

УДК 595.324.2

© 1994 г. М. Я. ОРЛОВА-БЕНЬКОВСКАЯ

МЕХАНИЗМ ПРИКРЕПЛЕНИЯ *SIMOCEPHALUS*  
(CRUSTACEA, DAPHNIFORMES, DAPHNIDAE) К СУБСТРАТУ

*Simocephalus* прикрепляется к вертикальным, наклонным и горизонтальным поверхностям. Дорсальный край головы с головными порами не является клейким органом, так как животное способно прикрепляться, когда он закрыт. Прижизненное последовательное удаление щетинок антенн показало, что животное прикрепляется при помощи всех щетинок верхних ветвей. *Simocephalus* удерживается на субстрате силой трения покоя между неровностями поверхности и сетулами, зубчиками и крючками щетинок.

Ракообразные рода *Simocephalus* Schödler, 1858 в массе встречаются в прибрежной зарослевой зоне пресноводных водоемов всего земного шара. Интересной особенностью *Simocephalus*, отличающей его от большинства других представителей семейства Daphniidae, является способность временно прикрепляться к различным предметам. Это позволяет относительно крупному, непрозрачному, медленно плавающему животному значительную часть времени оставаться неподвижным, а значит, практически незаметным для хищников (беспозвоночных и мальков рыб) (Васильева, 1959), численность которых в литоральной зоне особенно велика. Кроме того, будучи первичным фильтратором и потребляя пищевые частицы непосредственно из толщи воды, прикрепленный к субстрату *Simocephalus* избегает опасности погружения в ил (Смирнов, 1975). Наконец, чем меньше время животное свободно плавает, тем ниже вероятность его прилипания к поверхностной пленке воды, что часто ведет к гибели ветвистоусых, живущих на мелководье.

Способность *Simocephalus* «подвешиваться» к предметам была известна с середины XVIII в. (Schaeffer, 1755) и впоследствии стала считаться главным отличительным признаком рода (Schödler, 1858). Фрайер (Fryer, 1991) считает, что именно эта способность определила многие экологические и морфологические особенности животного, а Шрадек-Хушек с соавторами (Šrámek-Hušek et al., 1962) даже назвали этого рачка «Vešenka» (от чешского «vešet» — вешать).

Некоторые исследователи (Stingelin, 1904; Meyer-Rochow, 1979) полагали, что *Simocephalus* прикрепляется к поверхностям при помощи присоски или клейкого органа, расположенного в области головных пор, на заднем, дорсальном крае головы (рис. 1, а). Подобный механизм прикрепления был выявлен у *Sida* (Günzl, 1978, 1980). Органами прикрепления считали также крючконосные щетинки антенн (рис. 1, б; 2, 1, 2) (Schödler, 1858; Fryer, 1991), обсуждалась и возможность участия в фиксации *Simocephalus* обоих механизмов одновременно (Lilljeborg, 1900, Šrámec-Hušek et al., 1962).

Ни одна из гипотез не получила до сих пор удовлетворительного подтверждения. Цель настоящей работы — выяснить экспериментальным путем, при помощи какого органа *Simocephalus* прикрепляется к субстрату и каков физический механизм этого прикрепления.

Автор очень признателен Н. М. Коровчинскому; Н. Н. Смирнову и А. О. Беньковскому за ценные советы и замечания, а также Г. И. Орловой за консультации по физике.

Рис. 1. *S. serratus* прикреплен к стенке стакана сверху; 4 — щетинки антенн; а — крючконосная щетинка

Использованы фотографии, сделанные в 90 км к северу от Праги (угол между стеклами из акрилового субстрата, сверху и с

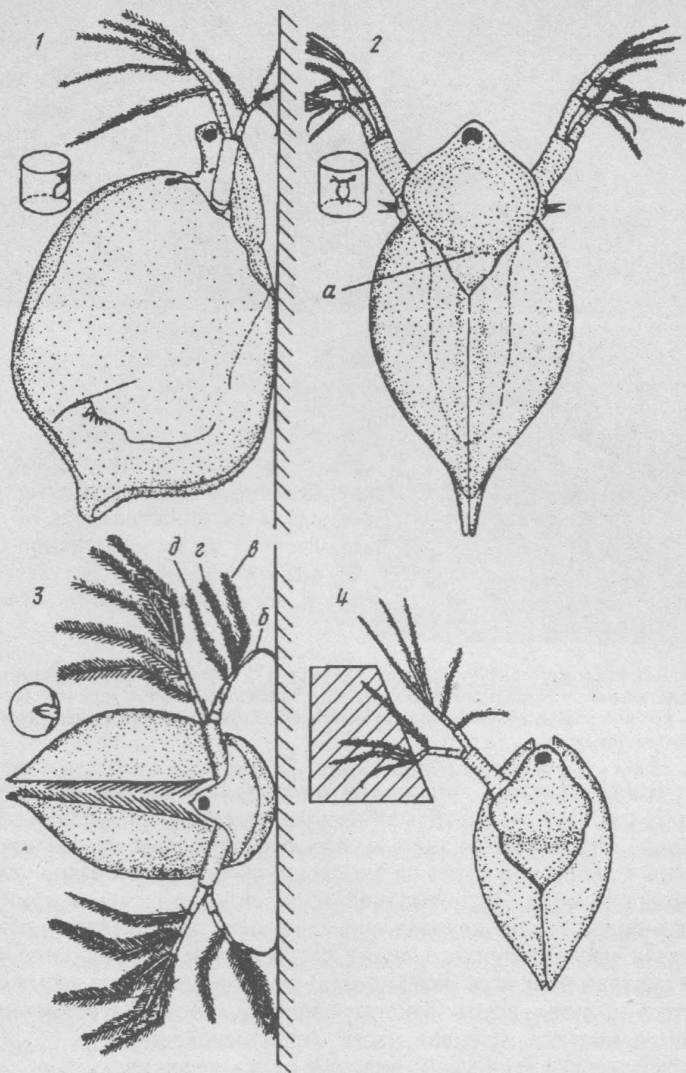


Рис. 1. *S. serrulatus* в прикрепленном состоянии: 1 — *S. serrulatus*, прикрепившийся к вертикальной стенке стакана, вид сбоку (слева — уменьшенный вид); 2 — то же, вид со спины; 3 — то же, вид сверху; 4 — *S. serrulatus*, прикрепившийся к горизонтальному стеклу снизу, вид сверху — части щетинок антенн, находящиеся в заштрихованной области, располагаются горизонтально, в плоскости стекла; а — область головных пор, б—д — щетинки верхней ветви антенны [б — 1-я дистальная (крючконосная), в — 2-я дистальная, г — 3-я дистальная, д — проксимальная]

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Использовали особи *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller, 1776) из оз. Глубокое и *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1848) из Тереховского пруда (Московская обл., 90 км к западу от Москвы). *Simocephalus* помещали в сосуды, где имелись вертикальные, наклонные (угол более 90° по отношению ко дну), нависающие (угол менее 90°) и верхние горизонтальные поверхности, чтобы определить, к каким из них животное способно прикрепляться и какие части тела касаются субстрата. Наблюдение вели при помощи бинокулярного микроскопа МБС-9, сверху и сбоку, для чего в последнем случае микроскоп располагали горизонтально.

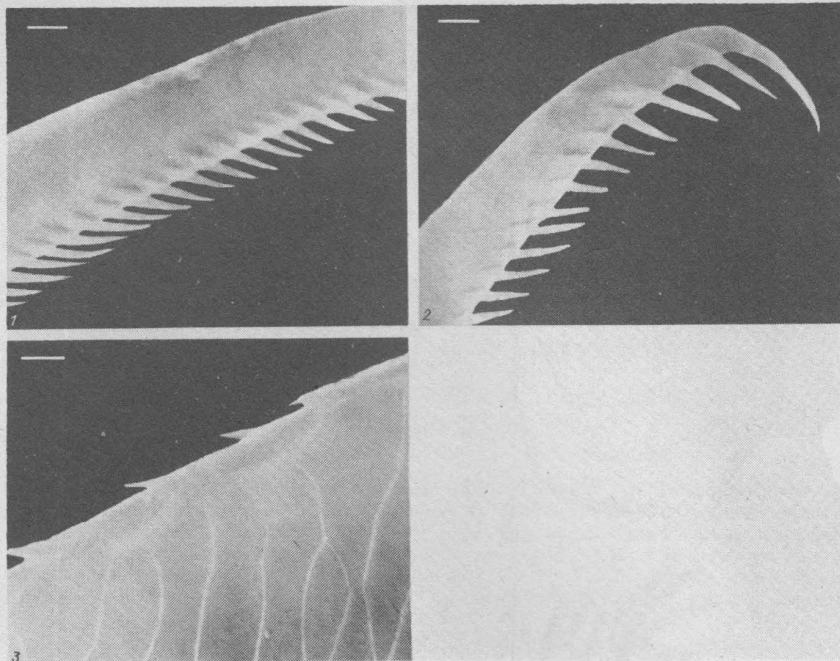


Рис. 2. Электронные микрофотографии некоторых структур *S. vetulus*, участвующих в прикреплении: 1 — фрагмент дистального членика крючконосной дистальной щетинки верхней ветви антенны с зубчиками; 2 — кончик этой щетинки с зубчиками и крючком; 3 — дорсальный край карапакса с зубчиками. Масштаб 1 мкм

Для того чтобы выяснить, участвует ли в прикреплении область головных пор, мы покрывали ее у живых ракообразных слоем масла; удаляя те или иные щетинки антенн, определяли, какие из них осуществляют фиксацию. Удаление щетинок антенн и нанесение масла на затылочную область производилось тонкими препаровальными иглами. За нормально прикрепляющихся мы принимали животных, если в большинстве случаев они занимают неподвижное, симметричное положение сразу после соприкосновения с субстратом; затрудненно прикрепляющимися мы считали рачков, в большинстве случаев некоторое время скользящих вдоль субстрата и лишь потом закрепляющихся; очень затрудненно — если к прикреплению приводила меньшая часть соприкосновений.

Для исследования физической природы сил, удерживающих животное на субстрате, мы помещали в сосуд смачиваемые и несмачиваемые, заземленные и незаземленные, гладкие и шероховатые поверхности и оценивали их пригодность для прикрепления. Микрофотографии сделаны при помощи сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-50A.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Механизм прикрепления рачков *Simocephalus* исследовали в лабораторных экспериментах, позволяющих наблюдать их естественные реакции.

#### Положение тела животного, прикрепившегося к вертикальной поверхности

20 особей *S. serrulatus* (самцов, партеногенетических и эфиппальных самок разного возраста) были помещены в стеклянный стакан с вертикальными гладкими стенками. Большую часть времени ракообразные были прикреплены к стеклу, они лишь изредка на несколько секунд отрывались от субстрата и переплывали

на новое место не «отдыхали» в воду торакалы.

Наблюдения пившийся *Sim* вверх: в типич 90°) к вертика. соприкасаются антенн и дорс Изредка живо случае *Simoce*

П

20 партен пластмассовый верхняя покр (угол более 90 Животные, по полагались та поверхностям субстратом.

20 партен пластмассовый и эфиппальн сосуда были между ним и

Изредка ж При этом т соприкасалос ветви антенн к верхнему больше площ

Во всех дорсальной с торакальных нормальным торных усл подсемейств

20 партен Во время пл вниз, как в направлении тикальная с тело поворота и принимал а перед эти

на новое место, где находились до 10 мин. При этом, прикрепившись, животные не «отдыхали без движения» (Meyer-Rochow, 1979), а активно питались, фильтруя воду торакальными конечностями.

Наблюдение за прикреплением вели с трех сторон (рис. 1, 1—3). Прикрепившийся *Simocephalus* располагается дорсальной стороной к стенке, головой вверх: в типичном случае вертикально, иногда косо, под углом (не превышающим 90°) к вертикальной оси. Антенны животного подняты и расправлены. Со стеклом соприкасаются дистальные части всех либо некоторых щетинок верхней ветви антенн и дорсальный край створок. Область головных пор не касается стекла. Изредка животные касались субстрата лишь щетинками одной антенны. В этом случае *Simocephalus* располагался боком к стеклу.

#### Положение животного, прикрепившегося к наклонной или к нависающей поверхности

20 партеногенетических самок *S. vetulus* разного возраста были помещены в пластмассовый стакан, нижняя часть стенок которого гладкая, вертикальная, а верхняя покрыта крупными горизонтальными ребрами, образующими наклонные (угол более 90° по отношению ко дну) и нависающие (угол менее 90°) поверхности. Животные, прикреплявшиеся к вертикальным и наклонным поверхностям, располагались так же, как описано выше. Рачки, прикреплявшиеся к нависающим поверхностям, свободно висели на антеннах и ничем более не соприкасались с субстратом.

#### Положение животного, прикрепившегося к горизонтальной поверхности снизу

20 партеногенетических самок *S. vetulus* разного возраста были помещены в пластмассовый стакан, а 20 особей *S. serrulatus* (самцов, партеногенетических и эфиппидальных самок разного возраста) — в стеклянную чашку Петри. Оба сосуда были доверху наполнены водой и накрыты сверху стеклом так, чтобы между ним и водой не оставалось воздуха.

Изредка животные в обоих сосудах прикреплялись к горизонтальному стеклу. При этом тело их занимало почти вертикальное положение (рис. 1, 4) и соприкасалось с субстратом только дистальными члениками щетинок задней ветви антенн. Животные чаще прикреплялись к боковым стенкам сосуда, чем к верхнему стеклу, даже в чашке Петри, где площадь стекла была намного больше площади стенок.

Во всех описанных выше опытах животные изредка опускались на дно, дорсальной стороной вниз. При этом они не прикреплялись ко дну, а биение торакальных конечностей продолжалось. Не ясно, является ли такое опускание нормальным или свидетельствует об угнетенном состоянии животных в лабораторных условиях. Прикрепления к поверхностной пленке, встречающегося у подсемейства Scapholeberinae (Fryer, 1991), не отмечалось.

#### Процесс прикрепления

20 партеногенетических самок *S. vetulus* были помещены в стеклянный стакан. Во время плавания дорсальная сторона тела животных была обращена не строго вниз, как принято считать (Fryer, 1991), а немного наклонена вперед, по направлению движения. Таким образом, если на пути рачка встречалась вертикальная стенка, то он упирался в нее верхними ветвями антенн. Затем его тело поворачивалось относительно закрепившихся на субстрате щетинок антенн и принимало вертикальное положение. Иногда животное закреплялось не сразу, а перед этим некоторое время скользило вниз по субстрату.

Таблица 1

Результаты опытов по прижизненному удалению частей верхней ветви антенн у рачков *Simocephalus* \*

№ опыта	Вид	Пол и количество особей	Что удалено	Поведение рачков
1	<i>S. vetulus</i>	1♀*	Дистальный членик левой крючконосной щетинки	Плавает нормально, прикрепляется нормально
2		1♀	Дистальные членики обеих крючконосных щетинок	То же
3		1♀	Правая крючконосная щетинка	Плавает нормально, преимущественно левой, но иногда и обеими антеннами
4		1♀	Обе крючконосные щетинки	Плавает нормально, прикрепляется затрудненно, обеими антеннами
5	<i>S. serrulatus</i>	1♀	То же	Плавает нормально, прикрепляется затрудненно
6		1♀	Обе 2-е и обе 3-и дистальные щетинки	То же
7		1♀	Обе крючконосные и обе 2-е дистальные щетинки	Плавает нормально, прикрепляется очень затрудненно
8		10♀♀	То же	Плавает нормально, к стенке стакана не прикрепляется, к деревянной пластинке прикрепляется нормально
9		1♀	Обе крючконосные, обе 2-е и обе 3-и дистальные щетинки	Плавает нормально, прикрепляется очень затрудненно
10		1♀	Обе крючконосные, обе 2-е, обе 3-и дистальные и обе проксимальные щетинки	Плавает затрудненно, прикрепляется очень затрудненно
11		1♀	Обе верхние ветви антенн (оставлены только базальные членики)	Не плавает, не прикрепляется, быстро погибает

\* Во всех опытах половозрелые партеногенетические самки, в 8-м опыте — половозрелые эфиппидальные самки. Во всех опытах, кроме 8-го, рассматривается прикрепление рачков только к гладкой вертикальной стенке стеклянного стакана.

#### Эксперимент по участию головных пор в прикреплении

Чтобы проверить результаты изложенных выше наблюдений, мы провели эксперимент по «выключению» головных пор у двух взрослых партеногенетических самок *S. serrulatus*, закрыв их кусочками сливочного масла. Это не мешало рачкам плавать, но полностью исключало возможность функционирования каких-либо присасывающих механизмов или выделения клейкого секрета в этом районе. Будучи помещенными в стеклянный стакан, животные нормально прикреплялись к его стенкам.

Таким образом, на основании наблюдений и экспериментов можно заключить, что область головных пор не является прикрепительным органом. Высказывавшиеся ранее предположения об участии головных пор в прикреплении (Meuser-Rochow, 1979) не подкреплены экспериментами и основаны только на отдаленном морфологическом сходстве задней дорсальной области головы с присоской. Более

Результаты опытов

№ опыта

1

2

3

4

5

обоснованно  
качестве хем  
структуры и  
в том числе

У особей  
антенн. Ра  
стенкам сте

Результ  
крючконос  
удерживать  
вопреки су

щетинок не  
прикрепля  
1—5). Из

(рис. 1, е  
щетинок в  
чем больш

щетинок (н  
нужно для  
возможны  
чались в т

вреждение  
(опыт 8),  
ховатой п  
Возмож  
выяснить  
к гибели

В сте  
партеног  
личные п  
прикрепл  
Один  
сил пове  
воздуха,  
такой ме

Таблица 1

Поведение рачков

Поведение рачков

Плавают нормально, прикрепляются нормально  
То же

Плавают нормально, прикрепляются преимущественно левой, но иногда и обеими антеннами

Плавают нормально, прикрепляются затрудненно, обеими антеннами

Плавают нормально, прикрепляются затрудненно  
То же

Плавают нормально, прикрепляются очень затрудненно

Плавают нормально, к стенке стакана не прикрепляются, к деревянной пластинке прикрепляются нормально

Плавают нормально, прикрепляются очень затрудненно

Плавают затрудненно, прикрепляются очень затрудненно  
Не плавают, не прикрепляются, быстро погибает

половозрелые эфиппиды только к гладкой

лени

ний, мы провели партогенетических  
Это не мешало доминирования какого секрета в этом нормально при-

можно заключить, партогенетический. Высказывание о прикреплении (Меуер-го на отдаленном присоской. Более

Таблица 2

Результаты опытов по прикреплению *Simocephalus* к поверхностям, обладающим разными физическими свойствами

№ опыта	Субстрат, предлагаемый для прикрепления	Поведение рачков
1	Предметное стекло, покрытое парафином	Прикрепляются
2	Предметное стекло, покрытое сливочным маслом	»
3	Кусок мыла	»
4	Предметное стекло, завернутое в фольгу, с заземлением	»
5	Предметное стекло	»
	Полірованная стеклянная линза	Пытаются прикрепиться, но соскальзывают

обоснованной нам кажется гипотеза о сенсорной функции головных пор (в качестве хемо- и механорецепторов) (Dumont, Van de Velde, 1976), так как эти структуры имеются не только у *Simocephalus*, но и у многих других ветвистоусых, в том числе не прикрепляющихся.

#### Участие в прикреплении щетинок задней ветви антенн

У особей *S. vetulus* и *S. serrulatus* удаляли различные части верхних ветвей антенн. Рассматривали прикрепление прооперированных особей к вертикальным стенкам стеклянного стакана и в одном случае — к деревянной пластинке.

Результаты опыта 6 (табл. 1) говорят о значительной роли в прикреплении крючконосных щетинок (рис. 1, б; 2, 1, 2), так как животное не теряет способности удерживаться на субстрате при удалении всех остальных щетинок. Вместе с тем, вопреки существующему мнению (Schödler, 1858; Fryer, 1991), крючконосные щетинки не являются единственными прикрепительными органами, так как животные прикреплялись и в случае их частичного или полного удаления (табл. 1, опыты 1—5). Из опытов 4, 5, 7—10 понятно, что в прикреплении участвуют 2-е (рис. 1, в) и 3-и (рис. 1, г) дистальные, а также проксимальные (рис. 1, д) щетинки верхних ветвей антенн, при этом животному тем труднее прикрепляться, чем больше щетинок удалено. Вероятно, участие в прикреплении нескольких пар щетинок (при том, что животное способно удерживаться и с помощью одной пары) нужно для повышения надежности прикрепления, а также страховки на случай возможных повреждений. Кстати, особи с поврежденными щетинками часто встречались в популяциях, откуда был взят опытный материал. В случае, когда повреждение щетинок настолько сильно, что прикрепление к стеклу невозможно (опыт 8), животные все еще сохраняют способность прикрепляться к более шероховатой поверхности, удерживаясь на ней, очевидно, за счет силы трения.

Возможное значение самих члеников антенн для прикрепления не удается выяснить путем их прижизненного удаления, так как такая операция приводит к гибели рачка (опыт 11).

#### Физический механизм прикрепления

В стеклянный стакан, в котором находились 20 особей *S. serrulatus* (самцы, партогенетические и эфиппидальные самки разного возраста), помещали различные предметы, с целью проверить, к каким поверхностям животные способны прикрепляться.

Один из возможных механизмов прикрепления в водной среде — использование сил поверхностного натяжения, а именно — прилипание животного к пузырькам воздуха, которые часто имеются на поверхности предметов под водой. Если бы такой механизм имел место, то способность животного прикрепляться к той или

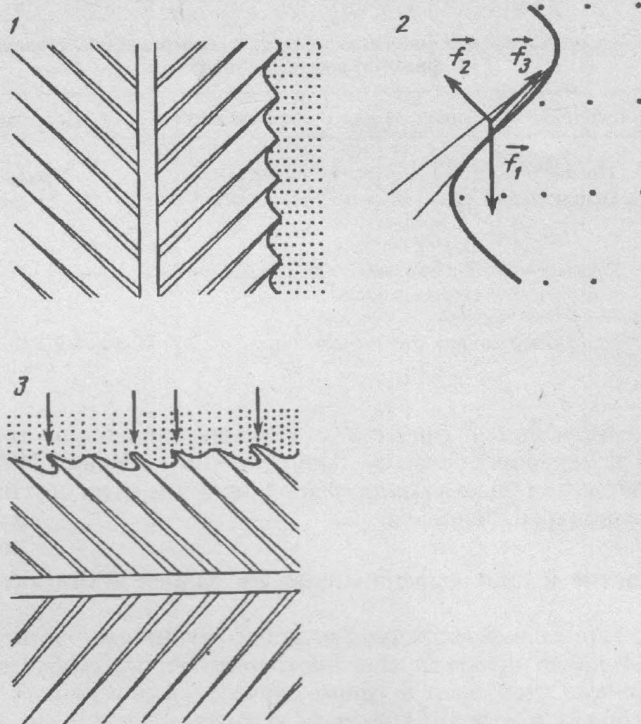


Рис. 3. Схемы, иллюстрирующие физический механизм прикрепления *Simocephalus* к вертикальной и горизонтальной поверхностям: 1 — щетинка верхней ветви антенны, закрепленная за вертикальную неровную поверхность при помощи сетул; 2 — сетула, удерживающаяся на неровности субстрата за счет силы трения, подобно телу на наклонной плоскости ( $f_1$  — доля веса тела в воде, приходящаяся на данную сетулу;  $f_2$  — сила сопротивления поры;  $f_3$  — сила трения покоя между сетулой и опорой); 3 — закрепление щетинки верхней ветви антенны за неровную горизонтальную поверхность снизу (стрелками помечены сетулы, которым удалось зацепиться за неровности)

иной поверхности зависела от того, могут ли на ней адсорбироваться пузырьки, т. е. от ее смачиваемости. Для проверки гипотезы о прилипании к пузырькам воздуха рачкам были предложены смачиваемые (табл. 2, опыт 3) и несмачиваемые (табл. 2, опыты 2, 3) поверхности. В обоих случаях прикрепление происходило. Следовательно, силы поверхностного натяжения не участвуют в этом процессе.

Пресная вода слабо проводит электрический ток, поэтому возможна еще одна гипотеза — использование для прикрепления силы притяжения разноименных электрических зарядов на щетинках и на субстрате. Однако *Simocephalus* в опыте 4 (табл. 2) прикреплялся к поверхности, заведомо лишенной электрического заряда, что отрицает и эту гипотезу.

Доказано, что некоторые насекомые удерживаются на поверхностях, в том числе вертикальных, за счет силы трения (Шванвич, 1959). Опыты 5 и 6 (табл. 2) говорят о том, что именно такой механизм имеет место у *Simocephalus*. Ракообразное способно прикрепляться к предметному стеклу, но соскальзывает с полированной стеклянной линзы. Эти поверхности идентичны друг другу по всем физическим свойствам, кроме одного: на предметном стекле имеются неровности, в то время как на линзе они практически отсутствуют. *Simocephalus* удерживается на субстрате за счет силы трения покоя, зацепляясь щетинками за эти микро-неровности.

Физический механизм прикрепления *Simocephalus* к шероховатой вертикальной поверхности сетулами щетинок антенн схематически изображен на рис. 3, 1, 2. Вес *Simocephalus* в воде (разность между силой тяжести и выталкивающей силой) положителен, так как в свободном состоянии животное погружается. Каждая сетула, касающаяся неровности субстрата, ведет себя подобно телу на наклонной

плоскости. На сила трения по друг друга:  $f_1$  — щетинках мно Таким же образ коносных щетин

Прикреплен гично. Что касае стеклу снизу, «зацепиться» не более значитель

Помимо щет покрытый зубчи

Интересно, ч симых способов *Sida* прикрепля и к горизонталь задней дорсальной выше, прикрепл твердым поверхн мому, имеет мест на поверхностной за счет силы пов

1. *Simocephalus* ветвей антенн. С

2. В прикреп не только пара название несколько является страхов

3. *Simocephalus* никающей при м за микроскопиче

4. Дополните: страта касается :

5. Спектр воз зался значительно как к наклонным горизонтальным или косо, под угл *Simocephalus* был

6. В отличие стной пленке вод

Васильева Г. А., 1959  
живого корма для  
Шванвич Б. Н., 1959.  
Смирнов Н. Н., 1971.  
беспозвоночных. Т.  
Dumont H. J., Van de  
electron microscopy  
Günzl H., 1978. Der  
Funktion//Zoomorph  
(Custacea, Cladocera)

плоскости. На нее действует доля веса тела  $\vec{f}_1$ , сила сопротивления опоры  $\vec{f}_2$  и сила трения покоя между сетулой и опорой  $\vec{f}_3$ . При этом силы уравниваются друг друга:  $\vec{f}_1 + \vec{f}_2 = \vec{f}_3$ . Так как вес животного в воде невелик, а сетулы на щетинках много, то доля веса, приходящаяся на каждую сетулу, очень мала. Таким же образом, очевидно, зацепляются за субстрат зубчики и крючки крюконосных щетинок (рис. 2, 1, 2).

Прикрепление к наклонным и нависающим поверхностям происходит аналогично. Что касается редких случаев прикрепления *Simocephalus* к горизонтальному стеклу снизу, то они объясняются, вероятно, тем, что животному удавалось «зацепиться» несколькими сетулами или кончиками крюконосных щетинок за более значительные неровности субстрата (рис. 3, 3).

Помимо щетинок субстрата часто касается и дорсальный край карапакса, покрытый зубчиками (рис. 2, 3), что также способствует прикреплению.

Интересно, что у литоральных ветвистоусых наблюдается несколько независимых способов прикрепления к поверхностям различного типа. В частности, *Sida* прикрепляется к твердым поверхностям любой организации, в том числе и к горизонтальным, снизу при помощи трех клейких органов, расположенных в задней дорсальной области головы (Günzl, 1978, 1980). *Simocephalus*, как показано выше, прикрепляется преимущественно к вертикальным и почти вертикальным твердым поверхностям механически. Механический способ прикрепления, по-видимому, имеет место и у *Moinodaphnia* (Fryer, 1991), а *Scapholeberinae* удерживаются на поверхностной пленке воды при помощи щетинок вентрального края карапакса за счет силы поверхностного натяжения (Fryer, 1991).

#### ВЫВОДЫ

1. *Simocephalus* прикрепляется к субстрату при помощи щетинок верхних ветвей антенн. Область головных пор не принимает участия в этом процессе.

2. В прикреплении участвуют все четыре пары щетинок верхних ветвей, а не только пара крюконосных щетинок, как считалось ранее. Вероятно, использование нескольких пар щетинок повышает надежность фиксации, а также является страховкой на случай повреждений.

3. *Simocephalus* удерживается на субстрате за счет силы трения покоя, возникающей при механическом зацеплении сетул, зубчиков и крючков щетинок за микроскопические неровности поверхности.

4. Дополнительная устойчивость прикрепления достигается тогда, когда субстрата касается дорсальный край карапакса.

5. Спектр возможных положений, в которых *Simocephalus* закрепляется, оказался значительно шире, чем отмечалось ранее. Животное способно прикрепляться как к наклонным и вертикальным, так и к нависающим и даже (редко) к горизонтальным поверхностям снизу. При этом оно может располагаться прямо или косо, под углом не более 90°. Иногда, закрепившись лишь одной антенной, *Simocephalus* бывает повернут одной из створок к субстрату.

6. В отличие от *Scapholeberinae* *Simocephalus* не прикрепляется к поверхностной пленке воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильева Г. А., 1959. Исследования по экологии ветвистоусых в связи с выращиванием их как живого корма для рыб//Тр. Мос. технол. ин-та рыбн. промышл. и х-ва. Вып. 10. С. 88—138.
- Шванвич Б. Н., 1959. Введение в энтомологию. Л.: Изд. ЛГУ. С. 1—342.
- Смирнов Н. Н., 1975. Биология ветвистоусых ракообразных//Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных. Т. 3. М.: ВИНТИ. С. 1—116.
- Dumont H. J., Van de Velde I., 1976. Some types of head-pores in the Caldocera seen by scanning electron microscopy and their possible functions//Biol. Tb. Dodonaea. V. 44. P. 135—142.
- Günzl H., 1978. Der Ankerapparat von *Sida crystallina* (Custacea, Cladocera) I. Bau und Funktion//Zoomorphologie. Bd 90. S. 197—204.—1980. Der Ankerapparat von *Sida crystallina* (Custacea, Cladocera) II. Feinbau und Neubildung//Ibidem. Bd 95. S. 149—157.



- Fryer G., 1991. Functional morphology and adaptive radiation of the Daphniidae (Branchiopoda: Anomopoda)//Phil. trans. roy. soc. of London. Ser. B. Biol. V. 331. N 1259. P. 1—99.
- Lilljeborg W., 1900. Cladocera Sueciae//N. A. Reg. Soc. Sci. Upsalensis. V. 19. P. 1—701.
- Meyer-Rochow V. B., 1979. The attachment mechanism of waterflea *Simocephalus*//Microscopy. V. 33. P. 551—553, 558.
- Schaeffer J. C., 1755. Die grünen Armpolypen, die deschwänzten und ungeschwänzten zackigen Wasserflöhe und eine besondere Art kleiner Wasseraale/Ed. E. A. Weis. Regensburg. S. 1—94.
- Schödler J. E., 1858. Die Branchiopoden der Umgegend von Berlin. Ein Beitrag zur Naturgeschichte der Entomostraceen. Berlin: Jahr. Lous. Real. S. 1—28.
- Šrámek-Husek R., Straskraba M., Bretek J., 1962. Lupenonozci-Branchiopoda/Fauna ČSSR. Praha. V. 16. P. 1—470.
- Stingilen T., 1904. Untersuchungen über die Cladocerenfauna von Hinterindien, Sumatra und Java, nebst einem Beiträge zur Cladoceren. Kenntnis der Hawaii Inseln//Zool. Jahrb. Syst. B. 21. S. 237—370.

ИЭМЭЖ  
РАН, Москва

Поступила в редакцию  
16 декабря 1993 г.

M. Ya. ORLOVA-BENKOVSKAYA

THE MECHANISM OF ATTACHMENT OF *SIMOCEPHALUS* (CRUSTACEA, DAPHNIFORMES, DAPHNIIDAE) TO SUBSTRATE

*Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Summary

*Simocephalus* can attach itself to vertical, sloping and horizontal surfaces. The dorsal margin of its head having cephalic pores is not an adhesive organ, because *Simocephalus* can attach itself to substrates when that margin is isolated. The consecutive amputation of antennal setae showed, that animals attach themselves using all the setae of the upper rami. *Simocephalus* holds out on substrate by the force of cohesion between rough substrate and setulae, denticles and hamuli on the setae.