

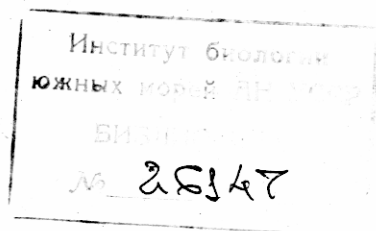
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ
МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

А. КОВАЛЕВСКИЙ»

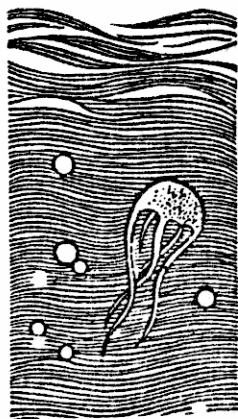
ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМ МОРЕ

В ИЮЛЕ—СЕНТЯБРЕ 1973г.

72-й РЕЙС НИС «АКАДЕМИК



«НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ-1975



ГАЗООБМЕН У МОЛОДИ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ КЕФАЛИ

Как известно, одной из актуальных задач современной гидробиологии является изучение количественных закономерностей превращений вещества и энергии на разных уровнях продукционного процесса. Важнейшими параметрами при изучении этих закономерностей являются питание, обмен и рост водных животных.

Наиболее распространенным методом изучения энергетического обмена у рыб является респирационный метод. Многие исследователи используют респирационный метод для расчета пищевых потребностей рыб [1-4]. Однако, несмотря на эффективность таких расчетов, применение его для расчета пищевых потребностей рыб с разной активностью часто затруднено из-за неучитываемых ошибок, связанных с различной подвижностью подопытных объектов. Поэтому основной задачей настоящей работы было определение энергетических затрат на обмен, вычисление на основании этих затрат пищевых потребностей рыб и сопоставление ожидаемых величин с экспериментально полученными пищевыми рационами и суточными приростами молоди рыб. Экспериментальная часть работы выполнена в судовой лаборатории во время 72-го рейса нис "Академик А.Ковалевский" в Средиземном море. Исследования проводили совместно с ихтиологической группой экспедиции. Нами измерены газообмен и общая подвижность молоди рыб. Питание и суточный прирост определены Е.И.Синюковой. Молодь рыб выловлена на свет. При отлове мальков наиболее массовой и хорошо живущей в условиях корабля рыбой оказалась молодь кефали -

После вылова мальков рассаживали в большие кристаллизаторы, в которых и содержали их в течение всей экспериментальной работы. Малькам давали в избытке корм, за исключением вынужденных 3-суточных голоданий при стоянках в портах с частотой один раз в две недели. Для получения корма делали вертикальные ловы планктона ихтиопланктонной сеткой 3 раза в сутки. Воду в сосудах, где содержали мальков, меняли 3-4 раза в день.

При проведении опытов по определению газообмена мальков рассаживали в респирометры, замкнутые сосуды объемом 125, или 250 мл, группами от 3 до 5 экземпляров в каждый. Объемы респирометров и время экспозиции подбирали с тем расчетом, чтобы

количество кислорода к концу опыта уменьшалось не более чем на одну треть от первоначального его содержания. Содержание кислорода в воде определяли по методу Винклера. Время экспозиции обычно было равно 3-4 ч в зависимости от суммарного веса группы рыб. В тех случаях, когда группа мальков состояла из 5 экземпляров, время экспозиции сокращали до 2 ч. Температура воды соответствовала заборной и колебалась от 23 до 26°C. Подвижность животных выражали в процентах от времени экспозиции и определяли путем измерения времени плавания мальков за 10-минутный период при 3-кратной повторности измерений. Газообменные рационы вычисляли в расчете на средний вес мальков в каждой группе.

Результаты приведены в таблицах и графиках. В табл. I-5 приведены данные измерений газообмена у мальков кефали, условно названных нами "голодные". Кормление этих мальков прекращали за 24 ч до начала экспериментов. Желудки мальков к началу опытов были полностью пустыми. В табл. 6-7 даны результаты определений газообмена у накормленных мальков. Молодь кефали кормили в этом случае вплоть до начала экспериментов.

Как видно из таблиц (столбец 5,9) и графика (рисунок), интенсивность потребления кислорода $\frac{R}{W}$ у "накормленных" мальков несколько выше (рисунок, б) интенсивности обмена у "голодных" мальков (рисунок, а). Более высокая интенсивность газообмена у "накормленных" мальков по сравнению с "голодными", по-видимому, может быть частично обусловлена специфически динамическим действием пищи.

При измерениях подвижности не удалось обнаружить различия

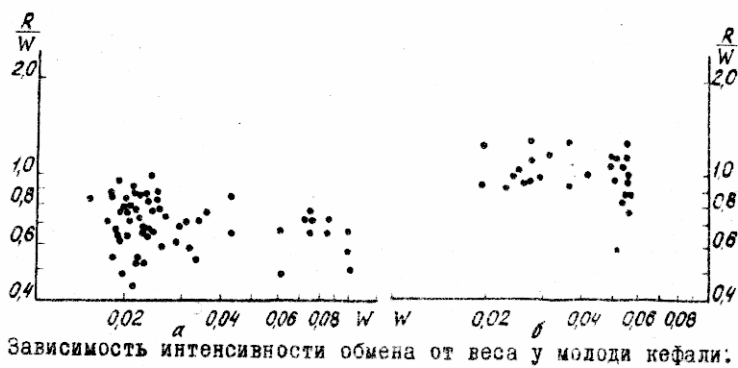


Таблица I

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные
рационы у молоди кефали ("голодные"), $T = 23^{\circ}\text{C}$

Количес- тво ры- б в опы- те n , экз	Сред- ний вес I малька W , мг	Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточ- ные рационы	
		R , мл $\text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{R}{W}$, мл $\text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C , кал.сут. $^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{C}{W}$, кал.сут. $^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
4	14,40	0,0122	0,844	2,92	202,77
3	21,57	0,0186	0,860	4,45	206,30
3	24,67	0,0204	0,826	4,90	198,62
2	25,33	0,0147	0,580	3,53	139,36
5	28,00	0,0170	0,606	4,07	145,36
5	29,20	0,0198	0,678	4,75	162,74
5	30,00	0,0208	0,695	5,00	166,67
5	33,80	0,0182	0,539	4,37	129,29

Таблица 2

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные
рационы у молоди кефали ("голодные"), $T = 24^{\circ}\text{C}$

Количес- тво ры- б в опы- те n , экз	Сред- ний вес I малька W , мг	Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		R , мл $\text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{R}{W}$, мл $\text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C , кал.сут. $^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{C}{W}$, кал.сут. $^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
5	17,08	0,0120	0,702	2,88	168,62
5	17,44	0,0153	0,877	3,67	210,55
3	17,93	0,0097	0,541	2,33	129,95
3	18,28	0,0116	0,634	2,78	152,08
3	19,08	0,0092	0,482	2,21	115,83
5	19,78	0,0125	0,632	3,00	151,67
3	20,49	0,0187	0,913	4,49	219,13
3	20,87	0,0092	0,441	2,21	105,89
3	21,35	0,0109	0,510	2,62	122,72
3	22,28	0,0142	0,637	3,41	153,05
3	22,58	0,0116	0,514	2,78	123,29
3	23,76	0,0154	0,648	3,70	155,72
3	31,88	0,0184	0,577	4,42	138,64

Таблица 3

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные
рационы у молоди кефали ("голодные"), T=24°C

Количество рыб в опыте n , экз	Средний вес I малька W , мг	Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		R , $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{R}{W}$, $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C , $\text{кал.сут.}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{C}{W}$, $\text{кал.сут.}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
5	17,59	0,0146	0,830	3,50	198,98
5	17,96	0,0118	0,657	2,83	157,57
3	18,46	0,0112	0,612	2,71	146,80
5	18,83	0,0143	0,759	3,43	182,16
3	19,65	0,0150	0,763	3,60	183,21
5	20,37	0,0159	0,780	3,82	187,53
3	21,10	0,0161	0,763	3,86	182,94
3	21,50	0,0117	0,544	2,81	130,70
3	22,00	0,0144	0,654	3,46	157,27
3	22,95	0,0148	0,645	3,55	154,68
3	23,25	0,0228	0,980	5,47	235,27
3	24,47	0,0185	0,756	4,44	181,45
3	32,84	0,0227	0,691	5,45	165,96

Таблица 4

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные
рационы у молоди кефали ("голодные"), T = 26°C

Количество рыб в опыте n , экз	Средний вес I малька W , мг	Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		R , $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{R}{W}$, $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C , $\text{кал.сут.}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$	$\frac{C}{W}$, $\text{кал.сут.}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
5	18,66	0,0175	0,935	4,20	225,80
5	19,06	0,0150	0,787	3,60	188,88
3	19,59	0,0163	0,832	3,91	199,59
5	19,98	0,0143	0,716	3,43	171,67
3	20,85	0,0181	0,868	4,34	208,15
5	21,62	0,0156	0,722	3,74	172,99
3	22,39	0,0194	0,866	4,66	208,13
3	22,81	0,0152	0,666	3,65	160,02
3	23,33	0,0190	0,813	4,56	195,46
3	24,35	0,0184	0,756	4,42	181,52
3	24,67	0,0217	0,881	5,21	211,19
3	25,96	0,0188	0,724	4,51	173,73
3	34,84	0,0266	0,763	6,38	183,12

Таблица 5

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные рационы
у молодых кефали ("голодные"), $T=25^{\circ}\text{C}$

Количество рыб в опыте n , экз	Средний вес I малька M , мг	I				II			
		Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы		Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		R_1 , $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	$\frac{R_1}{M}$, $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C_1 , $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	$\frac{C_1}{M}$, $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	R_2 , $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	$\frac{R_2}{M}$, $\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C_2 , $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	$\frac{C_2}{M}$, $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
2	43,00	0,0281	0,653	6,74	156,84	0,0369	0,858	8,86	206,05
4	59,88	0,0287	0,480	6,89	115,06	0,0401	0,670	9,62	160,72
3	72,67	0,0545	0,750	13,08	181,00	0,0520	0,716	12,48	171,74
4	74,50	0,0540	0,724	12,96	173,96	0,0483	0,648	11,59	155,57
4	83,88	0,0558	0,665	13,39	159,66	0,0611	0,728	14,66	174,82
4	96,75	0,0551	0,570	13,22	136,64	0,0648	0,669	15,54	160,62
4	97,75	0,0508	0,520	12,19	124,70	-	-	-	-
3	99,67	-	-	-	-	0,0503	0,504	12,07	121,12

Таблица 6

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные рационы у молоди кефали ("накормленные"), $T = 25^{\circ}\text{C}$

Количество рыб в опыте n , экз	Средний вес I малька W , мг	Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		R_1 $\text{мл } \text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	R_2 $\text{мл } \text{O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$	C_1 $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	C_2 $\text{кал. сут.}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$
5	22,70	0,0208	0,916	5,03	221,58
5	23,80	0,0235	0,987	5,64	236,97
3	24,83	0,0261	1,051	6,27	252,52
5	25,76	0,0246	0,955	5,90	229,04
3	26,67	0,0345	1,294	8,27	310,09
3	27,17	0,0304	1,119	7,29	268,31
3	29,00	0,0286	0,986	6,86	236,55
3	30,92	0,0363	1,174	8,71	281,76
3	41,50	0,0427	1,028	10,24	246,75

поведении "накормленных" и "голодных" мальков кефали. Подвижность как у тех, так и у других значительно колебалась у разных индивидуумов, но в среднем по той и другой группе составляла около 50%. Это означает, что в течение экспериментов 50% времени мальки плавают и 50% времени находятся в относительно неподвижном состоянии. Не исключено, что повышение интенсивности обмена у "накормленных" мальков в наших опытах частично происходило и за счет более высоких скоростей движения молоди.

На основании измерений газообмена и средней подвижности животных мы рассчитали ожидаемые среднесуточные рационы питания C и $\frac{C}{W}$ исследуемой молоди кефали (6-7 и 10-11 столбцы таблиц), используя для этого оксикалорийный коэффициент (~ 5 кал/мл O_2).

Величины среднесуточных рационов, рассчитанных по газообмену, были удвоены, основываясь на том, что подвижность исследованных рыб была равна 50%.

Предварительное сопоставление ожидаемых расчетных рационов питания со среднесуточными рационами, полученными в эксперименте Синюковой, дало удовлетворительное совпадение указанных величин.

Помимо основных экспериментов с молодью кефали был сделан ряд определений газообмена у личинок хамсы и ставриды (опыты

Таблица 7

Интенсивность газообмена и ожидаемые среднесуточные рационы
у молоди кефали ("накормленные")

Количество рыб в опыте n , экз	Средний вес I малька W мг	$T = 23^{\circ}\text{C}$		I		$T = 24^{\circ}\text{C}$		II	
		Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы		Потребление кислорода		Ожидаемые среднесуточные рационы	
		$R_1, \frac{\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}}$	$R_2, \frac{\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}}$	$C_1, \frac{\text{г}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \cdot \text{экз}^{-1}$	$C_2, \frac{\text{г}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \cdot \text{г}^{-1}$	$R_2, \frac{\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}}$	$R_2, \frac{\text{мл O}_2 \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}}$	$C_2, \frac{\text{г}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \cdot \text{экз}^{-1}$	$C_2, \frac{\text{г}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \cdot \text{г}^{-1}$
3	19,50	0,0180	0,921	4,32	221,53	0,0239	1,228	5,74	294,36
3	36,33	0,0466	1,284	11,19	308,01	0,0334	0,920	8,02	220,75
3	48,73	0,0556	1,141	13,34	273,75	0,0523	1,072	12,54	257,34
3	50,00	0,0565	1,131	13,56	271,20	0,0481	0,963	11,55	231,00
4	50,60	0,0294	0,580	7,05	139,33	-	-	-	-
3	53,50	0,0439	0,820	10,54	196,93	0,0573	1,071	13,75	257,05
3	54,50	0,0478	0,877	11,47	210,46	0,0615	1,129	14,77	271,01
3	55,00	-	-	-	-	0,0532	0,968	12,78	232,36
4	55,38	0,0490	0,884	11,76	212,35	0,0705	1,274	16,93	305,71
3	55,50	0,0424	0,765	10,18	183,42	0,0553	0,997	13,27	239,10

Таблица 8

Потребление кислорода личинками хамсы и ставриды

В и д	Средний сырой вес одной личинки, мг	Воз- раст, сут	Коли- чест- во ли- чинок в опыте, экз	Тем- пера- тура, °C	Потребление кислорода	
					$мл O_2 \cdot г^{-1} \cdot экз^{-1}$	$мл O_2 \cdot г^{-1} \cdot г^{-1}$
Хамса	0,100	3	16	23,0	0,000391	3,912
	0,142	2	32	23,5	0,000215	1,516
Ставрида	0,110	3	5	23,5	0,000984	8,945
	0,154	I	32	23,5	0,000145	0,940
	0,154	I	45	23,5	0,000146	0,947
	0,167	I	38	23,5	0,000136	0,817

Таблица 9

Стандартный обмен беспозвоночных

В и д	Сырой вес, г	Темпе- ратура, °C	Потребление кислорода	
			$мл O_2 \cdot г^{-1} \cdot экз^{-1}$	$мл O_2 \cdot г^{-1} \cdot г^{-1}$
Морские ежи	112,00	24,5	1,9211	0,0172*
	137,85	24,5	1,2886	0,0093
	174,50	24,5	0,6727	0,0038
	225,30	23,5	1,1644	0,0052
	283,50	24,4	1,4000	0,0049
	370,50	24,5	1,1629	0,0031
Морские звезды	1,71	23,5	0,0862	0,0504
	15,62	23,5	0,2203	0,0141
	21,75	24,5	0,2198	0,0101
	26,50	23,0	0,4733	0,0180

* Выпустил беловатую опалесцирующую жидкость.

проведены совместно с Синюковой). Материал получен из ихтиопланктонных ловов. Выловленная икра помещена для развития в соответствующие сосуды, по мере вылупления личинки помещали в respirometry для определения дыхания.

Как видно из табл. 8, интенсивность обмена у разных групп личинок заметно изменяется в зависимости от "возраста". Так, наиболее высокая интенсивность обмена отмечена у личинок ставриды и хамсы на третьи сутки после выклева; наименьшая — у однодневных личинок ставриды. Такая значительная разница в интенсивности обмена может быть объяснена тем, что недавно вылупившиеся личинки, как правило, малоподвижны в первые сутки. По мере рассасывания желточного мешка и подготовки к переходу на активное питание подвижность личинок резко возрастает, что и отражается на интенсивности газообмена.

Кроме того, измерен стандартный обмен у морских ежей и морских звезд (в дополнение к ранее исследованным, табл. 9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Интенсивность дыхания и пищевые потребности рыб. Минск, Изд-во БГУ, 1956.
2. Ивлев В.С. Метод оценки обеспеченности рыб пищей. — Тр. совещ. ихтиол. комиссии АН СССР, вып. 13, 1961.
3. Кроггаус Ф.В., Крохин Е.М. Об урожайности молоди красной *Oncorhynchus nerka walb.* — Изв. ТИНРО, т. 28, 1948.
4. Крохин Е.М. Определение суточных пищевых рационов молоди красной и трехиглой колюшки респирационным методом. — Изв. ТИНРО, т. 44, 1957.

В.И. СИНЮКОВА

О ЧИСЛЕННОСТИ ИХТИОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ СРЕДИЗЕМНОГО МОРЯ

В Институте биологии южных морей АН УССР проводили исследование количественного распределения ихтиопланктона в бассейне Средиземного моря в 1958–1961 и 1969 гг. Получены данные по распределению икринок и личинок рыб в открытых районах моря [1].