

УДК 595.734

Т. М. Тиунова

## ИЗМЕНЕНИЕ СЫРОЙ И СУХОЙ МАССЫ, КАЛОРИЙНОСТИ И ЗОЛЬНОСТИ ТЕЛА ЛИЧИНОК ПОДЕНОК (*Ephemeroptera*) В МЕЖЛИНОЧНЫЙ ПЕРИОД

Рост большинства личинок амфибиотических насекомых определяется периодическими линьками. Для них характерно основное наращивание наиболее склеротизированных частей тела в момент линьки [2]. Однако лишь в сравнительно небольшом количестве работ приведены данные о росте животных в течение времени, захватывающего несколько линек и периоды между ними [1, 4, 6]. Поэтому сбор информации о соотношении сухой и сырой массы тела, об изменении калорийности и зольности у водных животных в межлиночном интервале представляет несомненный интерес.

В отношении личинок поденок этот вопрос практически не изучен. Целью настоящей работы было исследование индивидуального роста *Drunella solida* Bajk и *Ereogus gornostajevi* Tshern., характеризующихся различной степенью хитинизации — от личинки, размеры которой позволяют вести визуальные наблюдения, до имагинальной формы, а также изучение изменений указанных выше параметров в течение межлиночного интервала.

**Материал и методика исследований.** Наблюдения за ростом личинок поденок проводили с мая по август 1985 г. на гидробиологическом стационаре Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения АН СССР в заповеднике «Кедровая падь». Материалом служили личинки поденок *D. solida* и *E. gornostajevi*, собранные в р. Кедровая в районе усадьбы заповедника. Скорость течения реки в месте сбора личинок 0,3—0,4 м/с, дно гравийно-галечное.

Для наблюдения за ростом личинок поденок по одному экземпляру помещали в садки — жестяные цилиндры высотой 55 мм и диаметром 85. Снизу цилиндры затягивали газом № 21 или № 25, в зависимости от размера личинок. Садки закрепляли на пенопластовых поплавках и устанавливали в реке на течении. Уровень воды в садке не превышал 25—30 мм. Кормом личинкам служили детрит и водоросли, которыми обрастал газ. В садки с крупными личинками поденок семейства *Ephemerelellidae* добавляли живой корм (мелких водных беспозвоночных). Садки в течение дня три раза просматривали и промывали. Через каждые 3—5 дней у личинок измеряли ширину головной капсулы, длину и массу тела. Прирост массы после сброса экзuvia учитывали через сутки, поскольку до этого времени личинка имела мягкий хитиновый покров и легко травмировалась при обсушке. Продолжительность наблюдения за ходом роста каждой личинки — от 80 до 95 дней, т. е. от личинки размером около 1,8 мм в длину до имагинальной формы. За этот период животное проходило 5—6 линек. Массу поденок определяли на торсионных весах с точностью до 0,05 мг.

Для наблюдения за изменением сухой массы тела, калорийности и зольности в течение межлиночного интервала отлавливали одновозрастных личинок, которых помещали в садки по 5 экз. и при визуальном наблюдении фиксировали момент линьки. Затем через каждые 10 мин после линьки в течение первого часа, через 1 ч в течение первых суток и, наконец, через каждые сутки в течение межлиночного периода личинок высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 80 °С и после очередного взвешивания определяли калорийность и зольность. Калорийность устанавливали методом бихроматного окисления в модификации А. П. Остапени [3]. Золу учитывали после сжигания исследуемого сухого вещества в муфельной печи при температуре 500 °С в течение 8 ч.

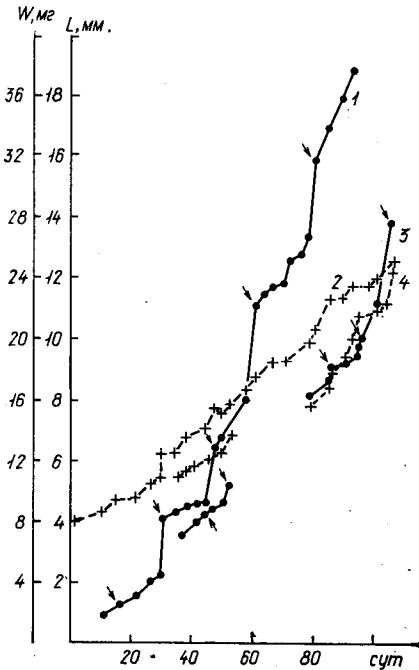
### Результаты исследований и их обсуждение

*Линейный рост и рост массы личинок поденок.* Через сутки после сброса шкурки длина личинок *D. solida* резко увеличивалась с 1,8 до 2,8 мм (первая отмеченная линька), т. е. на 26 % первоначального размера, а масса тела — на 63 % ее начальной массы (рис. 1, а, б). При последующих линьках прирост длины тела каждой особи составлял в среднем 10—13 %, а прирост массы тела закономерно уменьшался от 52 (вторая линька) до 19,7 % (последняя линька). В оставшиеся 12—13 сут межлиночного интервала темп линейного роста и роста массы оставался крайне низким, в среднем для особи — 0,1—0,5 мм или 1—6 % для всего диапазона длин. Величина прироста массы составляла лишь 7,3—25,9 %, в среднем 16,6 % начальной.

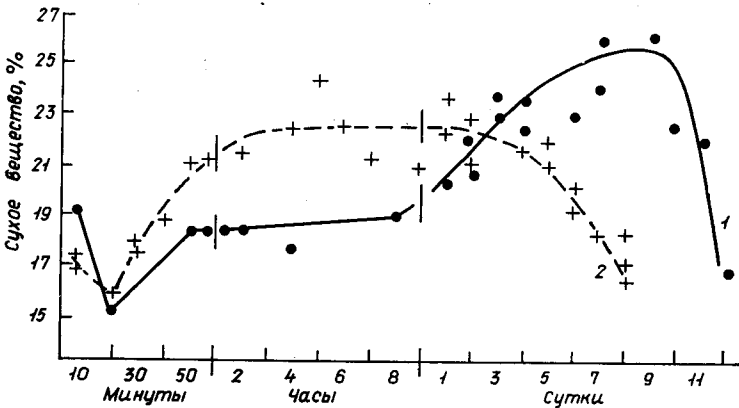
Кривая роста *E. gornostajevi* (рис. 1, в, г) несколько иная. Она имеет вид плавной нарастающей линии без резких перепадов, характерных для кривой роста *D. solida*. В первые сутки после сброса шкурки величина линейного прироста у этого вида составила 7,1 % первоначального размера, сырая масса увеличилась от 6,7 до 27,2, в среднем — на 16,9 % начальной массы. В оставшиеся 6—7 сут межличиночного интервала линейные размеры увеличивались на 4,2 %, а прирост массы составлял от 1,0 до 20, в среднем — 6,6 % начальной.

Таким образом, в течение межличиночного интервала общий прирост массы тела у личинок *D. solida* составлял 36,3—80,4 %, при этом около 70 % приходилось на первые сутки этого периода. У личинок *E. gornostajevi* увеличение сырой массы тела в межличиночном интервале менее значительное (13,3—33,8 %), 50 % приходилось на первые сутки межличиночного периода. Резкое увеличение сырой массы тела личинок после сброса экзuvia, как известно, объясняется обводнением тканей животного. В последующий период прирост сырой массы менее значительный и, очевидно, является результатом сложных изменений физиологического состояния организма.

Довольно равномерное наращивание линейных размеров у личинок *E. gornostajevi* и скачкообразное у личинок *D. solida* легко объяснить, если сравнить строение хитинового покрова у тех и других. *D. solida* относится к семейству Ephemerellidae, характеризующему-



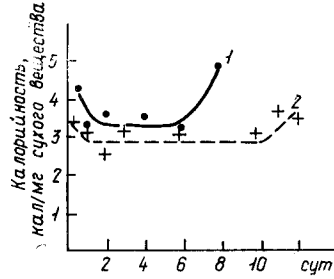
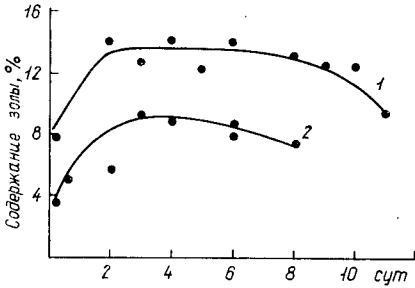
1. Кривая индивидуального роста личинок *D. solida* (1, 2) и *E. gornostajevi* (3, 4) на примере одной особи: 1, 3 — рост массы; 2, 4 — линейный рост; стрелкой показана масса личинки через сутки после линьки.



2. Изменение содержания сухой массы тела (в %) в межличиночном интервале: 1 — *D. solida*; 2 — *E. gornostajevi*.

жестким хитиновым покровом, который и не допускает свободного увеличения линейных размеров. Изменение длины тела в межличиночный период у личинок этого семейства, как и у некоторых видов ракообразных, происходит в основном за счет удлинения мембранозных соединений сегментов брюшка. *E. gornostajevi* — представитель семейства Heptageniidae, имеет более мягкий хитиновый покров, который и обуславливает постоянный линейный рост и рост массы в межличиночном интервале.

**Соотношение сухой и сырой массы тела.** Установлено, что содержание сухой массы тела личинок от сырой в межлиночном интервале изменялось у *E. gornostajevi* от 16 до 22—33 %, у *D. solida* от 15 до 26 %. При этом в первые 2—3 мин после линьки сухая масса тела личинок составила для *D. solida* 19,2 %, для *E. gornostajevi* — 17,3. Через 15—20 мин после сброса экзювия отношение сухой массы к сырой у личинок обоих видов имело минимальное значение — 16 %, что связано с резким обводнением тканей личинок. Однако уже через 40—50 мин после линьки содержание сухой

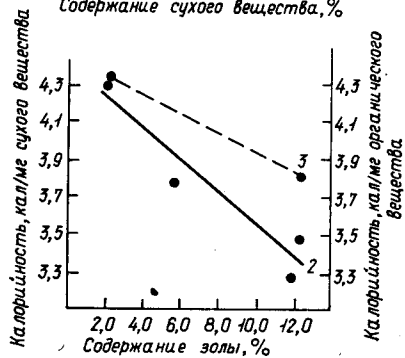
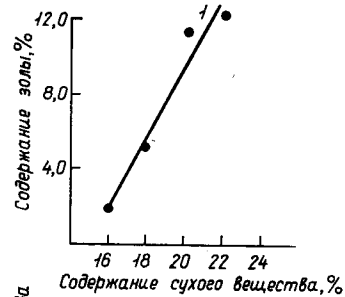


3. Изменение зольности тела (в %) в межлиночном интервале: 1 — *D. solida*; 2 — *E. gornostajevi*.

4 Изменение калорийности сухой массы тела (кал/мг сухого вещества) в межлиночном интервале: а — *E. gornostajevi*; б — *D. solida*.

массы тела возросло до 21 % у *E. gornostajevi* и до 18,5 % у *D. solida* и оставалось таким на протяжении первых суток. Затем отмечалось постепенное нарастание содержания сухой массы у обоих видов. Наибольшее соотношение сухой и сырой массы — 25,7 % для *D. solida* было на 7—8-е сутки, для *E. gornostajevi* — 22,5 % на 4-е сутки (рис. 2, а, б). Начиная с 9-х суток у *D. solida* и с 5-х у *E. gornostajevi* наблюдалось

постепенное уменьшение содержания сухой массы, и к моменту линьки оно составило не более 17 % у обоих видов. Уменьшение этого отношения за несколько дней до линьки соответствовало более быстрому увеличению сырой массы тела животных, очевидно, за счет вторичного обводнения тканей перед линькой и способствовало разрыву сбрасываемого экзоскелета. Подобный эффект описан Трависом [5] для *Panulirus argus* Latr ielle. Автором показано, что за 6 ч до сброса экзювия у этого краба сырая масса тела увеличивалась на 10 % первоначальной. Именно в этот период возрастало также содержание воды в теле животного. Перед линькой оно составляло 11 %, а после линьки достигло максимального



5. Связь между содержанием сухого вещества и зольностью тела (1); зольностью тела и калорийностью сухой массы тела (2), зольностью тела и органическим веществом (3) у *E. gornostajevi*.

значения — 71 %. Затем содержание воды постепенно снижалось, достигая первоначального значения на 28—35-е сутки, т. е. к концу межлиночного периода.

Очевидно, изменение содержания сухой массы тела за счет прямого обводнения тканей определяется только в период сброса экзювия и последующие 20 мин. В дальнейшем этот процесс усложняется и зависит, по-видимому, от изменения зольности и калорийности тела организмов.

**Зольность и калорийность.** Обнаружено, что зольность тела личинок *E. gornostajevi* между линьками изменяется от 3,7 до 9,2 %, а у *D. solida* — от 7,9 до 14,2 % сухой массы тела (рис. 3, а, б). Минимальное содержание золы в теле животного отмечено в первые 10 мин после сброса шкурки. Спустя 10—15 мин после линьки этот показатель в теле животного начинает возрастать и через 30 мин после сброса экзвивов составляет уже у *E. gornostajevi* 5,4 %, а на вторые сутки для *D. solida* и на третьи для *E. gornostajevi* достигает своего максимума — соответственно 14,2 и 9,2 %. В последующие трое суток для *E. gornostajevi* и 7 сут для *D. solida* зольность стабилизируется на достигнутом уровне, а затем в оставшиеся дни межлиночного интервала наблюдается ее постепенное снижение. К моменту линьки содержание золы у *E. gornostajevi* составило 7,5 %, у *D. solida* 9,5.

Калорийность сухой массы тела личинок поденок также заметно изменяется в межлиночном интервале. Так, максимальная калорийность тела у личинок *E. gornostajevi* и *D. solida* отмечена сразу после сброса шкурки (соответственно 4,5 и 3,5 кал/мг сухого вещества). На вторые сутки после линьки калорийность у обоих видов уменьшилась до 3,2—3,5 кал/мг сухого вещества (рис. 4, а, б) и в последующие 4—5 сут для *E. gornostajevi* и 10—11 сут для *D. solida* сохранялся достигнутый уровень калорийности. К моменту очередной линьки калорийность тела личинок характеризуется вторым максимумом — 5,0 кал/мг сухого вещества для *E. gornostajevi* и 3,6 — для *D. solida* (см. рис. 4, а, б).

Таким образом, полученные данные показали, что у личинок поденок содержание сухой массы тела находится в прямой связи с его зольностью (рис. 5, а), а калорийность и зольность их тела находятся между собой в обратной связи (рис. 5, б). Рассчитанная по данным зольности и калорийности сухой массы тела этих животных калорийность их органического вещества с увеличением содержания золы в теле личинки уменьшалась, например у *E. gornostajevi* с 4,34 до 3,84 кал/мг органического вещества (рис. 5, в). Смысл и значение выявленных связей не ограничиваются описанием физиологического состояния животного. Дополнительный сбор информации о таких взаимозависимостях и их количественное выражение позволяет лишь по соотношению сухой и сырой массы тела личинок поденок, что методически определять очень просто, с достаточной надежностью рассчитывать его калорийность и зольность. Эти сведения крайне необходимы при проведении ряда экологических исследований.

## Выводы

1. В течение межлиночного интервала общий прирост массы тела у личинок *D. solida* составлял от 36,3 до 80,4 %, из них около 70 % приходилось на первые сутки этого периода. У личинок *E. gornostajevi* увеличение сырой массы тела в межлиночном интервале менее резкое (от 13,3 до 33,8 %), при этом 50 % приходилось на первые сутки межлиночного периода.

2. У *D. solida* при продолжительности межлиночного интервала 14 сут максимальное содержание сухой массы тела наблюдалось на 7—8-е сутки, а за три дня до очередного сброса шкурки снижалось от максимальных значений примерно до 17 %. У *E. gornostajevi* при продолжительности межлиночного интервала 8 сут максимальная величина сухой массы достигалась за первые двое суток, а за три дня до новой линьки содержание сухой массы снижалось до 17 %.

3. Зольность тела личинок *E. gornostajevi* между линьками изменялась от 3,7 до 9,2 %, а у *D. solida* — от 7,9 до 14,2 % сухой массы тела. Калорийность тела личинок *E. gornostajevi* между линьками возрастала соответственно от 3,5 до 5,0 и от 3,0 до 3,6 кал/мг сухого вещества.

\*

*Drunella solida* Bajk and *Epeorus gornostajeva* Tshern larvae have been studied for their individual growth. Special observations of changes in fresh and dry body weight, calorificity and ash content of the body of ephemeropterid larvae with different degree of chitinization in the intermolt time interval are conducted. An interrelation of these parameters is shown.

\*

1. Константинов А. С. Биология хирономид и их разведение.— Саратов: Коммунист, 1958.— Т. 5.— 362 с.
2. Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных.— М.: Наука, 1976.— 291 с.
3. Остапеня А. П. Биомасса и способы ее выражения // Методы определения продукции водных животных.— Минск: Вышэйш. шк., 1968.— С. 20—43.
4. Humpesch U. H. Effect of temperature on larval growth of *Ecdyonurus dispar* (Ephemeroptera: Heptageniidae) from two English lakes // *Freshwater Biol.*— 1981.— 11, N 5.— P. 441—457.
5. Travis D. F. The moulting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus* Latrielle. I. Moulting and growth in laboratory maintained individuals // *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole.*— 1954.— 107, N 3.— P. 433—450.
6. Tanasijevic M. Razvojni stupnjevi vrste *Ephemerella ignita* (Poda) (Insecta, Ephemeroptera) // *Godisn. Biol. inst. Univ. Sarajevu.*— 1978.— 31.— P. 183—196.

Биолого-почвенный институт ДВО АН СССР,  
Владивосток

Поступила 19.08.87

УДК [574.52:627.8][282.247.31]

**В. П. Машина**

## СВОБОДНОЖИВУЩИЕ НЕМАТОДЫ ОТРЯДА Euphlida КРЕМЕНЧУГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Пресноводные свободноживущие нематоды — весьма разнообразная, широко распространенная, но мало изученная группа животных. В последние годы несколько расширились фаунистические исследования нематод, однако работ, посвященных изучению их экологии и, особенно, количественного развития, чрезвычайно мало. Совершенно недостаточно изучены нематоды водохранилищ Советского Союза. Опубликовано лишь небольшое количество работ по нематодам волжских [1, 2 и др.] и днепровских [3, 4, 8, 9] водохранилищ.

В настоящей статье приведены результаты изучения видового состава, количественного развития и экология видов отряда Euphlida — одного из наиболее широко распространенных в Кременчугском водохранилище отрядов нематод. Общая характеристика водохранилища приведена ранее [6, 7].

**Материал и методика исследований.** Исследования нематодофауны Кременчугского водохранилища проведены в 1980—1983 гг. в период уже сформировавшегося гидробиологического режима данного водоема (водохранилище создано в 1961—1962 гг.).

Пробы (6—12-сантиметровые монолиты грунта диаметром 3,8 см, с сантиметровым слоем придонной воды над ними) отбирали и обрабатывали по общепринятой методике [5]. За период исследований собрано и обработано 350 количественных проб. Сетка «станций», по которым отбирались пробы, охватывает всю акваторию Кременчугского водохранилища и все основные типы донных отложений.

Определение нематод до вида проводили на постоянных глицеринжелатиновых препаратах. Всего описано свыше 2 тыс. особей нематод.

Для характеристики нематод использованы экологические классификации круглых червей, приведенные в работах М. А. Охотиной [10] и А. А. Парамонова [11]. Все особи, в соответствии с упомянутой классификацией, разделены на две большие экологические группы: гидробионты (виды нематод, приуроченные к водной среде) и амфибионты (виды нематод, встречающиеся как в пресной воде, так и в почве).

Для каждого вида нематод приводятся следующие показатели: глубина, на которой найден вид, биотоп, встречаемость (%) и средняя численность (экз/м<sup>2</sup>) на различных биотопах. Эти показатели достаточно полно характеризуют экологию данного вида.

### Результаты исследований и их обсуждение

Одним из наиболее разнообразных по видовому составу и многочисленным по количественному развитию среди свободноживущих нематод Кременчугского водохранилища является отряд Euphlida, представленный 22 видами круглых червей.