



УДК [551.46.09:504.42.054:665.6]574.5

О. Г. Миронов¹, докт. биол. наук, зав. отделом, **Т. О. Гапонюк¹**, вед. инженер,
И. П. Муравьева¹, м. н. с., **Т. Н. Замыслова²**, преподаватель

¹ Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь, Украина

² Севастопольский Национальный Институт ядерной энергии и промышленности, Украина

БЕЛКИ, АМИНОКИСЛОТЫ И УГЛЕВОДЫ В ПРИБРЕЖНЫХ НАНОСАХ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

В прибрежных наносах линии уреза северного побережья Севастопольской бухты впервые определено содержание белков, аминокислот и углеводов. Установлено преобладание количества белков над углеводами, в то время как в море в целом преобладают углеводные соединения. Если в целом в Севастопольской бухте наблюдаются сезонные колебания концентрации органических веществ, то в условиях наносов, постоянно омываемых морской водой, сезонная динамика не наблюдается. Отношение концентрации углеводов к белку в наносах составляет десятые и сотые доли, что в десятки раз ниже, чем в поверхностном слое грунтов как открытого моря, так и бухт. Средняя концентрация белков и углеводов в наносах выше, чем в грунтах того же механического состава.

Ключевые слова: белки, аминокислоты, углеводы, прибрежные наносы, Черное море

В прибрежные воды, особенно в зоне расположения приморских городов, попадают органические вещества аллохтонного происхождения, основным источником которых являются канализационные и ливневые стоки. Объемы сбрасываемых загрязнений могут достигать достаточно больших величин, что приводит к угнетению, а иногда и разрушению морских сообществ. Лабильная органика, в которой преобладают загрязнения бытовых сточных вод, содержит, в основном, белково-углеводные вещества. При их трансформации образуются продукты окисления, которые в дальнейшем могут изменять скорости и полноту разрушения как этих соединений, так и других загрязняющих веществ, например, ли-

пидов и углеводородов. В этой связи для оценки процессов самоочищения необходимо знать качественные и количественные характеристики различных составляющих органического вещества и динамику его изменения.

Данные о загрязнении морских вод и донных осадков Севастопольской бухты достаточно широко освещены в литературе [6]. В то же время, сведения об органических веществах в прибрежных наносах практически отсутствуют.

Целью настоящей работы явилось изучение содержания белков, аминокислот и углеводов в прибрежных наносах, в различной степени подвергающихся воздействию хозяйственно-бытовых стоков.

Материал и методы. Пробы прибрежных наносов отбирались в 2002 – 2003 гг. на линии уреза (здесь и далее океанологическая терминология приводится по [8]) северного побережья Севастопольской бухты (район бухты Голландия) (Черное море). Структурно-механический состав наносов соответствовал крупному песку с примесью битой ракушки и гравия. В отобранных пробах белок определяли по методу Лоури [1]. Углеводы последовательно экстрагировали 5 % HClO₄ (кислоторастворимые углеводы), щелочным гидролизом 1N KOH (щелочерастворимые углеводы), по-

лисахариды осаждали из щелочного гидролизата двумя объемами этанола, моносахариды экстрагировали 80 % этанолом. Все фракции углеводов количественно определяли по цветной реакции с L-триптофаном [2]. Сумму аминокислот определяли по цветной реакции с нингидрином [10].

Результаты и обсуждение. Наиболее низкие показатели по белку и углеводам отмечены на ст. 1, несколько выше их концентрация - на ст. 2 (табл.1). При этом наблюдалась синхронность увеличения или уменьшения данных соединений во времени.

Таблица 1. Количество белков и углеводов в прибрежных наносах Севастопольской бухты (Черное море), мг/100 г сухого веса
Table 1. Proteins and carbohydrates quantity in marine deposits of littoral line from Sevastopol Bay (the Black Sea), mg/100 g of dry weight

№№ ст.	5.07.02	17.09.02	8.11.02	12.12.02	22.01.03	20.02.03	Среднее значение
Белок							
1	76.5	84.4	100.9	93.5	125.3	85.5	94.5
2	87.5	90.8	112.4	172.1	101.3	101.4	111.0
3	206.5	198.2	570.1	438.8	424.1	342.5	363.3
Углеводы							
1	12.2	10.7	13.8	9.0	8.2	8.6	10.5
2	13.0	17.5	15.8	22.2	14.3	12.1	15.8
3	23.6	12.2	165.1	46.3	70.3	33.1	58.5

Максимальные величины белков и углеводов - до 570 мг/100 г и 165 мг/100 г соответственно - наблюдалось в ноябре на ст. 3, где в это время происходил сброс сточных вод. На станциях 1 и 2 количество белков и углеводов в это время практически не изменилось. Последнее может свидетельствовать о локальном загрязнении, которое на расстоянии нескольких десятков (ст. 2) и более сотни метров (ст. 1) от сброса по химическим показателям не определяется. Подобное явление фиксировалось нами ранее [5]. Примечательно, что содержание белка в несколько раз превышает содержание углеводов, что не характерно для морской воды и донных осадков Севастопольской бухты, где

превалируют углеводы [6]. Доля белков белок от суммы органических веществ составляла в среднем 31.3 и 33.1 % соответственно на 1-ой и 2-ой станциях. На третьей содержание белка доходило до 52.5 %. Доля углеводов соответственно по станциям составляла в среднем 3.5, 4.7 и 7.2 %. При этом наблюдался большой разброс данных - от 3.1 до 15.1 %.

Прибрежные наносы, особенно на линии уреза, постоянно омываются морской водой. С другой стороны, элементы морского грунта прибрежной зоны могут выноситься волнами на берег. Таким образом, органическая составляющая прибрежных наносов может в определенной степени зависеть от состава

ва и количества органики в морской воде и в грунтах. По [4], среднегодовое содержание углеводов в морской воде Севастопольской бухты составляло для РОВ 131.5 мг/л и ВОВ 241 мг/л, для белков в РОВ 64.9 мг/л и в ВОВ - 225.2. При этом наблюдали большой разброс величин в течение года по содержанию белка и углеводов в морской воде, который, на наш взгляд, объясняется не только сезонными колебаниями [4], но и периодическим попаданием в бухту органики аллохтонного происхождения.

Как указывалось выше, в прибрежные наносы в результате волнового воздействия

могут попадать элементы грунта, находящиеся на подводном склоне.

Известно, что количество органических веществ и их компонентов в грунтах увеличивается по мере уменьшения размера частиц донных осадков [7]. Исходя из этого, в системе севастопольских бухт были отобраны пробы на подводном склоне с грунтами, близкими по механическому составу изучаемым наносам (табл. 2).

Таблица 2. Среднее содержание белков и углеводов на песчаных грунтах некоторых севастопольских бухт, в мг/100 г сухого осадка

Table 2. Proteins and carbohydrates average contents in sand sediments from some Sevastopol bays, mg/100 g of dry weight

№№ ст.	Название бухт или района	Глубина, м	Белки	Углеводы
14	Артиллерийская	7	56.8	113.6
21	Карантинная	10	103.5	267.5
17	Вход в б. Севастопольскую	10	38.8	79.9
31	Круглая	4	18.9	93.4
32	« - »	5	11.5	136.4
44	Учкуевка	5	10.8	87.1
-	Каламитский залив (средн. из 4-х ст.)	5 – 8	17.7	60.0

Для сравнения дано содержание белков и углеводов на аналогичных по составу грунтах и на тех же глубинах в Каламитском заливе, который примыкает к акватории района Учкуевки. Как видно из приведенных данных (табл. 2), абсолютные величины белков ниже, чем в прибрежных наносах, в то же время содержание углеводов превышает показатели в наносах в несколько раз. Вне бухт (Каламитский залив) содержание углеводов также более чем в три раза превышало содержание белков. В абсолютных величинах грунты Каламитского залива более бедны органикой, и ее распределение более равномерно, что характерно для грунтов открытого моря.

Таким образом, в прибрежных наносах содержание белково-углеводных соединений значительно выше, чем в грунтах того же ме-

ханического состава на относительно малых глубинах. В процессе трансформации белков в морскую среду попадают осколки белковой молекулы, в том числе свободные аминокислоты. В этой связи по наличию аминокислот можно с определенными допущениями судить о процессе разрушения белковых веществ и, тем самым, о самоочищении. Однако это довольно сложно, т.к. пределы колебания содержания аминокислот в Черном море во взвешенном органическом веществе составляют 19.8 – 108.2 мг/л [3], а в поверхностных донных осадках - от 37.8 до 644.0 мг/100 г [9].

Содержание аминокислот на 1-ой и 2-ой станциях практически одинаково и не выходит за пределы 50 мг/100 г, опускаясь иногда до аналитического нуля (рис.1).

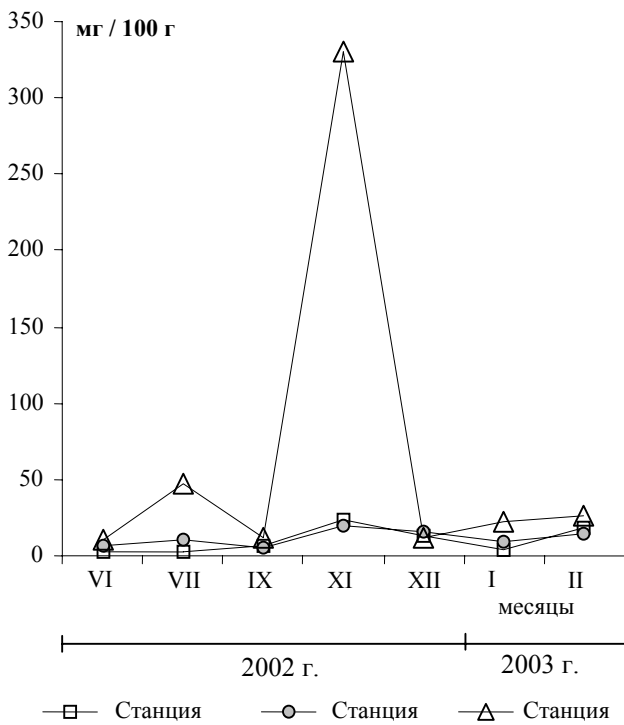


Рис. 1. Содержание аминокислот в береговых наносах Севастопольской бухты (Черное море), мг / 100 г
 Fig. 1. Amino acids content in the marine deposits of littoral line from Sevastopol Bay (the Black Sea), mg / 100 g

Концентрация содержания аминокислот на ст. 3 была постоянно выше, чем на первых двух станциях, и ее резкое увеличение было зафиксировано в период сброса сточных вод.

В целом содержание аминокислот в прибрежных наносах значительно ниже, чем в поверхностном слое грунтов Черного моря [9]. В то же время наибольшие концентрации аминокислот, по данным тех же авторов [9] - от 3391 до 6003 мкг/л - содержатся в грунтовых растворах осадков с мелководных станций. Авторы объясняют это различной интенсивностью биохимических процессов, а также процессами осадконакопления лабильного органического вещества в отсутствии гидродинамических процессов (волновое воздействие) на этих глубинах.

В Севастопольской бухте за счет продукционных процессов практически во всех фракциях углеводов их максимум наблюдается в середине лета. На этом фоне происходит увеличение фракций углеводов в прибрежных наносах за счет загрязнения, что наиболее заметно на 3-ей станции, в районе которой происходит периодический сброс сточных вод (рис. 2).

При этом следует отметить низкое содержание фракций полисахаридов: в феврале на первых двух станциях оно опускалось фактически до аналитического нуля. На ст. 3 в это время фиксировалось всего 0.56 мг/100 г.

Выводы. В прибрежных наносах линии уреза северного побережья Севастопольской бухты впервые определено содержание белков, аминокислот и углеводов. Установлено преобладание количества белков над углеводами, в то время как в море в целом преобладают углеводные соединения. Если в целом в Севастопольской бухте наблюдаются сезонные колебания концентрации органических веществ, то в условиях наносов, постоянно омываемых морской водой, сезонная динамика не наблюдается. Отношение концентрации углеводов к белку в наносах составляет десятые и сотые доли, что в десятки раз ниже, чем в поверхностном слое грунтов, как открытого моря, так и бухт. Средняя концентрация белков и углеводов в наносах выше, чем в грунтах того же механического состава.

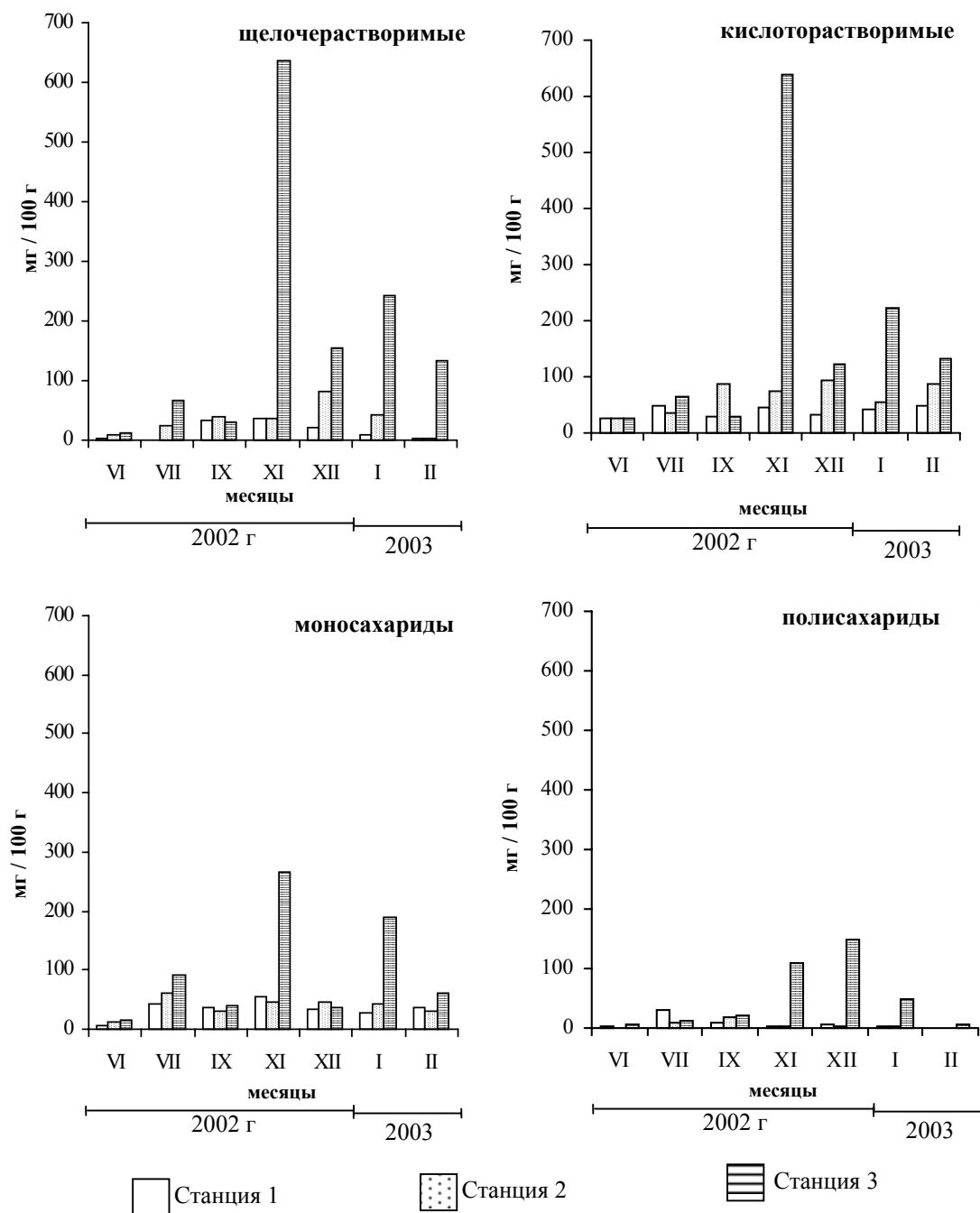


Рис. 2. Содержание углеводных фракций в прибрежных наносах Севастопольской бухты (Черное море), мг / 100 г
 Fig. 2. Carbohydrates compounds content in the marine deposits of littoral line from Sevastopol Bay (the Black Sea), mg / 100 g

1. *Агатова А. И., Андреева Н. М.* Определение белка во взвеси и донных осадках / Методы исследования органического вещества в океане – М.: Наука, 1980. - С. 93 – 97.
2. *Агатова А. И., Полуяков В. Ф.* Определение суммы углеводов в морской воде, взвеси и осадках с L- триптофаном / Методы исследования органического вещества в океане – М.: Наука, 1980. - С. 115 – 121.
3. *Витюк Д. М.* Взвешенное вещество и его биогенные компоненты. - К., 1983. – 210 с.
4. *Дивавин И. А., Копытов Ю. П., Цымбал И. М.* Органическое вещество в морской воде Черного моря / Молисмология Черного моря. - К.: Наук. думка, 1992. - С. 165 – 204.
5. *Миронов О. Г.* Материалы к санитарной характеристике акватории Феодосийского курорта // Гигиена и санитария. – 1961. - № 4. - С. 97 – 98.
6. *Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В.* Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке / Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
7. *Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Кучеренко М. И., Тархова Э. П.* Самоочищение в прибрежной акватории Черного моря. - К.: Наук. думка, 1975. – 143 с.
8. *Смирнов Г. Н.* Океанология. - М.: Высшая школа, 1974. – 342 с.
9. *Старикова Н. Д., Коржикова Л. И.* Содержание и состав аминокислот в воде, взвеси, осадках и грунтовых растворах Черного моря // Геохимия. – 1972. - № 2. – С. 230 – 240.
10. *Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А.* Практикум по общей химии. - М.: Просвещение, 1975. – 318 с.

Поступила 15 августа 2003 г.

Білки, амінокислоти і вуглеводи в прибережних наносах Севастопольської бухти Чорного моря. О. Г. Міронов, Т. О. Гапонюк, І. П. Муравйова, Т. М. Замислова. У прибережних наносах на літоральній лінії північного узбережжя Севастопольської бухти вперше визначено вміст білків, амінокислот і вуглеводів. Установлено домінування кількості білків над вуглеводами, у той час як у морі загалом переважають вуглеводні сполуки. Якщо в цілому в Севастопольській бухті спостерігаються сезонні коливання концентрації органічних речовин, то в умовах наносів, які періодично зрошуються морською водою, сезонна динаміка відсутня спів. Відношення концентрації вуглеводів і білка в наносах складає десяті і соті частки, що в десятки разів нижче, ніж у поверхневому шарі ґрунтів як відкритого моря, так і бухт. Середня концентрація білків і вуглеводів у наносах вища, ніж у ґрунтах того ж механічного складу.

Ключові слова: білки, амінокислоти, вуглеводи, прибережні наноси, Чорне море

Proteins, amino acids and carbohydrates in marine deposits of littoral zone from Sevastopol Bay (the Black Sea). O. G. Mironov, T. O. Gaponyuk, I. P. Muravjova, T. M. Zamyslova. The quantity of protein, aminoacids and carbohydrates in marine deposits of littoral zone of north coast of the Sevastopol Bay was determined for the first time. The protein quantity was predominant above carbohydrates although in marine water the carbohydrates quantity is predominant. The concentration of organic matter in the marine water has the seasonal fluctuations, but the seasonal dynamics of marine deposits organic matter are not observed. The attitude of concentration carbohydrates / protein in marine deposits is equaled as 0.1 - 0.01. It is lesser in ten times, than in bottom sediments of open sea and bays. The average concentration of protein and carbohydrates in marine deposits on littoral line is higher than in marine bottom sediments of the same mechanical composition.

Key words: proteins, amino acids, carbohydrates, marine deposits, littoral zone, Black Sea