

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

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

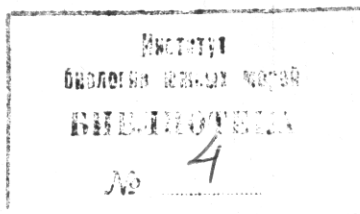
БИОЛОГИЯ МОРЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 41

ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ
И ОКЕАНОГРАФИИ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1977

показателя степени n предположительно связывается с изменчивостью режимов турбулентности.

3. Дисперсия с глубиной в общем убывает, но в промежуточных слоях (25—50 и 35—80 м) могут наблюдаться максимальные ее значения. Таким образом, в этих слоях возможно развитие крупных энергонесущих вихрей, обуславливающих здесь интенсивное горизонтальное перемешивание.

4. Обнаружены разные закономерности в распределении вклада различных пульсаций в общую дисперсию, зависящие от режима осредненной скорости. Для режима «сильных скоростей» ($\bar{U} = 40\text{—}50$ см/с) на интервал временных масштабов до $T_0 = 24$ ч приходится 80—87% общей дисперсии; при скоростях течений до $\bar{U} = 20$ см/с этот вклад не превышает 37—65% общей дисперсии. Предполагается, что такое распределение связано с интенсивностью общей циркуляции вод Черного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зац В. И., Кандыбко В. В. Зависимость среднемасштабного горизонтального обмена от определяющих факторов и его пространственная изменчивость у приглубых шельфов.— В кн.: Процессы перемешивания и водообмена в Черном море и их влияние на биологическую продуктивность. К., «Наук. думка», 1972, с. 96—111.
2. Зац В. И. и др. Опыт теоретического и экспериментального исследования проблемы глубоководного сброса сточных вод на примере района Ялты. К., «Наук. думка», 1973, с. 159—188.
3. Китайгородский С. А. и др. О различении внутренних волн и турбулентности по данным о флуктуациях температуры в океане.— Изв. АН СССР, ФАО, 1973, 9, № 3, с. 1265—1267.
4. Монин А. С. Турбулентность и микроструктура в океане.— Успехи физических наук, 1973, 109, вып. 2, с. 333—353.
5. Пинус Н. З., Шнайдман В. А. Закономерности структуры поля ветра для различных масштабов движения.— Изв. АН СССР, ФАО, 1971, 7, № 12, с. 1231—1241.
6. Riley G. The parameters of turbulence in the sea.— J. Marine Res., 1951, 10, N 3, p. 247—248.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
4.III 1975 г.

УДК 551.46.09:628.394(26)

Е. А. Куфтаркова, Л. Г. Сеничкина

ДИНАМИКА ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА, САПРОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И ФИТОПЛАНКТОНА ПРИ БИОХИМИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ НЕСТОЙКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

При решении проблемы рационального удаления хозяйственно-бытовых сточных вод в море с использованием глубоководных и сверхдальних выпусков необходимо изучить процессы биохимического окисления как одного из факторов самоочищения. В результате минерализации нестойкого органического вещества (НОВ) накапливается двуокись углерода и увеличивается ее парциальное давление. Поскольку двуокись углерода является биологически активным газом, жизнедеятельность растительного планктона и микроорганизмов оказывает влияние на динамику форм углекислотно-карбонатной системы.

В данной статье сделана попытка установить взаимосвязи между двуокисью углерода, сапрофитными бактериями и фитопланктоном при биохимическом окислении нестойкого органического вещества.

Экспериментальные исследования осуществляли методом моделирования процесса распада НОВ путем биохимического окисления в скляночных условиях с заданными внешними параметрами: различной кон-

центрацией загрязняющих примесей, температурой и освещенностью. Отбор проб производили с поверхности моря на разном удалении от источника загрязнения, что давало возможность сохранить естественный комплекс фитопланктона и бактерий. Степень загрязнения отобранных проб ориентировочно определяли по начальным значениям перманганатной окисляемости в щелочной среде [5]. Методика постановки опытов, применяемые приборы и оборудование описаны ранее [3]. Пределы изменений температуры в опытах составляли 5—20° С. Опыты при низких температурах имитировали условия глубоководных выпусков, при высоких — поверхностные воды моря в теплое время года.

Гидрохимические анализы выполнены в соответствии с существующими методиками [4]. Компоненты карбонатной системы получали расчетным путем [6]. Количество сапрофитных бактерий определяли методом посева морской воды на чашки Петри глубинным способом; в качестве питательной среды использовали стандартную среду СПА, разведенную в четыре раза. Учет колоний проводили после суточной инкубации посевов при температуре 37° С под лупой МБС-1 по полям зрения [8]. Фитопланктон учитывали в натуральной воде без фиксации и сгущения; при определении биомассы вычисляли индивидуальные массы клеток водорослей.

Для изучения влияния освещенности на разложение НОВ и образование продуктов распада опыты выполняли в условиях слабой освещенности при температуре от 8 до 9° С в зимне-весенний период со свойственными этим сезонам фитоценозами. В течение экспозиции происходило потребление кислорода и накопление двуокиси углерода, обусловленное процессами биохимического окисления; в результате фотосинтеза ассимилировалась углекислота. Несмотря на то что освещение в опыте не превышало 1000 лк, наблюдались значительные отличия по величине рН, CO_2 и ее парциальному давлению на свету и в темноте. Особенно отчетливо это было выражено в пробах с высокой начальной окисляемостью (10 мг О/л). Например, на десятые сутки экспозиции в темноте рН было 7,90, а на свету — 8,12, концентрация двуокиси углерода соответственно 1,41 и 0,79 мл/л. Биомасса фитопланктона в темноте осталась близкой к начальной величине, на свету увеличилась вдвое. В склянках с условно чистой морской водой (окисляемость 3,9 мг О/л) разница в значениях двуокиси углерода и ее парциального давления в темноте и на свету менее выражена. На десятые сутки количество фитопланктона снижалось, и только в условиях слабой освещенности отмечено некоторое увеличение численности, сопровождающееся резким мельчанием клеток водорослей. Для сапрофитных бактерий количественных отличий в условиях слабой освещенности и темноты практически не отмечено.

Для выяснения влияния температуры на интенсивность распада НОВ в воде с одинаковой степенью загрязнения выполнен опыт при температурах 5, 15, 18 и 20° С. Парциальное давление двуокиси углерода в меньшей степени зависит от температуры, что позволяет использовать его для характеристики процесса окисления НОВ в разных температурных условиях. Чем выше температура экспозиции, тем лучше условия для жизнедеятельности микроорганизмов и тем интенсивнее идет процесс деструкции; об этом можно судить не только по величине БПК₅, но и по значениям парциального давления двуокиси углерода и приросту его в процентах на пятые сутки по сравнению с начальными величинами (табл. 1).

На пятые сутки экспозиции при температуре 5° С парциальное давление двуокиси углерода превышало значение БПК₅ в 2,5 раза; при температуре 20° С — только в 1,5. Это несоответствие прироста могло быть вызвано либо гетеротрофной ассимиляцией CO_2 сапрофитными бактериями, использующими углерод углекислоты на построение своих кле-

ток [1, 2], либо фиксацией углерода углекислоты в темноте фитопланктоном [9]. Кроме того, углекислота могла вступать в химические взаимодействия, например образовывать углекислые соли аммония [7]. Следовательно, в процессе экспозиции кислород имеет только отрицательные приращения во времени (увеличение БПК), а двуокись углерода как отрицательные, так и положительные приращения. Корреляционная зависимость между концентрацией кислорода и двуокисью углерода при низкой температуре выше, чем при высокой, что может быть обусловлено замедлением жизнедеятельности организмов (высокая температура ослабляет эту связь). Из опыта следует, что наибольший прирост сапрофитных бактерий и $p\text{CO}_2$ на 1°C в данных условиях наблюдается при температурах $16\text{--}18^\circ\text{C}$ (табл. 2). По-видимому, указанные пределы температуры при данных условиях опыта являются оптимальными для жизнедеятельности сапрофитных бактерий и интенсивности распада НОВ. Но эти результаты получены на небольшом количестве материала и требуют дальнейших подтверждений.

Таблица 1

Изменение некоторых гидрохимических и гидробиологических показателей при разных температурных условиях в опыте

Т, $^\circ\text{C}$	БПК ₅ , $\text{мгO}_2/\text{л}$	$p\text{CO}_2$, 10^{-4} атм*	Прирост $p\text{CO}_2$, %*	Коэффициент корреляции, O_2/CO_2	Максимальная численность	
					сапрофитных бактерий, кол**/мл	фитопланктона, млн.кл/л
5	3,07	7,35	122	—0,88	11000	19
15	5,65	9,36	184	—	18000	23
18	5,81	10,36	214	—0,72	29000	24
20	6,18	10,74	225	—0,55	34000	21

* На пять суток экспозиции.

** Количество колоний.

Температура — один из основных факторов, определяющих горизонтальное и вертикальное распределение, а также сезонную динамику фитопланктона. Кроме того, от температурных условий зависит скорость

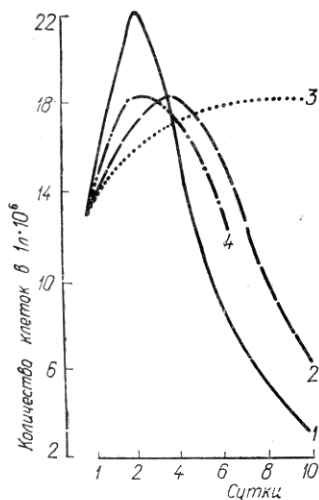


Таблица 2

Прирост $p\text{CO}_2$ и сапрофитных бактерий при повышении температуры в опыте на 1°C

Интервал температур, $^\circ\text{C}$	$p\text{CO}_2$, 10^{-4} атм	Сапрофитные бактерии, кол/мл
5—10	0,20	600
11—15	0,22	800
16—18	0,33	3400
19—20	0,16	2500

Изменение численности фитопланктона в темноте при разной температуре экспозиции:

1 — 18, 2 — 20, 3 — 5, 4 — 15°C .

деления клеток. В опыте была использована вода с характерным для весны комплексом планктонных водорослей. Преобладали мелкие (до 500 мкм^3) формы фитопланктона, составляющие 62% общего числа видов. Доминировала эвтермная диатомовая водоросль *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. ($5\text{--}18$ млн. кл/л при разных температурах), что составляло до 90% общей численности фитопланктона. Вероятно, тем-

пературный оптимум этого вида приурочен к 18° С, так как при этой температуре отмечена максимальная ее численность. Наибольшей численности суммарный фитопланктон достигает при температуре 18° С (рисунок). Максимумы численности фитопланктона при температуре 15 и 18° С наблюдаются на третьи сутки, при 20° — на четвертые, а при 5° — на четвертые — восьмые сутки. Максимум биомассы отмечен при 15° С, что объясняется присутствием в опыте крупной диатомовой водоросли (1400—6800 мкм³) *Cerataulina bergonii* Per., биомасса которой при 5 и 15° С достигала 3,5—3,9 г/м³, а при 18 и 20° С — 2,6—2,8 г/м³.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. При биохимическом распаде нестойкого органического вещества в условиях слабой освещенности (1000 лк) в результате процесса фотосинтеза происходит ассимиляция двуокиси углерода. Эксперименты, выполненные при низкой температуре и слабой освещенности, дают представление о процессах деструкции НОВ в условиях глубоководного сброса сточных вод.

2. При экспозиции проб морской воды, содержащей примеси бытового стока, получена достаточно тесная корреляционная связь между двуокисью углерода и кислорода; повышение температуры резко снижает коэффициент корреляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулый М. Р. Фиксация СО₂ у микроорганизмов и других гетеротрофных организмов и ее физиологическое значение.— Изв. АН СССР. Сер. биол., 1971, № 5, с. 724—742.
2. Жарова Т. В. Ассимиляция углекислоты гетеротрофными бактериями и ее значение при определении хемосинтеза в водоемах.— Микробиология, 1963, 32, № 5, с. 843—850.
3. Куфтаркова Е. А. К методике определения биохимического потребления кислорода в морских водах, загрязненных хозяйственными стоками.— Биология моря, 1972, вып. 27, с. 162—166.
4. Руководство по морским гидрохимическим исследованиям. Под ред. Л. К. Блинова. М., Гидрометеиздат, 1959. 255 с.
5. Скопинцев Б. А. Определение перманганатной окисляемости в морской воде.— В кн.: Методические указания № 30, ГОИН. М., 1966, с. 23—27.
6. Скопинцев Б. А., Максимова М. П. Расчет содержания свободной углекислоты в отдельных форм сернистых соединений в воде Черного моря.— В кн.: Химические ресурсы морей и океанов. М., 1970, с. 95—108.
7. Скопинцев Б. А., Овчинникова Ю. С. Изучение окислительных процессов, протекающих в загрязненных водах при аэробных условиях.— Микробиология, 1934, 3, № 1, с. 138—147.
8. Чепурнова Э. А., Лебедева М. Н. О статистической обработке данных, полученных методом подсчета бактериальных колоний на чашках.— Гидробиол. журн., 1972, 8, № 1, с. 106—111.
9. Morris J., Yentsch C. M., Yentsch C. S. Relationship between light carbon dioxide fixation and dark carbon dioxide fixation by marine algae.— Limnol. and Oceanogr., 1974, 16, N 6, p. 854—858.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН.УССР

Поступила в редколлегию
17.I 1975 г.

УДК :577.4:591.524.11

Н. Ю. Миловидова, Л. Н. Кирюхина,
М. И. Кучеренко, Э. П. Тархова

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНОМОРСКИХ ДОННЫХ ОСАДКОВ В РАЙОНЕ СОЧИ

Донные отложения аккумулируют разного рода загрязнители, падающие в морскую воду, поэтому они являются хорошими показателями загрязнения при санитарной оценке прибрежной зоны моря. В районе Сочи были исследованы физико-химические свойства донных