

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. АКАД. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Океаногр.
И 889

ПРОВ 2010

ИССЛЕДОВАНИЯ
ЦЕНТРАЛЬНО-
АМЕРИКАНСКИХ
МОРЕЙ

Пров. 1934

(ПО МАТЕРИАЛАМ СОВЕТСКО-КУБИНСКОЙ
МОРСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ)

Выпуск I

Институт
биологии южных морей
Библиотека
№ 20418

«НАУКОВА ДУМКА» КИЕВ — 1966

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ И ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ ПРОМЫСЛОВОГО КРАБА *MENIPPE MERCENARIA* (SAU) ИЗ ПРИКУБИНСКИХ ВОД

О. Г. КАРАНДЕЕВА, А. СИЛЬВА

Институт биологии южных морей АН УССР
Институт океанологии АН Республики Куба

Menippe mercenaria (S a y) относится к семейству Xanthidae надсемейства Brachyurhyncha. Он распространен у берегов Ямайки, Кубы, Мексики и США от Флориды до Северной Каролины (Rathbun, 1930). Характерным для этого вида является обитание на малых глубинах вдоль побережья, в бухтах и между островами. В более глубоких районах обнаруживаются лишь ранние личиночные стадии. В прикубинских водах этот краб заселяет мелководные заиленные участки побережья, отделенного от открытого моря цепью островов и коралловых рифов. Во взрослом состоянии животные достигают веса 500—600 г, обладают отличными вкусовыми качествами и поэтому интенсивно добываются для пищевых целей. Значительные скопления крабов имеются у северных берегов Кубы в районах Карденаса, Сагуа-ла-Гранде, Кайбарьена и Нуэвитас, где и сосредоточен их основной промысел, а также у берегов о. Пинос.

В нашу задачу входило получение некоторых основных эколого-физиологических показателей *M. mercenaria*, характеризующих уровень обмена веществ и влияние на организм крабов таких ведущих факторов среды, как соленость и содержание кислорода в воде. Работа проводилась по заданию Академии наук Республики Куба с целью получения данных для научного обоснования интенсификации промысла, акклиматизации в новых районах и разработки методов искусственного культивирования *M. mercenaria*. Работа выполнена в Гаване на базе Института океанологии АН Республики Куба в 1964—1965 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Крабов добывали у северного побережья Кубы в районе Кайбарьена и перед опытами не менее двух недель содержали в открытых бетонных бассейнах с проточной морской водой с соленостью, близкой к 36‰. На дно бассейнов помещали короткие керамические трубы, служившие для животных убежищем. Крабов кормили мясом рыб, но перед опытом выдерживали голодными в течение 1—2 суток. Часть животных содержали в бассейне с непроточной водой, которую сменяли и постепенно опресняли добавлением водопроводной воды.

Для определения дыхания *M. mercenaria* была изготовлена система проточных стеклянных респирометров каждый объемом 7,5 л. В них поступала вода из цементного резервуара емкостью 6 м³. Последний можно было по желанию экспериментатора заполнять морской водой из проточной аквариальной системы при институте или непосредственно из бассейна, в котором содержали животных, акклиматизировавшихся к пониженной солености.

Система резиновых шлангов позволяла отбирать пробы кислорода в воде до и после ее поступления в респирометры, а также регулировать и измерять скорость протока. На время опытов дыхательные сосуды затемняли чехлами из черной материи. Кислород определяли по методу Винклера. Дыхание каждого животного измеряли трижды с интервалом в 1 час. Первое определение производили через 2 час после помещения краба в респирометр.

Осмотическое давление воды и полостной жидкости определяли с помощью полупроводникового термочувствительного микросопротивления, включенного в мостовую электрическую схему с гальванометром типа М198/1. Этот метод позволяет производить определение точки замерзания в одной капле жидкости с точностью до $0,01^\circ \text{C}$ (Карандеева, 1961).

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СОЛЕННОСТИ

Скорость потребления кислорода целым организмом является важнейшим физиологическим показателем, характеризующим уровень общего обмена веществ и лежащим в основе расчетов баланса энергии и материи для данного животного.

Известно, что зависимость скорости потребления кислорода от веса тела животных самого разного систематического положения выражается степенной зависимостью

$$Q = aW^k, \quad (1)$$

где Q — потребление кислорода животным в единицу времени; W — вес животного; a — коэффициент, численно равный скорости дыхания при весе, равном единице; k — безразмерный коэффициент, характеризующий скорость изменения потребления кислорода с увеличением веса. В логарифмических координатах степенная зависимость выражается прямой линией, что дает возможность вычислить коэффициенты a и k методом наименьших квадратов.

Помимо общего интереса знание коэффициентов a и k представляет известную ценность для сравнения уровней обмена особей данного вида в разных экспериментальных условиях, исключая при этом влияние различного размера подопытных животных на результат определений. В самом деле, рассчитав по формуле (1) потребление кислорода животным данного размера в контрольных условиях и приняв эту величину за 100%, можно дать количественную оценку изменения дыхания в условиях проводимого эксперимента.

Основную серию экспериментов по дыханию *M. mercenaria* проводили во второй половине ноября — декабре 1964 г. при температуре воды $24,8$ — $28,3^\circ \text{C}$. Результаты этих определений приняты за контрольные величины для сравнения с дыханием крабов в других сериях опытов, а также использованы для расчета элементов энергетического баланса *M. mercenaria* в работе Л. М. Сушени и Р. Кларо (см. статью в настоящем сборнике). Результаты данной серии опытов представлены на табл. 1. Величины дыхания приведены к средней температуре определений 26°C , а также к 20°C по коэффициентам нормальной кривой Крюга (Винберг, 1956). Поскольку крабы по респирометрам почти не передвигались, можно считать, что эти данные близки к основному обмену. Полученное на основании этих определений уравнение дыхания *M. mercenaria* имеет следующий вид:

$$Q_{26} = 0,534W^{0,695}, \quad (1)$$

где Q_{26} — потребление кислорода в миллиграммах за час при 26° С, W — сырой вес в граммах. Оба коэффициента: a — 0,534 мг O_2 /г·час (что соответствует 0,2727 мл O_2 /г·час при 20° С) и k — 0,695 оказались близкими к известным для других ракообразных (Винберг, 1950; Hemmingsen, 1960).

Таблица 1
Потребление кислорода *Menippe mercenaria* при нормальной солености
(17.XI — 28.XII 1964 г.)

Дата	Количество определений	Пол	Температура опыта, °С	Вес, г	Потребление O_2 при температуре опыта, мг/экз·час	при 20° С, мг/экз·час	при 26° С	
							мг/экз·час	мг/г·час
17. XI	3	♂	28,3	34,3	7,39 (5,92— 8,70)	3,77	6,19	0,180
21. XII	2	♀	24,8	38,5	5,74 (5,66— 5,81)	3,84	6,30	0,164
17. XI	3	♀	28,3	55,5	9,94 (8,32—12,38)	5,07	8,32	0,150
19. XI	2	♀	28,3	77,2	11,80 (11,19—12,42)	6,02	9,88	0,128
21. XII	1	♀	24,8	87,0	11,77 —	7,88	12,96	0,149
21. XII	2	♀	24,8	88,0	11,06 (9,80—12,33)	7,41	12,16	0,138
24. XII	2	♀	25,3	91,5	12,48 (12,10—12,85)	8,03	13,14	0,144
24. XII	2	♀	25,3	96,0	11,58 (10,37—12,67)	7,42	12,19	0,127
28. XII	3	♀	27,0	125,0	17,77 (16,28—19,55)	10,01	16,49	0,132
21. XII	2	♀	24,8	128,0	14,88 (14,65—15,12)	9,98	16,39	0,128
19. XI	2	♀	28,3	182,6	26,45 (25,60—27,30)	13,49	22,13	0,121
19. XI	2	♂	28,3	258,7	32,89 (31,90—33,99)	16,78	27,60	0,107
28. XII	2	♂	27,0	303,0	35,45 (33,00—37,90)	19,97	32,80	0,108
17. XI	3	♂	28,3	341,7	37,15 (35,94—38,50)	18,95	31,14	0,091
17. XI	3	♂	28,3	350,4	31,27 (30,61—31,61)	15,95	26,13	0,075
24. XI	2	♂	25,3	357,0	27,60 (26,60—28,60)	17,77	29,21	0,082
28. XI	2	♂	27,0	410,0	34,95 (34,90—35,00)	19,68	32,30	0,079

В период с середины ноября до конца февраля, когда наблюдения были закончены, указанный уровень дыхания крабов был очень стабильным. Как будет показано далее, те же величины потребления кислорода были выявлены у крабов, выдерживавшихся при пониженной солености. (Экспериментальный материал за это время трижды пополнялся новыми партиями из района Кайбарена.) Однако более ранние определения в конце сентября и начале октября дали иные результаты, несмотря на то, что все измерения были проведены по той же методике и почти при той же температуре (27,5—28,9° С). У крабов было значительно более низкое дыхание. Величины потребления кислорода, полученные в этой серии опытов, приведены на нижней прямой рис. 1 в логарифмических координатах. (Верхняя линия проведена по экспериментальным точкам, полученным в ноябре — декабре). Важно отметить, что уровень дыхания в конце сентября и начале октября не был стабильным и в последующие две недели постепенно повышался и у контрольных животных, и у крабов, акклимизировавшихся к пониженной солености. Причину этого явления трудно объяснить. По-видимому, различия в уровнях дыхания осенних и зимних крабов следует отнести за счет физиологических изменений, связанных с периодом интенсивного размножения, наблюдавшегося у крабов в осенние месяцы, а также за счет влияния адаптации к высокой температуре в летний период. На мелководьях, где обитает *Menippe*, температура воды и ила в жаркое время года может достигать очень высоких величин. Известно, что при адаптации животных к высокой температуре наблюдается относительное снижение скорости процессов метаболизма (Bullock, 1960; Prosser, Brown, 1962). У беспозвоночных

при изменении температуры среды уровень обмена стабилизируется в течение длительного (несколько недель) срока пребывания в новых условиях (Segal, 1956). Можно предположить, что осенью у крабов отмечался процесс становления нового уровня обмена.

В осенний период нам совместно с Л. М. Сушеной удалось определить потребление кислорода у трехдневных личинок — зоеа. Приведенное к 20°C

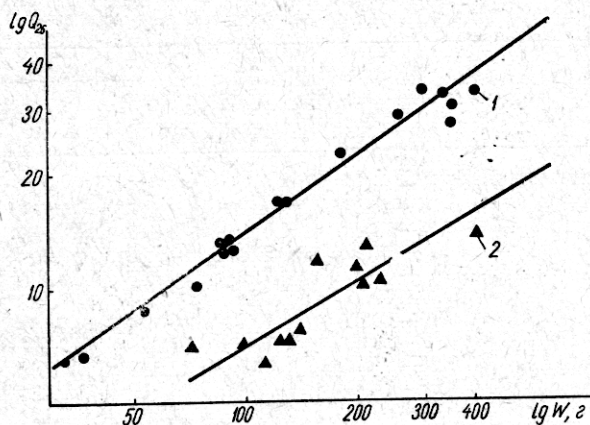


Рис. 1. Потребление кислорода *Menippe mercenaria* при нормальной солености:

1 — опыты проведены 17. XI — 22. XII, 2 — опыты проведены 13. XI — 11. X.

На оси абсцисс — логарифм сырого веса (в г). На оси ординат — логарифм скорости потребления кислорода (в мг/экз · час).

дыхание у личинок, средний вес которых был 0,085 мг, оказалось равным $0,54 \cdot 10^{-4}$ мг O_2 /экз · час (среднее из четырех определений при крайних значениях $0,62 \cdot 10^{-4}$ и $0,50 \cdot 10^{-4}$), или $0,89 \cdot 10^{-4}$ мг O_2 /экз · час при 26° С.

Если по уравнению (1) рассчитать ожидаемое дыхание для краба весом 0,085 мг, то оно окажется в девять раз ниже, чем полученное в опытах с личинками. Это согласуется с известной закономерностью: потребление кислорода у личиночных стадий беспозвоночных, видимо за счет процессов уси-

ленного роста, обычно выше, чем у взрослых животных того же веса (Bertalanffy, 1953). Кроме того, известные различия в дыхании могли возникнуть и за счет активного обмена личинок, интенсивно плававших в respirometрах.

СПОСОБНОСТЬ К ОСМОРЕГУЛЯЦИИ

Для изучения действия пониженной и повышенной солености крабов держали в бассейне, где воду постепенно, в течение трех недель, опресняли от нормальной солености до 6—7,5‰. При такой постановке эксперимента животные даже при самой низкой солености вели нормальный образ жизни, были подвижны и активно питались. Так же хорошо они выдерживали и медленное повышение солености до 40,5‰. Однако непосредственное перенесение крабов из нормальных условий в воду соленостью 6‰ вызывало гибель трети животных к концу первых суток. Некоторые крабы погибали на второй и третий день, остальные оставались живыми и приспосабливались к новой среде. Столь же неблагоприятное воздействие оказывало на крабов, акклиматизированных к 6‰, внезапное повышение солености до 36‰.

Таким образом, постепенное опреснение или осолонение воды, которое может наблюдаться в местах обитания крабов при увеличении речного стока в дождливый период или, наоборот, в связи с испарением, не представляет для взрослых *M. mercenaria* какой-либо опасности. Важно отметить, что личинки *Menippe* на стадии зоеа также способны переносить зна-

чительное опреснение. Портер (Porter, 1960), изучавший толерантность этих личинок к температуре и пониженной солености, показал, что при температуре 23—25° С они гибнут лишь при солености, составляющей 27% от солености нормальной морской воды.

Обычно осморегуляторные возможности организма оцениваются по его способности поддерживать осмотическую концентрацию крови и полостной жидкости на уровне, отличном от концентрации во внешней среде.

На рис. 2 приведены полученные нами величины депрессии точки заморозания (Δ) полостной жидкости *M. mercenaria* при различной осмотической концентрации внешней среды после длительной и постепенной акклимации животных к соответствующей солености (на график нанесены все экспериментальные точки, кроме совпадающих). Как можно видеть, *M. mercenaria* обладает хорошо развитой способностью к осмотической регуляции при пониженной солености. Уже при Δ воды 1,54° С (28,3‰) обнаруживается некоторое повышение осмотической концентрации полостной жидкости по сравнению с морской водой*.

При Δ воды 0,49° разницы достигает 0,57—0,70°. При снижении солености воды с 28,3 до 9,1‰ осмотическая концентрация полостной жидкости, выраженная в единицах солености, уменьшается в среднем всего с 29,5 до 20,0‰. При нормальной океанической и более высокой солености полостная жидкость *M. mercenaria* остается изоосмотической по отношению к внешней среде. Такой тип осмотических взаимоотношений между внутренней и внешней средой характерен для многих эвригалинных ракообразных, например для *Carcinus maenas* (L.) (Krogh, 1939; Lockwood, 1962).

Таким образом, высокая толерантность *M. mercenaria* к колебаниям солености связана с их способностью к осморегуляции, т. е. к поддержанию относительного постоянства осмотической концентрации внутренней среды.

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СОЛЕННОСТИ

Изучение дыхания морских животных при различной солености среды представляет значительный теоретический интерес в связи с вопросом об энергетических затратах на осморегуляцию. В литературе имеются много-

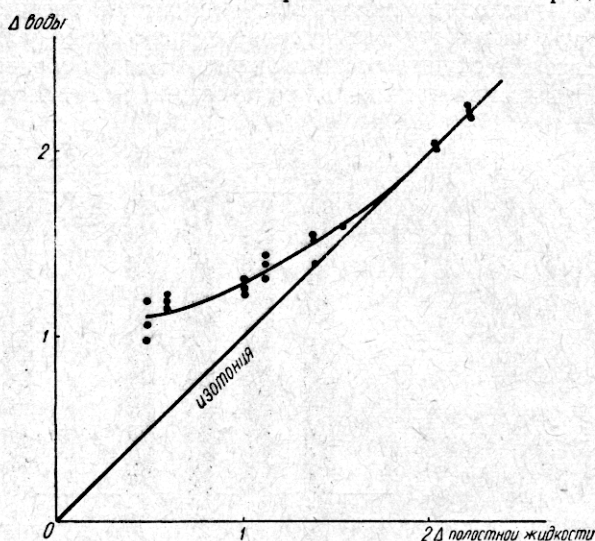


Рис. 2. Зависимость осмотической концентрации полостной жидкости *Menippe mercenaria* от осмотической концентрации морской воды.

На оси ординат — депрессия точки заморозания полостной жидкости. На оси абсцисс — депрессия точки заморозания воды.

* При депрессии воды 1,54° (что соответствует 28,3‰) и при 2,04° С (37,3‰) было сделано по четыре параллельных определения, а при 2,22° С (40,5‰) — пять определений.

численные данные о том, что при понижении солености скорость дыхания морских беспозвоночных повышается на десятки процентов. Некоторые авторы (Schlieper, 1929; Flemister a. Flemister, 1951; Rao, 1958) считают это явление закономерным, связывая повышенное потребление кислорода с дополнительными затратами на осморегуляцию. В то же время описаны случаи, когда при низких соленостях дыхание морских беспозвоночных не изменяется или даже уменьшается (Schwabe, 1933, и др.). Поттс (Potts, 1954), исходя из законов термодинамики, рассчитал, что энергетические затраты на работу механизмов осморегуляции у беспозвоночных составляют менее 1% общего расхода энергии. Таким образом, по этой теории изменения дыхания при низкой солености не могут быть объяснены только осморе-

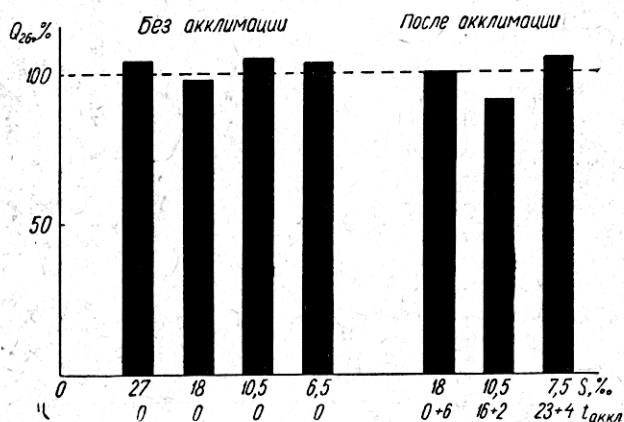


Рис. 3. Потребление кислорода *Menippe mercenaria* при различной солености (в % от теоретически нормального): S‰ — соленость, при которой производили определение дыхания; t аккл. — срок акклимации к данной солености (первая цифра — дни, в течение которых вода постепенно опреснялась от солености 36‰ до солености опыта; вторая цифра — время содержания животных в испытываемой солености).

гуляцией. Более подробно современные представления по этому вопросу рассмотрены нами ранее (Карандеева, 1966). Однако необходимо отметить, что имеющийся экспериментальный материал, полученный различными авторами, изучавшими влияние солености на дыхание, методически очень разнороден. В частности, часто не учитывается или не указывается срок акклимации и толерантность животных к испытываемой концентрации морской воды.

Для определения дыхания *M. mercenaria* при различной солености были проведены две серии экспериментов. В первой серии опытов крабов, содержащихся в нормальной морской воде, непосредственно помещали в респирометры с соленостью воды 6,5; 10,5; 18,0 и 27‰. Во второй серии использовали крабов, которые в течение многих дней акклимировались к солености 7,5; 10,5 и 18‰. Их дыхание изучали при той же солености, при которой они содержались до опытов. В каждом случае было определено потребление кислорода у трех-четырех крабов. Дыхание каждого животного измеряли трижды (в течение 3, 4 и 5-го часа после начала опыта).

Средние результаты проведенных экспериментов приведены на рис. 3, где потребление кислорода выражено в процентах от теоретически нормаль-

ного, т. е. вычисленного для каждого конкретного животного по уравнению (1). Они свидетельствуют о том, что при изменениях солености внешней среды, лежащих в пределах солевой толерантности данного вида, дыхание *M. mercenaria* не претерпевает существенных изменений. Это справедливо как для первых часов после внезапного изменения солености, так и для дыхания, устанавливающегося в процессе длительной акклимации к постепенно меняющимся осмотическим условиям.

Таблица 2
Изменение депрессии точки замерзания полостной жидкости
Menippe mercenaria при резкой смене солености

Условия опыта*	Срок содержания в новой среде, час	Δ воды, °C	Δ полостной жидкости, °C
Крабы перенесены из воды соленостью 36‰ в воду соленостью 18‰	3	0,99	1,72; 1,76
	6	0,99	1,74; 1,54
	14	0,99	1,48; 1,51
	24	1,02	1,49; 1,36
	72	1,05	1,37; 1,42
Крабы перенесены из воды соленостью 18‰ в воду соленостью 36‰	15	1,86	1,82; 1,91; 1,90
	20	1,86	1,90; 1,92
	44	1,98	1,98; 1,95; 1,96

На табл. 2 приведены данные о динамике изменения осмотической концентрации полостной жидкости крабов после перенесения их из нормальных условий (36‰) в воду соленостью 18‰ и наоборот. В обоих случаях резкое изменение депрессии точки замерзания полостной жидкости наблюдалось в первые часы. Интересно отметить, что приведенные выше данные о дыхании крабов, помещенных в воду с различной соленостью без предварительной акклимации, относятся именно к этому первоначальному периоду.

Таким образом, ни в период резкого изменения осмотических условий внутренней среды, ни в период поддержания стабильного осмотического градиента между внутренней и внешней средой потребление кислорода у *M. mercenaria* существенно не изменяется. По-видимому, это свидетельствует о том, что энергетические затраты на осмотическую работу тканей, ответственных за осморегуляцию, составляет ничтожную часть энергетических потребностей всего организма.

ДЫХАНИЕ ПРИ НИЗКОМ СОДЕРЖАНИИ КИСЛОРОДА В ВОДЕ

В типичных районах обитания *M. mercenaria* обмен воды с открытыми частями моря может быть затруднен. Поэтому в жаркое время года там возможно образование заморных зон, связанное с поглощением кислорода органикой илов. Такую картину можно, например, наблюдать у северного побережья Кубы восточнее Пунта-Алегре. В связи с этим возникла необходимость изучения способности *Menippe* к перенесению низкого содержания кислорода в воде и к временному анаэробноз. Для выяснения этих вопросов была поставлена специальная серия экспериментов.

Оказалось, что крабы при полном отсутствии кислорода в воде могут оставаться живыми в течение 17—21 час. Причем, если еще живого краба

* До начала опытов депрессия точки замерзания полостной жидкости у крабов, содержащихся при 36‰, составляла 2,04°, а у содержащихся при 18‰—1,27°C.

снова перенести в кислородные условия, он в короткий срок восстанавливает нормальную активность и начинает проявлять оборонительную реакцию. Эти факты представляют значительный теоретический интерес: способность такого высокоорганизованного и активного ракообразного, как *M. mercenaria*, к столь длительному анаэробизму является редким свойством (Бранд, 1951).

Для изучения дыхания крабов при недостатке кислорода в воде их помещали в респирометры с минимальным протоком воды, не обеспечивающим нормального дыхания. Для каждого животного была вычислена степень обеспеченности его кислородом (A), которая выражалась в процентах от нормальной потребности дыхания и рассчитывалась по формуле

$$A = \frac{Q_t + cv}{Q_{t \text{ теор.}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где Q_t — реальное потребление кислорода данным животным в условиях опыта за 1 час (в мг/экз · час); c — средняя конечная концентрация O_2 в воде за тот же период; v — объем респирометра (в л), $Q_{t \text{ теор.}}$ — теоретически нормальное потребление кислорода животным данного веса при достаточном снабжении кислородом. Эту величину высчитывали по уравнению (1) и приводили (с помощью коэффициентов нормальной кривой Крюга) к температуре опыта.

Очевидно, что величина $Q_t + cv$ выражает сумму потребленного и неиспользованного кислорода во всем объеме респирометра за 1 час, т. е. то общее количество кислорода, которое было доступно для дыхания животного. Понятно, что животные практически находились в респирометрах при концентрации кислорода, равной c .

Таблица 3

Потребление кислорода *Menippe mercenaria* при недостаточном снабжении краба кислородом *

Время, час, мин	Скорость протока, л/час	Концентрация O_2 в притоке, мг/л	Концентрация O_2 в оттоке, мг/л	Потребление O_2		
				мг/экз · час	мг/г · час	% к норме
17.30—18.00	4,76	6,60	1,71	23,27	0,047	58
18.00—18.30	4,74	6,42	1,72	22,27	0,045	55
18.30—19.15	4,68	6,40	1,47	23,10	0,047	58
19.15—20.00	4,64	6,24	1,41	22,40	0,045	56
20.00—20.45	4,65	6,22	1,32	22,80	0,046	57
20.45—21.30	4,66	6,21	1,47	22,08	0,045	55
21.30—22.15	4,62	6,18	1,37	22,20	0,045	56
22.15—23.00	4,56	6,20	1,38	22,00	0,045	55

* Опыт проведен 23. 1 1965 г. Вес краба — 494 г, температура опыта 26,0—26,4° С.

Протокол одного из типичных опытов такого рода приведен на табл. 3. Обращает внимание высокая стабильность дыхания, сходимость результатов последующих измерений по сравнению с результатами контрольных опытов (см. табл. 1). Очевидно, организм краба в течение длительного времени функционирует в чрезвычайно стационарном режиме, используя только часть доступного для дыхания кислорода. В опытах с более скудным кислородным снабжением уровень дыхания снижается в еще большей степени,

однако значительная часть кислорода все же остается неиспользованной. В опытах же с полным прекращением подачи воды в респирометр крабы утилизируют кислород полностью.

Таким образом, между количеством доступного кислорода, степенью его использования и уровнем дыхания имеется определенная зависимость (рис. 4). На рис. 4 изображены средние результаты двух-трех последних измерений в опытах с различной скоростью протока воды (включая контрольные определения), а также данные экспериментов с прекращением подачи воды при низком исходном содержании кислорода в воде. В левой части графика, где расположены точки, соответствующие опытам с недостаточным снабжением крабов кислородом, четко видна прямолинейная за-

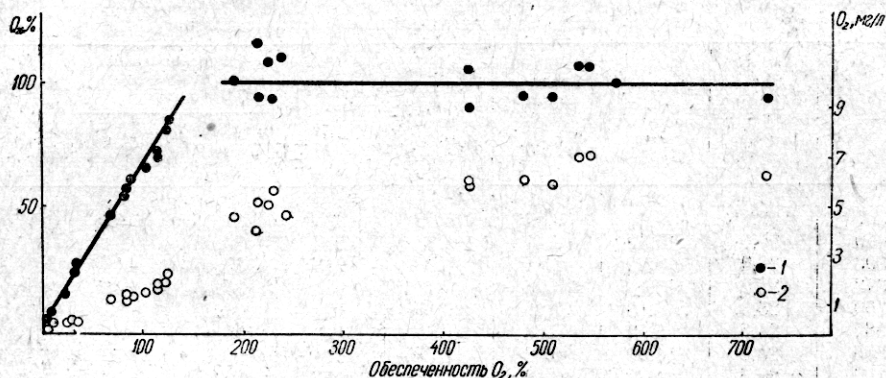


Рис. 4. Потребление кислорода *Menippe mercenaria* при различном содержании кислорода в воде.

На оси абсцисс — обеспеченность данного животного кислородом (в % от количества кислорода, необходимого для теоретически нормального дыхания). На осях ординат: 1 — потребление кислорода (в % к теоретически нормальному) и 2 — концентрация кислорода в респирометре (в мг/л).

висимость между обеспеченностью животных кислородом и уровнем дыхания. По-видимому, это указывает на наличие лишь одного фактора, ограничивающего потребление кислорода.

Очевидно, что при низкой скорости поступления в кровь кислорода все его количество может беспрепятственно связываться гемоцианином. В этом случае скорость потребления кислорода при постоянной концентрации его в воде будет определяться скоростью прохождения воды через жаберные полости. Вероятно, именно скорость фильтрации и может служить тем ограничивающим фактором, который препятствует увеличению скорости потребления кислорода, несмотря на наличие его в воде в относительно высоких концентрациях.

Наши данные позволяют рассчитать лишь величины заведомо заниженной минимальной скорости фильтрации воды, соответствующей полученным в опытах величинам потребления кислорода (при допущении, что из воды, протекающей через жаберные полости, кислород утилизируется полностью). В этом случае скорость фильтрации (л/час) была бы равна частному от деления скорости потребления кислорода данным крабом (мг/час) на концентрацию кислорода в респирометре (мг/л). Поскольку в жаберных полостях, вероятно, происходит неполная утилизация кислорода, реаль-

ная скорость фильтрации должна быть значительно выше. На табл. 4 приведены минимальные скорости фильтрации воды у крабов приблизительно одинаковых размеров при нормальной и недостаточной обеспеченности кислородом *. Как можно видеть, при снижении количества доступного для дыхания кислорода рассчитанная таким образом скорость фильтрации оказывается приблизительно одинаковой — крабы профильтровывают не меньше 13—17 л воды в час. Это, по-видимому, указывает, что реальная скорость фильтрации достигает своего верхнего предела. Полученные данные свидетельствуют о высокой резистентности *M. mercenaria* к периодам обеднения воды кислородом.

Таблица 4

Минимальная скорость фильтрации воды через жаберные полости крупных *Menippe mercenaria* при различной обеспеченности животных кислородом

Вес, г	Температура опыта, °C	Средняя скорость протока, л/час	Средняя концентрация O ₂ в притоке, мг/л	Средняя концентрация O ₂ в респирометре, мг/л	Обеспеченность кислородом, %	Потребление O ₂ при температуре опыта		Минимальная скорость фильтрации, л/час
						мг/экз.	% к норме	
357	25,3	9,43	8,52	5,56	228	27,65	92	5,0
410	27,0	15,37	8,41	6,13	216	34,95	94	5,7
303	27,0	8,22	8,41	4,05	213	35,45	116	8,8
342	28,3	13,04	7,28	4,43	188	37,15	101	8,4
350	28,3	6,13	7,28	2,17	124	31,27	84	14,4
385	25,6	5,62	6,63	1,89	122	26,40	81	14,0
366	25,6	4,80	6,63	1,77	114	23,10	72	13,0
372	25,6	4,83	6,63	1,73	111	23,25	71	13,4
353	25,6	4,07	6,63	1,50	102	20,65	65	13,8
460	26,2	4,53	6,20	1,30	86	22,35	60	17,2
399	26,2	3,80	6,20	1,24	83	18,70	55	15,1
494	26,2	4,61	6,20	1,40	82	22,30	57	15,9
512	26,2	3,72	6,20	1,18	68	18,60	46	15,8

Таким образом, *M. mercenaria* является ярко выраженным эврибионтным видом, обладающим высокой резистентностью к изменению таких основных факторов внешней среды, как соленость и содержание кислорода в воде. Это делает его очень перспективным объектом для акклиматизации и искусственного разведения.

Литература

- Бранд Т. 1951. Анаэробизм у беспозвоночных. М.
 Винберг Г. Г. 1950. Интенсивность обмена и размеры ракообразных. — Журн. общ. биол., 11, 5.
 Винберг Г. Г. 1956. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск.
 Карандеева О. Г. 1961. Электrokриоскопия крови с помощью полупроводникового микросопротивления (полумикрометод) — Лабор. дело, 8.
 Карандеева О. Г. 1966. Процессы, обеспечивающие осморегуляцию у водных беспозвоночных. — В кн.: Экологическая физиология водных животных. М.
 Bertalanffy L. 1953. The surface rule in Crustaceans. — Amer. Naturalist, 87, 833.

* Более низкие величины потребления кислорода получены в опытах с замкнутыми сосудами, которые не позволяют сделать подобных расчетов.

- Bullock T. H. 1960. Homeostatic mechanisms in marine organisms. Perspectives in marine biology. V. 1.
- Flemister L. J., Flemister S. C. 1951. Chloride ion regulation and oxygen consumption in the crab *Ocypode albicans* (Bosq.) — Biol. Bull., 101, 3.
- Hemmingsen A. M. 1960. Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces and its evolution. — Rep. steno memorial hospital a. nordisk insulinlaboratorium, 9, 2, Copenhagen.
- Krogh A. 1939. Osmotic regulation in aquatic animals. Cambridge.
- Lockwood A. P. M. 1962. The osmoregulation of Crustacea. — Biol. Rev., 37, 2.
- Porter H. I. 1960. Zoal stages of the stone crab *Menippe mercenaria* S a y. — Chesapeake Sci., 1, 3/4.
- Potts W. T. W. 1954. The energetics of osmotic regulation in brackish and fresh-water animals. — J. Exper. Biol., 31, 4.
- Prosser C. L., Brown F. A. 1962. Comparative animal physiology. 2-nd ed. Philadelphia — London.
- Rao K. P. 1958. Oxygen consumption as a function of size and salinity in *Metapenaeus monoceros* Fab. from marine and brackish-water environments. — J. Exper. Biol., 35, 2.
- Rathbun M. J. 1930. The Cancroid crabs of America of the Families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae, Xanthidae. — Smith. Inst. Bull., 152. Washington.
- Schlieper C. 1929. Die Osmoregulation der Süß-wasserkrebse. — Verh. dtsh. Ges., 33.
- Schwabe E. 1933. Über die Osmoregulation verschiedener Krebse (Malacostracen). — Zs. vergl. Physiol., 19, 1.
- Segal E. 1956. Microgeographic variation as thermal acclimation in an intertidal mollusc. — Biol. Bull., 111, 1.

LA INTENSIDAD DE LA RESPIRACION Y LA OSMOREGULACION
DEL CANGREJO COMERCIAL *MENIPPE*
MERCENARIA (S A Y) EN LAS AGUAS DE CUBA

O. G. KARANDEEVA, A. SILVA

Instituto Biológico de los mares del Sur, AC de la RSS de Ucrania
Instituto de Oceanología, AC de la República de Cuba

Resumen

Fue recibida la ecuación empírica de dependencia entre el peso del cuerpo y la velocidad del consumo de oxígeno en la *Menippe mercenaria*. Fue aclarada la dependencia de las concentraciones osmóticas del líquido de la cavidad de los cangrejos con la concentración de sales en el medio exterior la que indica que con la salinidad inferior al 28‰ los cangrejos demuestran una regulación hiperosmótica. En la salinidad normal y alta salinidad el líquido de la cavidad de estos es isoosmótica al medio ambiente.

Al colocar a los cangrejos en el agua con una salinidad baja, lo mismo que después de una prolongada aclimación a estas condiciones, no se les observa cambios en intensidad del consumo de oxígeno. La *Menippe mercenaria* posee una gran capacidad desarrollada al anaerobiosis: cuando en la ausencia absoluta de oxígeno puede quedar vivo durante 21 h. y luego en un medio con oxígeno se establecen rápidamente todas sus funciones. Fue recibida la dependencia de la velocidad de respiración al grado de abastecimiento de oxígeno que necesitan los cangrejos.

Se vino a la conclusión a cerca de la amplia aclimación *Menippe mercenaria* la que enlaciona esto puede ser un buen objeto de reproducción artificial y aclimatación a nuevas regiones.

INTENSITY OF RESPIRATION AND OSMOREGULATION OF THE COMMERCIAL
CRAB *MENIPPE MERCENARIA* (S A Y) FROM CUBAN WATERS

O. G. KARANDEEVA, A. SILVA

Institute of Biology of Southern Seas, Academy of Sciences, Ukrainian SSR
Institute of Oceanology, Academy of Sciences, Cuban Republic

Summary

An empirical equation is obtained for the dependence between the body weight and the oxygen consumption rate of *Menippe mercenaria*. The dependence of the crab body liquid osmotic concentration on the salt concentration in environment is ascertained. This dependence shows that crabs display hyperosmotic regulation under conditions of salinity of less than 28‰. When salinity is normal or raised the body fluid of crabs is isoosmotic lowered to the surrounding medium.

When crabs are put directly in water with a lowered salinity as well as after long acclimation to these conditions, there are no changes in intensity of the oxygen consumption by crabs. *M. mercenaria* has highly developed anaerobiosis capacity: under the conditions when oxygen is altogether lacking it can live in the course of 21 hours and then under oxygen conditions quickly recovers its functions. The dependence of the respiration rate on the degree of animal oxygen provision is deduced.

A conclusion is drawn as to the eurybiontic character of *M. mercenaria*; in this connection the *Menippe mercenaria* can be a good object for artificial breeding and acclimatization in new regions.