

К. К. ЯКОВЛЕВА

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ У НЕКОТОРЫХ
ЧЕРНОМОРСКИХ МЕДУЗ

В настоящее время накоплен большой материал по интенсивности дыхания водных животных, в частности морских беспозвоночных. Вместе с тем работ, посвященных дыханию низших беспозвоночных, сравнительно немного, причем некоторые из них не содержат необходимых сведений о количественной характеристике уровня дыхания. Например, в обзорных работах Цейтена (Zeuthen, 1947) и Хемингсена (Hemmingen, 1960) материалы по низшим беспозвоночным полностью отсутствуют.

Учитывая данный пробел, а также сравнительно-физиологический интерес величин, количественно характеризующих уровень обмена у этих животных, мы провели измерение интенсивности дыхания у черноморских медуз.

Для исследования были использованы два вида: холодолюбивая (весенняя) мелкая форма *Aurelia aurita* L. и теплолюбивая (летне-осенняя) более крупная *Rhizostoma pulmo* (Macri). Медуз первого вида исследовано 15 экземпляров весом 5—45 г, второго — 25 экземпляров весом 83—2265 г. У всех подопытных животных был определен сухой вес. У *A. aurita* он составил $1,99 \pm 0,20\%$ от сырого, у *R. pulmo* — $2,24 \pm 0,25\%$.

Эксперименты с *A. aurita* проводили с 16.III по 12.VIII 1962 г. при колебаниях температуры воды 10—21,4°, с *R. pulmo* — с 1.VIII по 14.IX при колебаниях температуры 19,3—24,8°. Все данные, полученные при различных температурах, приведены к 20° в соответствии с нормальной кривой Крога (Винберг, 1956).

Были проведены две серии опытов. В первой серии опытов интенсивность дыхания обоих видов медуз измеряли в непроточных условиях. В зависимости от веса подопытных медуз помещали в герметически закрывающиеся музейные цилиндры различного объема. Продолжительность каждого опыта равнялась одному часу. Во второй серии опытов интенсивность дыхания определялась в проточных условиях в приборе типа Крога. Скорость течения воды через прибор равнялась 1—2 л/ч. Содержание кислорода в воде определяли по методу Винклера.

В табл. 1 приведены результаты первой серии опытов для всех исследуемых медуз. На рис. 1 изображена зависимость интенсивности дыхания от сырого веса животных, на рис. 2 — от сухого веса. При обработке данных была использована общепринятая формула параболической зависимости общего обмена от веса тела ($Q = Aw^k$) и методом наименьших квадратов вычислены значения коэффициентов A и k .

Таблица 1
Поглощение кислорода медузами в непроточных условиях
(в мл/час)

Aurelia aurita			Rhizostoma pulmo		
Сырой вес, г (w)	Сухой вес, г (w_1)	Поглощение O_2 , мл/час (Q)	Сырой вес, г (w)	Сухой вес, г (w_1)	Поглощение O_2 , мл/час (Q)
5,0595	0,0990	0,017	83,37	2,0195	1,09
6,1283	0,1237	0,045	128,61	2,9948	0,50
9,6808	0,1951	0,054	131,07	2,8386	1,77
12,2978	0,2361	0,069	163,38	4,1885	2,43
16,7728	0,3121	0,029	170,40	3,8986	2,06
17,8990	0,3619	0,120	262,03	6,4814	2,58
19,9091	0,3820	0,062	272,01	6,4813	2,67
23,8660	0,4847	0,089	315,74	7,6959	3,90
25,3764	0,6771	0,117	329,71	7,3706	2,52
28,8332	0,5589	0,140	348,22	7,8625	3,26
29,7170	0,5600	0,093	359,29	8,6316	4,10
34,2855	0,6330	0,165	425,71	9,9016	3,70
41,8681	0,7919	0,144	459,73	9,7022	2,80
44,8850	0,8528	0,150	459,74	10,3779	3,72
45,8799	0,8824	0,140	477,83	11,1313	5,38
			484,26	9,1342	3,27
			642,28	15,0944	4,97
			702,26	17,0120	8,83
			792,97	17,6833	9,96
			1027,00	17,3334	7,98
			1115,00	23,7766	8,65
			1560,00	39,5937	10,70
			1590,00	33,4240	11,30
			2045,00	41,7777	19,10
			2265,00	35,7362	19,20

Прямые линии на рисунках соответствуют уравнению $\lg Q = \lg A + k \lg w$. В численной форме параболы оказались равны: для *A. aurita* $Q = 0,0069 w^{0,82}$ (сырой вес) и $Q = 0,175 w^{0,83}$ (сухой вес), для *R. pulmo* $Q = 0,0163 w^{0,91}$ (сырой вес) и $Q = 0,4487 w^{0,97}$ (сухой вес).

Начальный коэффициент в уравнениях, характеризующих зависимость дыхания от сырого веса животных, показывает, что интенсивность дыхания медуз находится на очень низком уровне, причем у *A. aurita* он в два с лишним раза ниже, чем у *R. pulmo*.

Уровень дыхания *A. aurita*, указанный в сводной таблице Ледебюра (Ledebug, 1939) по потреблению кислорода некоторыми кишечно-полостными животными, также гораздо ниже, чем у *R. pulmo*: на 1 кг сырого веса в час потребление кислорода у *A. aurita* составляло по его данным 3,4—5 мл, у *R. pulmo* — 7,98—15 мл. Такой чрезвычайно низкий уровень дыхания медуз можно объяснить тем, что их сухой вес составляет только 2% общего веса тела, в то время как у других животных процент сухого веса тела значительно выше. Например, у губок он варьирует в пределах 13—18%. Угловой коэффициент у *A. aurita* близок к величинам, найденным для представителей других классов животных. Например, для пресноводных рыб он равен 0,81 (Ивлев, 1954), для ракообразных — также 0,81 (Винберг, 1957). Близкое значение углового коэффициента приводит Винберг и для тепло-

кровных позвоночных — 0,74. Полученные величины начального и углового коэффициентов для *A. aurita* мы сравнили с приводимыми в статье Ледебюра данными опытов Тилла (Thill) с пятью экземплярами *A. aurita*. При сыром весе в 20, 40, 60, 100 и 200 г они соответственно потребляли 5; 4,12; 3,83; 3,6 и 3,4 мл кислорода кг/час. Обработав приведенные цифры методом наименьших квадратов, получаем величины, сходные с нашими: $Q=0,0077 w^{0,83}$ (для сырого веса).

В отличие от *A. aurita* у *R. pulmo* имеется почти линейная зависимость интенсивности дыхания от веса тела. Угловой коэффициент,

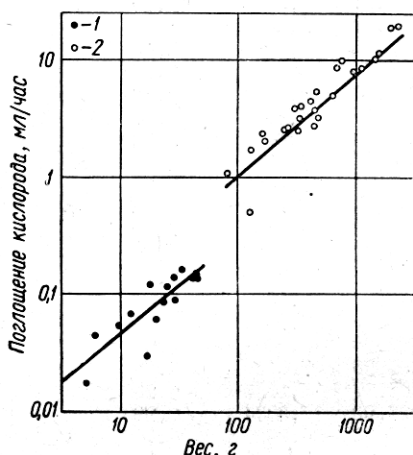


Рис. 1. Зависимость интенсивности обмена от веса тела медуз (сырой вес):

1 — *A. aurita*, 2 — *R. pulmo*.

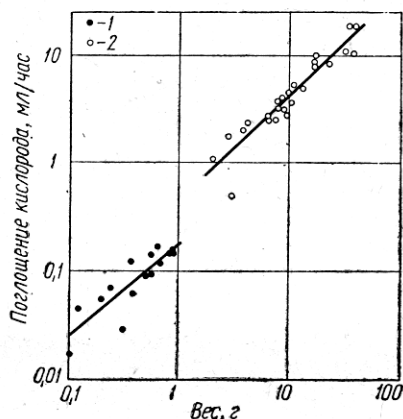


Рис. 2. Зависимость интенсивности обмена от веса тела медуз (сухой вес):

1 — *A. aurita*, 2 — *R. pulmo*.

характеризующий зависимость дыхания от веса тела, оказался равным 0,97. Такой высокий коэффициент может говорить об отсутствии у *R. pulmo* механизмов, снижающих интенсивность дыхания на единицу веса по мере возрастания веса животного.

Как указывалось выше, во второй серии опытов интенсивность дыхания определяли в условиях протока (табл. 2). Интенсивность дыхания у *A. aurita* в этих условиях резко возрастала, особенно у мелких экземпляров. Например, интенсивность дыхания у медузы, весом 5 г достигала 3000% по сравнению с интенсивностью ее дыхания в непроточных условиях. У *R. pulmo* интенсивность обмена в условиях протока, наоборот, снижалась и составляла только 50—90% интенсивности дыхания в непроточных условиях. Визуально представители обоих видов медуз, как в опытах с протоком, так и в непроточных условиях, были в хорошем состоянии. В настоящее время мы не имеем возможности сказать, чем объясняется такое резкое повышение интенсивности обмена в условиях протока у *A. aurita*. Причем степень повышения обмена закономерно не зависит ни от размеров животного, ни от скорости движения воды через сосуд. Степень понижения интенсивности дыхания у *R. pulmo* также не зависела от размеров животного и скорости течения воды через респираторную камеру.

Таблица 2

Поглощение кислорода медузами при движении воды через прибор (в мл/час)

Сырой вес, г (w)	Поглощение O ₂ в условиях протока, мл/час (Q ₁)	Водообмен, л/час	Q ₁ , % от Q	Сырой вес, г (w)	Поглощение O ₂ в условиях протока, мл/час (Q ₁)	Водообмен, л/час	Q ₁ , % от Q
Aurelia aurita				44,8852	1,07	1,128	713,33
				45,8799	0,94	1,220	671,43
5,0595	0,51	0,885	3000,00	Rhizostoma pulmo			
6,1283	0,83	0,945	1844,44				
9,6808	1,00	1,108	1851,85				
12,2978	0,90	0,904	1305,80	83,37	0,64	1,040	58,72
16,7728	0,61	0,928	2103,45	128,61	0,45	0,970	90,00
17,8993	0,98	1,194	816,67	131,07	0,85	2,608	48,02
19,9091	0,40	1,016	645,16	170,40	1,49	2,160	72,33
23,8661	0,41	0,960	460,67	262,03	1,67	2,780	64,73
25,3764	0,51	1,020	435,90	272,01	1,60	1,800	59,93
28,8332	0,69	1,044	492,86	329,71	1,25	1,652	49,60
29,7173	1,40	0,954	1505,38	348,22	2,25	0,994	69,02
34,2855	0,88	1,134	533,94	477,83	3,74	1,984	69,52
41,8681	0,65	1,632	464,29	484,26	1,73	2,265	52,91

Выводы

1. Наблюдается параболическая зависимость интенсивности дыхания от веса тела у обоих видов медуз в непроточных условиях.

2. Коэффициент A в уравнениях, характеризующих интенсивность обмена в зависимости от сырого веса, очень низкий, что может объясняться высоким содержанием воды в теле медуз.

3. Коэффициент k в уравнениях, характеризующих интенсивность обмена в зависимости от веса у *A. aurita*, равен 0,82 и 0,83 и близок к коэффициентам для других животных. У *R. pulmo* коэффициент k изменяется в пределах 0,91—0,97, что говорит о почти линейной зависимости интенсивности дыхания от веса тела у этого вида.

4. В условиях протока интенсивность обмена у *A. aurita* повышается, у *R. pulmo* снижается, причем степень повышения или понижения интенсивности обмена закономерно не зависит ни от размеров животных, ни от скорости водообмена в респирометре.

ЛИТЕРАТУРА

- Винберг Г. Г., 1956, Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб, Минск.
 Ивлев В. С., 1954, Зависимость интенсивности обмена от размеров рыб, Физиол. журнал, т. XL, № 6.
 Hemmingsen A. M., 1960, Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces and its evolution, Reports of Steno Memorial Hospital and the Nordisk Insulin laboratorium, IX, part II.
 Ledebur J. Frhr. 1939, Über die Atmung der Schwämme und Coelenteraten, Erg. Biol., Vol. 16.
 Thill H., 1937, Beiträge zur Kenntnis der Aurelia aurita, Z. Zool., 150, 51 (цит. по Ледебюрю, 1939).
 Zeuthen E., 1953, Oxygen uptake as related to body size in organisms, Quart. Rev. Biol., vol. 28, № 1.