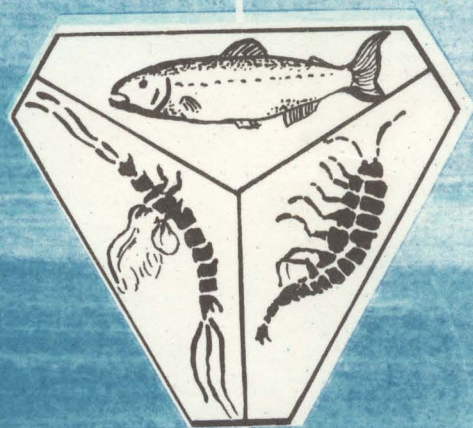


Тупонова 1989Г, с

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
PRIVATE LIBRARY
OF WILLIAM L. PETERS

СИСТЕМАТИКА
И ЭКОЛОГИЯ
РЕЧНЫХ
ОРГАНИЗМОВ



Владивосток 1989

СОДЕРЖАНИЕ СУХОЙ МАССЫ, КАЛОРИЙНОСТЬ И ЗОЛЬНОСТЬ ТЕЛА РЕОФИЛЬНЫХ ЛИЧИНОК ПОДЕНОК

Т. М. Тиунова

Биолого-почвенный институт ДВО АН СССР, Владивосток

Для решения ряда продукционных задач необходимо знать процент сухого вещества в сыром, зольность, энергоемкость единицы массы беззольного вещества. Среди пресноводных беспозвоночных в этом отношении наименее изучены личинки поденок.

Материал по калорийности и зольности реофильных личинок поденок был получен нами на 5 представителей сем. Ephemerellidae: *Drunella aculea* Allen, *D. solida* Baik, *D. triacantha* Tshern, *D. cryptomeria*, *Cincticostella levanidovae* Tshern.; 2 представителях сем. Heptageniidae: *Epeorus gornostajevi* Tshern., *Cinygmula grandifolia* Tshern.; на *Baetis fuscatus* L.—сем. Baetidae. Личинки собраны в р. Кедровая заповедника «Кедровая падь» в 1984—1985 гг.

Сырая масса личинок поденок измерялась после обсушивания их полосками фильтровальной бумаги, сухая масса — после высушивания в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 80° С. Калорийность поденок определяли методом бихроматного окисления в модификации А. П. Остапени (Методы ..., 1968). Для каждой размерной группы животных делали не менее 5—7 параллельных определений калорийности. Зола учитывали после сжигания исследуемого сухого вещества в сушильном шкафу при температуре 500—550° С в течение 8 ч.

Средние значения содержания сухого вещества для условных возрастных групп (Тиунова, 1982) приведены в табл. 1. Проведенная оценка

Таблица 1
Доля сухого вещества от сырого (%) у личинок поденок I—VI условных возрастных групп и имаго

Вид	Пол	Возрастная группа личинок						Имаго
		I	II	III	IV	V	VI	
<i>D. aculea</i>	Самка	23,1(38)	24,3(16)	24,5(14)	25,7(5)	28,7(11)		36,6(12)
	Самец	—	—	—	—	25,9(11)		
<i>D. triacantha</i>	Самка	(8)	24,2(6)	23,8(7)	23,4(5)	30,9(7)		36,5(8)
	Самец	—	—	—	—	25,5(11)		
<i>D. cryptomeria</i>	Самка	24,4(10)	23,9(40)	23,9(8)	23,2(9)	30,4(11)		36,6(8)
	Самец	—	—	—	—	27,8(6)		
<i>C. levanidovae</i>	Самки и самцы	—	—	22,2(13)	22,2(13)	23,6(6)	—	38,5(3)
<i>C. grandifolia</i>	Самка	—	—	—	—	22,5(8)	26,2(8)	34,8(6)
	Самец	—	—	—	—	—	23,4(6)	
<i>B. fuscatus</i>	Самки и самцы	20,5(5)	—	—	26,6(5)	28,5(20)	—	38,8(6)

Примечание. В скобках указано число экземпляров.

показала, что содержание сухого вещества от сырого у личинок I—IV возрастных групп изменяется очень мало. Для видов *D. triacantha*, *D. aculea*, *D. cryptomeria*, *C. levanidovae*, *B. fuscatus* оно составляет в среднем 23,8%. Содержание же сухой массы тела личинок V возраста значительно отличается от таковых показателей у личинок первых четырех возрастов. Эти различия проявляются не только между возрастными группами, но и между самцами и самками (табл. 1). Столь высокое содержание у исследованных видов сухой массы тела личинок V, VI возрастов (28,5—33,6% для самок и 25,5—27,8% для самцов) связано с тем, что именно в этом возрасте у нимф идет процесс созревания и накопления генеративных продуктов. Так, у *D. aculea* и *C. levanidovae* масса кладки составляет от 34,6 до 47,7% от массы тела личинки. Обводнение яиц личинок поденок нам не известно, однако содержание сухого вещества, например, в яйцах ракообразных, по данным Н. Н. Хмелевой и А. П. Голубева (1984), составляет в среднем 42,3%.

Следует отметить, что наименьшее содержание сухой массы тела у личинок VI возраста (23,4% у самцов и 26,2% у самок) характерно для *C. grandifolia*, наибольшее (33,6%) — для *C. levanidovae*. Учитывая, что по мере роста личинок поденок содержание влаги в их теле уменьшается и достигает минимума у нимф V, VI возрастов, для 8 видов личинок поденок по 152 измерениям сухой и сырой массы тела рассчитано общее уравнение (рис. 1):

$$V = (0,249 \sim 0,018) W^{(1,005^5 \pm 0,025^5)}$$

где V — содержание сухого вещества (мг), W — сырая масса личинки (мг). Из приведенного уравнения видно, что степенной коэффициент достоверно не отличается от единицы, т. е. $V = 0,249 \cdot W$. Коэффициент корреляции (r) для уравнения достаточно высок (0,96). Относительные ошибки значений параметров невелики и составляют 7,2 и 2,5%. Для имаго исследованных видов характерны незначительные различия содержания сухого вещества: в среднем от 34,8 до 38,8%.

Результаты определения калорийности 7 видов поденок в процессе их роста представлены на рис. 2. Из рис. 2 видно, что кривые изменения калорийности у личинок по мере нарастания сухой массы имеют излом в точке, соответствующей массе, при которой у нимф начинают развиваться генеративные продукты. Такое резкое возрастание калорийности тела этих животных объясняется высокой энергетической ценностью половых продуктов (5,5 кал/мг сухого вещества), которые накапливаются у них в этот период. До начала созревания генеративных продуктов с увеличением массы тела личинок какого-либо возрастания калорийности, по нашим данным, не наблюдалось.

Таким образом, в процессе роста животных калорийность их тела оставалась практически постоянной у представителей сем. Ephemerellidae до IV возраста, у представителей сем. Neptageniidae до V возраста, и лишь на последней стадии развития наблюдалось ее резкое увеличение. Эта закономерность прослеживается у большинства изученных видов. Напомним, что доля сухого вещества также постоянна для личинок I—IV возрастов и максимальна у личинок последней стадии развития.

Расчеты показали, что калорийность тела личинок поденок 4 видов сем. Ephemerellidae и 2 видов сем. Neptageniidae (табл. 2) до созревания половых продуктов изменялась от 3,78 до 4,36 кал/мг сухого вещества, после созревания — от 4,58 до 5,54 кал/мг сухого вещества. Данные по калорийности в процессе роста у рассмотренных животных (табл. 3) несколько отличаются от приведенных в литературе. Например, по данным С. М. Голубкова (1979), калорийность тела у личинок поденок сем. Vaetiidae медленно возрастает по мере увеличения массы их тела. На этом основании автор приводит уравнения зависимости калорийности личинок поденок от массы их тела.

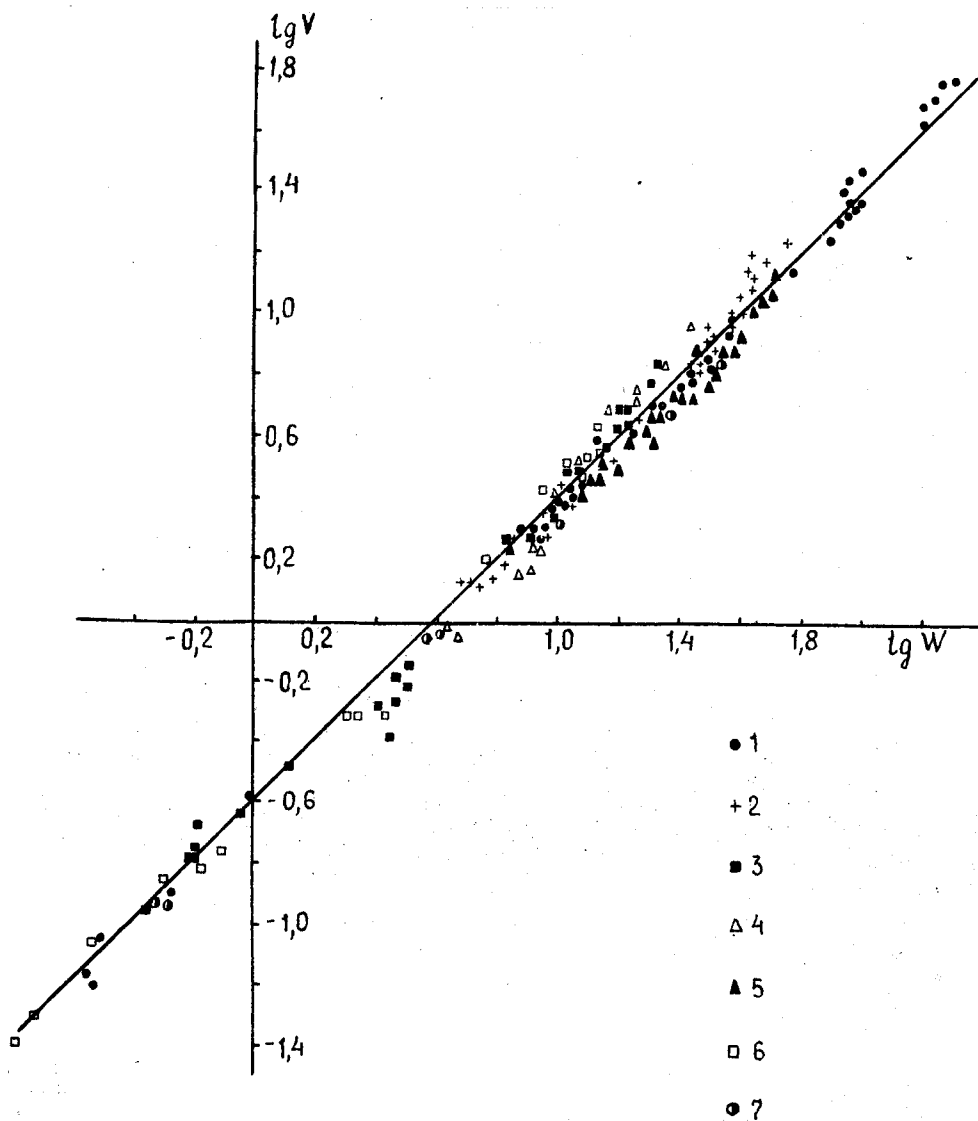


Рис. 1. Зависимость логарифма сухой массы тела ($\lg V_{\text{сух}}$, мг) от логарифма сырой массы тела ($\lg W$, мг) для личинок поденок. 1 — *D. aculea*, 2 — *D. triacantha*, 3 — *D. cryptomeria*, 4 — *C. levanidovae*, 5 — *C. grandifolia*, 6 — *B. fuscatus*, 7 — *E. gornostajevi*

Таблица 2
Энергетические параметры в процессе развития личинок и имаго поденок

Вид	Кал/мг сухого вещества		
	до полового созревания	после полового созревания	имаго
<i>D. aculea</i>	4,344	5,538	5,488
<i>D. triacantha</i>	3,782	4,998	5,540
<i>D. cryptomeria</i>	4,356	5,145	5,458
<i>C. levanidovae</i>	4,038	5,024	5,328
<i>C. grandifolia</i>	4,029	4,582	5,182
<i>E. gornostajevi</i>	4,332	5,018	—

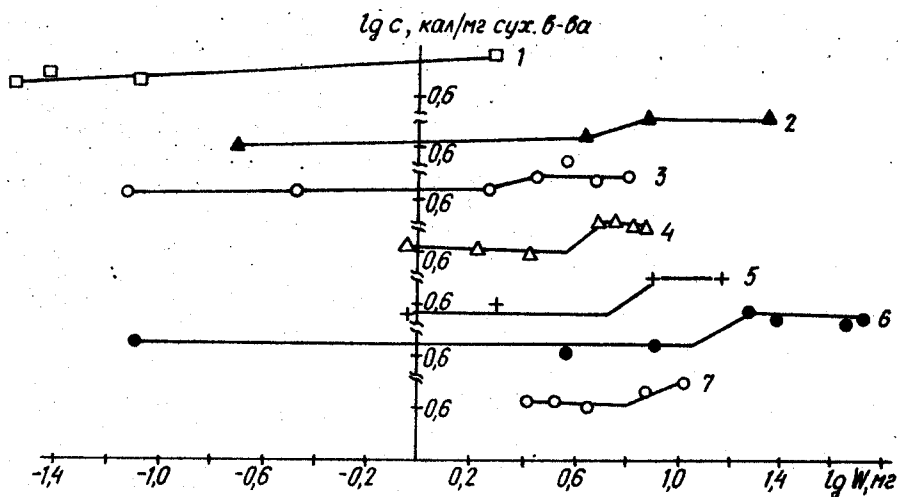


Рис. 2. Зависимость логарифма калорийности тела ($\lg C$, кал/мг сух. в-ва) от логарифма массы тела ($\lg W$, мг) личинок поденок. 1 — *B. fuscatus*, 2 — *E. gornostajevi*, 3 — *D. cryptomeria*, 4 — *C. levanidovae*, 5 — *D. triacantha*, 6 — *D. aculea*, 7 — *C. grandifolia*.

Таблица 3
Содержание сухого вещества, калорийность и зольность тела личинок поденок

Вид	Число измерений	Сухая масса, мг	Содержание золы, %	кал/мг	
				Сухое вещество	Органическое вещество
<i>D. aculea</i>	3	0,08	—	4,531	—
	10	3,72	7,0	4,098	4,398
	19	8,22	7,1	4,404	4,740
	7	19,70	8,5	5,759	6,294
	7	24,81	—	5,551	—
	13	45,68	—	5,188	—
	7	53,90	7,5	5,655	6,114
<i>D. triacantha</i>	3	0,92	—	3,612	—
	10	2,01	—	3,952	—
	18	8,07	—	5,065	—
	7	15,25	—	4,931	—
<i>D. cryptomeria</i>	8	0,32	—	4,192	—
	5	1,87	—	4,754	—
	10	2,85	—	4,899	—
	7	3,82	—	5,906	—
	3	4,95	—	4,886	—
<i>C. levanidovae</i>	7	6,27	—	4,889	—
	2	0,92	6,8	4,242	4,552
	3	1,70	7,1	4,002	4,308
	5	2,65	7,5	3,870	4,184
	7	4,90	7,9	5,156	5,598
	5	5,65	5,0	5,283	5,561
	8	6,80	—	4,872	—
<i>C. grandifolia</i>	7	7,20	8,6	4,783	5,233
	2	2,65	7,6	3,954	4,279
	5	3,51	7,6	4,112	4,450
	3	4,50	6,6	4,021	4,305
	4	7,72	4,4	4,502	4,703
<i>E. gornostajevi</i>	6	12,58	5,4	4,662	4,929
	4	0,21	4,2	5,175	5,402
	2	4,42	6,3	4,332	4,623
	5	7,72	6,1	5,074	5,404
	3	22,42	7,3	4,962	5,353
<i>B. fuscatus</i>	1	0,03	3,6	3,529	3,661
	2	0,04	6,3	4,026	4,297
	4	0,09	5,6	3,816	4,042
	5	1,98	5,8	4,629	4,914
	6	2,20	—	3,994	—

По нашим данным, наиболее высококалорийными оказались большинство имаго поденок (5,3—5,5 кал/мг сухого вещества) и отложенные самками кладки (5,48 кал/мг сухого вещества). Особо следует отметить относительно высокую калорийность сброшенных экзувиев личинок поденок (3,55 кал/мг сухого вещества). Величины калорийности экзувиев, яиц и имаго поденок, полученные нами, практически не отличаются от приведенных Б. Свинеем и Р. Ваннотом (Sweeney, Vannote, 1981) для 6 видов поденок сем. Ephemerellidae. По данным этих авторов, самая низкая калорийность — экзувиев (5,0 кал/мг сухого вещества), самая высокая — яиц (5,9 кал/мг сухого вещества). Калорийность имаго изменялась от 5,7 до 6,0 кал/мг сухого вещества.

Зольность тела личинок поденок практически одинакова и не меняется с возрастом (табл. 3). Содержание золы в теле личинок *D. aculea* в среднем не превышало 7,5%, *C. levanidovae* — 7,1, *C. grandifolia* — 6,3, *E. gornostajevi* — 5,9, *B. fuscatus* — 5,3%. Обнаруженное различие содержания золы в теле личинок, безусловно, связано с различной степенью хитинизации у этих видов.

Таким образом, в процессе роста животных изменения содержания сухого вещества и калорийности тела наблюдались только на последней стадии нимфального развития, когда идут процессы накопления и созревания генеративных продуктов. В связи с этим при выражении составляющих энергетического баланса в единых единицах энергии желательнее использовать два значения калорийности — до полового созревания и после полового созревания.

Литература

Голубков С. М. Скорость роста и калорийность тела некоторых личинок поденок сем. Baetidae // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 157—168.

Методы определения продукции водных животных. Методическое руководство и материалы / Под ред. Г. Г. Винберга. Минск: Вышейш. школа, 1968. 248 с.

Тиунова Т. М. Жизненные циклы некоторых массовых видов поденок (Ephemeroptera, Ephemerellidae) реки Кедровая (Южное Приморье) // Биология пресноводных животных Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 46—50.

Хмелева Н. Н., Голубев А. П. Продукция кормовых и промысловых ракообразных (генеративная и экзувиальная). Минск: Наука и техника, 1984. 216 с.

Sweeney B. W., Vannote R. L. Ephemerella mayflies of white clay creek bioenergetic and ecological relationships among six coexisting species // Ecology. 1981. Vol. 62, N 5. P. 1353—1369.