

К. К. ЯКОВЛЕВА

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ МОРСКИХ ИГЛ

Изучение уровней обмена у различных животных представляет двоякий интерес. Во-первых, определение коэффициентов, характеризующих интенсивность дыхания водных животных, в частности рыб, необходимо для расчетов продукционного характера, поскольку при их помощи можно определить потребности данного животного в пище. Во-вторых, те же данные, при сопоставлении с материалами, полученными для других животных, имеют важное сравнительно-физиологическое значение, так как при общей близости соответствующих коэффициентов, отличия последних зависят от систематического положения данной группы животных и ее экологической природы.

В настоящей статье приводятся данные по дыханию морских игл — в высшей степени специализированной группы рыб, дыхание которых до настоящего времени очень мало изучено.

Исследования проводились на морских иглах, выловленных в Камышовой бухте, вблизи Севастополя. Из четырех более крупных игл два экземпляра принадлежали к виду *Siphonostoma typhle* (L), два других — к виду *Syngnathus tenuirostris* Rathke. Остальные 87 исследованных игл относились к виду *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald s. *bucculentus* Rathke.

Опыты проводились с 24 мая по 7 августа 1960 г. при температуре воды от 16 до 22°C. Все данные, полученные при разных температурах, приведены к 20°C по таблице, рекомендованной Винбергом (1956).

Предварительно все рыбы в течение нескольких суток содержались в условиях, соответствующих опытным. Продолжительность почти всех опытов равнялась двум часам, лишь в случае с новорожденными мальками опыт продолжался 3 часа, а с иглой, весящей 5,43 г, — один час.

Для измерения скорости поглощения кислорода был применен метод закрытых респирационных сосудов. Подопытные иглы помещались в герметически закрывающиеся склянки, которые во время опыта погружались в воду. Объем склянок подбирался таким образом, чтобы в конце опыта снижение содержания кислорода не превышало 20% первоначального уровня, и в то же время получалась ощутимая разница между начальной и конечной концентрацией O_2 .

Определение кислорода в воде производилось по общепринятой методике Винклера. Дыхание выражалось в мл/час для данной рыбы. При обработке данных была использована общепринятая формула параболической зависимости общего обмена от веса животного:

$$Q = A w^k,$$

где Q — скорость потребления кислорода в мл/час, w — вес животного в г, A — коэффициент, численно равный общему обмену у животного,

вес которого равен единице, k — константа, указывающая, с какой интенсивностью и в каком направлении изменяется обмен при увеличении веса.

Полученные скорости потребления кислорода приведены в таблице 1, где все подопытные иглы расположены по их возрастающему весу.

Экземпляры, имеющие в выводковой сумке развивающихся эмбрионов, отмечены одной звездочкой.

Методом наименьших квадратов были вычислены коэффициенты A и k , причем последние оказались равными: $k = 0,73$, $A = 0,135$.

Зависимость общего обмена от веса тела изображена на графике, где по оси абсцисс отложены логарифмы веса рыб, по оси ординат — логарифмы их дыхания.

Прямая линия на графике соответствует уравнению $\lg Q = \lg A + k \lg W$. Точки представляют фактически полученные цифры. Первая точка на графике отображает опыт с 6 новорожденными мальками, через 2 часа после их выклева. Общий вес их равнялся 22,3 мг. Следующие 4 точки соответствуют молодым игл, весящих от 50 до 90 мг. В середине графика представлены как молодые иглы, так и половозрелые особи, причем 17 из них имели на брюшной стороне развивающихся эмбрионов. Из последних, наиболее крупных четырех рыб, первая и третья принадлежали к виду *Syphonostoma typhle* (L), вторая и четвертая — к *Syngnathus tenuirostris* Rathke. У первого представителя *Syngnathus tenuirostris* Rathke на брюшной стороне тела имелись развивающиеся эмбрионы.

Существенного отклонения показателей уровня дыхания у рыб, имеющих в выводковой сумке развивающихся эмбрионов, не обнаружено.

Г. Г. Винберг (1957), анализируя работы многих авторов, указывает, что параболическая кривая для пресноводных рыб имеет вид $Q = 0,297 w^{0,81}$ и для морских $Q = 0,321 w^{0,79}$.

В работе В. С. Ивлева (1954), проведенной на большом количестве пресноводных рыб, относящихся к 22 видам и подвидам, уравнение параболы имело вид $Q = 0,39 w^{0,81}$.

Для различных рыб коэффициент A изменяется, но держится на довольно высоком уровне. Так, для осетровых он равен 0,391, для карповых — 0,343, для лососевых — 0,498, для мальков морских рыб — 0,328.

У пресноводных рыб наиболее низкое значение коэффициента A , равное 0,174, было получено для золотых рыбок, что, по словам Винберга, вполне естественно для аквариумной рыбы.

Среди морских рыб наиболее низкая величина $A = 0,160$ была получена Шоландером (1953) для морских тропических рыб, что подтвердило мнение автора о пониженной интенсивности обмена у рыб тропического пояса.

Полученное нами значение коэффициента $A = 0,135$ ниже величин, вычисленных для всех других рыб, что, вероятно, объясняется своеобразным образом жизни морских игл, отличительной чертой которого является их малая подвижность.

Значение коэффициента $k = 0,73$ хотя и отличается от среднего коэффициента для других изученных морских рыб (равного 0,79), но, как видно, разница оказывается небольшой. Сравнить результаты наших исследований по интенсивности обмена у морских игл мы смогли только с немногочисленными данными других авторов. Например, Жо-

Таблица 1

Поглощение O_2 в мл/час подопытными рыбами
 1—87 *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald s. *bucculentus* Rathke.
 88, 90 *Syphonostoma typhle* (L.).
 89, 91 *Syngnathus tenuirostris* Rathke.

№№	W (вес, в г)	Q (20°) (потребле- ние O_2 в мл/час)	№№	W (вес, в г)	Q (20°) (потребле- ние O_2 в мл/час)	№№	W (вес, в г)	Q (20°) (потребле- ние O_2 в мл/час)	№№	W (вес, в г)	Q (20°) (потребле- ние O_2 в мл/час)
1	0,02292	0,008	24	0,27	0,049	47	0,39*	0,058	70	0,60	0,078
2	0,06	0,022	25	0,28	0,063	48	0,39	0,080	71	0,62	0,122
3	0,08	0,017	26	0,29	0,054	49	0,39*	0,071	72	0,65	0,091
4	0,08	0,024	27	0,30	0,053	50	0,40	0,059	73	0,67	0,117
5	0,09	0,020	28	0,31	0,057	51	0,42*	0,064	74	0,67	0,069
6	0,18	0,037	29	0,32	0,050	52	0,45	0,067	75	0,69	0,093
7	0,19	0,067	30	0,32*	0,058	53	0,48	0,086	76	0,69	0,092
8	0,19	0,047	31	0,32	0,050	54	0,49	0,080	77	0,72	0,152
9	0,20	0,052	32	0,33	0,086	55	0,50	0,086	78	0,82	0,119
10	0,20	0,041	33	0,34	0,058	56	0,50	0,068	79	0,87*	0,136
11	0,20	0,053	34	0,35*	0,074	57	0,51	0,070	80	0,88	0,085
12	0,20	0,035	35	0,35	0,051	58	0,51*	0,069	81	0,89	0,119
13	0,20	0,037	36	0,35	0,056	59	0,52	0,087	82	0,91*	0,149
14	0,21	0,063	37	0,35	0,049	60	0,53	0,077	83	1,03*	0,141
15	0,21	0,041	38	0,36	0,056	61	0,53	0,056	84	1,04*	0,156
16	0,22	0,067	39	0,36	0,068	62	0,53*	0,079	85	1,32	0,135
17	0,22	0,044	40	0,36	0,081	63	0,54*	0,082	86	1,44	0,108
18	0,23*	0,041	41	0,37*	0,069	64	0,54	0,093	87	1,49	0,221
19	0,24	0,054	42	0,37	0,094	65	0,54	0,076	88	5,43	0,706
20	0,24	0,049	43	0,38	0,078	66	0,56*	0,075	89	5,85*	0,672
21	0,24	0,041	44	0,38	0,051	67	0,57	0,066	90	7,31	0,760
22	0,26	0,059	45	0,38	0,083	68	0,57*	0,083	91	16,55	1,219
23	0,26	0,048	46	0,38	0,060	69	0,58*	0,109			

лиэ и Реньяр (Jolyet, Regnard, 1877) определили интенсивность дыхания для группы в 12 игл, весящих 125 г. Вес отдельных рыб авторами не указан. Объем кислорода, потребленного всеми рыбами, при температуре в 18° , составил 11,3 мл/час, т. е. при $20^{\circ} = 13,56$ мл/час.

Принимая допущение, что все рыбы были одинакового размера, получаем, что рыба весом 10,4 г потребила 1,13 мл кислорода в час.

В сводке Винберга приводятся данные двух опытов Буньоля (Bounhiol, 1905) на *Syngnathus acus*, при температуре воды, равной $18,5^{\circ}$. Проведены ли опыты на одиночных рыбах или группе рыб, Винберг не указывает. По данным Буньоля, рыба, весящая 7 г, потребила 1,56 мл кислорода в час, рыба, весящая 7,6 г, — 1,19 мл/час.

Поместив полученные вышеупомянутыми авторами данные на наш график, получаем, что в их исследованиях интенсивность дыхания морских игл была выше, чем в наших опытах, причем наблюдалась скорее обратная зависимость между весом рыб и количеством потребляемого кислорода.

С мальками морских рыб, в том числе с молодью игл проводил работу Цейтен (Zeuthen, 1947). Сравнить его данные с нашими не представляется возможным, так как результаты его исследований представлены только графически, в совершенно иных единицах, чем у нас.

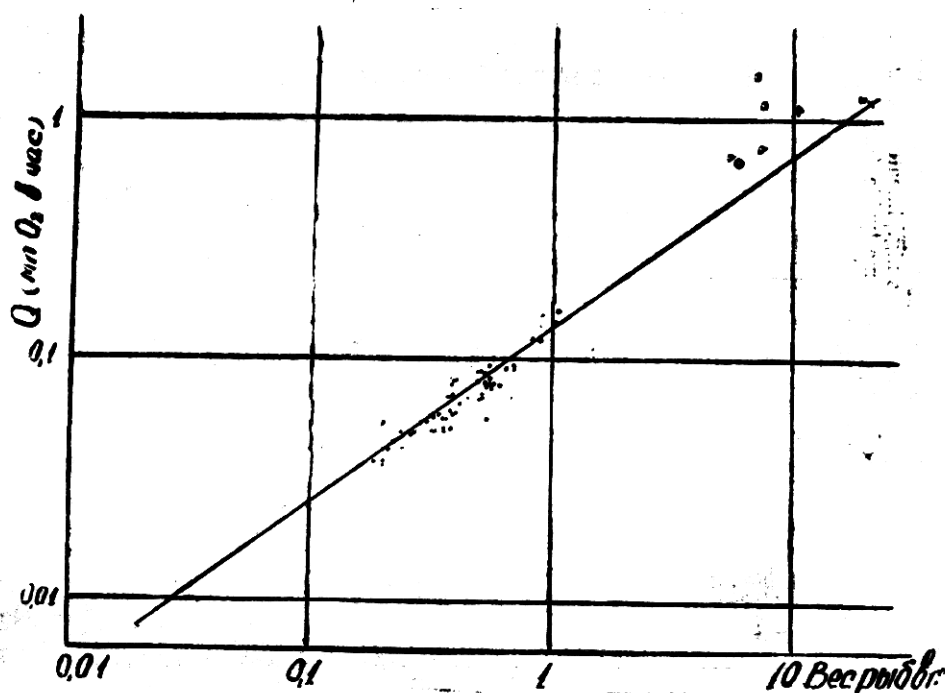


Рис. 1. Зависимость интенсивности дыхания от веса морских игл: точки — *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald s. *bucculentus* Rathke; кружки — *Syngnathus tenuirostris* Rathke; треугольники — *Syphonostoma typhle* (L.); квадраты — цифры Буньоля; крестик — цифра Жюлио и Реньяра.

ВЫВОДЫ:

1. В результате исследований, проведенных на морских иглах, была подтверждена параболическая зависимость интенсивности дыхания от веса тела.

2. Коэффициент $A = 0,135$, полученный в наших исследованиях, является более низким по сравнению с таковыми для других рыб, что указывает на более низкий уровень обмена у морских игл.

3. Коэффициент $k = 0,73$ свидетельствует, что у игл интенсивность обмена в зависимости от веса изменяется несколько быстрее, чем у большинства морских и пресноводных рыб.

ЛИТЕРАТУРА:

- Винберг Г. Г., 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск.
Ивлев В. С., 1954. Зависимость интенсивности обмена от размеров рыб. Физиол. журнал, XL, 6.
Bouphiol J. P., 1905. (Экспериментальные исследования водного дыхания. Дыхание рыб). Bull. scient. de la France et de la Belgique, 39, (цитировано по Винбергу, 1956).
Jolyet F., Regnard P., 1877. Recherches physiologiques sur la respiration des animaux aquatiques. Archiv. de Physiol. norm. et patol., 2 ser., 4.
Scholander P. F., Flagg W., Walter V., Irving L. 1953 (Климатическая адаптация арктических и тропических пойкилотермных животных) Physiol. Zool., 26. (цитировано по Винбергу, 1956).
Zeuthen E. 1947. Body size and metabolism rate in the animal kingdom with special regard to the marine mikro-fauna. Compt. Rend. des travaux lab. Carlsberg, Sec. chem., 26, 3.