

УДК 504.453:591.553:574.587(477.75)

Прокопов Г.А.

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ МАКРОЗООБЕНТОСА ЭПИРИТРАЛИ РЕК КРЫМА

ВВЕДЕНИЕ

Количество и качество водных ресурсов для Крыма проблема чрезвычайно актуальная. Не смотря на то, что в Крыму насчитывается 1657 рек и временных водотоков [1], большая часть из них маловодна и имеет незначительную протяженность (до 12 км). При этом воды рек Крыма являются не только источником водоснабжения, но и, может быть даже в большей степени, выполняют эстетическую функцию, являясь важнейшим рекреационным ресурсом. К сожалению, антропогенное воздействие на реки все более и более возрастает. Недаром на всемирном саммите (Йоханнесбург-2002), посвященном устойчивому развитию нашей голубой планеты, один из центральных лозунгов звучал как «No water – no future», т.е. без воды нет будущего [2].

Качество воды начинает формироваться еще в верховьях реки. На сегодняшний день важнейшим фактором формирования качества воды является антропогенный [3]. На сколько повлияет деятельность человека на качество воды, зависит от способности реки к самоочищению. Эта способность определяет приемную или ассимиляционную емкость реки – количество загрязняющих веществ, которое может быть «усвоено» водотоком без возрастания их концентрации в реке до уровня, вызывающего деформацию экосистемы. Можно выделить несколько составляющих естественного процесса самоочищения. Это геофизическое самоочищение, выражающееся в осаждении взвешенных частиц, промывании русла реки паводковыми водами, освобождающими его от скоплений органики и других веществ; геохимическое самоочищение, обусловленное системой химических реакций, таких как окисление, переход в гидранты, коагуляция и осаждение, гидролиз токсикантов; биологическое самоочищение, обусловленное деятельностью живых организмов. Организмы участвуют в процессах биоседиментации и биодетоксикации загрязнений [4]. Особую роль в условиях горных рек играют организмы макрозообентоса. Они активно участвуют в процессах передачи вещества и энергии, играя существенную роль в переработке органического материала, главным образом аллохтонного происхождения.

Целью настоящей работы является выявление характера трофических связей в сообществах макрозообентоса эпиритрали рек Крыма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основой для работы послужили многолетние исследования, проводимые автором на реках Крыма. Материал, собранный в результате экспедиционных выездов обрабатывался по стандартным методикам [5]. Собранный материал хранится в личной коллекции автора, на кафедре геоэкологии ТНУ им. В.И.

Вернадского, а также в фондах Национального природоведческого музея (Львов), на кафедре зоологии Донецкого национального университета и Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проводимых нами исследований было выяснено, что сообщества макробеспозвоночных верхних участков рек северного и южного макросклона Крымских гор имеют высокую степень сходства [6-10]. В соответствии с системой функционального зонирования водотоков, предложенной И. Илиесом и Л. Ботошняну [11], эти участки рек Крыма соответствуют эпиритрالي. Согласно определению, под ритралью понимают «часть текучего водоема, примыкающую к роднику, до участка, где амплитуда среднемесячных температур достигает 20°. Скорость течения высока, насыщение воды кислородом повсюду высокое вследствие турбулентности и быстроты течения. Расход воды, в общем, невелик, дно состоит из твердых пород: гальки, гравия или тонкого песка. Образование и отложение ила происходит лишь в местах, защищенных от течения. Население — более или менее психрофильные, реобионтные и полиоксобионтные организмы, часто с резко выраженными приспособлениями к течению» [12]. Население ритрالي именуют ритроном.

Изучение сообществ ритрالي рек Крыма представляет интерес еще и постольку, поскольку в них в значительный процент видов представлен эндемичными формами [13], что обуславливает уникальность этих сообществ.

Наиболее важными факторами в формировании реофильных сообществ являются скорость течения, температура, характер грунта, характер растительного опада [14, 15]. Схема поперечного профиля участка эпиритрالي на примере р. Узень-Баш представлена на рис. 1.

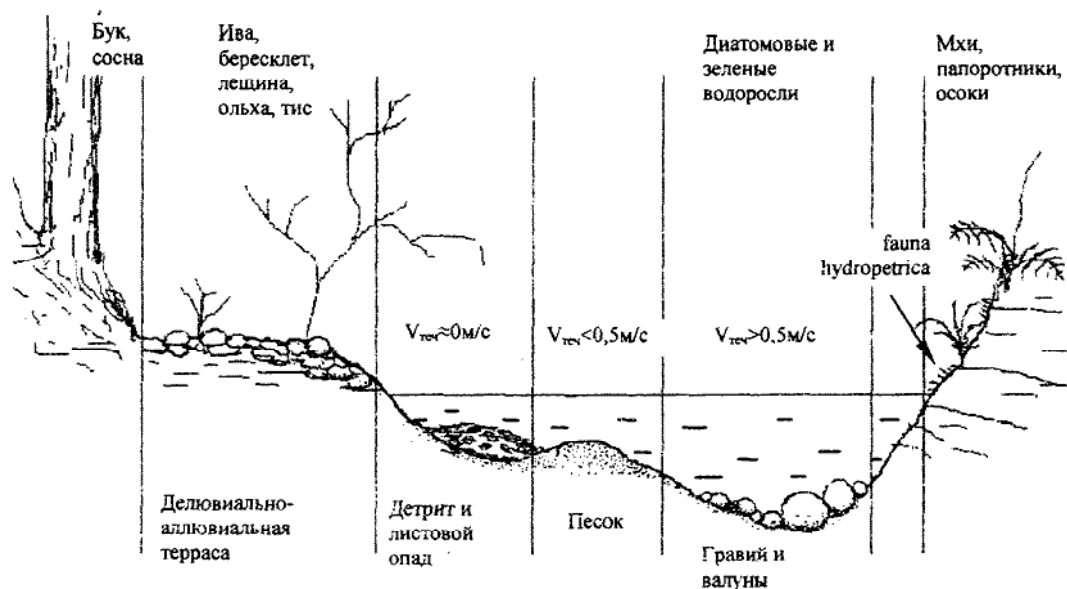


Рис. 1. Поперечный профиль реки Узень-Баш в межень (эпиритраль)

**ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ МАКРОЗООБЕНТОСА
ЭПИРИТРАЛИ РЕК КРЫМА**

На рис. 1 видно три хорошо отличающихся друг от друга участка по скорости течения, которая в первую очередь влияет на характер грунта. Таким образом, в пределах ритрала можно выделить ряд сообществ, формирующихся в зависимости от характера субстрата.

На участке с наиболее сильным течением формируется литореофильное сообщество, представленное такими видами как ручейники *Agapetus ajpetriensis* Mart., *Silo alupkensis* Mart., *Apatania irinae* Grig., *Plectrocnemia intermedia* Mart., которые являются эндемиками, а так же *Tinodes valvatus* Mart., *Stenophylax nycterobius* (MacLachl.), *St. tauricus* Mart., личинки эндемичных веснянок *Bulgaroperla* sp., *Leuctra crimeana* Zhiltz., жесткокрылые *Riolus* sp., *Limnius volkmari* (Panz.), личинки двукрылых *Macropelopia* sp., *Simulium ponticum* (Rubz.), *Prosimulium nigratum* (Rubz.), *Cnetha brevidens* (Rubz.), *Cn. fontia* (Rubz.). Ядро численности поденок представлено комплексом доминантов *Baetis-Electrogena*. В значительном количестве здесь развиваются планарии (Turbellaria) *Dugesia gonocephala taurocaucasica* Porf. Типичное сообщество гипокренали-эпиритрала показано на рис. 2.

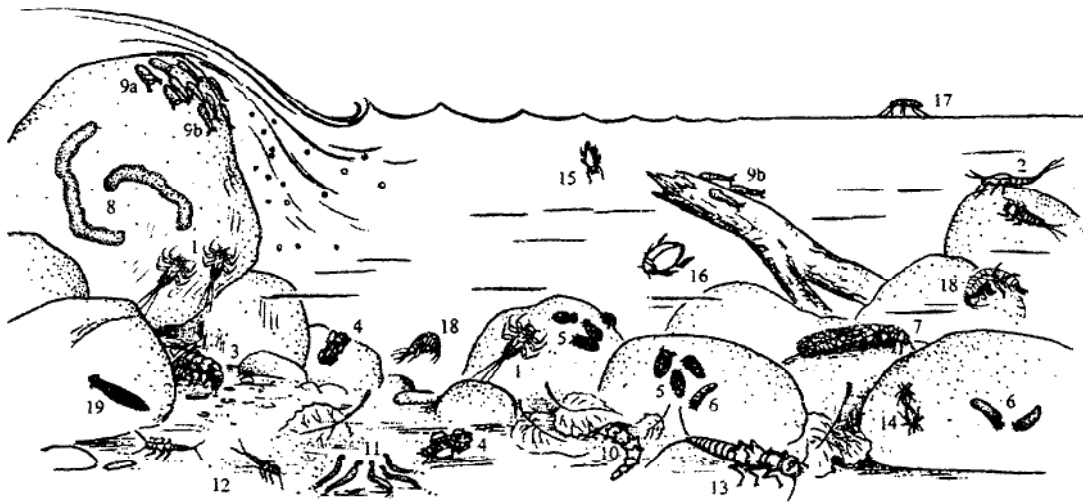


Рис. 2. Характерные представители сообщества гипокренали-эпиритрала рек Крыма весной (рис. Старцева Д.Б., Прокопова Г.А.):

Личинки поденок (Ephemeroptera): 1 - *Electrogena braaschi*, 2 - *Baetis braaschi*; личинки ручейников (Trichoptera): 3 - *Plectrocnemia intermedia*, 4 - *Silo alupkensis*, 5 - *Agapetus ajpetriensis*, 6 - *Apatania irinae*, 7 - *Stenophylax nycterobius*, 8 - ходы личинок *Tinodes valvatus*; двукрылые (Diptera): 9a - куколки и 9b - личинки мошек (Simuliidae), 10 - личинка слепня *Tabanus smirnovi*, 11 - личинки комаров-звонцов (Cironomidae) в домиках из детрита; личинки веснянок: 12 - *Siphonoperla taurica*, 13 - *Bulgaroperla* sp.; жесткокрылые (Coleoptera): 14 - прицепыш *Limnius volkmari*, 15 - вертячка *Gyrinus* sp., 16 - плавунец *Gaurodites opacus*; клопы (Heteroptera): 17 - водомерка *Velia* sp.; ракообразные (Custacea): 18 - бокоглав *Gammarus balcanicus*; турбеллярии (Turbellaria): 19 - планария *Dugesia gonocephala taurocaucasica*.

На участке с течением средней силы формируется псаммореофильное сообщество, включающее главным образом олигохет, из семейства Naididae, в частности *Nais communis* Fig., *N. elinguis* Mull., *Stylaria lacustris* (L.). Попадаются здесь и эндемичные виды, такие как *Rhyacodrilus tauricus* Demb. и *Stylodrilus longiatriatus* Demb. Моллюски представлены в основном представителями сем. Cycladidae: гаммарид, молодых личинок поденок и ручейников, а также личинок различных двукрылых: *T. smirnovi*, *Dicranota sp.*, *Pedicia sp.*, *Molophilus sp.* и др.

На участке со слабым течением можно выделить детритофильные сообщества, характеризующиеся такими видами как *Micropsectra sp.*, *St. permistus* MacLachl., *L. crimeana* и ксилофильные сообщества, в состав которых входят личинки *Helodes sp.*, *Oxycera limbata* Loev. *H. tessellatus*, *Lype phaeopa* (Steph.), *Nemoura cinerea* Retz.

В пределах эфиритрали встречаются личинки трех видов ручейников из рода *Stenophylax*: *St. permistus*, *St. nycterobius* и *St. tauricus*, причем все они в той или иной степени экологически разграничены. Так, личинки *St. permistus* предпочитают участки реки с медленным течением и обилием крупного детрита на дне, вылет имаго осуществляется с конца апреля до начала июня. Личинки *St. nycterobius* (MacLach.) преобладают на участках с каменистым дном и более быстрым течением, хотя могут образовывать скопления и на участках со слабым течением. Личинки этого вида встречаются исключительно на непересыхающих участках реки практически на протяжении всего года. Личинки ручейника *St. tauricus* напротив предпочитают пересыхающие участки, и вылет имаго происходит в мае-июне до начала меженного периода. Личинки перед окукливанием закапываются в грунт под крупные камни. Поэтому, даже в случае пересыхания реки здесь будет достаточно влажно для выхода имаго. Интересно, что имаго *St. permistus* и *St. tauricus* часто используют для переживания неблагоприятного засушливого периода в карстовые полости. Осенью они покидают убежища и приступают к откладке яиц.

Так же как и виды рода *Stenophylax* в достаточно жестких конкурентных отношениях находится *Nemoura taurica* Zhiltz. и *N. cinerea*, хотя достаточно часто встречаются совместно. *N. taurica* получает преимущество в биотопах временных водотоков или пересыхающих участков рек, где выживает благодаря меньшим размерам и более ранним срокам вылета – до наступления меженного периода. В сообществе с личинками ручейников *Stenophylax tauricus* (Martynov, 1917) и *St. permistus* MacLachlan, 1895 может служить индикатором пересыхающих участков рек. Каким образом *N. taurica* переживает неблагоприятный период пока не установлено. Возможно, имаго впадает в состояние эстивации, как выше указанные виды ручейников, или засушливый период переживают яйца как у некоторых Simuliidae.

Своеобразно сообщество, связанное с покрытыми водорослями и мхом мокрыми скалами, перманентно смачиваемыми водой, так называемая "fauna hydropetrica". Здесь можно встретить личинок *Pedicia occulta* (Mg.), *Paradelphomyia senilis* (Hal.), *Dicranomyia didyma* (Mg.), *Dolichopus sp.*, *O. limbata*, *Thaumalea sp.*, *T. valvatus*. Следует так же отметить комплекс видов, связанных с пленкой натяжения воды: *G. paukali*, *G. distinctus* Aube., *Velia affinis* Kol., *Dixa submaculata* Edw., *D. frizzii* (Cont.).

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ МАКРОЗООБЕНТОСА ЭПИРИТРАЛИ РЕК КРЫМА

Анализ трофических связей в сообществах проводился на основе метода функциональных пищевых групп водных макробеспозвоночных, который разработан К.В. Камминсом [16], а затем модифицирован [17]. Метод базируется на структурно-поведенческих механизмах добычи пищи и на особенностях строения ротового аппарата беспозвоночных. Функциональные группы в значительной мере аналогичны гильдиям, которые классифицируют группы организмов по использованию ими специфических ресурсов.

В литореофильном сообществе (рис. 3) можно выделить группу собирателей (gathering collectors), к ней относятся личинки ручейников *A. ajpetriensis*, *S. alupkensis*, *A. irinae*, поденок *Baetis spp.*, веснянок *Leuctra crimeana* Zhiltz.; группу фильтраторов (filtering collectors), представленную личинками ручейника *Hydropsyche acuta* Mart. и мошек (Simuliidae); группа соскребателей (scrapers) представлена моллюсками *Lymnaea truncatula* (Müll.), *Physa taslei* Bourg. К этой же группе можно отнести личинок эндемичной поденки *Electrogena braaschi* (Sowa); группа хищников (predators) включает жуков *Gyrinus paukuli* Ochs., личинок веснянок *Siphonoperla taurica* (Pictet), *Bulgaroperla sp.*, и ручейников *P. intermedia*. К этой же группе относятся хищные личинки двукрылых, в частности эндемичный *Tabanus smirnovi* Ols., *Dicranota sp.* и др. Роль измельчителей (shredders) в водотоках горного Крыма выполняет главным образом бокоплав *Gammarus balcanicus* Schäf., к этой же группе относятся личинки веснянок *N. taurica*, *N. cinerea*, ручейников *St. nycterobius*, *St. permistus*, *Halesus tessellatus* (Ramb.), личинки некоторых видов типулид.

Трофические связи в псаммофильном и детритофильном сообществах показаны на рис. 4, 5.

Хорошо видно, что структура последних двух сообществ в значительной степени упрощена. Это связано в первую очередь с характером субстрата, его неустойчивостью. Подвижность субстрата с одной стороны не дает возможности закрепиться активным реофилам, с другой стороны, препятствует развитию водорослей. Таким образом, в литореофильном сообществе представлены как пастбищные, так и детритные пищевые цепи, в то время как в псаммофильном и детритофильном сообществах преобладают детритные. Это необходимо учитывать при проведении биоиндикации. При этом следует понимать, что все три вида сообществ не являются обособленными, они связаны стабильными энергетическими и материальными потоками. Так, продукты переработки листового опада в детритофильном сообществе улавливаются фильтраторами литореофильного и т.д.

Основным антропогенным фактором влияния на сообщества эпиритрали является чрезмерный водозабор, и опосредованно, антропогенное изменение растительности в верхних частях водосбора, препятствующее аккумуляции влаги и способствующее развитию селевых явлений также пагубно сказывающихся на пресноводных сообществах. Имевший ранее важное значения фактор уничтожения гидробионтов инсектицидами на сегодняшний день себя исчерпал, поскольку сейчас для борьбы с вредителями используются в основном бактериальные препараты.

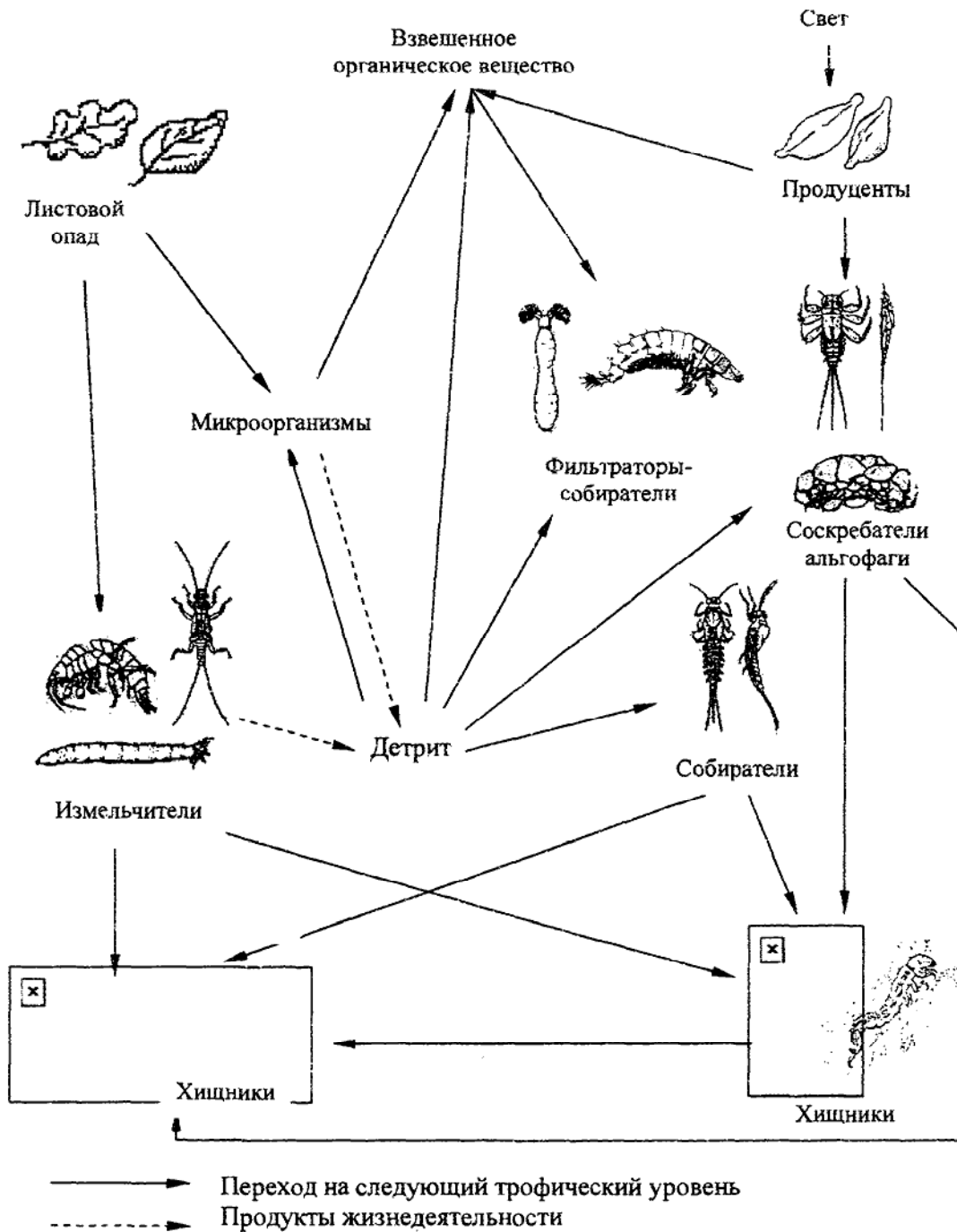


Рис. 3. Трофические связи в литореофильном сообществе

ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ МАКРОЗООБЕНТОСА ЭПИРИТРАЛИ РЕК КРЫМА

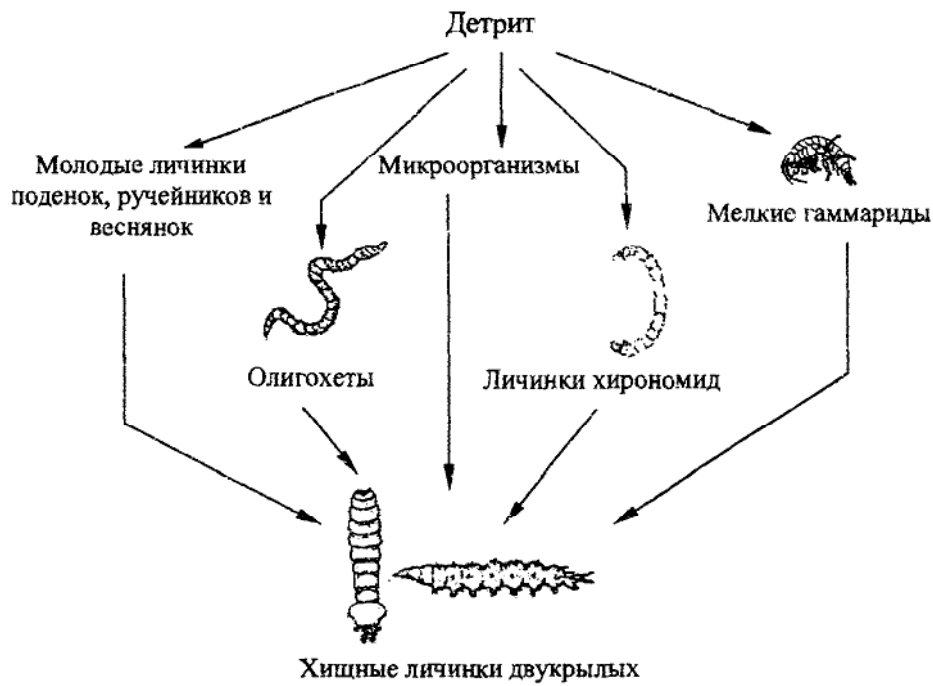


Рис. 4. Трофические связи в псаммореофильном сообществе

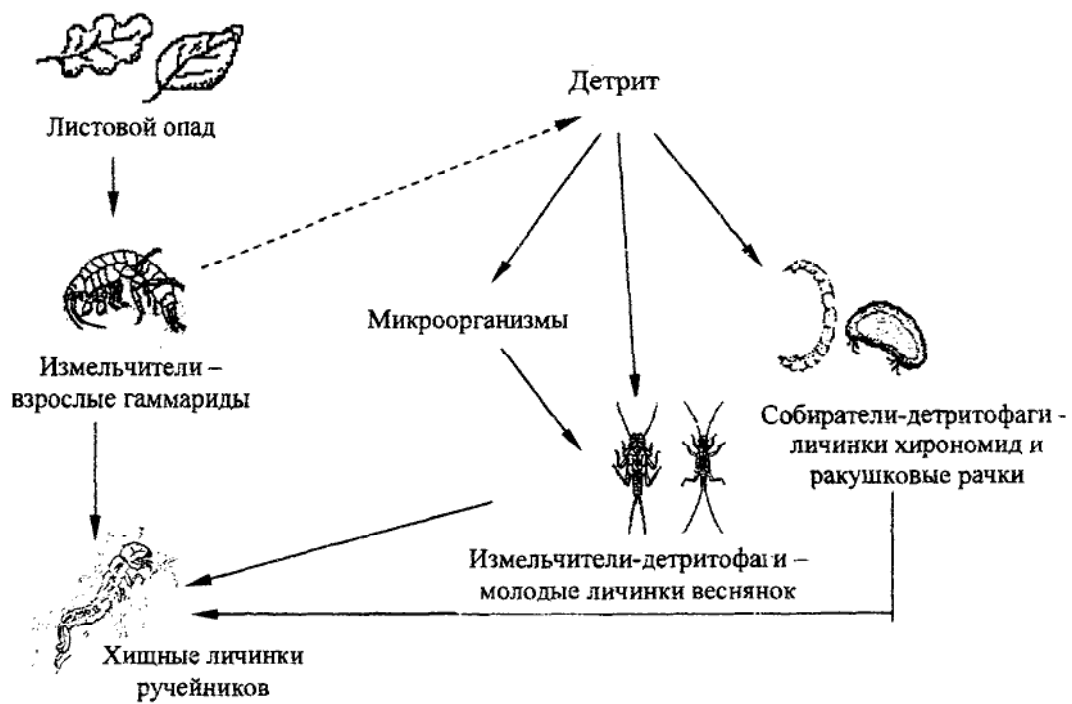


Рис. 5. Трофические связи в детритофильном сообществе

Список литературы

1. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа: Справочное издание. – Симферополь: Таврия, 1988. – 192 с.
2. Тарасенко В.С. Вода для планеты Земля. Международный опыт управления водными ресурсами // Устойчивый Крым. Водные ресурсы. – Симферополь: «Таврида», 2003. – С. 9-19.
3. Прокопов Г. А. К вопросу охраны водотоков Южного макросклона Крымских гор // Ученые записки ТНУ. – 2000. – Г. 1, - № 13. – С. 119-126.
4. Константинов А.С. Общая гидробиология: Учеб. для студентов биол. спец. вузов. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Выш. шк., 1986. – 472 с.
5. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Митропольский П.В. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – с. 162-165.
6. Прокопов Г. А. Эколого-географический анализ реки Гува (Южный берег Крыма) на основе продольного распределения организмов макрозообентоса // Ученые записки ТНУ. Серия: География. – 2001. – Т. 14. – №1 С. 102-107.
7. Прокопов Г. А. Особенности распределения макробеспозвоночных рек южного и северо-западного склонов Главной гряды Крымских гор (на примере р. Гува и р. Альма) // Тезисы Всеукраинской конференции молодых учёных: «Актуальные вопросы современного естествознания – 2003». – Симферополь: Новая эра, 2003. – С. 72-73.
8. Киселева Г. А., Прокопов Г. А. Выделение участков реки с различной степенью антропогенной преобразованности (на примере р. Салгир) // Устойчивый Крым. Водные ресурсы. – Симферополь: «Таврида», 2003. – С. 139-141.
9. Прокопов Г. А. Пресноводная фауна бассейна р. Черной // Вопросы развития Крыма. Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. Выпуск 15. проблемы инвентаризации крымской биоты. – Симферополь: Таврия-плюс, 2003 – С. 151-174.
10. Прокопов Г. А. К познанию распределения гидрофауны реки Альма в пределах Крымского природного заповедника // Ученые записки ТНУ. Серия: Биология. – 2003. – Т. 16(55). – № 3 – С. 177-186.
11. Illies J., Botosaneanu L. Problems et methodes de la zonation ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue faunistique // Mitt. internat. Verein. Limnol. – 1963. – № 12. – S. 1-57.
12. Леванидова И. М. Амфибионтные насекомые горных областей Дальнего Востока СССР: фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera. – Л.: Наука, 1982. – 176 с.
13. Прокопов Г. А. Эндемичные насекомые в экосистемах рек южного макросклона Крымских гор // Записки Общества геоэкологов. – Симферополь, 2000. – Вып. 4. – С. 28-34.
14. Giller P.S., Malmqvist B. The biology of streams and rivers. – Oxford: University Press, 2000. – 306 p.
15. Allan J.D. Stream Ecology. Structure and function of running waters. – Academic Press, 1995. – 452 p.
16. Cummins K.W. Trophic relations of aquatic insects // Ann. Rev. Entomol. – 1973. – Vol. 18. – Pp. 183-205.
17. Merritt R. W., Cummins K. W. Trophic relations of macroinvertebrates // Methods in stream ecology. – Academic Press, 1996. – P. 453-474.