

УДК 574.524:592(571.63)

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЭКОСИСТЕМАХ ЛОСОСЕВЫХ РЕК ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

© 2006 г. Т. М. Тиунова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН
690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159
E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru

Поступила в редакцию 13.09. 2005 г.

Приведены результаты исследований формирования трофической структуры сообществ амфибиотических насекомых (поденки, веснянки, ручейники, двукрылые) и гаммарид, составляющих 90% биомассы всего бентоса. Показано, что в метаритрале малых рек умеренно холодноводного типа по биомассе доминируют фильтрующие коллекторы, холодноводного типа – коллекторы и соскребаатели, умеренно тепловодного типа – хищники-соскребаатели и соскребаатели. Сезонным изменениям подвержены хищники, хищники-соскребаатели и соскребаатели. В ритроне рек юга Дальнего Востока идет закономерное уменьшение числа хищников с юга на север. Смена доминирующих групп вдоль продольного профиля реки связана с зонами и подзонами. В трофической структуре рек, подверженных антропогенному воздействию, сокращается число трофических групп, а внутри оставшихся – происходят изменения как в качественном составе, так и в соотношении отдельных представителей.

Ключевые слова: экосистема, структура сообщества, беспозвоночные, трофические группы, лосо-севая река.

Исследования экосистем лососевых рек на Дальнем Востоке были начаты в 50-х годах прошлого столетия под руководством В.Я. Леванидова и продолжаются сотрудниками Биолого-почвенного института ДВО РАН. К данному времени в дальневосточных реках в значительной мере выявлен видовой состав беспозвоночных, имеются многочисленные сведения об их численности и биомассе, четко выделены группы, характеризующиеся разными способами питания. Однако еще мало данных о трофической структуре сообществ беспозвоночных в реках различного типа, сезонных и географических изменениях в соотношении трофических группировок. Необходимость познания количественных сторон трофических взаимоотношений водных животных определяется многими обстоятельствами: во-первых, это важнейший аспект при оценке степени утилизации образующегося в водоемах органического вещества и эффективности его дальнейшей трансформации; во-вторых, трофические взаимоотношения имеют исключительное значение для количественных представлений о процессах биологического продуцирования и, в-третьих, трофическая структура сообществ беспозвоночных может быть использована как основной показатель состояния речных экосистем в результате хозяйственной деятельности (Яковлев, 2000).

В настоящей работе приведены результаты исследований формирования трофической струк-

туры сообществ амфибиотических насекомых (поденки, веснянки, ручейники, двукрылые) и гаммарид в зависимости от зоны реки, сезона, типа реки и антропогенного воздействия. Эти группы выбраны потому, что в дальневосточных лососевых реках они преобладают в количественном отношении, достигая 90% биомассы всего бентоса. Все обследованные нами реки относятся к типу лососевых рек, представляющие собой горный или предгорный поток с галечно-каменистым ложем и быстро текущей холодной водой (Леванидов, 1981).

В состав сообществ гидробионтов входят популяции животных, которые в наиболее простом виде подразделяются на два трофических уровня: нехищные и хищные. Среди нехищных беспозвоночных по способу захвата пищи выделяются три категории: измельчители, разрушающие оформленный растительный материал и превращающие его в детрит, соскребаатели, соскребающие перифитон с поверхности камней, и коллекторы, состоящие из двух подгрупп: улавливающих в сети взвешенный тонкий органический материал и подбирающих с поверхности субстрата осадок из тонкого органического материала (Cummins, 1973). При отсутствии преобладания того или иного способа добывания пищи (личинками поделок) дополнительно выделяли еще две трофические группировки: хищники-соскребаатели и соскребаатели-коллекторы.

Таблица 1. Гидрологическая характеристика обследованных рек

Водоток	Длина, км	Ширина (max), м	Средний уклон, ‰	Глубина (min-max), м	Скорость течения, м/с	Температура воды (max), °С	Грунт	Приток (бассейн)
Кедровая	25	15	10.3	0.3–0.7	0.3–1.5	20.0	Каменисто-галечный	Японское море
Фроловка	22	12	43.9	0.3–0.5	0.4–2.5	20.5	От валунов до гальки	р. Партизанская (Японское море)
Зева	139	53	–	0.4–1.2	0.3–1.4	20.0	От валунов до гальки	р. Бикин (р. Уссури)
Антоновский	–	15	–	0.2–0.65	0.7–1.4	9.4	Галечный	р. Зева (р. Бикин)
Ключевая	97	53	–	0.2–0.52	0.3–1.0	12.0	Каменисто-галечный	р. Бикин (р. Уссури)
Рудная	73		12.9	0.3–0.5	0.6–2.1	20.0	Крупно каменистый, галечно-гравийный	Японское море
Единка	113	50	11.5	0.4–1.4	0.3–2.0	14.0	Каменисто-галечный	Японское море
Бикин	560	210	2.4	0.5–7	0.3–1.8	25.5	Крупно-каменисто-галечный	р. Уссури (р. Амур)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В бассейнах исследованных рек Кедровая (07.1979–08.1980 гг.), Бикин (07–08.1995 г.), Фроловка (06.–10.1984 г.), Рудная (1982–1984 гг.) и Единка были отобраны 486 количественные пробы бентоса. Количественные сборы материала выполнены бентометром конструкции В.Я. Леванидова (1976) с площадью захвата 0.12 м², а также бентометром в нашей модификации (Тиунова, 2003) с площадью захвата 0.0625 м².

Мелких личинок одного вида взвешивали группами (до 100 особей), крупных по одному или несколько экземпляров на торсионных весах типа ВТ с точностью от 0.05 до 0.1 мг. Перед взвешиванием каждую личинку или группу личинок обсушивали на фильтровальной бумаге до исчезновения влажных пятен. Всего было обработано более 70 тыс. особей.

Расположение станций на р. Фроловка было следующим: станция 1 – 1.2 км от истока, участок реки шириной около 1 м, глубиной в летнюю межень 5–6 см, скоростью течения 0.1–0.2 м/с; станция 2 – 3 км от истока, имеет ширину до 2 м, глубину 15–20 см; станция 3 – в 8.2 км от истока и представляет сравнительно пологий участок русла с повышенным содержанием гальки и песка в грунте, скорость течения колеблется в зависимости от уровня воды от 0.5 до 1.2 м/с; станция 4 – 15.7 км от истока, скорость течения в межень – 0.3–0.6 м/с; станция 5 – 20.6 км от истока, в межень ширина участка 3 м, скорость течения 0.5 м/с; станция 6 – 0.6 км от устья, грунт каменисто-песчаный, содержание

мелких фракций больше, чем на других участках. Все станции расположены в зоне ритрали, станции 1–2 соответствуют подзоне эпитрали, станции 3–5 подзоне метаритрали и станция 6 – подзоне гипоритрали.

При определении трофической структуры сообщества использована классификация А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой доминанты составляют от общей биомассы 15 % и более, субдоминанты – 5.0–14.9 %, второстепенные вид – 0.1–4.9%, третьестепенные – менее 0.1%. Трофические группировки донных беспозвоночных по типу питания выделяли по собственным материалам, полученным в результате определения спектров питания личинок и литературным данным (Слободчикова, 1964; Morse et al., 1994; Kocharina, 1997; Teslenko, 1997).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сезонные изменения трофической структуры сообщества водных беспозвоночных рассмотрены на примере одной из модельных рек южного Приморья – Кедровой, протекающей по территории заповедника “Кедровая Падь” и не подверженной антропогенному влиянию. Исследования проводили на среднем участке реки в зоне метаритрали (табл. 1).

Среди активных хищников в реке преобладают личинки таких крупных видов веснянок, как *Kamimuria exilis* (VcL.), *Stavsolus manchuricus* Teslenko et Zhiltz., *Megaracys ochracea* Klap., *Skwala*

Таблица 2. Доля биомассы (над чертой – %) и количество видов (под чертой – *n*) трофических групп беспозвоночных р. Кедровой в течение вегетационного сезона 1980 г.

Дата	Хищники	Фильтру- ющие кол- лекторы	Коллекторы	Соскреба- тели	Измельчи- тели	Хищники-со- скребатели	Соскребате- ли-коллек- торы
5 марта	13.4/14	57.7/3	9.9/5	1.6/5	6.9/8	9.2/2	1.4/6
2 апреля	8.4/16	57.6/3	4.8/5	2.8/4	17.7/8	4.8/2	0.7/6
1–2 мая	16.0/17	37.7/3	5.6/6	4.3/4	20.7/7	13.9/2	1.7/6
6–8 июня	9.1/10	20.7/3	11.1/8	6.8/5	23.7/5	25.9/5	3.4/8
26–27 июня	4.3/11	60.6/4	1.3/8	5.2/4	10.0/5	14.5/4	4.1/7
31 июля	13.5/14	46.7/3	0.2/5	10.3/4	19.9/5	4.7/4	4.6/7
26 августа	5.1/12	25.3/3	3.6/6	26.2/5	20.9/5	2.9/2	16.1/8
2 октября	9.1/15	49.0/3	1.4/6	3.6/6	23.8/8	1.8/1	11.4/3

Примечание. Здесь и табл. 3 доля (%) трофических групп беспозвоночных по биомассе рассчитана от общей биомассы амфиботических насекомых и гаммарид.

pusilla Klap., *Sweltsa colorata* Zhiltz., и более мелкие: *Alloperla rostellata* (Klap.), *Isoperla* sp., *Haploperla maritima* Zhiltz., *Diura knoultoni* (Frison) и др. (Teslenko, 1997). К этой трофической группе относятся пять видов ручейников рода *Rhyacophila* (Kocharina, 1996), а также двукрылые родов *Hexatoma*, *Dicranota* (сем. Tipulidae) и некоторые представители сем. Empididae. Наибольшее количество видов (17) и максимум биомассы (16%) активных хищников в реке отмечены в начале мая (табл. 2). В этот период личинки многих крупных видов веснянок достигают максимальных размеров и готовы к переходу в имагинальную стадию, поэтому в начале июня количество видов хищников минимально. К октябрю их число вновь возрастает до 15. Группу животных, совмещающих функции хищников и соскребателей, представляют в основном личинки поденок рода *Drunella*: *D. aculea* Allen, *D. cryptomeria* (Iman.), *D. solida* (Bajk.), *D. triacantha* (Tshern.). Ранее считалось, что они – соскребатели, поскольку относительное содержание животной пищи в их рационе было незначительным. Однако, как показали наши наблюдения, личинки перечисленных видов высасывают свою жертву, поэтому животную пищу в желудках обнаружить невозможно (Тиунова, 1993). Максимум видового разнообразия и биомассы эта группа достигает в начале июня (25.9%), когда отмечено снижение доли биомассы активных хищников с 16 до 9.1%.

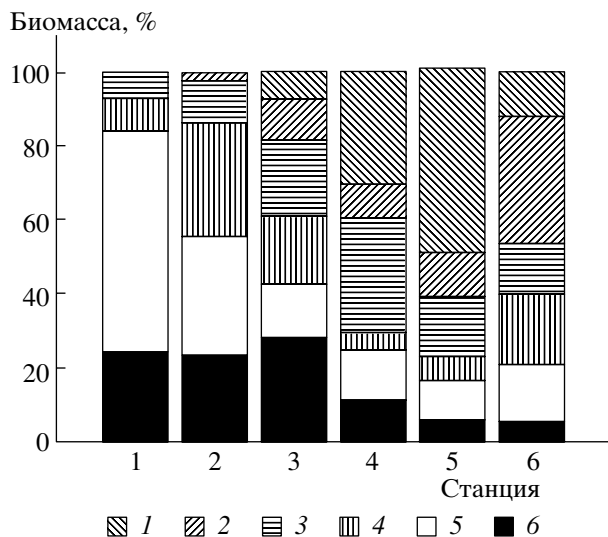
Фильтрующие коллекторы в р. Кедровой представлены в основном тремя видами. Из них наиболее значимы по биомассе *Stenopsyche marmorata* Navas и *Arctopsyche palpata* Mart. В течение всего исследованного периода группа фильтраторов доминирует по биомассе, достигая максимума (60.6%) в конце июня и минимума (20.7%) в начале июня (см. табл. 2). Группу коллекторов в реке составляют поденки семейств Baetidae, Leptophle-

biidae и некоторые представители сем. Neptageniidae. Комплекс группы коллекторов включает 5–8 видов. Их наибольшее видовое разнообразие отмечается в течение июня. Наибольшая доля биомассы приходится на март (9.9%) и начало июня (11.1%), минимальная – на конец июля (0.2%).

Соскребатели, как и коллекторы, составляют в реке сравнительно небольшую долю биомассы бентоса и представлены 4–6 видами. В основном это личинки ручейников: *Neophylax ussuriensis* (Mart.), *Hydatophylax nigrovittatus* McL., виды рода *Glossosoma* и *Anagapetus* и др., а также большинство видов личинок хирономид. Максимум доли биомассы этой группы (26.2%) выявлен в конце августа, а минимум (1.6%) – в начале марта, т.е. сразу после схода льда в реке.

Группу измельчителей составляет комплекс из 5–8 видов. Это амфипода *Gammarus koreanus* Ueno, личинки веснянок *Pteronarcys sachalina* (Klap.), *Taenionema japonicum* (Oam.), *Amphinemura verrucosa* Zwick, *Haploperla maritima* Zhiltz., *Paracapnia khorensis* Zhiltz., личинки ручейника *Dinarthrodes* sp. За исключением двух месяцев – марта и конца июня – измельчители доминируют в реке по биомассе: минимальная – в марте (6.9%), максимальная – в начале июня (23.7%) и октября (23.8%). Группа соскребателей-коллекторов представлена в основном личинками поденок из родов *Ephemerella*, *Cincticostella*, *Serratella*, *Epeorus* и *Ecdyonurus*. Количество видов варьирует (от 3 до 8) в течение периода исследования. С марта по июль доля биомассы этой группы изменяется незначительно (0.7–4.6%), достигая максимума в конце августа (16.1%).

Таким образом, в иерархической структуре сообщества соотношение лидирующих трофических группировок (доминанты – фильтрующие коллекторы и измельчители и субдоминанты – хищники) на протяжении всего исследованного



Распределение трофических групп по продольному профилю р. Фроловки: 1 – фильтрующие коллекторы, 2 – хищники-соскребатели, 3 – соскребатели, 4 – коллекторы, 5 – измельчители, 6 – хищники.

сезона остается практически неизменным. Остальные группировки подвержены значительным сезонным колебаниям. Так, доля соскребателей в течение сезона изменяется в 16 раз, а доля коллекторов – в 55 раз.

В качестве модельной реки, на которой рассматриваются изменения трофической структуры сообществ гидробионтов по продольному профилю, выбрана р. Фроловка, характеризующаяся большим уклоном (см. табл. 1) и общим падением русла реки (Леванидова и др., 1989).

В зоне эфиритрали (ст. 1) трофическая структура сообщества представлена четырьмя трофическими группировками: хищниками, соскребателями, коллекторами и измельчителями (см. рисунок). Из них доминируют измельчители, достигая 59.9% биомассы бентоса. Эта трофическая группа представлена в основном амфиподой *Gammarus* sp. В зоне станции 1 отмечена и высокая доля хищников (24.2%), основную массу которых составляют веснянка *Megarctys pseudochracea* Zhiltz. и двукрылые рода *Pedicea*. Невелико значение скребущих и коллекторов. Полностью отсутствуют фильтраторы. Подобная картина отмечена и на станции 2. Однако здесь практически в два раза уменьшилась доля измельчителей (32.2%) и заметно увеличилась доля коллекторов (31%) за счет высокой биомассы поделок *Epeorus (Iron) aesculus* Iman. и *Cinygmula kurenzovi* Bajk. В подзоне метаритрали (ст. 3) картина уже иная. Доля хищников остается практически такой же, как в эфиритрали, но продолжает сокращаться доля измельчителей, которых здесь представляет такая

крупная веснянка, как *P. sachalina*. В два раза возрастает биомасса соскребателей, появляются фильтрующие коллекторы, хотя их доля пока еще невелика. Эту группу представляют ручейник *A. palpata* и мошки – *Simuliidae*. На станции 4 соотношение между трофическими группами заметно меняется. Возрастает до 30% доля соскребателей и фильтрующих коллекторов, уменьшается доля хищников. Увеличение доли соскребателей происходит за счет ручейника *N. ussuriensis* – 21.5% от биомассы бентоса. На этом участке появляется такой крупный представитель фильтрующих коллекторов, как *S. marmorata*, также доминирующий по биомассе. В то же время продолжает уменьшаться доля коллекторов. На станции 5 практически вдвое увеличивается доля биомассы фильтраторов, в основном за счет двух крупных видов ручейников: *S. marmorata* и *A. palpata*. В два раза уменьшается доля хищников и соскребателей. Биомасса остальных групп изменяется незначительно. На станции 6 (зона гипоритрали) до 34.4% увеличивается биомасса хищников-соскребателей наряду с уменьшением числа активных хищников и фильтрующих коллекторов. Подобный факт отмечался нами ранее и для р. Бикин (Кочарина, Тиунова, 1997).

Таким образом, замена функционального лидера (измельчителя) происходит при переходе эфиритрали в метаритраль. Преобладание измельчителей в эфиритрали и резкое снижение их доли биомассы в метаритрали связано с концентрацией в эфиритрали листового опада – основного пищевого ресурса измельчителя – *Gammarus* sp. В этой же переходной зоне биомасса хищников достигает своего максимума, главным образом за счет крупных размеров личинок веснянок. Фильтрующие коллекторы и соскребатели максимальны в средней зоне метаритрали, а хищники-соскребатели – в зоне гипоритрали.

Соотношение трофических групп беспозвоночных в бассейне крупных рек было исследовано на примере р. Бикин (Кочарина, Тиунова, 1997; Tiunova, 2004). Это один из правобережных притоков р. Уссури (бассейн Амура), наиболее всего сохранивших свое первоначальное состояние. Бассейн р. Бикин уникален тем, что в его состав входят три типа рек (см. табл. 1): холодноводные (р. Ключевая и ключ Антоновский), умеренно холодноводные (реки Зева и Сагды-Биасы) и умеренно тепловодные (р. Бикин).

Среди хищников в водотоках бассейна р. Бикин преобладают представители отряда Плескотера, преимущественно *K. exilis*, *M. ochracea*, *Suwallia* sp., *Arcynopteryx polaris* Klapalek. К этой группе также принадлежат несколько видов ручейников рода *Rhyacophila*. Значительная доля хищников по биомассе отмечена в нижнем тече-

Таблица 3. Доля (%) биомассы трофических групп беспозвоночных в бассейне реки Бикин

Тип питания	Верхнее течение р. Зева	р. Сагды-Биасы	Ключ Антоновский	Нижнее течение р. Зева	р. Бикин	р. Ключевая
Хищники	8.8	10.4	18.6	21.3	4.7	13.1
Фильтрующие коллекторы	57.4	0.03	4.6	10.2	0.70	3.7
Коллекторы	18.3	26.4	31.2	9.7	9.8	21.4
Соскребатели	3.4	15.1	5.2	1.6	1.8	–
Измельчители	9.6	8.5	16.9	37.1	13.8	10.9
Хищники-соскребатели	1.9	16.9	7.4	3.2	30.3	–
Соскребатели-коллекторы	6.0	22.7	16.1	22.2	38.8	50.9

нии р. Зева и в ключе Антоновский (табл. 3). На других реках они составляли от 4.7% (р. Бикин) до 13.1% (р. Ключевая). Хищники-соскребатели доминировали, как правило, там, где активные хищники составляли незначительную долю. Так, в р. Бикин их было 30.3% и 4.7% от биомассы бентоса соответственно.

Биомасса группы фильтрующих коллекторов (два вида сетеплетущих ручейников: *S. marmorata*, *A. palpata* и представители рода *Hydropsyche*) была максимальной (57.4%) на верхней станции р. Зева в основном за счет присутствия личинки *S. marmorata*, достигших последней возрастной стадии. Как показали исследования на других реках южного Приморья (Леванидова и др., 1989; Kocharina, 1996), этот вид преобладает по биомассе в метаритрале горных и предгорных рек и может служить видом-индикатором подзоны. На других станциях личинки *S. marmorata* либо отсутствуют (что связано с переходом в стадию имаго), либо их биомасса мала, поскольку представлена молодыми особями новой генерации. В связи с этим их биомасса не превышала 11% биомассы бентоса, варьируя от 0.03% в р. Сагды-Биасы до 10.2% в нижнем течении р. Зева.

Основную массу коллекторов р. Бикин и его притоков составляют поденки семейств Baetidae, Ameletidae, Leptophlebiidae и некоторые виды родов *Ephemerella*, *Serratella* и *Torleya* (сем. Ephemerellidae), а также единственный представитель из ручейников – *Brachycentrus americanus* (Banks). Коллекторы в бентосе доминировали на исследованных станциях, за исключением нижнего течения рек Зева и Бикин (см. табл. 3).

Макроизмельчителей, разрушающих целые опавшие листья и древесные остатки, представляют личинки веснянки *P. sachalina*, а группу микроизмельчителей, перерабатывающих грубый детрит в более тонкий, – личинки ручейников родов *Apatania*, *Dinarthrodes*, *Ceraclea* и веснянок ро-

дов *Nemoura*, *Paracapnia*, *Paraleuctra*. Доля биомассы этой трофической группы в исследованных водотоках изменялась от 8.5% в р. Сагды-Биасы до 37.1% в нижнем течении р. Зева.

Соскребатели на всех реках составляют сравнительно небольшую долю биомассы бентоса, за исключением р. Сагды-Биасы, где они достигают 15.1%. Основными представителями скребущих являются личинки ручейников: *Anagapetus schmidi* (Levan.), *Agapetus sibiricus* Mart., *A. inaequispinosus* Schmid, *Glossosoma* sp., *Neophylax relictus* (Mart.) и *N. ussuriensis*. Часть видов совмещает функции соскребателей и коллекторов, например из ручейников это в основном представители сем. Glossosomatidae. Основная же масса видов приходится на личинок поденок. Доля соскребателей-коллекторов в биомассе бентоса на всех станциях достаточно высока и достигает максимума (50.9%) на р. Ключевой (см. табл. 3). К этой функциональной группе относятся многие представители сем. Heptageniidae.

Трофические группировки, количество видов в них и доля биомассы для различных рек юга Дальнего Востока приведены в табл. 4. Видно, что число видов активных хищников постепенно снижается с юга на север. Для остальных групп не прослеживается каких-либо закономерных изменений в видовом разнообразии. В то же время в р. Единка, самой северной из обследованных рек, заметно увеличивается доля биомассы коллекторов, соскребателей и соскребателей-коллекторов.

На примере р. Рудная (см. табл. 1), подверженной антропогенному воздействию сточных вод (Тесленко, 1986; Алимов, Тесленко, 1988), рассмотрены изменения трофической структуры сообщества беспозвоночных. Для сравнения выбраны две станции: вне зоны загрязнения и ниже места поступления сточных вод.

Таблица 4. Распределение трофических групп водных беспозвоночных в реках юга Дальнего Востока (июль–август)

Водоток*	Хищники	Фильтру- ющие кол- лекторы	Коллекторы	Соскреба- тели	Измельчи- тели	Хищники-со- скребатели	Соскребате- ли-коллек- торы
Кедровая	14/13.5	3/46.7	5/0.2	4/10.3	5/19.9	4/4.7	7/4.6
Фроловка	11/6.1	2/6.8	5/1.9	9/18.5	3/43.9	2/14.4	6/8.4
Зева	10/8.1	4/57.2	10/6.0	5/10.7	5/13.3	2/0.4	7/4.3
Бикин	10/11.6	2/0.6	7/9.4	3/6.0	6/14.5	3/27.1	6/30.8
Единка	8/8.0	1/0.4	8/13.3	7/26.3	5/19.1	5/10.5	5/18.3

* Реки расположены с юга на север; над чертой – количество видов; под чертой – % от общей биомассы амфибиотических насекомых и гаммарид.

На чистой станции отмечены все выделенные трофические группировки с преобладанием по биомассе коллекторов, хищников и соскребателей (90.3% биомассы всего бентоса). По биомассе среди коллекторов доминируют поденки *C. kurenzovi*, *E. aesculus*, *Baetis* sp. и хирономиды: *Pagastia orientalis* (Tshernov) и *Eukiefferiella* sp. Среди хищников (12 видов) – личинки таких крупных видов веснянок, как *M. ochracea*, *Pictatiella asiatica* Zwick et Levan., *Suwallia* sp., ручейник *Rhyacophila narvae* Navas, а также личинки двукрылых рода *Dicranota*. В группе соскребателей (9 видов) – личинки ручейников (6 видов), прежде всего *N. ussuriensis*, достигающего 20.1% биомассы бентоса. В группе измельчителей из трех видов веснянок: *Taenionema japonicum* (Okam.), *Paraleuctra cerci* (Okam.), *Amphinemura borealis* (Mart.) и амфиподы *Gammarus* sp. преобладали *T. japonicum* (1.4%) и *Gammarus* sp. (1.3%). Фильтрующие коллекторы были представлены личинками мошек, и их доля незначительна. Хищники-соскребатели включали только личинок поденок рода *Drunella*: *D. lepnevae* (Tshern.), *D. cryptomeria*, *D. aculea* и *D. triacantha*. Группу соскребателей-коллекторов представляли два вида: поденка *Serratella zapekinae* (Bajk.) и хирономида *Brillia flavifrons* (Joh.).

На загрязненном участке выявлены только четыре трофические группировки. При этом коллекторы доминировали, составляя до 85% биомассы бентоса. Основу этой трофической группы представляли поденки (6 видов), хирономиды (6 видов) и олигохеты, причем доля последних увеличилась по сравнению с чистой станцией практически в 10 раз и достигла 23.3% биомассы бентоса. Возросла также доля личинок хирономид – с 16.6% на чистой станции до 61.1% на загрязненной. Доля же биомассы личинок поденок уменьшилась с 23.8% до 0.4%.

В группе соскребателей отмечены веснянка *Amphinemura coreana* Zwick, поденка *S. zapekinae* и личинки двукрылых рода *Tipula*. Последние и составили основу – до 99.1% биомассы этой группы и 10.8% биомассы бентоса.

Группу хищников составили два вида веснянок: *S. pusilla*, *Diura majuscula* (Klap.), ручейник *Rhyacophila retracta*, хирономиды: *Thienemannimyia* gr. *lentiginosa*, *Psectrocladius* gr. *dilatatus*, двукрылые рода *Dicranota*, а также представители семейств Tabanidae и Ceratopogonidae. Внутри группы хищников на загрязненном участке преобладали двукрылые рода *Dicranota* (56.7%), тогда как на чистом – личинки веснянок *P. asiatica* (32.9%) и *M. ochracea* (26.8%). Менее всего на нижнем участке соскребателей-коллекторов (2 вида и 0.2% биомассы бентоса). Однако и на верхнем участке р. Рудной доля их в биомассе была невелика (0.4%)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методологической основой наших исследований является положение о том, что рекам разного типа свойственна определенная трофическая структура сообщества, меняющаяся в зависимости от зоны реки, сезона и широтности. Сравнительный анализ показал, что в трофической структуре сообщества метаритрали малых рек умеренно холодноводного типа характерно преобладание по биомассе фильтрующих коллекторов; метаритрали рек холодноводного типа – коллекторов и соскребателей, рек умеренно тепловодного типа – хищников-соскребателей и соскребателей-коллекторов. Некоторые различия в соотношении трофических группировок беспозвоночных отмечены также для бассейна реки Колумбия (Strickler, Lohman, 2002).

Сезонным изменениям в сообществе подвержены активные хищники, хищники-соскребатели и соскребатели. Их доля в течение периода открытой воды может изменяться в 16 – 55 раз, при этом соотношение лидирующих трофических группировок на протяжении всего сезона остается практически неизменным.

Закономерности, обусловленные функциональными заменами вдоль продольного профиля реки, связаны с зонами и подзонами: в частности, замена

функционального лидера в р. Фроловка происходит при переходе эфиритрали в метаритраль.

Хотя сезонные флуктуации весьма важны для трофической структуры водотока, однако продолжные различия в структуре сообщества выражены контрастнее. Близкие результаты были получены ранее на реках Орегона (Hawkins, Sedell, 1981).

Характеристики трофической структуры сообществ дают возможность установить степень нарушения экологического состояния водотока при антропогенных процессах. Так, в трофической структуре р. Рудной, подверженной антропогенному воздействию, отмечено сокращение числа трофических группировок, а внутри оставшихся происходят заметные изменения в качественном составе и количественном соотношении отдельных представителей.

К сожалению, до настоящего времени отсутствует как общепринятое и сколько-нибудь математически строгое определение “экологического состояния водоема”, так и обобщенный перечень контрольных показателей для идентификации этого состояния (Шитиков и др., 2003). Поэтому представленные выше данные о соотношении трофических группировок ненарушенной экосистемы реки конкретного типа являются тем базовым материалом, которые так необходим для гидробиологического мониторинга дальневосточных рек.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Дальневосточного отделения РАН (№ 04-1-ОБН-102 и № 05-1-ОБН-88 т).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф., Тесленко В.А. Структурно-функциональные характеристики речного зообентоса в зоне антропогенных воздействий // Гидробиол. журн. 1988. Т. 24. № 2. С. 27–31.
- Кочарина С.Л., Тиунова Т.М. Структура сообществ донных беспозвоночных реки Бикин // Экосистемы бассейна реки Бикин. Человек, среда, управление. Владивосток: ДВО РАН, 1997. С.116–125.
- Леванидов В. Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 104–122.
- Леванидов В. Я. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника “Кедровая падь”. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. Т. 45 (148). С. 126–159.
- Леванидов В. Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 3–21.
- Леванидова И.М., Лукьянченко Т.И., Тесленко В.А. и др. Экологические исследования лососевых рек Дальнего Востока СССР // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 74–111.

Слободчикова Л. Я. К вопросу о питании и росте личинок веснянок и

поденок притоков Амура // Изв. Тихоокеанского НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. Владивосток, 1964. Т. 55. С. 231–237.

Тесленко В. А. Оценка гидробиологического режима реки Рудная по составу донных беспозвоночных // Донные организмы пресных вод Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1986. С. 116–127.

Тиунова Т. М. Поденки реки Кедровая и их эколого-физиологические характеристики. Владивосток: Дальнаука, 1993. 194 с.

Тиунова Т. М. Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. С. 5–13.

Тиунова Т. М., Тесленко В. А., Арефина Т. И. Амфибиотические насекомые бассейна реки Бикин // Экосистемы бассейна реки Бикин. Человек, среда, управление. Владивосток: ДВО РАН, 1997. С. 105–116.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Яковлев В.А. Трофическая структура зообентоса—показатель состояния водных экосистем и качества воды // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 2. С. 237–244.

Cummins K.W. Trophic relations of aquatic insects // Ann. Rev. Entomol. 1973. V. 18. P. 183–206.

Hawkins C.P., Sedell J.R. Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams // Ecology. 1981. V. 62. № 2. P. 387–397.

Kocharina S. L. Structural characteristics of caddisfly community from a little salmon river, South Primorye, Russian Far East // Proc. 8th Int. Symp. on Trichoptera. Ohio Biological Survey, 1996. P. 256–264.

Kocharina S. L. The larval retreats and food of three species of net-spinning caddis flies in a River of the foothill type (Russian Far East, South Primorye) // Rus. J. Aquatic Ecology. 1997. V. 6. № 1–2. P. 43–51.

Morse J. C., Jang L., Tian L. Aquatic insects of China useful for monitoring water quality. Nanjing: Hohai University Press, 1994. 570 p.

Strickler K., Lohman K. Relationship between aquatic invertebrate communities and environmental factors in mesic and xeric watersheds // Verh. Internat. Verein. Limnol. Verhandlung. Proceedings. Travaux. 28th Congress, Melbourne. Stuttgart, 2002. V. 28. Part 1. P. 183–189.

Тесленко В.А. Feeding habits of the predaceous stoneflies in a salmon stream of the Russian Far East // Proceedings VIII International Conference on Ephemeroptera 14–18 August 1995. Switzerland, 1997. P. 73–78.

Тиунова Т.М. Structure of communities of the bottom invertebrates of Bikin River basin (Primorye) // Intern. Confer. Abstracts Ulan-Ude (Russia)–Ulan Bator (Mongolia), September 1–8, 2004. Science for watershed conservation: multidisciplinary approaches for natural resource management. 2004. V. 1. P. 188–189.