

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

38

1991

tration of hydrogen and phosphorus salts in the Danube discharge for the last 10 years has increased by 6 and 3 times, respectively. Oxidation rates of surplus organics as a result of eutrofication in the north-western shelf is 3-5 times as high as the background ones. Here the areas of hydrogen sulphide zones achieve in the summer period 5 thou. km², hydrogen sulphide reserves at a depth of 10—30 m is 15 thou. t, under vertical development of the phenomenon from 3 to 15 m. Sedimentation rate as a result of annual burial of 5 mill. m³ of ground and making 30 thou. of the bottom trawlings on a shelf was 1,2 cm/year which is 1000 times as high as the natural. The thickness of the layer of redeposited sediments achieves 18 cm, and the area of silting — 1,5 thou. km².

The upper bound of hydrogen sulphide in the open part of the sea being elevated, the oxygen-depleted abyssal waters containing hydrogen sulphide come to the shelf, violate the system of fishing at the depths of 60-100 m. Natural eutrofication of the photic layer of the open part of the sea also proceeds as affected by mobilization of the abyssal reserve of mineral salts which improves production capacities of a sprat. Ecological regioning permits estimating the reasons of the occurring changes, outlining the ways of their prediction.

УДК 574.5:62—757.7:591.05 (262.5)

В. А. ТАМОЖНЯЯ, Л. М. МАЛЬЦЕВА

МЕТАБОЛИЗМ СООБЩЕСТВА ОБРАСТАНИЙ. СООБЩЕНИЕ III. ДИНАМИКА УГЛЕВОДОВ И АЗОТИСТЫХ ПРОДУКТОВ ОБМЕНА В СРЕДЕ С СООБЩЕСТВОМ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

В среде с разновозрастным сообществом обрастаний, выращенном в Севастопольской бухте на глубине 1,5—2 м, определяли содержание аммония, нингидринположительных веществ (НПВ) и суммарных углеводов после 2 и 20 ч экспозиции в морской воде. Азотистые продукты обмена в основном экскретируются сообществом, исключая стадию развития микроценоза и переходные периоды в сукцессии. Динамика углеводов в среде с сообществом отражает более частую периодичность (1,5—2 мес) процессов выделения и поглощения. Скорость экскреции углеводов и аммония на 2—3 порядка превышает экскрецию НПВ, которая составляет 0,002—2,953 нг/л·ч сырой массы. По интенсивности обмена метаболитами с окружающей средой замечено выделяется весенняя генерация гидроида *Obelia loveni*, затем следуют популяция мидии *Mytilus galloprovincialis* и ботриллюса *Botryllus schlosseri*. Процессы потребления кислорода сообществом коррелируют с уровнем экскреции азотистых продуктов обмена и рН, в условиях гипоксии степень корреляционной зависимости возрастает до 0,59—0,66 при $P \leq 0,01$. Прямая зависимость между биомассой сообщества и уровнем его внешнего метаболизма не выявлена.

Продолжаем публикацию материалов о функционировании сообщества обрастаний с участием внешних метаболитов. В отличие от первых двух сообщений [5, 6] в данной статье речь пойдет о динамике конечных продуктов белкового обмена и веществ углеводного характера, в частности об изменениях содержания в среде с сообществом неорганических (аммонийного) и органических (аминного) форм азота, а также суммарных, растворенных в воде углеводов.

Материал и методика. Сообщество обрастаний, формирующееся на стеклянных пластинах 4×10 см в кутовой части Севастопольской бухты с января 1984 г., экспонировали в море на глубине 1,5—2 м. Методика наблюдений за развитием сообщества на протяжении 20 мес и схема экспериментов с ним подробно описаны в [5, 6].

Уровень внешнего метаболизма сообщества с учетом сырой биомассы и ее органической составляющей оценивали по количеству потребленных или выделенных в окружающую среду метаболитов, исходя при этом из разности между контрольной и опытной пробами (4 повторности). После экспонирования в морской воде пластин с сообществом в течение 2 (норма) и 20 (гипоксия) часов определяли содержание в среде аммония, аминного азота в составе нингидринположительных веществ (НПВ) и суммарных растворенных углеводов. Методика определения указанных метаболитов описана ранее [4].

© В. А. Таможняя, Л. М. Мальцева, 1991

Содержание органического вещества в тканях обитателей сообщества определяли методом сжигания навески сухой массы при температуре 500 °С. Статистическая обработка материалов проведена методом вариационной статистики для биологов [3].

Результаты. Динамика компонентов растворенной органики в воде Севастопольской бухты представлена на рис. 1. На протяжении двухгодичного цикла в содержании углеводов выделяется несколько сезонных максимумов: зимой (I—II), весной (IV—V) и осенью (IX). В чередовании максимумов азотистых соединений — аммония и НПВ — не замечено какой-либо четкой периодичности, наиболее заметны они в марте, июле, сентябре и октябре. После 20-часовой экспозиции проб с морской водой при комнатной температуре содержание этих компонентов в среде несколько изменилось, вероятно, за счет развития микрофлоры.

Развитие сообщества обрастаний в исследуемом районе складывалось на протяжении двух лет из нескольких этапов [5]. В течение первого года формирования сообщества накапливалась биомасса, особенно заметно в сентябре и январе 1985 г. В зависимости от стадии его развития соотношение сырой биомассы и органической составляющей колебалось (рис. 2). Так, при доминировании гидроидов (март — май) содержание органических веществ составляло десятую часть общей массы оброста. При массовом развитии ботриллиосов количество органики уменьшилось в 4 раза (2,5%). На стадии доминирования мидий содержание органики в сообществе составляло не более 5%.

Метаболизм сообщества микрообрастаний. В январе — феврале на пластинах развивались только микроорганизмы. После 20-часовой экспозиции микросообщества в морской воде наблюдалось незначительное потребление НПВ, а содержание углеводов в среде увеличивалось до

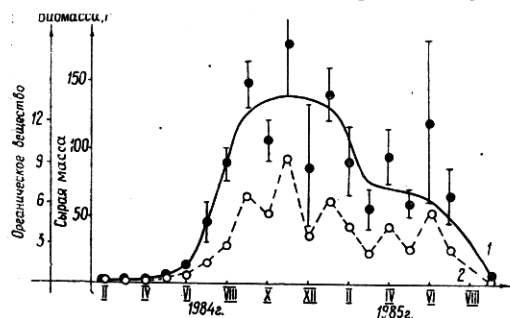


Рис. 2. Динамика сырой биомассы (1) и органической составляющей (2) в сообществе обрастаний на разных стадиях его формирования в 1984—1985 гг.

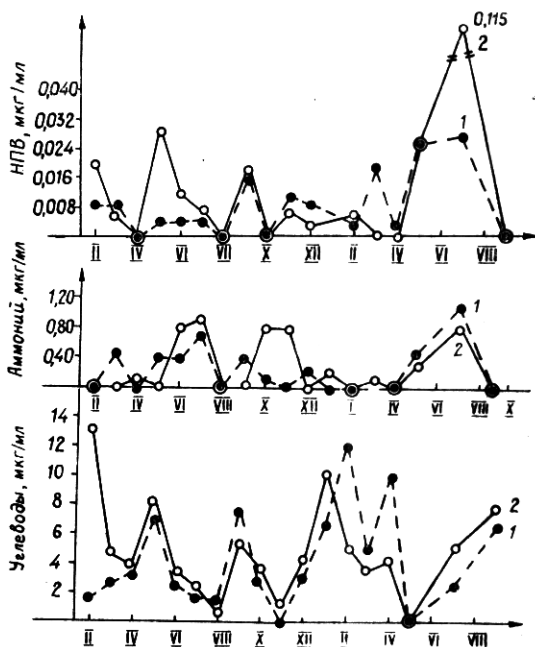


Рис. 1. Изменение содержания НПВ, аммония и углеводов в морской воде Севастопольской бухты на протяжении 1984—1985 гг. под влиянием жизнедеятельности микрофлоры:

1 — контроль сразу из моря; 2 — экспозиция 20 ч в замкнутом сосуде

1,5 мкг/мл. Аммоний в феврале не был зафиксирован ни в контрольной пробе, ни в морской воде после экспонирования пластин. После 20-часовой экспозиции микросообщества в среде несколько увеличивалось содержание НПВ, тогда как углеводы практически полностью были утилизированы (рис. 3). Незначительные изменения в содержании всех изучаемых показателей в среде дают возможность говорить о сравнительно небольшом

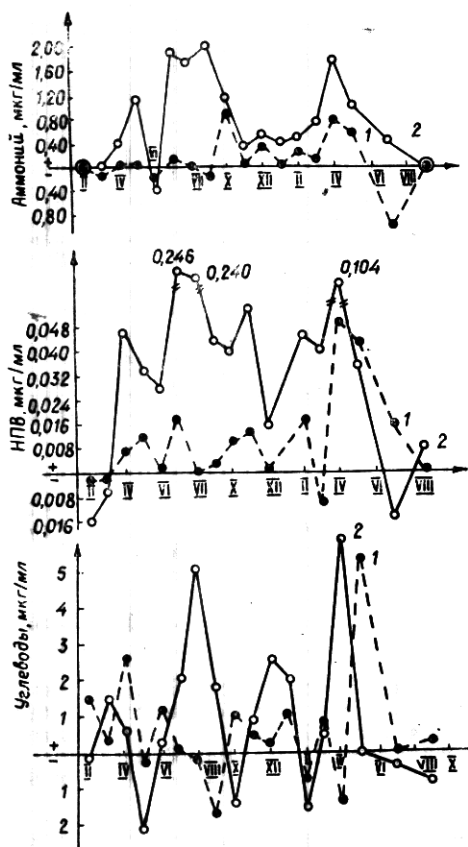


Рис. 3. Потребление и выделение аммония, НПВ и углеводов сообществом обрастания разного возраста в условиях нормы и гипоксии:

1 — экспозиция 2 ч; 2 — экспозиция 20 ч

вкладе микроорганизмов в метаболизм зрелого сообщества и оценивать изменения в содержании НПВ углеводов и аммония как результат метаболической деятельности макрообратателей, несмотря на постоянное присутствие микроорганизмов.

Метаболизм сообщества с доминированием гидроидов (вторая стадия в развитии сообщества). В марте на пластинах осели гидроиды, биомасса которых составляла 0,2 г. За месяц она увеличилась почти в 10 раз. На начальной стадии развития сообщества гидроидов после 2-часовой экспозиции наблюдали потребление НПВ, которое в условиях гипоксии заметно увеличилось. Экскреция аммония отмечена только после 20-часовой экспозиции, содержание его достигало 0,40 мкг/мл. На стадии расцвета сообщества гидроидов выделение НПВ (0,008 мкг/мл) за два часа возросло до 0,046 мкг/мл в условиях гипоксии. После 2-часовой экспозиции сообщество с доминированием гидроидов утилизировало аммоний, последующая экспозиция привела к увеличению его содержания до 1,20 мкг/мл. В апреле выделение углеводов было выше в первые 2 часа, затем уменьшилось в 5 раз. В мае

потребление углеводов значительно выше при гипоксии.

Отметим, что увеличение содержания НПВ в среде с гидроидами в условиях гипоксии более выражено в апреле, чем в мае, тогда как в динамике аммония наблюдалась обратная тенденция — в мае его содержание в морской воде с гидробионтами было в 3 раза выше, чем в апреле. Увеличение экскреции аммиака как конечного продукта белкового обмена свидетельствует об активизации метаболизма и его завершенности.

Метаболизм сообщества с доминированием ботриллюсов (III стадия в развитии сообщества). В июле—августе доминирующим видом в сообществе обрастаний стали ботриллюсы. Биомасса их в первый месяц составила 45,0 г, через месяц увеличилась вдвое, причем как сопутствующий вид появились мидии с биомассой 5 г. На этой стадии сообщества отмечали самый высокий уровень экскреции НПВ в июле — 0,016 мкг/мл, который значительно увеличивался в условиях гипоксии — до 0,246 мкг/мл. В динамике углеводов существенные изменения наблюдали только при гипоксии, тогда как при нормальных условиях эти изменения незначительны. Содержание аммония в среде с ботриллюсами существенно изменялось также при гипоксии.

При доминировании ботриллюсов повторяется закономерность, отмеченная и в сообществе с доминированием гидроидов, которая заключается в том, что на стадии формирования и становления сообщества обрастателей кислых метаболитов выделяется значительно больше по сравнению с экскрецией конечного продукта белкового обмена — ам-

Таблица 1. Интенсивность выделения или поглощения (со знаком минус) метаболитов сообществом обростаний разного возраста в условиях нормы и гипоксии (количество определений $n=4$)

Возраст, мес		Углеводы, мг/л·ч·г сырой массы		Аммоний, мг/л·ч·г сырой массы		НПВ, мг/л·ч·г сырой массы	
сообщества	доминантной популяции	Норма	Гипоксия	Норма	Гипоксия	Норма	Гипоксия
Гидроид							
2	1	1,610	0,591	-0,914	0	-10,751	-2,151
4	3	-0,062	-0,050	0,005	0,027	2,953	0,541
Ботриллюс							
6	1	0,002	0,004	0,004	0,003	0,392	0,492
7	2	-0,002	0,006	0	0,002	0	0,269
Мидия							
8	1	-0,011	0,001	0	0,015	0	0,025
11	3	0,013	0,002	0,004	0,001	0	0,018
13	6	-0,008	-0,001	0,003	0,001	0,194	0,032
15	8	-0,018	0,002	0,008	0,001	0,713	0,041

миака. Это является свидетельством зависимости метаболических процессов от возраста гидробионтов.

Метаболизм сообщества с доминированием мидий (IV завершающая стадия в развитии сообщества). Как отмечалось выше, мидии появились в качестве сопутствующего вида при доминировании ботриллюсов. В сентябре 1984 г. доминирующим видом в сообществе обростаний стали моллюски, а ботриллюсы, гидроиды и мшанки теперь уже становятся сопутствующими видами и поселяются на створках мидий. Максимальная биомасса мидий зафиксирована в октябре, когда она достигала 130 г, и постепенно снижалась к сентябрю следующего года.

В переходный период развития сообщества (август) содержание НПВ в среде при нормальных условиях не изменилось, однако в условиях гипоксии уровень НПВ значительно увеличился — до 0,240 мг/мл. Углеводы в течение 2-часовой экспозиции мидии потребляли, тогда как в условиях гипоксии наблюдали их выделение — 5 мг/мл. Аммоний, так же как и НПВ, при нормальных условиях в среде не обнаружен, однако после 20-часовой экспозиции содержание его возросло до 16,3 мг/мл. В последующие месяцы до марта наблюдалась также экскреция НПВ после 2-часовой экспозиции, которая увеличивалась в условиях гипоксии. В марте зафиксировано потребление НПВ после 2-часовой и в июле после 20-часовой экспозиции. Динамика экскреции и утилизации углеводов мидиями была весьма сложной. Отметить какие-либо закономерности не удалось. Вероятно, в зависимости от состояния внешней среды и межорганизменных взаимодействий в сообществе мидии могут как потреблять, так и выделять углеводы.

Для сравнения метаболической активности сообщества на разных стадиях развития проведен расчет интенсивности обмена для доминантных популяций одного и того же возраста. При этом возраст сообщества разный. Согласно данным табл. 1, наиболее метаболически активной является популяция гидроидов. Ботриллюсы и мидии обнаруживают по этим показателям довольно заметное сходство. Однако при пересчете интенсивности метаболизма на грамм органического вещества мидии существенно уступают ботриллюсам, которые по уровню внешнего метаболизма приближаются к гидроидам. Вероятно, это обусловлено продолжительностью жизненного цикла каждого вида: самый короткий — у гидроида — около 3—4 мес, самый длинный — у мидии,

Таблица 2. Корреляционные зависимости между биомассой, сопутствующей микрофлорой и метаболическими процессами в среде с сообществом обрастаний разного возраста (1984—1985 гг.)

Коррелирующие показатели	Коэффициенты корреляции r^*				Количество определений n
	Норма	Уровень значимости P	Гипоксия	Уровень значимости P	
O_2 и НПВ	+0,66	>0,01	+0,57	>0,05	17
O_2 и NH_4^+	+0,34	<0,05	0,59	>0,01	18
pH и NH_4^+	+0,45	0,05	+0,58	>0,01	18
pH и НПВ	+0,43	<0,05	0,66	>0,01	17
NH_4^+ и НПВ	+0,43	<0,05	+0,59	>0,05	17
NH_4^+ и углеводы	+0,35	<0,05	+0,50	>0,05	18
НПВ и углеводы	-0,06	<0,05	+0,53	>0,05	17
Биомасса и НПВ	+0,38	<0,05	+0,47	0,05	17
Биомасса и NH_4^+	+0,33	<0,05	+0,43	<0,05	18
Биомасса и углеводы	-0,28	<0,05	+0,35	<0,05	18
pH и углеводы	-0,22	<0,05	+0,29	<0,05	18
O_2 и углеводы	-0,05	<0,05	+0,07	<0,05	18
Гетеротрофы и НПВ	-0,10	<0,05	+0,63	$\geq 0,01$	15
Гетеротрофы и NH_4^+	-0,30	<0,05	+0,47	<0,05	16
Гетеротрофы и углеводы	-0,27	<0,05	+0,12	<0,05	16

* При $n=15; 16; 17; 18$ $r_{\min}$ равно соответственно 0,51 $\div$ 0,64; 0,50 $\div$ 0,62; 0,48 $\div$ 0,61; 0,47 $\div$ 0,59.

промежуточное положение занимает ботриллус, жизненный цикл которого завершается в зависимости от начала оседания личинки в течение 4—9 мес. Если сопоставить интенсивность метаболизма в онтогенезе одной популяции, то следует отметить сравнительно высокую активность молодых особей по сравнению со зрелыми и старыми. Исключением являются мидии, у которых интенсивность метаболизма максимальна в период размножения. Больше всего выделяется в окружающую среду углеводов и аммония. Органические формы азота — аминокислоты — экскретируются сообществом в значительно меньших количествах — на 2—3 порядка ниже, чем два других метаболита.

Корреляционный анализ динамики полученных характеристик внешнего метаболизма показывает, что в условиях эксперимента, максимально приближенных к естественным, практически не выявлено статистически достоверных прямых зависимостей между изучаемыми процессами (табл. 2), за исключением согласованных флуктуаций в потреблении кислорода сообществом и его способностью экскретировать аминный азот ($r=+0,66$). Довольно хорошо сопоставима динамика аминного и аммонийного азота, а также уровень изменений в среде с сообществом pH и азотистых продуктов обмена — коэффициенты корреляции близки статистически достоверным ($r=+0,43 \div 0,45$).

Обращают на себя внимание отрицательные зависимости между содержанием углеводов и другими показателями: НПВ, O_2 , биомассой, pH. В реципрокных отношениях находятся также численность сопутствующей микрофлоры с изучаемыми метаболитами, что свидетельствует о преимущественном поглощении гетеротрофами органических и неорганических веществ [5]. В условиях гипоксии синхронизация процессов в сообществе значительно возростала. Соотношение между микроорганизмами и содержанием внешних метаболитов в среде изменилось. Связь становится положительной и в большинстве случаев статистически значимой. Хорошо коррелируют при гипоксии процессы, определяющие экскрецию НПВ и аммоний с потреблением O_2 , а также изменение pH и содержание углеводов. Биомасса сообщества, как и прежде, не

обнаруживает достоверной прямой связи с различными функциональными характеристиками.

Обсуждение. В представленных материалах необычным фактом, с точки зрения физиолога, является утилизация аммония сообществом обрастаний, доминирующее положение в котором занимают животные. Это явление наблюдали в начале года, летом и в сентябре.

Февраль — март — начальные этапы становления сообщества, т. е. заселение субстрата микроорганизмами — бактериями и диатомовыми водорослями. Утилизация аммония микросообществом обрастателей не вызывает сомнений [4], и вновь полученные материалы не противостоят литературным данным. Относительно других периодов следует сказать, что в июне и сентябре одна доминирующая популяция заменяется на другую. В эти переходные периоды отмечены деградация колоний гидроида (VI) или ботриллуса (IX) и заселение субстрата новыми видами. Видовое разнообразие в сообществе при этом максимально. Увеличивается также и численность диатомовой водоросли мелозиры. Вероятно, появление значительного количества сопутствующей микрофлоры наряду с угнетением выделительной способности деградирующих колоний способствует уменьшению аммонийного азота в среде обитания.

Случаи утилизации аммония животными в литературе до 1987 г. не зафиксированы. Представленный R. H. Burris [8] механизм утилизации аммония кораллами объясняется наличием эндосимбионтов (зооксантелл и зоохлорелл), способных поглощать аммоний, включая его в состав органических соединений, которые затем передаются тканям хозяина. Уверенность в том, что потребление иона NH_4^+ беспозвоночными — не артефакт, возникла только с появлением высокочувствительных методов анализа. Так, совсем недавно с помощью изотопной метки ^{15}N установлена способность поглощать из морской воды ионы аммония креветкой *Palaemon elegans* [13]. Как нам представляется, возможность утилизации аммония обрастателями, клеточные мембраны которых обладают избирательной проницаемостью для растворенных в воде веществ, при определенных условиях вполне может быть реализована. Во всех остальных случаях, исключая стадию развития микроценоза и переходные периоды, в результате функционирования сообщества обрастаний аммоний, как правило, экскретируется. При недостаточной обеспеченности гидробионтов кислородом с понижением pH среды выделение аммония сообществом иногда возрастает, как и у пресноводных ракообразных [10], хотя токсичность его в кислой среде, по данным [1], значительно увеличивается. Сопряженность этих процессов особенно хорошо заметна при гипоксии (см. табл. 2), когда потребление кислорода сообществом хорошо коррелирует с изменением уровня pH и экскрецией аммония. Степень согласованных флуктуаций достигает 99%.

Если экскреция конечного продукта белкового обмена аммония является естественным завершением метаболизма и не вызывает сомнений, то возможность выделения беспозвоночными другого продукта азотистого обмена — аминокислот — довольно долго дискутировалась. Существовало мнение, что мидия выводит в окружающую среду не аминокислоты, а аммоний [14]. Однако, по данным [7], экскреция аминного азота беспозвоночными возможна и зависит от сезона и условий обитания.

В публикациях после 1982 г. содержатся сведения не только об экскреции свободных аминокислот, но и о потреблении их двустворчатыми моллюсками. Проницаемость эпидермальных систем мидий может меняться в зависимости от качественного и количественного состава свободных аминокислот в окружающей среде и осуществляется в околосуточном ритме [12]. Считается, что поглощение аминокислот может идти как через жабры [15], так и через нежаберный эпителий, причем поступающие через нежаберный эпителий аминокислоты гораздо быстрее переходят в другие ткани и органы, чем через жабры [11]. По

нашим данным, динамика потребления или выделения сообществом органических и неорганических форм азота взаимосвязана. Особенно тесная корреляция этих процессов обнаружена при гипоксии ($r = 0,58-0,66$).

Возможность поглощения или выделения беспозвоночными в окружающую среду компонентов углеводного характера освещена в литературе в значительно меньшей степени. На разных видах морских беспозвоночных установлено, что поглощение глюкозы и полисахаридов из внешней среды сопровождается активным их включением в обменные процессы. Наиболее интенсивно метка включается в белки, менее интенсивно — в липиды [2]. Уровень поглощения глюкозы и аминокислоты глицина примерно одинаков и составляет соответственно 0,44 и 0,48 мкг/г·ч [9]. По нашим данным, уровень поглощения или выделения сообществом углеводов и НПВ значительно отличается — примерно на 2—3 порядка (см. табл. 1).

В экспериментальной среде с сообществом при разной обеспеченности кислородом динамика углеводов чаще всего находится в противофазе на протяжении всего периода наблюдений. Например, если при 2-часовой экспозиции пластин с сообществом содержание углеводов в среде уменьшалось (VIII; IX, II, IV), то в условиях гипоксии оно увеличивалось. И еще одна интересная особенность метаболизма углеводов. Рассчитанные коэффициенты корреляции (см. табл. 2) свидетельствуют о довольно слабой прямой зависимости метаболизма углеводов от других процессов, происходящих в сообществе.

Выводы. 1. Соотношение органической составляющей и сырой биомассы в сообществе определяется стадией развития и составляет при доминировании популяции гидроида 1 : 10, мидии — 1 : 20, ботриллюса — 1 : 40. В этой же последовательности убывает интенсивность обмена метаболитов с окружающей средой. 2. Уровень выделения сообществом углеводов и аммония отличается от уровня экскреции НПВ на 2—3 порядка. 3. Азотистые продукты обмена в основном экскретируются, за исключением переходных периодов, когда происходит замена одной доминирующей популяции на другую. 4. Содержание углеводов в среде с сообществом разного возраста либо увеличивается, либо уменьшается, и динамика их трудно увязывается с каким-либо фактором. 5. В условиях гипоксии сообщество на стадии доминирования популяции ботриллюсов экскретирует метаболитов больше, чем в норме, тогда как у гидрондов и мидий при гипоксии интенсивность экскреции метаболитов уменьшается. 6. Обнаружены статистически достоверные корреляционные связи между процессами потребления O_2 сообществом и уровнем экскреции азотистых продуктов обмена. При гипоксии степень этой зависимости увеличивается.

1. Виноградов Г. А., Клерман А. К., Комов Р. Г. Исследование механизма токсичности аммиака у пресноводных ракообразных при низких pH среды // Эксперим. вод. токсикология. — 1985. — № 10. — С. 35—40.
2. Ерохин В. Е. Использование растворенных в воде органических веществ беспозвоночными // Экология моря. — 1980. — Вып. 2. — С. 3—15.
3. Парчевская Д. С. Статистика для радиоэкологов. — Киев: Наук. думка, 1969. — 115 с.
4. Таможняя В. А., Горомосова С. А. Внешний азотистый и углеводный метаболизм микросообществ перифитона и взвеси // Экология моря. — 1988. — Вып. 29. — С. 18—25.
5. Таможняя В. А., Горомосова С. А., Шапиро А. З., Ковальчук Ю. Л., Шахматова О. А. Метаболизм сообщества обрастаний. Сообщение I. Динамика видового состава, биомассы, микрогетеротрофов и РОВ в среде с сообществом на различных стадиях его формирования // Там же. — Вып. 30. — С. 36—45.
6. Таможняя В. А. Метаболизм сообщества обрастаний. Сообщение II. Редокс-состояние среды обитания в зависимости от стадии развития сообщества // Там же. — 1989. — Вып. 31. — С. 66—73.
7. Bayne B. L., Scullard C. Rates of nitrogen excretion by species of *Mytilus* (Bivalvia: Mollusca) // J. Mar. Biol. Ass. U. K. — 1977. — 57, N 2. — P. 355—369.
8. Burris R. H. Uptake and assimilation of $^{15}NH_4^+$ by a variety of corals // Mar. Biol. — 1983. — 75, N 2/3. — P. 151—155.

9. Gorham W. T. The energetic and nutritial contribution of glucose and glycine taken up from natural sea water by adult marine mussels // *Mar. Ecol.* — 1988. — N 1. — P. 1—14.
10. Mauro N. A., Moore G. W. Effects of environmental pH on ammonia excretion, blood pH, and oxygen uptake in fresh water crustaceans // *Comp. Biochem. and Physiol.* — 1987. — C87, N 1. — P. 1—3.
11. Rice M. A., Stephens G. C. Influx and transepithelial flux of amino acids in the mussel, *Mytilus edulis* // *J. Exp. Biol.* — 1988. — 135. — P. 275—287.
12. Stephens G. C. Epidermal amino acid transport in marine invertebrates // *Biochim. et biophys. acta.* — 1988. — 17, N 1. — P. 113—133.
13. Taylor A. C., Spicer J. I., Preston T. The relationship between osmoregulation and nitrogen metabolism in the intertidal prawn, *Palaemon elegans* (Rathke) // *Comp. Biochem. and Physiol.* — 1987. — A88, N 2. — P. 291—298.
14. Wright S. H. A nutritional role for amino acid transport in filter-feeding marine invertebrates // *Amer. Zool.* — 1982. — 22, N 3. — P. 621—634.
15. Wright S. H., Secomb Timothy W. Epithelial amino acid transport in marine mussels: role in net exchange of taurine between gills and sea water // *J. Exp. Biol.* — 1986. — 121. — P. 251—270.

Ин-т биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 08.12.89

V. A. TAMOZHNYAYA, L. M. MALTSEVA

METABOLISM OF OVERGROWING COMMUNITY. COMMUNICATION III. DYNAMICS OF CARBOHYDRATES AND NITROUS PRODUCTS OF METABOLISM IN THE ENVIRONMENT WITH DIFFERENT-AGE COMMUNITY

Summary

In the environment with different-age community of overgrowth the rate of excretion of carbohydrates and ammonium 2-3 orders exceeds the excretion of ninhydrin-positive substances (NPS) which composes 0,002—2,953 ng/l.h.g. of raw mass. Nitrous products of metabolism are mainly excreted by the community with the exception of the stage of microcenosis development and transition periods in succession. Dynamics of carbohydrates in the environment with a community reflects more frequent periodicity (1,5-2 months) of the excretion and absorption processes. As to the intensity of metabolic exchange with the environment one can distinguish the community with the domination of the population of hydroid *Obelia loveni*, then the mussels *Mytilus galloprovincialis* and *Botryllus Botryllus schlosseri*. Processes of oxygen consumption by the community correlate with the excretion level of nitrous products of metabolism and pH, under hypoxia the extent of correlation dependence grows to 0,59—0,66 at $P \leq 0,01$. No direct dependence were found between the community biomass and the level of its external metabolism.

УДК 594.124:639.3(262.5)

В. И. ХОЛОДОВ, В. Н. ИВАНОВ, М. И. СЕНИЧЕВА

ОЦЕНКА МОЩНОСТИ И РАЗМЕРОВ МИДИЕВЫХ ХОЗЯЙСТВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О ТРОФИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ РАЙОНА

Исследования, проведенные на экспериментальном мидийном хозяйстве, показали, что темпы линейного роста мидий в зависимости от сезона и обеспеченности кормом варьируют в пределах от 0 до 0,40 мм·сут⁻¹. Анализируется сезонная динамика корма, определены элементы энергобаланса поселений мидий на коллекторах, на основе чего рассчитаны плотность размещения коллекторов и размеры марихозяйств.

Известные нам попытки расчета плотности размещения носителей для выращивания моллюсков-фильтраторов основаны на данных, полученных в лабораторных условиях, либо рассчитаны по другим физиологическим характеристикам и соответствующим математическим зависимостям [1, 3, 6]. Однако организация мидийных хозяйств промышленного типа, надежный прогноз их влияния на среду должны быть

© В. И. Холодов, В. Н. Иванов, М. И. Сеничева, 1991