оляпки в литературе отсутствуют. В то же время, представители данного вида в местах массового распространения могут оказывать существенное влияние на трофические условия горных гидроэкосистем, изменяя их структуру путем избирательного выедания консументов различных порядков. Исходя из этого, с целью изучения трофических связей оляпки в Буковинских Карпатах анализировали содержимое желудков птиц, добытых во второй половине XX века в пределах Покутско–Буковинской части Украинских Карпат. Птицы добыты в разное время года (январь, март, май, июнь, июль, октябрь, ноябрь), что позволяет корректно судить о сезонных аспектах питания вида, тесно связанных с соответствующими особенностями гидрофауны. Изучено содержимое 56 желудков (1 — «зимний», 5 — «весенних», 48 — «летних», 2 — «осенних»).

Установлено, что оляпка питается исключительно животной пищей (только в 4-х желудках выявлены остатки растений, попавшие туда, очевидно, вместе с пойманными животными). Все выявленные нами объекты питания оляпки принадлежат к типу членистоногих, представляя 2 класса: Malacostraca (единственный вид *Gammarus pulex* L., доля которого в питании оляпки составляет 6.66%, зарегистрирован только в летние месяцы) и Insecta (суммарная доля в питании вида — 93.34%). Среди пищевых объектов оляпки представители лярвальных и имагинальных стадий 9 отрядов насекомых: Ephemeroptera — 2.69%, поедаются в мае — июне; Orthoptera и Hemiptera — по 1 особи, случайные элементы в питании; личинки Plecoptera — 1.92% (лето — осень), Coleoptera — 13.57% (представители не менее 9 семейств, из которых водные формы составляют 30.19%, а прибрежные, встречающиеся вблизи урезаводы — 48.11%); Diptera — 0.77% (личинки комаров); Hymenoptera (найден 5 особей муравьев, очевидно, случайно упавших в воду); Trichoptera (личинки) — 28.3%; Lepidoptera (личинки) — 6 особей обнаружено в одном «майском» желудке, что позволяет считать их случайным элементом в питании вида. В целом, облигатные гидробионты составляют 44.43% пищевых объектов оляпки, приводные насекомые — 6.53%. О предпочтении питания насекомыми свидетельствует наличие большого количества гастролитов в пищевых комках (они полностью отсутствуют только в «майских» и «октябрьских» желудках, когда основу питания составляли насекомые с относительно мягкими покровами). Избирательность питания определяется, скорее всего, особенностями пищедобывающего поведения (птица добывает пищу под водой, часто и легко ныряя): в принципе, любое насекомое, пойманное оляпкой в воде, воспринимается как пищевой объект.

Таким образом, употребляя в пищу большое количество водных насекомых и ракообразных, оляпка в местах массовых скоплений может составлять конкуренцию хищным гидробионтам и существенно влиять на количественные соотношения консументов в пищевых цепях горных потоков.

¹Черновицкий областной краеведческий музей

²Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича

³НИИ медико—экологических проблем МЗ Украины

58032, Украина, г. Черновцы, ул. Южноокружная, д. 29, кв. 166

E-mail: ktona@sacura.chernovtsy.ua

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СТИХИЙНОГО АККЛИМАТИЗАНТА *HETEROSCOPE BOREALIS* В КРАСНОЯРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Скопцов В.Г., Михалева Т.В., Евграфов А.А.

Heteroscope borealis (Fischer) — крупный (до 4.0 мм) представитель пелагического зоопланктона, относящийся к подотряду Calanoida, в р. Енисее выше Енисейского залива ранее не отмечен. В Красноярском водохранилище данный вид впервые обнаружен в 1974 г. в приплотинном участке на глубинах более 15 м. Целенаправленного вселения *H. borealis* в Красноярское водохранилище не проводилось. К началу 90-х годов данный вид распространился по водоему и повсеместно встречается в его нижней и средней частях с глубинами более 20 м. Количественное развитие популяции в последние годы стабилизировалось. По нашим данным средняя биомасса *H. borealis* в летний период 1994 г. составляла в водохранилище 96 мг/м³, в 2001 г. — 121 мг/м³.

Распределение *H. borealis* по акватории водоема — неравномерное. В 2001 г. на отдельных участках водохранилища средняя биомасса рачков колебалась от 3 до 889 мг/м³. Вертикальное распределение *H. borealis* в толще воды значительно изменялось в течение суток. В июле 2000 г. в темное время суток основная масса рачков сосредотачивалась в поверхностном слое (0—15 м). В это время в горизонте 0—5 м (температура воды — 18.8°С) концентрировалось более 70% их численности. С увеличением освещенности рачки постепенно опускались в более глубокие слои, и в середине дня около 80% численности распределялось в горизонте 20—30 м (температура воды — 10.1—13.0°С).

Рачки рода *Heteroscope* по типу питания являются активными хватателями, с преимущественным потреблением планктонных ракообразных. Поэтому подъем рачков в поверхностные слои можно оценивать как кормовую миграцию к местам скопления потенциальных жертв. Приуроченность подъема к темному времени суток, по—видимому, является механизмом, позволяющим рачкам избегать выедания их рыбами. Суточный рацион популяции *H. borealis*, рассчитанный «физиологическим» методом, в летний период 2001 г. составлял около 70% от суточной продукции нехищного зоопланктона. Это показывает, что данный вид может оказывать значительное влияние на функционирование и формирование структуры пелагического сообщества зоопланктона Красноярского водохранилища.

В связи со специфическим вертикальным распределением *H. borealis* в толще воды ее активным потребителем является только акклиматизант — байкальский омуль, обитающий в горизонтах, где концентрация рачков в светлое время суток максимальна. В летнее время доля *H. borealis* в питании омуля превышала 95%.

Годовая продукция изучаемого вида в Красноярском водохранилище составляет около 25 тыс. т, что является значительным кормовым потенциалом для пелагических

рыб — планктофаров. Однако, в связи с крайне низкой численностью последних в водоеме, продукция рачков практически не используется.

НИИ экологии рыбохозяйственных водоемов и наземных биосистем

660097 г. Красноярск, Парижской коммуны 33.

E-mail: skoptsov@krasfish.krsn.ru

РОЛЬ СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ РАЗНОГО ТИПА

Соколова Е.А.

Одной из групп микроорганизмов, играющих большую роль в минерализации органического вещества (ОВ), являются облигатно-анаэробные сульфатвосстанавливающие бактерии, осуществляющие процесс диссимиляционной сульфатредукции. По своей химической сущности сульфатредукция — это окислительно-восстановительный процесс, в котором сульфаты или другие более восстановленные соединения серы используются бактериями в качестве конечного акцептора электронов при анаэробном окислении ОВ или водорода. При этом микроорганизмы получают необходимую для своей жизнедеятельности энергию. Сульфатвосстанавливающие бактерии представляют собой важное звено, связывающее потоки углерода и серы в анаэробных зонах водоемов. Энергия окисляемого сульфатредукторами ОВ переходит в энергию образующегося сероводорода, которая вновь расходуется на построение ОВ за счет деятельности аэробных и анаэробных фотосинтезирующих, тионовых и других бактерий (Сорокин, 1966).

Обследовали 30 водоемов (оз. Байкал, Неро, озера Карелии, Латвии, Дарвинского заповедника, Северо-Двинской системы, Крыма, Рыбинское водохранилище), отличающихся типом трофии, температурой, содержанием ОВ и сульфатов, соленостью и испытывающих антропогенное воздействие. Результаты определения скорости микробных процессов в донных осадках и балансовые уравнения потребления веществ бактериями позволяют рассчитать количество Сорг., использованного микроорганизмами. Нами было установлено, что расход органического углерода в процессе восстановления сульфатов в летнее время был выше, чем в другие сезоны и составлял в олиготрофных озерах 0.0004—0.004 мгС/(кг·сут), в мезотрофных — 0.003—0.12 мгС/(кг·сут), в евтрофных — 0.04—1.06 мгС/(кг·сут), в гиперсоленых озерах Крыма — в среднем 5 мгС/(кг·сут), т.е. при повышении уровня трофии роль сульфатредуцирующих бактерий в минерализации ОВ повышается.

Увеличение антропогенной нагрузки на пресноводные экосистемы, сопровождаемое поступлением ОВ и сульфатов, исчезновением кислорода и сменой окисленных условий в донных осадках на восстановленные, приводит к росту скорости сульфатредукции и ее роли в минерализации ОВ. Исследования, проведенные в северной части Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища и на малых реках (р. Кошта, р. Серовка, р. Ягорба), находящихся под влиянием промышленно-коммунальных сточных вод г. Череповца, показали, что здесь, по сравнению с контрольными станциями, в 6—10 раз возрастало значение сульфатредукторов в процессе разложения ОВ, составляя 7—108 мгС/(кг·сут). Высокие скорости потребления ОВ при восстановлении сульфатов (от 7 до 45 мгС/(кг·сут)) были зафиксированы нами в иловых отложениях оз. Неро, испытывающего воздействие стоков г. Ростова.

Одним из наиболее опасных последствий загрязнения в результате хозяйственной деятельности человека являются так называемые кислые дожди. В олигоацидных озерах

Дарвинского заповедника, закисленных в результате выпадения атмосферных осадков, подвергалось минерализации 0.06—1.9 мгС/(кг·сут), что равнялось 9—44% от общей суммы анаэробной деструкции ОВ.

Таким образом, как в пресных, так и в соленых водоемах сульфатредуцирующие бактерии вносят существенный вклад в процессы трансформации ОВ в донных отложениях.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: sokol@ibiw.yaroslavl.ru

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООПЕРИФТОННЫХ СООБЩЕСТВ РДСТА ПРОНЗЕННОЛИСТНОГО ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО МЕЛКОВОДИЙ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сони́на Е.Э.

При образовании Волгоградского водохранилища обширные мелководья возникли в верхней и средней зонах водоема, преимущественно в левобережье. Высшая водная растительность распространена на мелководьях неравномерно. Большой зарастаемостью характеризуются участки защищенного мелководья, где в меньшей степени сказывается воздействие ветровых и волновых процессов. В районе открытого мелководья растительность развита слабо, а на некоторых участках полностью отсутствует.

Целью данной работы стало сравнение зооперифитонных сообществ доминирующего вида погруженной растительности *Potamogeton perfoliatus* L., произрастающего на участках открытого правобережного (станция 1 — с. Усть-Курдюм) и защищенного левобережного (станция 2 — Красноярская пойма) мелководий Волгоградского водохранилища. Несмотря на подверженность зарослей открытого участка ветроволновым воздействиям, численность и биомасса обрастателей в течение всего вегетационного периода в 2.5—3.5 раза превышает аналогичные показатели количественного развития зооперифитона 2 участка. Однако абсолютное число видов макрозооперифитона рдста Красноярской поймы больше, чем на станции 1. Кроме того, сообщество обрастателей защищенного мелководья характеризуется большей выравненностью, информационным разнообразием и меньшими значениями индекса доминирования (индекс Пиелу — 0.837; Шеннона — 3.981; Симпсона — 0.837), чем открытого (0.223; 3.101 и 0.685 соответственно).

Основу зооперифитонных сообществ рдста составляют фито- и детритофаги. Их удельный вес в обрастаниях в течение всего вегетационного сезона больше на участке 1. Доминируют по численности на станции 1 — хирономиды р. *Cricotopus*, *Endochironomus*, *Limnochironomus*, моллюски р. *Theodoxus* и *Dreissena*, амфиподы р. *Chaetogammarus*, ручейники р. *Orthotrichia*. На 2 участке кроме вышеуказанных родов значительную роль в обрастаниях играют хирономиды р. *Corynoneura*, *Glyptotendipes*, *Paratanytarsus*, моллюски р. *Лутнаеа*, ручейник *Ecnomus tenellus*, гусеницы р. *Elophila*. Хищники и паразиты составляют 0.3—3% от общего количества обрастателей, причем их удельный вес больше на модельных участках защищенного мелководья. Хищные организмы представлены в основном личинками стрекоз р. *Ischnura*, паразиты — пиявками *Piscicola geometra*.

Таким образом, различия в изучаемых типах мелководий обуславливают количественные и структурные особенности формирования зооперифитонных сообществ рдста. Специфической особенностью является обратная связь количественного развития обрастателей и видового разнообразия их сообществ.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТОКА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В СЯМОЗЕРЕ ЗА 50 ЛЕТ

Стерлигова О.П., Павловский С.А., Ильмаст Н.В., Павлов В.Н., Кучко Я.А.

Многие авторы как в России так и за рубежом считают, что только длительные наблюдения по многим параметрам среды позволяют уловить начавшиеся сдвиги в изменении экосистем. Многолетние комплексные исследования на Сямозере позволили выявить основные изменения в экосистеме. Ускорение сукцессионных процессов в водоеме стало очевидным к началу 80-х гг. Существенно увеличился приток биогенов в водоем, вызванный интенсификацией сельскохозяйственных работ, осушением болот и заболоченных лесов на водосборе, рубкой лесов и рекреационным строительством т.е. использованием береговой зоны под базы отдыха и садоводческие кооперативы. Все это привело к росту содержания биогенов в озере. Так суммарный азот в 1950-е гг. составлял 0.07—0.28 мг/л, в 70-е — 0.40—0.86, в 90-е — 0.2—0.72 мг/л, минеральный фосфор в прежние годы отмечался в виде следов, в 70—90-е гг. достигал 0.004—0.008 мг/л, а в некоторых заливах колебался от 0.02 до 0.14 мг/л (Сабылина и др., 1998). В водоеме наблюдается увеличение длительности и интенсивности периода массового развития фитопланктона. Значительно выросла продукция фитопланктона — от 2700 до 7600 кг/га.

Если раньше в озере было два равных потока: первый — зоопланктон→планктофаги→хищные рыбы и второй — бентос→рыбы→бентофаги→хищные рыбы, то теперь первый путь явно преобладает над вторым. Значительно возросла продукция зоопланктона — с 350 до 1900 кг/га. В связи с этим увеличилась продукция рыб планктофагов с 15 кг/га 50-е гг. до 30—45 кг/га в 80—90-е гг. Практически неизменной оставалась продукция зообентоса — 850—900 кг/га и поэтому мало изменилась продукция рыб бентофагов — 11—13 кг/га. Незначительно (из-за доли хищной корюшки) увеличилась продукция хищных рыб — 4—9 кг/га. Общая ихтиомасса всех видов рыб в 40-е годы составляла 1980 т или, 71 кг/га, в 50-е — 1800 т или 67 кг/га, 80—90-е гг. — 3000 т или 113 кг/га при продукции 33, 34, 65 и 49 кг/га, соответственно. Реальная продукция составила в 40—50-е гг. — 14—13 кг/га, в 80—90-е гг. — 21—19 кг/га и коэффициент вылова — 0.8; 0.4; 0.5; 0.3, соответственно, т.е. наиболее продуктивно водоем использовался в 40-е гг. Основная рыбопродукция до 80-х годов приходилась на ряпушку, а в настоящее время на корюшку, затем как ранее так и сейчас следуют окунь, ёрш, судак, уклея, плотва и лещ.

Институт биологии Карельского научного центра РАН,

185610, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11.

E-mail: ecofish@bio.krc.karelia.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОДИ ПЛОТВЫ В ПРИБРЕЖЬЕ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА И ПРИТОКЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Столбунов И.А.

Проведено сравнение трофических показателей у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (L.) на протяжении первого и второго малькового периода развития (этапы F, G) в биотопах

открытой литорали Волжского плеса Рыбинского водохранилища и речных биотопах одного из его основных боковых притоков — р. Сутка. Состав пищевых организмов молоди плотвы из сравниваемых местообитаний содержал 49 компонент, из них Cladocera — 20 видов, Copepoda — 4 вида, Rotatoria — 3 вида. Кроме того, в рационе молоди встречались науплии и копеподиты Cyclopoida, личинки хирономид, поденок, дрейссены, олигохеты, остракоды и водоросли (Столбунов, 2000). Спектр пищевых организмов плотвы в открытых мелководьях был шире, чем у плотвы в речных прибрежьях. Во втором мальковом периоде развития рыб, диапазон потребляемых кормовых объектов сокращался. Уменьшение числа пищевых компонент как у водохранилищной, так и речной плотвы было связано с изменением избираемости питания рыб (Ивлев, 1977). К концу второго малькового периода развития избираемость питания плотвы в водохранилище и притоке возрастала. Причем у молоди плотвы в открытых мелководьях водохранилища средний показатель элективности, рассчитанный по сумме всех пищевых организмов, был выше, чем аналогичный показатель у молоди в речных биотопах. Молодь перешла на питание преимущественно крупными ракообразными: *Daphnia galeata* Sars, *Bosmina longispina* (Leydig) и *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin).

В развитии кишечника молоди рыб из различных местообитаний отличий не наблюдалось: первая и вторая петли кишечника (Васнецов, 1948) были уже вполне ясно выражены в первом мальковом периоде онтогенеза рыб. По весу кишечника достоверных отличий между речной и водохранилищной плотвой не обнаружено.

Средний показатель общего индекса потребления пищи у молоди плотвы в открытых мелководьях водохранилища был выше, чем у рыб в речных прибрежьях. На этапе развития G различия имели достоверный характер ($p < 0.01$). По мере роста рыб в различных биотопах значения индексов потребления пищи увеличивались.

У водохранилищной плотвы средний размер кормовых организмов был выше, чем у речной; на этапе развития G отличия были достоверными ($p < 0.001$). По мере роста молоди плотвы и переходом во второй мальковый период развития средний размер ее кормовых объектов увеличился. В большей мере эти изменения проявлялись у молоди в открытой литорали водохранилища. Выявленные отличия были вызваны как непосредственно размерно—видовым составом кормовой базы рыб, так и различиями в величине ротового отверстия плотвы различных местообитаний. У водохранилищной молоди величина ротового отверстия (Shirota, 1970), была достоверно выше, чем у речной, как на F ($p < 0.01$), так и G ($p < 0.001$) этапах развития.

Установлены различия в среднем относительном размере жертвы (Wankowski, 1979) молоди плотвы из различных местообитаний, отражающие изменения скорости роста рыб. В первом мальковом периоде развития (этап F) относительный размер жертвы был выше у молоди плотвы из речных мелководий. У плотвы из речных мелководий на данном этапе развития относительный прирост (по: Brody, 1945) и удельная скорость роста (Шмальгаузен, 1935) были выше, чем у молоди в открытой литорали водохранилища. Во втором мальковом периоде (этап G) относительный размер жертв у водохранилищной плотвы был выше, чем у речной. Ростовые показатели рыб на данном этапе развития в открытой литорали водохранилища превышали аналогичные в речном прибрежье.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок,
E-mail: sia@ibiw.yaroslavl.ru*

ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ ОЗ. ПЛЕЩЕЕВО КАК КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ

Столбунова В.Н.

Изучение зоопланктона оз. Плещеево проводилось с 1979 по 1996 гг. (Столбунова, 1983, 1989, 1992, 1994, 1999, 2002). Основную биомассу в планктоне составляют ракообразные. Их сообщество в глубоководной зоне озера состоит из доминирующих копепод — *Eudiaptomus graciloides* Lill., *Cyclops kolensis* Lill. и клadoцер — *Daphnia cucullata* Sars, *D. longispina* O.F. Müll., *D. cristata* Sars, *Bosmina coregoni* Baird., *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), в отдельные годы — *Daphnia galeata* Sars, *Bosmina longirostris* (O.F. Müll.), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müll.).

Весенний рачковый планктон состоит в основном из копепод (91.6—100% биомассы Crustacea), среди которых преобладает *Cyclops kolensis* (до 97% по биомассе). Биомасса ракообразных в центральной части озера по многолетним данным составляет 0.80—3.10 г/м³, *C. kolensis* — 0.68—2.51 г/м³.

В летнем зоопланктоне важную роль играют клadoцеры. Среди них высокой численности достигают *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*. В доминирующий комплекс входит также веслоногий *Eudiaptomus graciloides*. Крупные Crustacea (длиной более 1.0 мм) в многолетнем ряду достигают в среднем 63 тыс. экз./м³. Средняя численность ракообразных составляет 88—190 тыс. экз./м³, максимальная — 250 тыс. экз./м³; среднемноголетняя биомасса — 1.44—4.34 г/м³, максимальная — 5.05 г/м³.

Осенью биомасса ракообразных изменяется от 0.55 до 2.25 г/м³, доля крупных особей — 0.40—1.49 г/м³. Преобладают виды родов *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Eudiaptomus*.

Зимой основу биомассы ракообразных составляет *Eudiaptomus graciloides*. Среднемноголетняя биомасса Crustacea колеблется от 0.12 до 1.00 г/м³. Диаптомус в эпилимнионе не достигает 13 тыс. экз./м³, биомасса — до 0.86 г/м³.

Длительные наблюдения за зоопланктоном в оз. Плещеево показали, что обилие видов может значительно различаться год от года. Так, в 1996 г. обычно многочисленная зимняя генерация диаптомуса представлена единичными экземплярами, а преобладающий в предыдущие годы весенний кольский циклоп характеризуется низкими количественными показателями.

В прибрежной части озера на открытых мелководьях с глубинами 1.0—1.3 м обычно доминируют мелкие виды клadoцер (*Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*) и науплиусы копепод. Биомасса ракообразных здесь в 2 раза ниже, чем в глубоководной зоне. Особенно обеднены восточные и северо—восточные участки литорали, где наиболее ощутимо антропогенное загрязнение.

Заросли макрофитов занимают в озере 5.3% площади. Ракообразные представлены фитофильными видами — *Sida crystallina* (O.F. Müll.), *Eurycercus lamellatus* (O.F. Müll.), *Pleuroxus truncatus* (O.F. Müll.), виды родов *Ceriodaphnia*, *Eucyclops*, *Macroscyclops* и др. Биомасса здесь на порядок выше, чем в центральных участках озера.

В целом, среднемесячные биомассы ракообразных в оз. Плещеево в многолетнем ряду свидетельствуют о хорошей кормности водоема. Рачковый планктон имеет большое значение в питании знаменитой «переславской сельди» — ряпушки, многочисленной в озере уклейки, а также плотвы и густеры (Экосистема озера Плещеево, 1989).

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок

ОЦЕНИВАНИЕ СКОРОСТИ ТРОФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

Суханов В.В.

Известно, что в процессе трофической адаптации тренировка хищника на питание определенной пищей увеличивает ее избираемость. Построим модель этого процесса, основанную на идеях условных рефлексов. Для этих целей можно взять за основу простую модель обучаемости, разработанную Бушем и Мостеллером (1962), и модифицировать ее в контексте нашей задачи. Обозначим символом p_i долю i -го вида пищи во внешней среде, а символом e_i — элективность ее потребления. Элективность e_i определим как долю i -го вида пищи в желудке хищника при условии, что все доли p_i равнообильны. Если это условие не выполняется, то для расчета e_i нужно решить систему линейных уравнений (Суханов, 1988). Пусть скорость изменения элективности e_i в процессе трофической адаптации определяется разностью между темпами стимуляции и забывания. Скорость стимуляции прямо зависит от частоты столкновений хищника с данным кормовым объектом в процессе питания. Иными словами, будем считать, что скорость стимуляции пропорциональна доле p_i . Скорость забывания есть темп угасания рефлекса, который был направлен на потребление данного i -го вида корма. Предположим, что эта скорость пропорциональна текущему уровню элективности e_i . Тогда процесс трофической адаптации к i -му виду корма можно представить как $de_i/dt = bp_i - ae_i$, где t — время; $a, b = \text{const}$. Отсюда решение: $e_i = E_i - (E_i - c_i) \times \exp(-at)$. Здесь $c_i = \text{const}$ — начальная элективность при $t=0$, $E_i = bp_i/a = \text{const}$ — финальная элективность. При этом нужно учесть требование полной группы событий: сумма всех долей p_i , а также сумма всех долей e_i — должны быть равны единице. Эти условия влекут за собой равенство $a=b$. Иными словами, удельные скорости стимуляции и забывания должны быть одинаковыми. Они и выражают меру скорости трофической адаптации. Теперь модель можно представить уравнением: $e_i = p_i - (p_i - c_i) \times \exp(-at)$. Нам нужно оценить параметр a .

Воспользуемся данными Ивлева (1977, табл. 22) по питанию карпа *Cyprinus carpio* L. четырьмя видами бентосных жертв. Подгонка модели дает оценку $a = 0.0320 \pm 0.0018$ сут⁻¹. Модель значима по F — критерию. Второй пример относится к птицам — японским гуаилам *Coturnix coturnix japonica*, Temminck et Schlegel (Mainly et al., 1972, табл. 2). Кормовыми объектами служили красные и синие шарики съедобной пасты. Средняя оценка $a = 0.0298 \pm 0.0156$ сут⁻¹. Модель также значима по F — критерию.

И у рыб, и у птиц скорость адаптации оказалась близкой, около 0.03 сут⁻¹. Это значит, что характерное время адаптации, равное $1/a$, составляет около месяца. За это время хищник в целом завершает перестройку пищевого спектра. В среде, где темпы изменения биомассы жертв выше нескольких процентов в сутки, такие хищники не успевают адаптироваться. Но в реальности эти сопряженные процессы обычно вполне согласованы. Это неслучайно. Возможно, что именно естественный отбор «подгоняет» типичную скорость трофической адаптации полифага под динамические характеристики его кормовой базы.

Институт биологии моря ДВО РАН
690041, Владивосток, Пальчевского, 17
E-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

ЛИГУЛИДНЫЕ ИНВАЗИИ РЫБ В ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ ПОСЛЕ ВСЕЛЕНИЯ ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОЙ ТЮЛЬКИ

Тютин А.В., Кияшко В.И.

Черноморско-каспийская тюлька, постепенно продвигаясь по Волго-Балтийскому судоходному пути на север, к середине 1990-х годов дошла до верхневолжских водохранилищ. Являясь короткоцикловым пелагическим видом с порционным нерестом, она сформировала здесь различные по численности и биомассе популяции, став новым кормовым объектом для хищных рыб (Яковлев и др., 2001). По нашему мнению, рост численности тюльки, как типичного планктофага, в рацион которого входят веслоногие рачки — обычные промежуточные хозяева гельминтов, должен способствовать снижению численности основных видов цестод, завершающих свое развитие в рыбах других семейств. Исключение составляют весьма патогенные для карповых рыб ремнецы семейства *Ligulidae*, для которых окончательным хозяевами служат рыбоядные птицы. В данном случае изменения в спектре питания рыб — хищников, являющихся основными элиминаторами инвазированных плероцеркоидами *Ligula intestinalis* и *Digamma interrupta* особей карповых рыб, напротив, могут вызывать увеличение плотности популяций этих паразитов. Так, по данным авторов, у леща ($n=246$) Ивановского водохранилища в 1997 и 2000 гг. встречаемость ремнецов составляла 2.7% и 2.8%, соответственно. К 2003 году, после формирования в водоеме самовоспроизводящейся популяции тюльки этот показатель вырос до 4.4%. В 2000 г. близкое значение (4.3%) зарегистрировано авторами у леща ($n=92$) в расположенном ниже по течению другом русловом водохранилище каскада — Угличском, где тюлька также заняла значительное место в питании хищных рыб (судак, берш, налим, взрослый окунь). В более крупном Рыбинском водохранилище параллельно с включением тюльки в пищевые цепи происходили другие значительные изменения в кормовой базе хищных рыб пелагиали (резкое сокращение численности снетка, увеличение доли молоди карповых рыб) (Кияшко, Слынько, 2001). Здесь пока наблюдается снижение встречаемости лигулид в популяции леща (с 10.0% в 1997—1998 гг. до 4.1% в 2000—2001 гг., $n=727$). Вероятно, это временное явление и при дальнейшем увеличении численности тюльки в этом водоеме можно ожидать повторения ситуации сложившейся в настоящее время на средневолжском Горьковском водохранилище. Там тюлька появилась гораздо раньше (в 1984 г.) и средняя встречаемость плероцеркоидов лигулид в популяции леща уже возросла с 3.1% (начало 1990-х гг.) до 19.3% (1997—2000 гг.). Следует подчеркнуть, что зарегистрированное сближение показателей встречаемости лигулид в трех верхневолжских водохранилищах и их стабилизация на относительно низком уровне ($<5\%$) не типично для этих разнотипных водоемов. Ранее по мере продвижения сверху вниз в пределах каскада обычно регистрировалось примерно двукратное увеличение встречаемости паразитов после прохождения каждой плотины (Тютин, 2002).

Работа выполнена при поддержке ФЦП ОБН РАН «Биоресурсы»: госконтракт № 10002—251/ОБН—2/151—171/16053—116(8) и гранта РФФИ № 03—04—48418.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

152742 Ярославская обл., Некouzский р-он, пос. Борок.

E-mail: tyutin @ ibiw.yaroslavl.ru

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Филинова Е.И.

После создания Волгоградского водохранилища (1958—1959 гг.) в связи со снижением скорости течения увеличилась заиленность грунтов. Улучшение трофических условий в донных биотопах вследствие накопления органических отложений привело к увеличению общей биомассы зообентоса (Филинова и др., 2003).

На основании проб зообентоса, собранных в 1999—2002 гг., анализировали состав фауны и трофическую структуру донных ценозов на разноглубинных станциях.

По характеру питания большинство видов, доминирующих в тех или иных биотопах — преимущественно детритофаги, различающиеся по способу добывания пищи: фильтраторы—седиментаторы (*Dreissena polymorpha*, *D. bugensis*, *Hypania invalida*), собиратели (Tanytarsini), фильтраторы+собиратели (*Chironomus plumosus*, *Dikerogammarus haemobaphes*), безвыборочные глотатели (тубифициды). Детритофаги составляли в разных биотопах 78—99.09%% биомассы всего зообентоса. Облигатные и факультативные хищники или зоофаги и фитозоофаги, по способу добывания пищи — хвататели (*Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Procladius ferrugineus*, *Polypedilum convictum* составляли 0.01—0.22%. Прочие трофические группировки составляли менее 0.1% биомассы зообентоса.

Количество хищного зообентоса, снижалось с заилением биотопов по градиентам увеличения глубины по поперечному сечению и снижения проточности по продольному профилю. Обратная зависимость отмечена для грунтоедов безвыборочных глотателей.

Увеличение площади зарастания открытых мелководий высшей водной растительностью, по сравнению с начальным периодом формирования водохранилищной экосистемы, способствовало заселению этих участков фитофильными хирономидами и олигохетами наидидами — фитодетритофагами — собирателями. На осушаемых мелководьях отмечается замена биоценоза живородки фитодетритофага — собирателя на биоценоз дрейссены, способной в течение вегетационного сезона восстанавливать свою численность плавающими личинками — велигерами.

В результате искусственной интродукции полихет (в 1960–х гг.) и последующей их натурализации в водохранилище, а так же расселения дрейссены произошла значительная перестройка структуры донных сообществ в сторону доминирования в сообществе фильтраторов—седиментаторов. Оптимальным биотопом (пищевая обеспеченность, благоприятный газовый режим в придонном слое воды) для фильтраторов — седиментаторов и фильтраторов+собирателей являлся свал глубин между изобатами 3—8 м. Максимальные многолетние численность и биомасса фильтраторов — седиментаторов регистрируется в среднем участке водохранилища, фильтраторов+собирателей в — верхнем.

На современном этапе утилизация органического вещества в водохранилище донным сообществом идет в основном по детритному пути.

410002, Саратов, СО ФГНУ ТОСНМОФХ

E-mail: MalininaIA@info.sgu.ru

РАСЧЕТ ПОТОКА ЭНЕРГИИ, ВЫНОСИМОЙ ОКОЛОВОДНЫМИ ХИЩНИКАМИ ЧЕРЕЗ ГРАНИЦУ «ВОДА – СУША»

Филиппечев А.О., Беляченко А.В.

Сбор материала проводился в 2000—2002 гг. в пойме р. Хопер (Ртищевский район, Саратовская область). Для изучения питания собрано и проанализировано 150 экскрементов европейской норки (*Mustela lutreola* L 1766), и 184 экскремента американской норки (*Mustela vison* Brisson 1756). Рассчитывался процент встречаемости основных жертв в питании (П. В.) и доля их биомассы (Б.) Для расчета калорийности использовались данные литературы по суточному потреблению кормов в граммах и килокалориях.

Европейская норка относится к важным потребителям продукции многих беспозвоночных и мелких позвоночных на малых реках. В рацион вида входит 20 видов жертв, преобладает мелкая рыба (19.7% П.В., 28.2% Б.), грызуны (24.6% П.В., 22.9% Б.), водные насекомые (13.8% П.В., 7.1% Б.) и лягушки (9.8% П.В., 4.9% Б.). Структура рациона показывает, что добыча жертв, происходит на 70% в водной среде и основную часть калорий (63%), хищник утилизирует в результате охоты в водоемах. Это почти в два раза превышает получение энергии в наземных экотонах (37%).

Состав кормов американской норки в данных местообитаниях заметно отличается. На первом месте в рационе также находится рыба (37.5% П.В., 37.5% Б.), затем идут околоводные птицы (10.8% П.В., 10.8 Б.) и грызуны (17.4% П.В., 15.6% Б.). Лягушки и водные насекомые встречаются заметно реже. Добыча жертв в водной и наземной среде происходит примерно в равных долях (46% и 54%, соответственно). Основную часть калорий (59%) американская норка добывает на суше.

Условный суточный рацион европейской норки в среднем составляет 170.5 ккал/сутки, поэтому суточный поток энергии «вода — суша» оценивается в 107.4 ккал. В летнее время, когда норка пользуется постоянными кормовыми столиками, суточный вынос энергии может достигать 50 ккал/метр береговой линии. В снежный период четкой привязанности хищника к определенным участкам береговой линии установить не удалось.

Для американской норки суточный поток энергии оценить заметно сложнее, так как добыча кормов в одной среде сильно варьирует количественно в зависимости от времени года и размеров участка обитания особи. В связи с этим в летнее время вынос энергии носит размытый характер и не превышает 25 ккал/метр береговой линии. В снежный период, из-за специализации американской норки на добыче наземных грызунов он вообще может отсутствовать.

Саратовский государственный университет, Саратов

410012 г. Саратов, ул. Астраханская 83.

E-mail: pylupreshev@yandex.ru

СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ВОДАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКИ ЛЕТОМ 2002 ГОДА

Хватик Е. А.

Материалом к работе послужили пробы, собранные АтлантНИРО в водах Юго-Западной Атлантики за пределами 200-мильной экономической зоны Аргентины. Сбор производился в два этапа 15—18 января и 18—22 марта 2002 года. Для отбора проб использовалась планктонная сеть Джеди (БСД) с диаметром входного отверстия 37 см. и

выполненная из газа № 38, в слое 0—100 м. Обработка материала осуществлялась по стандартной методике. Расчет индивидуального веса организмов производился по специальным формулам зависимости длина—вес. На основе полученных величин рассчитывались численность и биомасса каждого таксона и суммарная численность и биомасса в куб. метре. Расчет производился на ПК с применением уникальных программ.

Согласно нашим данным, планктонная фауна на Патагонском шельфе летом 2002 года представлена 56 формами зоопланктона. По числу видов преобладали копеподы: каланоиды — 25, циклопиды — 4, харпактикоиды — 2.

Из крупных копепод встречены *Calanus simillimus*, *Calanus tonsus*, *Rhincalanus gigas*, *Eucalanus elongatus*, *Metridia lucens*. Широко представлен род *Clausocalanus* (*Cl. arcuicornis*, *Cl. laticeps*, *Cl. brevipes*, *Cl. pergens*). Значительные концентрации отмечены для *Drepanopus forcipatus*. Из циклопид, встреченных на шельфе (*Oithona similis*, *O. frigida*, *O. atlantica*), первое место в количественном отношении занимает вид — космополит *O. similis*. Единично встречались *Pleuromamma abdominalis* и *P. robusta*, *Centropages typicus*, *Scolecithricella minor*, *Mycinocera clausi*. Из харпактикоид отмечены *Microsetella norvegica* и *Clytemnestra rostrata*. В пробах регулярно присутствовали ракушковые раки, младшие возрастные стадии эвфазиевых раков и гипериды, щетинкочелюстные. Реже попадались глобигерины и аппеддикулярии.

В январе численность и биомасса составляли 16000 экз/м³ и 750 мг/м³ соответственно. В марте уровень развития планктонного сообщества снизился почти в два раза, численность была около 7000 экз/м³, а биомасса — 450 мг/м³.

Основу планктонного сообщества на акватории полигона определяли виды руководящей группы (встречены в 50—100% станций). В основном это копеподы: *C. simillimus*, *Dr. forcipatus*, *Clausocalanus varia*, *Oithona varia*, *Ctenocalanus vanus*. Именно эти формы на протяжении всего периода исследований составляли 90% общей численности и биомассы зоопланктона. В марте, помимо выше перечисленных ракообразных, в суммарной биомассе возросла доля *M. lucens*, заметно увеличилось количество глобигерин.

Период исследований в водах субантарктики совпал с летней интенсификацией развития зоопланктона. Планктонная фауна сформирована, главным образом, неполовозрелыми особями руководящих видов копепод. В январе их рост и развитие были наиболее интенсивны, поскольку в популяциях преобладали младшие копеподиты и науплии. В марте в развитии зоопланктона наблюдался сезонный спад. В популяциях планктонных ракообразных преобладали рачки IV—V копеподитных стадий, науплии практически исчезли, снизилась общая численность и биомасса всего зоопланктона.

Атлантический научный институт рыбного хозяйства и океанографии
236000 Калининград, ул. Д. Донского 5,
E-mail: hidrobio@alant.baltnet.ru

РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ *DREISSENA POLYMORPHA* PALL. | В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ ВИДОВОГО АРЕАЛА

Хлус Л.М.,¹ Хлус К.М.²

Один из массовых гидробионтов Европы, Азии и Америки — двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha* Pall. — пребывает в тесных трофических связях с иными беспозвоночными и позвоночными животными. Прежде всего, интенсивный направленный поток питательных веществ из толщи воды в донные отложения, поддерживаемый *D. polymorpha* формирует высокий биопродукционный потенциал бентоса и обогащает

кормовую базу водоемов. Это же время своеобразный экран, который создают раковины этого моллюска, делает эту кормовую базу частично недоступной для рыб. Поэтому выяснение различных характеристик *D. polymorpha*, в частности, основных морфологических параметров и их онтогенетических изменений в различных частях видового ареала, является актуальной как в теоретическом, так и в прикладном аспектах.

Нами в 1999—2002 гг. были исследованы украинские популяции данного животного в количестве 6202 особей: из Белогорского и Тайганского водохранилищ (г. Белогорск, Автономная Республика Крым); р. Днестр (пгт. Мурованые Куриловцы, Винницкая обл.) и Днестровского водохранилища (с. Вороновица, с. Анадолы и с. Макаровка, Черновицкая обл.). Определялись: 1) плотность популяций; 2) возраст животных; 3) характер фенотипической изменчивости рисунка поверхности раковины; 4) базовые морфометрические показатели (длина и высота раковины, выпуклость створок, длина и высота лигамента, диаметры отпечатков переднего и заднего мускулов-замыкателей); 5) морфологические индексы (отношения линейных морфометрических показателей в различных сочетаниях). Кроме этого, проводился корреляционно-регрессионный анализ взаимозависимостей морфометрических показателей и расчёт эмпирических уравнений регрессии возраст/длина.

Оказалось, что плотность популяций *D. polymorpha* уменьшается клинально в направлении с юго-востока на северо-запад, при этом минимальная плотность зарегистрирована для популяции из Днестра (67000 особей/м²), максимальная — в Белогорском водохранилище (97208—114875 особей/м²). В Днестровском водохранилище обнаружены животные возрастом 1—3 года, а в остальных популяциях в разные годы найдены моллюски в возрасте от 1 до 7 лет.

Возрастная структура пространственно разобщённых популяций из разных частей видового ареала, в целом, характеризуется явным преобладанием одно-двухлетних животных (до 80%). Однако в связи с особым характером гидрологического режима водоемов наблюдаются значительные её изменения. В частности, в Тайганском водохранилище с 1999 по 2002 гг. произошло существенное омоложение популяции: доля однолетних животных возросла с 43.7% до 55%, в то время как 5-ти летние дрейссены вообще исчезли. Безусловно, это является следствием экстремальных сбросов воды, имевших место в данном водоёме в наиболее засушливые годы изучаемого периода времени.

Подобные неблагоприятные воздействия оказались весомым фактором и в изменении основных морфометрических показателей. Например, если в 1999 г. длина раковин однолетних животных Тайганской популяции была наибольшей из всех изученных — 10.40 ± 0.90 мм, то в 2001 г. она снизилась до 9.20 ± 0.015 мм. В то же время аналогичные показатели для дрейссен из Днестровского водохранилища с более стабильным гидрологическим режимом составили 8.80 ± 0.30 и 8.80 ± 0.15 мм, т.е. практически остались неизменными. Во многих случаях установлены достоверные изменения морфологических индексов.

¹ Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича

² НИИ медико-экологических проблем МЗ Украины

58032, Украина, г. Черновцы, ул. Южноокружная, д. 29, кв. 166

E-mail: krona@sacura.chernovtsy.ua

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПИТАННОСТИ МАЛЬКОВ РЫБ С РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ДНЕСТР

Худый А.И.

В результате зарегулирования среднего течения реки Днестр литофильная часть ихтиоценоза получила значительные нагульные площади в виде Днестровского водохранилища. При этом сохранилось достаточно территорий, пригодных для их нереста (около 500 км лишь днестровского русла, не учитывая притоков).

Казалось бы, в сложившихся условиях, такие виды как рыбец, белоглазка, стерлядь, жерех, вырезуб и другие должны были бы быть представлены в количествах, достаточных для проведения их широкомасштабного промысла. Однако уровень промышленной эксплуатации ихтиофауны в бассейне верхнего и среднего (за исключением водохранилища) Днестра всегда был достаточно низким.

Исходя из вышесказанного, важным является выяснение причин относительно низкой величины рыбных запасов рыб — литофилов верхнего Днестра.

Объектами нашего исследования стали сеголетки обыкновенной уклей *Alburnus alburnus* (L.), поскольку данный вид является одним из самых многочисленных видов в бассейне Днестра. Материал собирали в июле — августе 2000—2002 годов. Мальковые пробы отбирали посредством сачка, фиксацию и определения видовой принадлежности, а также стадий развития проводили в соответствии с общепринятыми в ихтиологии методиками. У мальков определяли длину тела до конца чешуйного покрова, массу с внутренними органами и без них, кроме того, рассчитывали коэффициенты упитанности по Фульто-ну и Кларку. Полученные показатели попарно сравнивали для проб, отобранных в верхнем течении Днестра (возле устья р. Золотая Липа) и Днестровском водохранилище (вблизи устья р. Збруч). Достоверность различий оценивали по *t*-критерию Стьюдента.

В результате проведенных исследований выявлены достоверные отличия между величинами упитанности (как по Фультону, так и по Кларку) у сеголеток одноразмерных групп с речной и зарегулированной части Днестра, причем у особей из водохранилища эти показатели были выше, что свидетельствует о лучшей кормности данного отрезка течения.

Днестр, как известно, в своем верхнем и среднем течении является типичной горной рекой с частыми весенне-летними паводками, во время которых происходит массовый смыв зоопланктона вниз по течению, что приводит к обеднению кормовой базы в верховьях и наоборот — повышению концентрации зоопланктона в водохранилище. Молодь рыб в реке не успевает скатываться за основной массой смываемого зоопланктона и оказывается в среде с обедненной кормовой базой.

По нашему мнению, именно нехватка корма в критические периоды развития молоди рыб является основным лимитирующим фактором увеличения численности литофильных видов в системе верхний Днестр — Днестровское водохранилище.

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
58012, Украина, г. Черновцы, ул. Коцюбинского, 2
E-mail: khudij_oles@ukrpost.net

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПЛАНКТОНА В ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ КАРПАТСКИХ РЕК

Чередарик М.И., Королук В.И.

Многолетние исследования трофических связей планктона в экосистемах горных рек Украинских Карпат проводились в период с 1980 по 2002 год по общепринятым гидробиологическим методикам. Изучался уровень образования первичной продукции фитопланктона в зависимости от трансформации абиотических факторов, а также уровень доступной вторичной продукции зоопланктона, как одной из частей энергобаланса последующих трофических уровней.

Установлено, что в верхнем участке бассейна Прута с притоками главная роль отводится диатомеям — около 74%. Зеленые водоросли составили — 21%, синезеленые — около 3%. В планктоне среднего Прута диатомовые составили — 60%, зеленые — 21%, синезеленые — 11%. В верхнем участке Днестра наблюдается сходная картина, однако вниз по течению возрастает роль синезеленых — 15—20%. Установлено, что среднегодовые значения валовой первичной продукции в горных реках незначительны — около 70 ккал/м², а наиболее продуктивный сезон — летний — 120—150 ккал/м². Установлено, что во всех реках бассейна Прута и верховья Днестра относительно высокое содержание биогенов соответствует низким значениям первичной продукции, хотя в осенний период снижение биомассы фитопланктона незначительно. В зонах сброса сточных вод зоопланктон малочислен и полного развития достигает за зонами полного перемешивания, где прозрачность воды возрастает.

Функционально-энергетические превращения зоопланктона исследуемых рек позволяет заключить, что в большинстве случаев продукция фильтраторов преобладает над таковой хищного подуровня и является наиболее стабильной в местах гомеостаза экосистемы. Например, для среднего течения р. Прут установлено, что продукция составила в летний период 190 и 413 ккал/м³, а величина доступной продукции с учетом рациона хищников — 132 и 202 ккал/м³ соответственно. В горных участках эти величины колебались от 4 до 74 ккал/м³, однако доступная продукция типично-планктонных видов выражалась со знаком «плюс», продукция же бентосопланктона и бентоса получала и отрицательные значения, особенно в местах наибольшего влияния антропогенных факторов (рр. Белый Черемош, Черемош, Стрий, Быстрица). Количество потребленной зоопланктоном первичной продукции было максимальным на участках экологического равновесия систем. В зависимости от абиотических факторов в планктоне изменялись также показатели деструкции, ассимиляции, рациона. Усвояемость пищи принята равной 0.8.

В результате исследований установлено, что на уровень первичной и вторичной продукции и на трофические связи существенное влияние оказывает сброс сточных вод предприятий химической и нефтеперерабатывающей промышленности в верховье Днестра, сброс стоков в среднем течении Прута, создавая напряженные трофические взаимоотношения в экосистемах и снижая уровень вторичной продукции.

*Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича
58012 Украина, г. Черновцы, ул. Коцюбинского, 2*

БИОМАССА СПИРУЛИНЫ КАК ЦЕННЫЙ КОРМ ДЛЯ РЫБ: ИЗ ОПЫТА ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Чернова Н.И., Киселева С.В., Коробкова Т.П.

Спирулина содержит в своем составе большое количество белка (до 70% от сухого веса, с усвояемостью 85—90%), углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ и может использоваться как белково-витаминный препарат, а также как стимулятор роста и продуктивности в животноводстве, птицеводстве и рыбоводстве. Присутствующие в спирулине фикоцианин, β -каротин, полиненасыщенные жирные кислоты, сульфолипиды способствуют укреплению иммунной системы.

В лаборатории возобновляемых источников энергии была разработана водорослевая биотехнология промышленного выращивания биомассы спирулины. Предложена принципиально новая схема модульных установок на основе дешевых материалов многократного использования для производства биомассы в условиях тепличных комплексов. Использовались плоские фотокультиваторы открытого типа площадью 10—15 м², расположенные на подогреваемом грунте, оснащенные системой перемешивания, сбора и переработки биомассы. Так, 250 м² закрытого грунта в нашей климатической зоне дает 0.5—1.0 т сухой биомассы спирулины в год. Проведены производственные испытания спирулины в качестве биологически активной добавки в птицеводстве, животноводстве, звероводстве. Разработаны методические рекомендации и получен патент на способ применения биомассы спирулины. Получены следующие результаты: 1) увеличивается сохранность бройлеров — на 4—5%, молодняка кур-несушек — на 7—12%, свиней — на 5%; 2) увеличивается яйценоскость кур на 9—10%; 3) прирост живой массы — от 6—12% для цыплят-бройлеров до 20—30% для свиней; 4) снижаются затраты корма на 1 кг прироста массы цыплят-бройлеров на 4—11%, свинины — на 10—12%.

В настоящее время значительно растет спрос на спирулину в связи с бурным развитием аквакультуры и необходимостью повышения продуктивности и устойчивости к заболеваниям рыб и креветок. Наиболее широко используют биомассу спирулины в Японии; на практике было показано, что спирулина обеспечивает увеличение сохранности молоди рыб, высокую усвояемость кормов, стимулирует аппетит рыб, увеличивает скорость роста и устойчивость к заболеваниям, улучшает диетические свойства мяса и усиливает окраску. Спирулина применяется для выращивания зоопланктона как пищи для промысловых рыб и аквариумных видов, при этом у декоративных видов, корм которых включает до 20% спирулины, усиливается цвет и чистота окраски. При использовании спирулины в качестве биологически активной добавки ее концентрация в кормах для рыб составляет — 0.1—1%, — в качестве источника белка — 10—50%. Отработаны методы внесения спирулины в виде концентрированной до пастообразного состояния нативной биомассы и сухого порошка.

Предлагаемая нами система культивирования микроводорослей может быть интегрирована в энергобиологические комплексы (ЭБК), работающие на энергетическом потенциале сбросных теплых вод. Впервые такой ЭБК был создан в начале 1990-х годов на Курской АЭС и обеспечивал дополнительное производство продуктов питания и микробиологического синтеза. В систему входили блоки: открытого обогреваемого грунта, рыбохозяйственный, тепличный, биологической мелиорации водоема—охладителя и блок метаногенеза, работающий на отходах данного комплексного производства. Наша биотехнология может обеспечивать кормовыми добавками рыбохозяйственный блок, давать биомассу для производства биологически активных добавок к пище и выработки метана в блоках метаногенеза, производя дополнительное количество удобрений и биостимуляторов для растений в виде шлама.

НО-ЕРГИЧЕСКАЯ ИННЕРВАЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ КРАСНОПЁРКИ *TRIBOLODON BRANDTI*

Чусовитина С.В.

Исследования химической специализации нейронов энтеральной нервной системы показали, что оксид азота (NO) участвует в регуляции пищевого поведения и перистальтики пищеварительного тракта позвоночных животных. Целью настоящей работы являлось выяснение закономерностей распределения, локализации и морфологических особенностей NO-ергических нервных клеток и волокон в пищеварительном тракте дальневосточной краснопёрки *Tribolodon brandti*. Выявление NO-ергических нервных элементов в пищеводе и кишечнике проводили гистохимическим методом (Hope, Vincent, 1989).

Дальневосточная краснопёрка является безжелудочным детритофагом в пищевом рационе которого присутствуют бентосные организмы. Наибольшее количество нейронов содержится в пищеводе (в среднем 56 клеток на срез). NO-ергические нервные элементы обнаружены в составе мышечной и слизистой оболочек этого отдела. По периферии мышечной оболочки отмечались наиболее крупные и интенсивно окрашенные клетки и волокна. В кольцевом слое поперечнополосатой мускулатуры найдены многочисленные диффузно расположенные мультиполярные и униполярные нейроны. Единичные слабоокрашенные перикарионы с крупным ядром отмечены во внутренней части кольцевого слоя мускулатуры и в подслизистом сплетении. Небольшие пучки интенсивно окрашенных волокон обычно пересекали кольцевой мышечный слой. В слизистой оболочке проксимального отдела пищевода клетки и волокна выявлены только в продольных тяжах поперечнополосатой мускулатуры. В дистальной части органа одиночные нейроны располагались в подслизистом нервном сплетении, в *membrana muscularis mucosa* и у основания складок слизистой.

В кишечнике краснопёрки наибольшее количество NO-ергических элементов обнаружено в верхнем отделе (в среднем 25 клеток на срез). При наличии целостного продольного слоя мускулатуры большинство перикарионов располагаются в пределах межмышечного сплетения. В отличие от пищевода, в мышечной оболочке которого преобладали одиночные клетки, в NO-ергическом нервном сплетении кишечника выявлялись микроганглии из 3—7 преимущественно мультиполярных нейронов. Немногочисленные NO-ергические клетки найдены в толще кольцевого слоя мускулатуры. Интенсивность окраски перикарионов и количество волокон уменьшалось от проксимального отдела к дистальному. В подслизистом сплетении встречались одиночные униполярные и мультиполярные нейроны.

Таким образом, в пищеварительном тракте дальневосточной краснопёрки NO-ергические нейроны преимущественно сосредоточены в межмышечном сплетении и циркулярном слое мускулатуры. Помимо этого они содержатся в продольном слое мышечной оболочки и в слизистой оболочке пищевода, а также в подслизистом сплетении кишечника. Полученные нами и имеющиеся в литературе сведения позволяют полагать, что NO-ергические нервные элементы у костистых рыб участвуют в контроле пищеварительных функций.

РОЛЬ АНТИЛИЗОЦИМНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ТРОФИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ГИДРОБИОНТОВ

Шабанов С.В., Немцева Н.В.

Обнаруженная у ряда водорослей антилизоцимная активность, направленная на инактивацию лизоцима (Бухарин О.В. и др., 1997), позволила предположить участие этого признака водорослей в процессах их жизнедеятельности и взаимодействиях с другими гидробионтами. В связи с этим мы попытались определить экологические особенности развития водорослей и роль этого признака, в условиях различного давления абиотических и биотических факторов среды.

В результате пространственного мониторинга водоемов, различающихся по своему экологическому и санитарно-гигиеническому состоянию, установлено, что распространенность водорослей с антилизоцимной активностью варьирует в зависимости от гидрохимических и температурных условий водоема. Антилизоцимная активность водорослей оказалась чувствительным фактором, реагирующим на изменения окружающей среды: при нарастающем антропогенном загрязнении увеличивалось количество антилизоцимных водорослей в водоеме. Экспериментальные данные также подтвердили, что экспрессивность антилизоцимной активности подвержена изменениям под воздействием минерализации, температуры и pH. Исходя из этого, антилизоцимный признак водорослей, по-видимому, можно рассматривать как показатель раннего экологического неблагополучия водоемов.

Установлено, что антилизоцимный признак подвержен воздействию не только абиотических, но и биотических факторов окружающей среды. Он способствует развитию внутривидовых и межвидовых взаимодействий в альгоценозе и в сообществах водорослей с другими гидробионтами. Зарегистрировано длительное сосуществование антилизоцимных водорослей с простейшими, с дафниями, а также с моллюсками. При взаимодействии с фитофагами антилизоцимная активность водорослевой популяции возрастала за счет снижения доли клонов с низкой антилизоцимной активностью. Данный факт, по-видимому, можно рассматривать с позиции селективного влияния фитофагов.

Таким образом, показано, что антилизоцимная активность водорослей является одним из факторов, отражающих особенности развития фитопланктона в различных экологических условиях обитания. Она может быть использована в качестве прогностического показателя при оценке экологического состояния водоема. Реализацией подобного подхода стала разработка методов оценки сапробности вод и состояния водных биоценозов.

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН,

460000 Оренбург, ул. Пионерская, 11,

E-mail: *ikys@mail.esoo.ru.*

О ПОПУЛЯЦИИ ХАРИУСА (*THYMALUS ARCTICUS* (PALLAS, 1776)) В НИЖНЕМ БЬЕФЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС

Шадрин Е.Н.

Хариус — один из широко распространённых видов в Сибири. Является одним из наиболее предпочитаемых видов в рекреационном рыболовстве. Численность хариуса зависит, главным образом, от кормовой базы водотока, кроме того, от антропогенного вмешательства в водные экосистемы.

В магистральной Енисея за последние 30—40 лет произошли существенные изменения в структуре ихтиоценоза, связанные с гидростроительством. Перекрытие русел Енисея гигантскими плотинами в значительной степени изменило водные сообщества в нижних бьефах. Если раньше основу рыбного населения там составляли окунь, елец, плотва, а лососевидные рыбы были случайными гостями в период зимовки, то сейчас ситуация кардинально изменилась. Перераспределение теплового стока вследствие работы гидроэлектростанций (охлаждение летом, потепление зимой) создало благоприятные условия для жизнедеятельности холодолюбивых, требовательных к чистоте среды рыб. За счёт выноса большого количества органического вещества из крупных водохранилищ (Саянского и Красноярского) в нижних бьефах развился комплекс организмов, биологическая масса которого намного превышает таковую предшествующего природного комплекса. Наибольшее развитие в новых условиях получили ручейники и амфиподы (Заделенов, 2000). В связи с изменившимися условиями обитания популяции хариуса в нижних бьефах стали отличаться от «естественных».

В первую очередь, изменились характеристики роста — хариус стал лучше расти, в 5—6 летнем возрасте достигает 500—600 г в отличие от такового в естественных (неизменных) условиях, который в этом возрасте имеет массу не более 300 г (Подлесный, 1958). Также там сформировались свои нерестовые популяции хариуса, которые уже не совершают миграций в притоки, а осваивают для этих целей перекаты Енисея. Кормовые миграции также незначительны и связаны с преимущественным развитием того или иного вида пищи и выглядят как перемещения рыбы из ям на плёсы и перекаты. В таких условиях хариус стал основным видом по численности в пределах незамерзающих участков рек («попыньи»).

Хариус — плотоядная рыба. Основу его питания во всех возрастных группах составляют организмы зообентоса. Доминирующую группу последних составляют личинки и куколки амфибиотических (полуводных) насекомых (ручейники и хирономиды). Кроме того, в пище присутствуют бокоплавы. Следует отметить, что последний кормовой объект получил наибольшее развитие над остальной фауной дна и составляет в рационе хариуса до 100%.

В сложившихся новых условиях среды нужно заметить, что такой лабильный вид как хариус приспособился к новым условиям обитания. Главным образом, изменения связаны со сменой основных компонентов питания, так как доминирующей группой в составе донной фауны до зарегулирования стока являлись поденки и веснянки (Грезе, 1957), а на данный момент — бокоплавы и ручейники.

Красноярский государственный аграрный университет (КрасГАУ)

660058, Красноярск–58, ул. Ломоносова, д. 100, кв. 58,

E-mail: shen@krsfish.krsn.ru

ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК РУЧЕЙНИКОВ В Р. СОБЬ

Шарапова Т.А.,¹ Семенова Л.А.²

Река Сось — уральский приток Оби. Длина реки 190 км, наибольшая часть реки — типичногорная, с сильным течением и каменисто-галечным дном.

В реке на подводных валунах и камнях массовыми видами были, наряду с обычным для бассейна видом *Brachycentrus subnubilus* Curt., характерные для горных рек виды *Mytrophora altaica* Mart., *Arctopsyche ladogensis* Kolbe и *Apatania zonella* Zett. Сборы личинок для изучения питания проводились в августе.

BRACHYCENTRUS SUBNUBILUS (длина тела 2—10 мм). В пищевом комке наиболее массовыми были из нитчатых зеленых *Spirogira* и из диатомовых *Fragilaria*, часто, но в небольшом количестве встречались *Ceratoneis arcus* Holm. (частота встречаемости 91%), *Cymbella* (73%), *Navicula* sp. (91%) и *Synedra ulna* (Nitzsch.) (91%). Из беспозвоночных в пищевых комках личинок ручейников изредка встречались молодые личинки хирономин.

MYTROPHORA ALTAICA (длина тела 6—8 мм). Во всех просмотренных кишечниках присутствовали только водоросли. Преобладали из диатомовых *Cocconeis*, *Cymbella* и *Meridion circulare* (Grev.), а из зеленых — *Ulothrix zonata* Kutz. и *Spirogira*. Кроме этих видов в пищевых комках личинок присутствовали *Navicula* sp. (частота встречаемости 100%), *Synedra ulna* (100%), *Ceratoneis arcus* (90%), *Gomphonema* sp. (90%), *Cosmarium* sp. (80%).

ARCTOPSYCHE LADOGENSIS (длина тела 5—20 мм). Личинок сем. Arctopsychidae обычно относят к хищникам (Лепнева, 1964; Монаков, 1998). Нами установлено, что в реке Сось животные остатки встречаются только у личинок с длиной тела более 15 мм. Из беспозвоночных в питании *A. ladogensis* преобладали молодые личинки ручейников, на втором месте были личинки хирономид подсемейства Orthocladinae. Основная масса пищевого комка у личинок всех размеров состоит из зеленых нитчатых (*Spirogira*) и диатомовых водорослей (*Fragilaria*). В небольших количествах, но с частотой встречаемости 82—100% присутствовали *Cymbella* sp., *Synedra ulna* и *Cosmarium* sp.

APATANIA ZONELLA (длина тела 5—9 мм). У личинок этого вида в кишечниках найдены только водоросли (24 вида), преобладали из зеленых *Spirogira*, а из диатомовых *Synedra ulna* и *Meridion circulare*. Кроме этих видов из диатомовых во всех пищевых комках были найдены *Cocconeis* sp., *Cymbella* sp. Из зеленых постоянно, но в небольших количествах встречался *Cosmarium* sp.

В питании ручейников из Соби отсутствовали зоопланктонные организмы, что объясняется их низкой численностью в этой реке. В питании *B. subnubilus* в небольшом количестве встречены личинки хирономид, у *A. ladogensis* — личинки хирономид и ручейников. Из водорослей в больших количествах найдены перифитонные диатомовые и зеленые, причем у *A. zonella* преобладали в пище *Spirogira*, *Synedra* и *Meridion circulare*, у *M. altaica* — *Cocconeis*, *Cymbella* и *Ulothrix zonata*, а у *A. ladogensis* и *B. subnubilus* — *Spirogira* и *Fragilaria*. В питании всех ручейников из диатомовых в небольших количествах, но постоянно встречались *Ceratoneis arcus* (73—91% встречаемости), *Navicula* sp. (89—100%), а из зеленых — *Cosmarium* (46—82%).

¹Институт проблем освоения Севера СО РАН

625003, г. Тюмень, а/я 2774

E-mail: tshar@kt.ru

²СибрыбНИИпроект,

625027, г. Тюмень, ул. Одесская, 33

ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ В ЗООПЕРИФИТОНЕ УСТЬЯ РЕКИ ОБИ

Шарапова Т.А.

Исследования зооперифитона проводили в устьевой части р. Оби, включающей русло р. Обь от Аксарки до о. Большие Яры и протоки дельты, а также в низовьях рек, находящихся в этом участке, расположенном в зонах лесотундры и южной тундры.

Из трофических групп в зооперифитоне наибольшее значение имеют собиратели и фильтраторы. Собиратели, детритофаги и альгофаги, доминируют в большинстве зооценозов речного участка (69.0%) и дельты (57.0%). К этой группе относится большинство личинок хирономид (в реке Обь — *Limnochironomus nervosus* (Staeg.), *Cricotopus algarum* Kieff., *Eukiefferiella longicalcar* (Kieff.), малых притоках и протоках — *Endochironomus albipennis* (Meig.), *Glyptotendipes glaucus* (Meig.), *Cricotopus silvestris* (Fabr.), ручейников и брюхоногих моллюсков.

Зооценозы с доминированием фильтраторов встречаются гораздо реже как на речном участке, так и в дельте. В нижнем течении рек Щучья, Кутопьюган, в протоках М. Юмба и Надымская Обь уп. Кутопьюган в зооперифитоне доминируют разные виды, но относящиеся к одной трофической группе — фильтраторам — мшанки, мошки и кладоцеры (*Sida crystallina* (O.F. Müll.). Фильтраторы в водоемах дельты Оби составляют 30% биомассы, в водоемах речного участка — 23%.

Сообщества с доминированием хищников — гидр и пиявок — в зооперифитоне встречаются крайне редко, зооценоз с преобладанием по биомассе гидр найден в реках Вануйто (45.5%) и Щучья (29%), а с доминированием пиявок (74.1%) — в Надымской Оби у п. Кутопьюган. Основным кормом гидр являются, чаще всего, планктонные ракообразные (Монаков, 1998). Это позволяет частично вывести сообщество зооперифитона из под пресса хищника, тем не менее, для этих сообществ характерно невысокое видовое богатство и показатели индекса Шеннона (Шарапова, 2000). Пиявки являются бродячими хищниками, те, что представлены в зооперифитоне — *Glossiphonia complanata* (L.), питаются, в основном, макробеспозвоночными (Монаков, 1998). Очевидно, прессом этих хищников можно объяснить невысокие параметры численности, видового богатства и индекса Шеннона, меры сложности структуры сообщества, как в рассматриваемом зооценозе, так и в подобных сообществах зооперифитона Западной Сибири. В водоемах дельтового участка хищники в среднем составляют 13% биомассы, на речном — 8%. Соотношение трех основных трофических групп на речном и дельтовом участках Оби имеет сходный характер.

Институт проблем освоения Севера СО РАН
625003, г. Тюмень, а/я 2774
E-mail: tshar@kjm.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БАКТЕРИОЦЕНОЗОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА РЫБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПИТАНИЯ

Шивокене Я., Мицкенене Л.

Разработка способов рационального, управляемого человеком ведения рыбного хозяйства, является одной из важнейших задач, стоящих перед рыбохозяйственной наукой. В то же время решение этой сложнейшей проблемы невозможно без глубокого познания эколого-физиологических основ существования естественных и искусственных экосистем

и в том числе роли в них микрофакторов питания, к каковым относятся микроорганизмы кишечника гидробионтов, осуществляющие трансформацию питательных веществ, а также выработку высокоспецифических соединений необходимых организму гидробионтов.

Исследовали различные виды пресноводных (каrp, карась, линь, белый амур, радужная форель) из прудовых хозяйств Литвы и морских рыб (ерш, окунь, плотва, колюшка, выловленных из Куршского залива. Исследовались различные физиологические группы бактерий: гетеротрофные, протеолитические, амилалитические, молочнокислые, целлюлолитические бактерии, плесневые грибы, актиномицеты и дрожжи. Численность бактерий подсчитывали на 1 г сырого содержимого кишечника.

Установлено, что численность кишечных бактерий у пресноводных и морских рыб в основном зависит от вида пищи, спектра и интенсивности питания. Экспериментально установлено, что для бактерий кишечника растительноядных рыб как пресноводных так и морских характерно преобладание углеводрасщепляющих бактерий, а для всеядных рыб — протеолитических. Выявлено, что у рыб количественный состав бактерий кишечника определяется качеством и количеством поедаемой пищи. Интересно то, что в период голодания рыб, их кишечник не был свободным от бактериального населения, что свидетельствует о том, что кишечные бактерии в период эндогенного питания обеспечивают рыб и собственный метаболизм за счет веществ, распадающихся в тканях организма в период его голодания. Эти вещества через кровь попадают в пищеварительный тракт, где могут использоваться бактериальной флорой.

Изменчивость численности бактерий кишечника как пресноводных так и морских рыб (взрослых) зависит от времени года. Наибольшая численность доминирующих бактерий: гетеротрофных и протеолитических отмечается в летний, в период активного питания рыб. Однако общая численность гетеротрофных бактерий в период летнего интенсивного питания значительно выше у пресноводных, чем у морских, питающихся естественной пищей рыб. Экспериментально выявлено значительное колебание численности бактерий, зависящее от состава пищи, специфики микрофлоры водоема. Микрофлора кишечника при всем своем разнообразии представлена бактериями, попадающими и развивающимися безотносительно от процесса симбиоза, и специфическими формами, характеризующимися сравнительным постоянством и доминантностью присутствия в кишечнике макроорганизмов. Численность бактерий может иногда в 1000 раз превышать таковую в среде обитания рыб.

Институт экологии Вильнюсского университета

Академичес 2, LT — 2600 Вильнюс, Литва.

E-mail: syvo@ktl.mii.lt; syvo@eki.lt

СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕКИ, ИСПЫТЫВАЮЩЕЙ ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ МОЛЕВОГО ЛЕСОСПЛАВА

**Шуйский В.Ф., Занцинская Т.П., Петров Д.С., Максимова Т.В.,
Иванова О.С., Петрова Т.А.**

Река Паша (бассейн южной части Ладожского озера) обеспечивающая значительную часть репродуктивного фонда ладожского лосося и населенная одной из плотнейших в России популяций широкопалого рака, длительно использовалась для молевого лесосплава (до 1987 г. включительно). Мониторинг гидрохимического режима и состояния макро-

зообентоса р. Паша осуществлялся в 1992—1999 гг. в ее верхнем и среднем течении, в периоды летней межени.

Результаты исследований показывают, что экосистема испытывает значительное, многофакторное последствие лесосплава. Интенсивность воздействия постепенно возрастает (достигнут уровень олиго— β -мезосапробности, локально — β -мезо— и α -мезосапробности). В фоновых условиях (устья нелесосплавных притоков) макрозообентос характеризуется весьма высоким разнообразием (199 низших идентифицируемых таксонов, индекс Шеннона—Уивера — до 5 бит/экз) и обилием (биомасса — до 30 г/м²), его свойства довольно четко определяются гидродинамическим режимом и структурой грунта. Максимальное разнообразие и обилие бентоса достигается на порогах, перекатах и в песчаной рипали: при скоростях течения 0.5—0.7 м/сек, на песчано-гравиевых грунтах, покрытых валунами и галькой на 50—90% площади. Наиболее беден макрозообентос заиленных плесов.

В условиях воздействия лесосплава во всех биотопах видовое разнообразие макрозообентоса значительно меньше, чем в фоновых условиях. Из сообществ исчезли многие стенобионтные виды (личинки ручейников, поденок, веснянок, мошек, стрекоз, таумалеид, сциомизид, львинок, бекасиц, бабочек, комаров-звонцов из подсемейств Orthocladiinae, Diamesinae). Возросли количество и доля в сообществах видов — эврибионтов: малощетниковых червей, двусторчатых и брюхоногих моллюсков, личинок и имаго жуков, личинок вислкрылок, комаров-звонцов из подсемейств Chironominae, Tanypodinae. Общая биомасса и продукция макрозообентоса при воздействии обычно уменьшаются; в заиленных биотопах (плесы, рипаль) — до определенного уровня воздействия несколько увеличиваются, затем — резко уменьшаются. Наиболее резко деградировал исходно богатый и разнообразный макрозообентос порогов, перекатов и каменистой рипали, наиболее инертны скудные сообщества заиленных грунтов. Выявленные антропогенные изменения макрозообентоса продолжают развиваться. Происходит обеднение видового состава сообществ, естественные различия между ними исчезают.

Оригинальной изоболической моделью количественно описан предельно допустимый уровень многофакторного воздействия. Его превышение вызывает резкое, необратимое изменение структурно-функциональных характеристик макрозообентоса («первая катастрофа»). Уровень воздействия, трехкратно превышающий предельно допустимый, ведет к полной деградации макрозообентоса: обеднение видового состава и уменьшение количественных характеристик на 80% и более от исходных значений («вторая катастрофа»). Современный средний уровень антропогенного воздействия в верхнем и среднем течении р. Паши превышает устойчивость к нему макрозообентоса примерно вдвое. В большинстве сообществ первая катастрофа уже произошла, вторая — еще нет. Для ее предотвращения требуется рекультивация реки по предлагаемой программе.

Санкт-Петербургский государственный горный институт

199106 С.-Петербург, 21-я линия, 2

E-mail: shuisky@vs4146.spb.edu

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Шуйский В.Ф., Занцинская Т.П., Петров Д.С., Максимова Т.В.,
Иванова О.С., Петрова Т.А.**

Современная нормативно-методическая база оценки техногенного ущерба водоемам и водотокам рыбохозяйственного использования весьма несовершенна. Так, в расчет

принимаются только краткосрочные последствия вмешательства в экосистему. Многие важные компоненты ущерба игнорируются. Резко ограничено количество учитываемых факторов, лимитирующих биоту (взмучивание, интенсификация седиментационных процессов, дампинга, временное и безвозвратное отчуждение части акватории). Зоны воздействия выделяются условно, без учета его градиентного характера. Без внимания остаются сложные техногенные изменения естественных условий, первичные и вторичные загрязнения, изменения уникального видового состава биоты, перестройки биоцентических связей (трофических, паразитарных, этологических, аллелохимических и др.), нарушение способности гидроэкосистемы к самоочищению, и т.д.

Предлагается более адекватный подход к оценке техногенных воздействий на гидроэкосистемы и определения наносимого ими ущерба. Он базируется на детальном анализе экологического риска, связанного с сооружением и эксплуатацией промышленных объектов — источников воздействия на водоемы и водотоки. Для всей гидроэкосистемы или ее участка, потенциально подверженного воздействию объекта, оценивается распределение фоновых уровней экологического риска. Производится картирование технического риска, обусловленного сооружением и эксплуатацией объекта. Моделируется дерево ожидаемых экологически опасных событий с учетом их вероятности и стоимости последствий (т.е. величины экологического ущерба от каждого возможного сценария событий). Таким образом, уровень экологического риска приобретает не традиционное качественное (балльное) или вероятностное, а стоимостное выражение (произведение вероятности реализации сценария и соответствующей величины ущерба). При построении дерева событий прогнозируются не только потенциальные долгосрочные изменения рыбопродуктивности, но и прочие указанные выше техногенные изменения гидроэкосистемы, обуславливаемые эксплуатацией объекта в нормальном режиме и ожидаемые при возможных чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Уровень результирующего многофакторного антропогенного воздействия на гидроэкосистему определяется с использованием наиболее адекватной — изоболической модели, отражающей реальный эффект взаимодействия факторов. Величины экологического риска (в стоимостном выражении), ожидаемого от каждого из многочисленных вариантов развития опасных событий, суммируются, что дает величину ожидаемого ущерба и позволяет составить карту распределения экологического риска по акватории. Выяснилось, что распределение значений техногенного эколого-экономического ущерба гидроэкосистеме обычно подчиняется логарифмически-нормальному закону. Сравнительная оценка экологической безопасности альтернативных проектных решений и эффективности возможных мероприятий по минимизации и компенсации техногенного воздействия основывается на соотношении показателей необходимых инвестиций и предотвращенного ущерба.

Разработки основаны на представительной базе гидроэкологических данных и апробированы применительно к разнотипным источникам техногенного воздействия на водоемы и водотоки Северо-Запада.

Санкт-Петербургский государственный горный институт
199106, С.-Петербург, 21-я линия, 2
E-mail: shuisky@vs4146.spb.edu

ПОКАЗАТЕЛИ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОЦЕНОЗОВ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шурганова Г.В.

Формирование зоопланктоценозов при зарегулировании речного стока и на начальных этапах существования новых водохранилищ сопровождается направленными изменениями их структурно-функциональных характеристик, в том числе и показателей трофической структуры. Подобные изменения происходят и в последующие годы.

При условии корректного разделения организмов на трофические уровни отношение биомасс хищного и мирного зоопланктона может быть использовано в системе экологического мониторинга водохранилищ при оценке состояния их вод, обусловленного меняющейся экологической ситуацией, а также для решения задач определения пространственного распределения зоопланктоценозов по акватории водохранилищ.

Регулярные исследования зоопланктона Чебоксарского водохранилища с момента его образования (1981) по 2002 г. проводились в разные сезоны каждого года (весна, лето, осень) в лево- и правобережье водохранилища от г. Нижний Новгород до плотины Чебоксарской ГЭС. В результате исследований выявлен видовой состав зоопланктона, найдено соотношение биомасс хищных и мирных видов (V_x/V_m), соотношение биомасс ракообразных и коловраток, а также определено пространственное распределение основных зоопланктоценозов р. Волги и Чебоксарского водохранилища.

Уже в начальный период существования водохранилища наметились тенденции пространственного разделения основных зоопланктоценозов, которые окончательно обособились друг от друга в период относительной стабилизации гидрологического режима.

Основные зоопланктоценозы занимают лево- и правобережье средней речной части водохранилища, переходную и озерную зоны. Ценозы различаются между собой по ряду показателей видовой и трофической структур. Так, левобережный речной участок, находящийся под формирующим влиянием Горьковского водохранилища, характеризуется более высокими среднесезонными показателями V_x/V_m на протяжении всего периода наблюдений по сравнению с правобережным речным участком. В левобережье наблюдалась тенденция роста показателя V_x/V_m в течение всего периода наблюдений. Зоопланктоценоз правобережного речного участка, расположенного ниже впадения реки Оки, оставался реофильным при доминировании видов р. *Brachionus* и характеризовался наименьшим по всей акватории показателем V_x/V_m . Зоопланктоценоз переходного участка, имел как реофильные так и лимнофильные черты, а показатель V_x/V_m рос в течение всего периода наблюдений. Для зоопланктоценоза озерного участка был характерен рост относительной доли ветвистоусых ракообразных, преимущественно *Daphnia longispina* O.F. Müller. Показатель V_x/V_m заметно снижался.

К двадцатому году существования водохранилища наблюдалась тенденция возрастания доли ракообразных в общей биомассе зоопланктона, а также увеличения биомассы *Leptodora kindtii* (Foscke) по всей акватории водохранилища.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
603950 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, биологический факультет.
E-mail: shgv@uic.nnov.ru

РОЛЬ ДРЕЙССЕНИД В ПИТАНИИ ПЛОТВЫ ВОДОЕМОВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Щербина Г.Х.

Плотва — один из наиболее массовых видов бентосоядных рыб в различных водоемах бассейна Верхней Волги. На удивительную пищевую пластичность плотвы *Rutilus rutilus* (L.) указывали многие исследователи, но в водоемах, где имеются в достаточных количествах моллюски, плотва переходит на их потребление, вследствие чего увеличивается темп ее роста (Поддубный, 1966; Баранова, 1984). Ярким примером такого перехода является оз. Плещеево. До вселения дрейссены в оз. Плещеево здесь существовали две группировки плотвы: первая, относительно быстрорастущая, обитала в прибрежье озера и питалась в основном моллюсками из родов *Valvata* и *Bithynia*. В пелагиали озера обитала вторая, тугорослая группировка, основу пищей которой составлял зоопланктон (Кияшко, Половкова, 1983). После вселения в оз. Плещеево *Dreissena polymorpha* плотва очень быстро перешла на потребление дрейссены, вследствие чего произошло увеличение ее темпа роста и максимальных размеров. Начало питания дрейссеной и другими моллюсками в оз. Плещеево наблюдалось после достижения плотвой размеров более 15.0 см, что связано с третьей и последней сменой формы глоточных зубов, после чего она способна потреблять моллюсков и дробить их раковины. Причем, если в 1991 г. только у 60% рыб в кишечниках была обнаружена дрейссена, и максимальные размеры плотвы составляли 23.9 см (Касьянов, Изюмов, 1995), то в 1996 г. число питающихся моллюском рыб возросло до 77%, а максимальный размер рыб в уловах составил 33.0 см.

Сезонную динамику питания плотвы изучали в Рыбинском водохранилище в период с марта по сентябрь в 1997—2001 гг. Минимальная доля питающихся рыб (18%) отмечена в марте, несколько выше она в апреле (55%) и достигает максимального значения (92—100%) в июне — августе. В сентябре, из 10 исследованных рыб, пища оказалась у половины.

Сравнительный анализ пищевого спектра популяции плотвы из оз. Плещеево и Рыбинского водохранилища показал, что в 64 кишечниках плотвы из озера обнаружено 39 пищевых компонентов, в то время как у 235 особей из Рыбинского водохранилища зарегистрировано всего 13 видов беспозвоночных. У плотвы из оз. Плещеево 100% — частота встречаемости дрейссены отмечена только у старших возрастных групп плотвы (размером более 24 см), в то время как в пищевом комке Рыбинской популяции только у одной из 235 исследованных особей дрейссена отсутствовала. Следует отметить, что большинство исследованных в водохранилище рыб имели размеры 18—23 см. Это связано, по-видимому, с тем, что в оз. Плещеево плотва перешла на потребление дрейссены относительно недавно (около 10 лет), в то время как в Рыбинском водохранилище дрейссеноядная популяция существует более 30 лет.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская область, Некouzский р-он, Борок,
E-mail: gregory@ibiw.yaroslavl.ru.

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ОСНОВНЫХ БИОТОПОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Щербина Г.Х.

Донная фауна Рыбинского водохранилища была объектом различных биологических исследований с первых лет существования водоема. Подавляющее число работ было посвящено изучению биологии и распределению массовых видов макробеспозвоночных в закрытом мелководье. Трофическая структура макрозообентоса различных биотопов Рыбинского водохранилища освещена очень слабо. В период с 1978 по 1985 гг. Т.Л. Поддубная (1988) изучила трофическую структуру пяти основных биотопов Рыбинского водохранилища. В период с мая 1985 по май 1986 гг. нами была изучена трофическая структура макрозообентоса на десяти фиксированных по глубине станциях открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища (Щербина, 1993). К концу 1970–х годов в водохранилище в основном было завершено формирование грунтовых комплексов и в этот период на долю песков и илистых песков приходилось 42%, а песчанистых серых и серых илов 40% от общей площади водоема (Законов, 1981). Материалом для настоящего сообщения послужили сборы макрозообентоса весной, летом и осенью 1986 и 1990 гг. по всей акватории Рыбинского водохранилища.

Неблагоприятные условия обитания (волновое воздействие и ежегодное осушение) в открытом мелководье привели к формированию здесь хирономидного сообщества, основу которого в верхнем горизонте прибрежной зоны (ПЗ) составляли детритофаги собиратели (*Lipiniella araenicola* и *Cladotanytarsus ex gr. mancus*). В нижнем горизонте ПЗ по численности доминировали детритофаги собиратели (*C. mancus* и *Stictochironomus crassiforceps*), по биомассе — фитодетритофаги фильтраторы+собиратели (*Chironomus muraensis*). Последний вид, вместе с детритофагом глотателем *Tubifex newaensis* доминировали по биомассе на илистых песках, где основу численности составляли детритофаги собиратели из родов *Cladotanytarsus*, *Polypedilum* и *Tanytarsus*.

Основную площадь глубоководной зоны занимают серые илы и песчанистые серые илы. Часть заиленных песков и песчанистых серых илов в настоящее время занимает биотоп заиленного ракушечника, на котором около 50% от общей численности и 98% биомассы приходилось на фитодетритофагов фильтраторов (*Dreissena polymorpha* и *D. bugensis*). На серых илах основу численности составляли детритофаги глотатели (олигохеты из родов *Limnodrilus*, *Potamothrix* и *Tubifex*) и детритофаги собиратели (хирономиды из родов *Cladotanytarsus*, *Polypedilum* и *Tanytarsus*), а биомассы — фитодетритофаги фильтраторы+собиратели (*Chironomus plumosus*) и детритофаги глотатели (олигохеты из вышеперечисленных родов).

Таким образом, на подавляющем большинстве биотопов Рыбинского водохранилища основу численности и биомассы макробеспозвоночных составляли собиратели, фильтраторы+собиратели и глотатели, в то время как на биотопе заиленного ракушечника существенно преобладали фильтраторы.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742, Ярославская область, Некouzский р-он, Борок,
E-mail: gregory@ibiw.yaroslavl.ru.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООБЕНТОСА БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Яныгина Л.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И.

Беловское водохранилище — водоем-охладитель Беловской ГРЭС — создано в 1964 г. на р. Инё; это мелководный (средняя глубина 4.4 м) слабопроточный водоем. Материалом для данной работы послужили пробы зообентоса, собранные в апреле, июле и сентябре 2002 г.

В зообентосе Беловского водохранилища отмечено 137 таксонов бентосных беспозвоночных. Максимальное число таксонов относится к Diptera (59 видов, из них Chironomidae — 46). Наибольшая частота встречаемости отмечена у *Glyptotendipes glaucus* Meigen (53%), *Chaetogammarus* sp. (40%), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede (40%), *Limnea* sp. (п/род *Radix* (35%), *Limnodrilus claparedianus* Ratzel (33%), *Tubifex tubifex* Müller. (33%), *Chironomus* gr. *plumosus* (31%). Вызывает особый интерес обнаружение в сбросном канале двух видов брюхоногих моллюсков, неопределенных до вида (один из них по Жадину — сем. Micromelaniidae — обитатели пресных и солоноватых вод Черного и Каспийского морей, второй близок к тропическому семейству Ampulariidae). Около половины таксонов (64) можно отнести к редким для водохранилища формам; 29% таксонов встречены только в зарослях макрофитов. В бентосе водохранилища по числу видов преобладают детритофаги, значительно ниже доля хищников (16% видов) и фильтраторов (5% видов). В зарослях макрофитов выше доля хищников (26% видов) и не было обнаружено фильтраторов.

Для анализа многолетних изменений трофической структуры зообентоса были привлечены данные И.В. Степановой за 1978 г. (Степанова, Бажина, 1983) и Л.В. Бажиной за 1989 г. (Бажина, 1990). За анализируемый период (1978—2002 гг.) значительно изменились состав и структура бентосного сообщества. В 1978 г. максимальная частота встречаемости отмечена для *Procladius ferrugineus* Kieffer (отмечен в 93% проб), в 1989 г. этот вид был отмечен в 75% проб, а в 2002 г. — лишь в 20%. Существенно снизилась частота встречаемости и другого хищника — *Cryptochironomus* gr. *defectus* (в 1978 г. — 70%, в 1989 г. — 30%, в 2002 г. — 9% проб). Значительно снизилась частота встречаемости фильтраторов — двустворчатых моллюсков р. *Pisidium* (67% в 1978 г., 25% в 1989 г., 22% в 2002 г.); одновременно более распространенными стали детритофаги — брюхоногие моллюски р. *Radix* (в 1978 и 1989 гг. их не было обнаружено, а в 2002 г. они встречались уже в 35% проб). В 1978 г. на большинстве исследованных участков доминировал по численности *Procladius ferrugineus*, в начале августа его доля в численности снижается (возможно, это связано с вылетом имаго) и доминантами становятся моллюски, при этом общая численность зообентоса снижается. В 1989 г. *Procladius ferrugineus* составлял основу численности только в речных пробах, на остальных участках он субдоминировал в отдельные периоды; доминировали по численности олигохеты (*Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*) и *Chironomus* gr. *plumosus*. В 2002 г. *Procladius ferrugineus* в доминирующий комплекс видов не входил; в бентосе водохранилища доминировали по численности преимущественно олигохеты р. *Limnodrilus* и хирономиды, в речных пробах — *Chaetogammarus* sp.

Таким образом, наблюдается общая тенденция вытеснения из бентоса хищников (*Procladius ferrugineus*, *Cryptochironomus* gr. *defectus*) и фильтраторов (р. *Pisidium*) детритофагами (*Chaetogammarus* sp., р. *Limnea*, *Glyptotendipes glaucus*). Такое упрощение трофической структуры зообентоса может свидетельствовать о загрязнении водоема (Алимов, 1989).

Институт водных и экологических проблем СО РАН

656099 г. Барнаул, ул. Папанинцев, 105

E-mail: kirillov@iwep.ab.ru

СТРУКТУРА ЗООПЕРИФИТОННЫХ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Яныгина Л.В., Зарубина Е.Ю., Крылова Е.Н.

В пресных водоемах одним из основных субстратов зооперифитона являются макрофиты (Спеловская, 1998). Цель работы — изучение таксономического состава, трофической структуры и распределения зооперифитона по акватории водохранилища.

Материалом для данной работы послужили пробы зооперифитона, собранные в апреле, июле и сентябре 2002 г. в Беловском водохранилище с наиболее распространенных в водоеме прибрежно-водных и погруженных растительных группировок.

Беловское водохранилище было создано в 1964 г. на р. Иня Кемеровской области в качестве водоема-охладителя Беловской ГРЭС. Это слабопроточный водоем со средней глубиной 4.4 м и площадью зеркала 13.6 км². По степени влияния теплых сбросных вод ГРЭС (среднегодовой подогрев равен 5° С), согласно классификации М.Л. Пидгайко, водохранилище относится к водоемам с умеренным подогревом (Кириллов и др., 1983).

Водная макрофитная флора Беловского водохранилища включает 44 вида растений, относящихся к 30 родам и 19 семействам. Среди прибрежно-водной растительности наиболее распространены ассоциации *Phragmitetum australis*, *Typhetum angustifoliae* и *Typhetum latifoliae* (занимающих около 20% акватории водоема), среди погруженной — *Potamagetum pectinati* (20%), *Vallisnerietum spiralis* (10% площади сбросного канала).

В зарослях макрофитов отмечено 78 таксонов бентосных беспозвоночных, что составляет 57% их полного таксономического состава Беловского водохранилища. Наибольшее число таксонов относится к классу насекомых: *Diptera* (27 таксонов, из них *Chironomidae* — 20), *Ephemeroptera* — 2, *Trichoptera* — 2, *Odonata* — 5, *Heteroptera* — 2, *Coleoptera* — 9. Среди других классов беспозвоночных отмечены: *Oligochaeta* — 13, *Hydracarina* — 3, *Amphipoda* — 1, *Hirudinea* — 3, *Mollusca* — 9; *Hydra* и *Nematoda* (до вида не определяли). Наибольшее видовое разнообразие зооперифитона отмечено в ассоциациях *Typhetum angustifoliae*, *Typheto angustifoliae*—*Phragmitetum australis* и *Vallisnerietum spiralis* — 32, 18 и 16 видов соответственно. Наименее заселены сообщества *Hydroherboso* — *Ceratophylletum demersi* (от 3 до 7 видов). Наибольшая частота встречаемости отмечена у детритофагов — *Glyptotendipes glaucus* Mg (63%), *Endochironomus stackelbergi* Goetgh. (50%), *Lymnea sp.* (44%), *Chaetogammarus sp.* (44%), что в целом выше их встречаемости в водохранилище (53, 29, 35 и 40%, соответственно). Значительно реже в зарослях макрофитов встречались олигохеты, относящиеся к пелофильному комплексу: *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede (в целом по водохранилищу — 40%, на макрофитах — 13%), *Limnodrilus claparedianus* Ratzel (19 и 33%, соответственно), *Tubifex tubifex* Müll. (13 и 33%), а также *Chironomus* gr. *plumosus* (6 и 31%). Около трети таксонов (27) можно отнести к редким для зооперифитона водохранилища формам (были отмечены лишь в одной пробе); половина таксонов (39) встречено только в зарослях макрофитов.

Существенно различаются трофическая структура бентосного и перифитонного сообществ. В зарослях макрофитов выше доля хищников (26% видов против 16% в бентосе) и полностью отсутствуют фильтраторы (в бентосе 5%). Увеличение роли хищников в зооперифитонных сообществах может быть связано как с большей доступностью кормовых ресурсов, так и с улучшением среды обитания в зарослях макрофитов.

Институт водных и экологических проблем СО РАН
656031, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1
E-mail: emit@iwer.ab.ru

**ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ МИКРОФИТОБЕНТОСА
КАК ЭЛЕМЕНТА БИОТИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА
НА КИЕВСКОМ УЧАСТКЕ КАНЕВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

Ярмошенко Л.П.

Водоросли — первичное фотоавтотрофное звено в трофических цепях водных экосистем. Первичная продукция микрофитобентоса является существенной составляющей энергетического входа в водные экосистемы. Водоросли вообще, в том числе донные организмы, играют очень важную роль в питании многих водных беспозвоночных, например, низших ракообразных, многих личинок двукрылых, поденок, некоторых личинок водных жуков, настоящих полужесткокрылых, ручейников, мшанок, водных моллюсков, свободноживущих нематод и т.д. Не менее существенна роль водорослей в питании растительноядных рыб, а также мальков некоторых видов хищных рыб на определенных стадиях постэмбрионального развития.

Для функционирования экосистемы верхней части водохранилища и, в частности, ее киевского участка, большое значение имеют внутрисуточные колебания уровня, обусловленные двумя сбросами воды на протяжении суток через плотину Киевской ГЭС. Вследствие этого колебания уровня возле ГЭС достигают 1 м и больше.

Изучение функциональных характеристик микрофитобентоса литорали на киевском участке Каневского водохранилища в таких гидрологических условиях показало, что первичная продукция донных альгоценозов снижается с поднятием уровня при попуске через плотину ГЭС. Это связано с изменениями в структуре микрофитобентоса, а именно уменьшением уровня количественного развития и сменой доминирующего комплекса в сторону возрастания удельного веса планктонных и бентопланктонных видов по сравнению с бентосными. При этом существенное уменьшение продукционной способности микрофитобентоса (наблюдалась отрицательная первичная продукция) было на фоне значительного возрастания деструкционных процессов (до 3 раз).

*Институт гидробиологии НАН Украины
Киев 04210 ул. Героїв Сталинграда, 12
E-mail: lyar@svitonline.com*

TROPHIC RELATIONSHIPS AMONG MACROINVERTEBRATES IN AN ALPINE STREAM LAKE NETWORK

Christopher T. Robinson and Lisa N.S. Shama,

The Macun Lakes area is part of the Swiss National Park at an altitude greater than 2600 m a.s.l. It consists of a series of interconnected lakes comprising two sub-basins. One basin is fed by snowmelt and shallow groundwater, whereas the other is fed by meltwater from adjacent rock glaciers. Consequently, the hydrogeochemistry differs distinctly between the two basins, ultimately influencing the respective macroinvertebrate assemblages. We examined the trophic structure in lotic macroinvertebrate assemblages in the inlet and outlet streams along the stream/lake network gradient. Assemblage structure differed between the sub-basins and became more complex downstream as species richness increased. Filter feeders and collector gatherers dominated the system with predators being low in abundance. Trophic relations appeared controlled by primary resources of periphyton and fine particulate organic matter. Lake derived resources also supplied outlet streams, providing an abundant supply of phyto- and zooplankton as the summer season progressed. In general, the trophic structure in this high elevation aquatic environment appears to be rather simple, although spatially heterogeneous and temporally dynamic.

*Department of Limnology,
Swiss Federal Institute for Science and Technology,
8600 Duebendorf, Switzerland*

ВОДОРОСЛИ В ПИТАНИИ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТИПИЧНЫХ ДЛЯ ЕПИЛИТОНА НЕБОЛЬШОЙ РЕКИ

Комулайнен С.Ф.

Исследовалось содержимое кишечника тринадцати видов беспозвоночных, обычно встречающихся в епилитоне: *Styllaria lacustris* L., *Stylodrilus heringianus* Clap.; *Leuctra digitata* Kamp., *L. fusca* L.; *Dicranota bimaculata* Ztt., *Orthocladus thienemanii* Kieff.; *Hydropsyche angustipennis* Curt., *H. instabilis* Curt. *Pisidium caseratum* (Poli.), *Radix ovata* Drap., *R. peregra* Müll., *Viviparus viviparus* L., *Ancyclus fluviatilis* Müll.

Содержимое кишечника исследованных видов представляло собой смесь всех доступных объектов питания: детрит, минеральные частицы, водоросли, фрагменты тканей водных макрофитов и беспозвоночных. Основу рационов всех видов составлял тонкий детрит, что соответствует его удельному весу в епилитоне. Соотношение основных категорий пищи у совместно обитающих и имеющих сходный характер питания видов оказалось достаточно сходным.

Водоросли являются постоянным компонентом содержимого кишечника, хотя их относительное обилие не превышало 5%. В содержимом кишечника определено 62 вида водорослей. Наиболее разнообразно представлены диатомеи, 63% от общего количества определенных таксонов. Число видов в содержимом кишечника варьирует от 6 до 22, а численность - от нескольких десятков до 3.5 тысячи клеток на организм. Максимальное число таксонов водорослей зафиксировано в рационе малощетинковых червей. В целом видовое разнообразие потребляемой альгофлоры изменялось пропорционально разнообразию альгоценозов перифитона. Наряду с изменением таксономического состава потребляемой альгофлоры и ее разнообразием изменяется и соотношение экологических групп водорослей в рационах. Так, если для рационов организмов, обитающих в верховьях реки,

Трофические связи в водных сообществах и экосистемах

отмечено доминирование евперифитонных форм, то в нижнем течении массовыми в питании становятся планктонные виды. Относительное обилие донных и прикрепленных форм, среди которых основу биомассы составляли нитчатые водоросли (*Oedogonium sp.*, *Ulothrix sp.*, *Microspora sp.*), увеличивалось у брюхоногих моллюсков. В то время как у *P. caseratum* в содержимом кишечника это исключительно планктонные формы, среди которых по численности доминировали зеленые, главным образом, хлорококковые и синезеленые (*Woronichinia sp.*, *Gomphosphaeria sp.*) водоросли.

В дополнение к эффекту локальной неоднородности фитоперифитона изменения в рационах связаны и с избирательностью питания. Этим можно объяснить, что многие виды, имеющие высокую численность и определяющие структуру альгоценозов, отсутствуют в рационах. Избирательность связана с размером клеток водорослей, с характером формируемых колоний и с их способностью удерживаться на поверхности субстрата. Наиболее активно потребляются осажденные планктонные, особенно одноклеточные формы (*Cyclotella*, *Stephanodiscus*), которые потребляются наиболее активно.

*Институт биологии КНЦ РАН,
185610 Петрозаводск, ул. Пушкинская 11.
E-mail: komsf@krc.karelia.ru*
