

# PROTECTION OF THE ENVIRONMENT

---

Boychenko T.V.

## ECO-TROPHIC GROUPS MICROORGANISMS IN THE SURFACE WATER OF THE KIEVKA BAY

Boychenko T.V., Russia, Far Eastern Federal University, Ph.D.

### Abstract

It is studied eco-trophic groups of the microorganism in surface water of the Kievka bay, their distribution and dynamic of number during 2015-2016 years. Estimation of the environment in the bay is given on the ground of microbial indication result. It has been shown that although marine microorganisms have polyresistance to a variety of pollutants, their reaction is individual for each species of pollutant. It is established that the water area b. Kievka remains a clean area, with a small anthropogenic load, locally prone to seasonal economic and recreational activities.

**Keywords:** the Kievka bay, heterotrophic microorganisms, microbial indication of the environment, eco-trophic groups microorganisms, enterobacteria.

### Введение

В настоящее время заметно увеличилась антропогенная нагрузка на прибрежные морские акватории. В поисках новых рекреационных зон население «осваивает» все новые и новые участки побережья для проведения активного отдыха, что представляет опасность для еще чистых акваторий. Активное использование прибрежных зон в рекреационных целях сопровождается появлением в морской среде большого количества санитарно-показательных микроорганизмов, свидетельствующих об изменении качества среды и включающих в свой пул патогенную микрофлору [1].

Несмотря на активное освоение прибрежных зон в целях рекреации, еще остаются акватории, практически не охваченные заметным воздействием человека. В экологической практике эти районы принято относить к фоновым. Однако в связи с усилением рекреационного пресса и возрастающим освоением побережий необходимо проводить регулярный мониторинг не только экологически напряженных участков, но и пока ещё благополучных прибрежно-морских районов в целях прогнозирования дальнейшего развития их экологического состояния. Учитывая рост неконтролируемой рекреационной нагрузки, необходимо усилить внимание к этим ещё уцелевшим, незагрязненным «островкам» прибрежных районов.

Бухта Киевка располагается в юго-восточной части побережья Приморского края, за пределами залива Петра Великого. Она фактически является пунктом, разделяющим южные и северные воды Приморья. С юга бухта широко открыта в сторону Японского моря. На западе она ограничена мысом Суткового, на востоке - мысом Островной. Ширина бухты между входными мысами не превышает 10 км. Б. Киевка находится на значительном удалении от крупных населенных пунктов и примыкает к территории Лазовского заповедника. В б. Киевка достаточно подробно изучены планктонные сообщества [2], [3], [4], описаны видовой состав и распределение свободноживущих нематод [5] и амфипод [6]. Имеются сведения о макробентосе прибрежной части [7], о гидрологическом режиме бухты [8], описаны некоторые экологические параметры водной среды и донных отложений [9], [10]. Однако эколого-микробиологической оценки качества морской среды не проводилось. Проведение такого исследования тем более актуально, что на восточном побережье бухты функционирует завод ТИНРО по разведению беспозвоночных, информация о состоянии водной среды для которого крайне необходима.

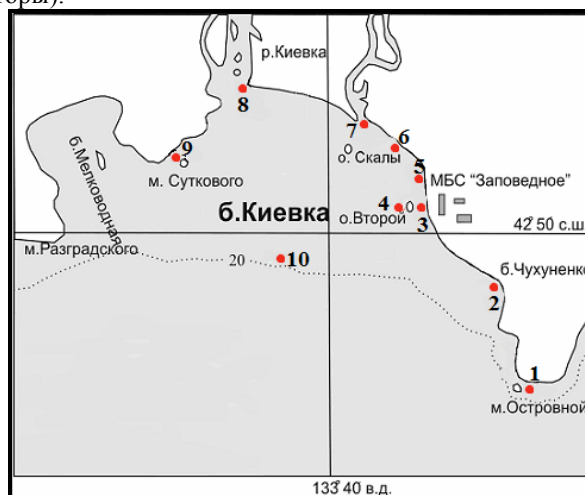
Микроорганизмы являются надежными индикаторами самых первых «сбоев» в функционировании экосистем. Загрязнение и снижение самоочищающего потенциала водоемов, сопровождается изменением численности и структуры микробных сообществ.

В связи с этим **целью** работы было изучить распределение и динамику численности индикаторных эколого-трофических групп микроорганизмов в поверхностных водах, и по ним оценить состояние среды в б. Киевка.

#### **Материалы и методы исследования**

Исследование проводили в 2015, 2016 гг. в течение трёх сезонов: весна, лето, осень. Станции отбора проб показаны на рис.1. Привязку станций осуществляли при помощи спутниковой системы GPS 12XL (Garmin, U.S.A.).

Отбор проб для микробиологического анализа производили с соблюдением условий стерильности, с глубины 10-15 см от поверхности воды в одноразовые шприцы объемом 20 мл, одновременно учитывая температуру воды (табл. 1). В пробах определялись следующие экологотрофические группы микроорганизмов: ОЧГ (общее число гетеротрофов); БГКП (бактерии группы кишечной палочки); НО (нефтеокисляющие микроорганизмы); ДТ (деструкторы дизельного топлива), ФД (фенолдеструкторы).



**Рисунок 1. Карта-схема района работ и станций отбора проб.**  
 1- м. Островной, 2 – б. Чухуненко, 3 – район завода ТИНРО, 4 – о. Второй (открытая часть), 5 -причал №42, 6 - песчаный пляж, 7 – малое устье р.Киевка, 8 – большое западное устье р. Киевка, 9 - р-он м. Суцкого, 10 - выход из бухты.

Общую численность колониобразующих форм гетеротрофных микроорганизмов определяли на среде СММ (среда для морских микроорганизмов) с добавлением 1.5% агара чашечным методом Коха [11]. Определение амилаolitikов и протеолитиков выполняли также чашечным методом Коха на модифицированной среде СММ, куда в качестве питательного субстрата добавляли молоко и крахмал. Для выделения БГКП использовали среду Эндо. Лактозоположительные колонии, выделяли в чистую культуру, а идентификацию исследуемых изолятов проводили по диагностическим ключам [12], а также на основе использования АРІ- стрипов фирмы BioMerieux (Франция).

Таблица 1. Температура (°C) поверхностных вод б.Киевка

№ станции	Температура, °C				
	Весна 2015	Весна 2016	Лето 2015	Осень 2015	Осень 2016
1.	4,6°C	5°C	19,1°C	4°C	3,9°C
2.	4,7°C	5,1°C	20°C	5,2°C	3,7°C
3.	8°C	7,3°C	22,5°C	9,3°C	8,3°C
4.	4,2°C	5,2°C	21°C	8°C	8°C
5.	8°C	8,1°C	22,3°C	9,7°C	7,9°C
6.	6,1°C	5,7°C	22,7°C	8,1°C	7,1°C
7.	6,4°C	6,5°C	28°C	8,2°C	7,3°C
8.	8,1°C	9,5°C	22,5°C	7,7°C	5,7°C
9.	4,9°C	5,1°C	22°C	8,5°C	5,6°C
10.	4,6°C	5°C	19°C	4,1°C	3,9°C

Наиболее вероятное количество бактерий НО, ФД, ДТ оценивали на основе метода предельных разведений, с использованием элективных сред. В качестве основы для приготовления элективных сред использовали дрожжевой экстракт (0.005%) с минеральными солями, куда добавляли один из следующих субстратов: нефть, фенол, дизельное топливо в конечной концентрации 0.1%, как единственный источник углерода для бактерий [13]. Для определения наиболее вероятного числа клеток микроорганизмов использовали таблицу Мак-Креди.

#### Результаты и обсуждение

Наиболее важную роль в функционировании морских экосистем играют гетеротрофные микроорганизмы, которые являются одним из показателей степени эвтрофирования водоема, а так же активности процессов самоочищения морских вод. Благодаря физиологическим и генетическим особенностям, бактерии быстро реагируют на изменение качества среды и действие стрессовых факторов. В связи с этим они могут быть использованы для оценки органического загрязнения. По принятым микробиологическим критериям показатели численности микроорганизмов до  $10^3$  кл/мл соответствуют чистым олигосапробным водам,  $10^3 - 10^5$  кл/мл – мезосапробным водам, обогащенным органическими соединениями, что зачастую наблюдается в прибрежных водах;  $10^6$  кл/мл и выше – свидетельствуют о высоком загрязнении, соответствуют полисапробным водам [14].

Анализ результатов, полученных при изучении распределения общей численности гетеротрофных микроорганизмов, показал, что численность данной физиологической группы подчинена сезонной динамике.

Для численности микроорганизмов этой группы характерно повышение микробных показателей от весны к лету и снижение их к

осени, что обусловлено понижением температуры воды, и как следствие, снижением функциональной активности бактерий.

Результат микробиологического анализа проб, отобранных в б. Киевка показал довольно равномерное распределение микробных сообществ в весенний и осенний сезоны. Так, численность общего числа гетеротрофов на большинстве станций была невысокой ( $10 \cdot 10^3$  КОЕ/мл), что характеризует данные воды как чистые (олигосапробные) (табл. 2).

С наступлением лета количество микробов данной группы на большинстве станций выросло в среднем на 1-2 порядка. Наиболее высокие числовые показатели  $10^5$  КОЕ/мл регистрировались на станциях 3 (р-он завода ТИНРО) и 5 (причал №42), характеризуя воды как мезосапробные (обогащённые органическими соединениями).

**Таблица 2. Численность колониобразующих гетеротрофных микроорганизмов (КГМ) в поверхностных водах б. Киевка, КОЕ/мл.**

№ ст.	Весна 2015	Весна 2016	Лето 2015	Осень 2015	Осень 2016
1.	$(6,1 \pm 0,23) \cdot 10$	$(4,8 \pm 0,2) \cdot 10$	$(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(2,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$	$(1,1 \pm 0,2) \cdot 10$
2.	$(6,7 \pm 0,12) \cdot 10^2$	$(2,5 \pm 0,3) \cdot 10^2$	$(3,1 \pm 0,4) \cdot 10^4$	$(3,5 \pm 0,2) \cdot 10^2$	$(2,7 \pm 0,2) \cdot 10^2$
3.	$(6,7 \pm 0,11) \cdot 10^2$	$(7,8 \pm 0,3) \cdot 10^3$	$(3,7 \pm 0,25) \cdot 10^5$	$(2,7 \pm 0,21) \cdot 10^3$	$(3,7 \pm 0,21) \cdot 10^3$
4.	$(2,1 \pm 0,21) \cdot 10^2$	$(7,1 \pm 0,29) \cdot 10^2$	$(2,5 \pm 0,3) \cdot 10^4$	$(2,0 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(2,2 \pm 0,21) \cdot 10^2$
5.	$(8,9 \pm 0,2) \cdot 10^2$	$(9,1 \pm 0,3) \cdot 10^3$	$(8,9 \pm 0,29) \cdot 10^5$	$(7,8 \pm 0,3) \cdot 10^3$	$(8,9 \pm 0,32) \cdot 10^3$
6.	$(5,5 \pm 0,31) \cdot 10^2$	$(2,1 \pm 0,4) \cdot 10^2$	$(1,6 \pm 0,3) \cdot 10^4$	$(2,0 \pm 0,21) \cdot 10^2$	$(1,5 \pm 0,11) \cdot 10^2$
7.	$(2,3 \pm 0,31) \cdot 10^2$	$(3,6 \pm 0,3) \cdot 10^3$	$(3,7 \pm 0,27) \cdot 10^4$	$(3,7 \pm 0,4) \cdot 10^3$	$(2,3 \pm 0,41) \cdot 10^3$
8.	$(6,7 \pm 0,21) \cdot 10^2$	$(6,5 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(8,1 \pm 0,1) \cdot 10^3$	$(5,0 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(5,7 \pm 0,32) \cdot 10^3$
9.	$(3,4 \pm 0,3) \cdot 10^2$	$(6,3 \pm 0,4) \cdot 10^2$	$(4,5 \pm 0,2) \cdot 10^3$	$(2,4 \pm 0,18) \cdot 10^2$	$(6,4 \pm 0,28) \cdot 10^2$
10.	$(4,2 \pm 0,17) \cdot 10^2$	$(2,0 \pm 0,1) \cdot 10^2$	$(2,3 \pm 0,2) \cdot 10^2$	$(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^2$	$(1,2 \pm 0,18) \cdot 10^2$

Найденные значения численности гетеротрофов свидетельствуют о высоких концентрациях органических веществ в среде в летнее время. Органическое загрязнение в районе причала №42 обусловлено увеличением антропогенной нагрузки - интенсивной хозяйственно-бытовой деятельностью людей, проживающих на МБС «Заповедное», в период, с июня по август. В районе завода ТИНРО высокие значения КГМ вызваны обогащением среды органическими веществами, главным образом, автохтонного происхождения – метаболитами и постмортальной органикой, поступающими от поля zostеры и макрофитов, обильно произрастающих в псевдолагуне, защищённой от моря рифами. В летний период здесь наблюдается массовое развитие морских трав *Zostera marina* и *Z. pacifica*, а также бурых водорослей *Laminaria japonica*, *Sargasum meyabei* и *S. pallidum*. Активная вегетация, сопровождающаяся выделением метаболитов, а также разложение отмирающих макрофитов, очевидно, и является причиной высокой общей численности гетеротрофных микроорганизмов. В их составе выявлено большое количество протеолитиков, амилитиков и липолитиков, т.е. бактерий

выделяющих в среду гидролитические ферменты для расщепления простых органических соединений (табл. 3).

**Таблица 3. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в поверхностных водах б. Киевка.**

№ ст.	Эколого-трофические группы микроорганизмов					
	ПР (КОЕ/мл)		АМ (КОЕ/мл)		Л (кл/мл)	
	весна					
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
1.	(1,7±0,2)*10	(1,2±0,2)*10	(1,9±0,12)*10	(2,3±0,1)*10	2,0*10	2,7*10
2.	(2,3±0,11)*10	(2,1±0,12)*10	(2,0±0,07)*10	(1,7±0,21)*10	2,0*10	1,3*10
3.	(9,0±0,1)*10	(8,7±21)*10 <sup>2</sup>	(1,5±0,2)*10 <sup>2</sup>	(1,7±0,23)*10 <sup>2</sup>	5,0*10	7,9*10 <sup>2</sup>
4.	(8,0±0,21)*10	(8,2±0,3)*10	(4,0±0,07)*10	(3,0±0,2)*10	7,9*10 <sup>2</sup>	5,0*10 <sup>2</sup>
5.	(7,0±0,14)*10	(9,2±0,11)*10	(1,5±0,2)*10 <sup>2</sup>	(2,5±0,09)*10 <sup>2</sup>	5,0*10	7,9*10
6.	(1,3±0,3)*10 <sup>2</sup>	(3,5±0,2)*10	(3,0±0,2)*10	(2,7±0,1)*10	2,0*10 <sup>2</sup>	2,4*10 <sup>2</sup>
7.	(4,6±0,32)*10 <sup>2</sup>	(2,3±0,12)*10 <sup>2</sup>	(5,0±0,11)*10	(3,9±0,04)*10	1,3*10 <sup>2</sup>	2,4*10
8.	(2,7±0,08)*10 <sup>2</sup>	(3,7±22)*10 <sup>2</sup>	(4,8±0,08)*10	(3,2±0,2)*10	2,4*10	1,3*10
9.	(3,3±0,14)*10 <sup>2</sup>	(3,7±0,3)*10 <sup>2</sup>	(2,5±0,13)*10 <sup>2</sup>	(4,5±0,2)*10 <sup>2</sup>	0,9*10	2,7*10
10.	(1,1±0,06)*10	(2,7±0,12)*10	(2,0±0,3)*10	(4,0±0,07)*10	1,3*10	1,5*10
<b>лето</b>						
1.	(1,5±0,23)*10 <sup>2</sup>	-	(2,1±0,2)*10 <sup>2</sup>	-	0,9*10	-
2.	(1,2±0,12)*10 <sup>2</sup>	-	(2,3±0,11)*10 <sup>2</sup>	-	4,5*10	-
3.	(9,9±0,4)*10 <sup>4</sup>	-	(7,8±0,5)*10 <sup>4</sup>	-	4,0*10 <sup>3</sup>	-
4.	(2,1±0,23)*10 <sup>3</sup>	-	(5,0±0,4)*10 <sup>2</sup>	-	9,5*10 <sup>2</sup>	-
5.	(2,3±0,2)*10 <sup>4</sup>	-	(2,8±0,32)*10 <sup>4</sup>	-	7,5*10 <sup>3</sup>	-
6.	(4,7±0,1)*10 <sup>2</sup>	-	(2,1±0,33)*10 <sup>2</sup>	-	7,5*10 <sup>2</sup>	-
7.	(2,9±0,4)*10 <sup>2</sup>	-	(1,7±0,21)*10 <sup>2</sup>	-	4,0*10	-
8.	(1,2±0,31)*10 <sup>2</sup>	-	(1,4±0,3)*10 <sup>2</sup>	-	7,5*10 <sup>2</sup>	-
9.	(2,1±0,2)*10 <sup>2</sup>	-	(3,1±0,13)*10 <sup>2</sup>	-	4,5*10 <sup>2</sup>	-
10.	(1,2±0,2)*10 <sup>2</sup>	-	(1,5±0,09)*10 <sup>2</sup>	-	0,9*10 <sup>2</sup>	-
<b>осень</b>						
1.	(2,0±0,21)*10	(2,1±0,07)*10	(1,7±0,2)*10	(2,7±0,2)*10	0,9*10	2,5*10
2.	(1,2±0,1)*10	(1,8±0,1)*10	(2,3±0,11)*10	(2,5±0,11)*10	2,5*10	4,2*10
3.	(7,2±0,13)*10 <sup>2</sup>	(2,9±0,22)*10 <sup>3</sup>	(3,0±0,05)*10	(3,1±0,2)*10 <sup>2</sup>	7,5*10 <sup>2</sup>	4,0*10 <sup>2</sup>
4.	(4,5±0,3)*10 <sup>2</sup>	(6,1±23)*10 <sup>2</sup>	(4,2±0,4)*10 <sup>2</sup>	(5,2±0,32)*10 <sup>2</sup>	9,5*10 <sup>2</sup>	7,9*10 <sup>2</sup>
5.	(6,0±0,32)*10 <sup>2</sup>	(5,3±0,17)*10 <sup>2</sup>	(2,0±0,03)*10	(5,7±0,1)*10	4,0*10	7,5*10
6.	(1,5±0,06)*10	(2,9±0,1)*10	(1,4±0,2)*10 <sup>2</sup>	(3,0±0,12)*10	3,0*10 <sup>2</sup>	3,0*10 <sup>2</sup>
7.	(2,9±0,12)*10	(3,1±0,09)*10	(1,5±0,11)*10 <sup>2</sup>	(2,8±0,05)*10	0,9*10 <sup>2</sup>	2,0*10
8.	(2,5±0,11)*10	(2,1±0,03)*10	(9,0±0,21)*10	(8,5±0,9)*10	1,1*10	4,0*10
9.	(1,7±0,3)*10	(1,7±0,1)*10	(6,7±0,2)*10	(6,7±0,4)*10	3,0*10	0,9*10 <sup>2</sup>
10.	(1,3±0,1)*10	(2,3±0,1)*10	(3,3±0,4)*10	(4,3±0,13)*10	1,1*10	1,5*10

Примечание: Л – липолитики, АМ – амилаолитики, ПР-протеолитики, - нет данных

Биологическое загрязнение на обследованных станциях простыми веществами (липидами, белками, углеводами) в летний сезон согласуется с численностью гетеротрофных микроорганизмов (станции 3, 5), достигая 10<sup>4</sup> КОЕ/мл. В весенний и осенний сезоны численность протеолитиков и амилаолитиков невысокая, и их количество составляет 10<sup>2</sup> КОЕ/мл.

К биологическому загрязнению также относится загрязнение энтеробактерии, которые являются прямыми индикаторами влияния антропогенного пресса на морские мелководные системы. Максимум численности БГКП фиксировался летом, заметно превышая нормативный уровень [15], свидетельствуя о фекальном загрязнении на большинстве исследуемых станций (табл. 4). Исключением являлись станции 1 (м. Островной) и 10 (выход из бухты) где были зафиксированы нулевые значения данной группы микроорганизмов, во все исследуемые сезоны, а воды по данному показателю соответствовали норме. В мае и сентябре количество БГКП уменьшается на всей исследуемой акватории, что связано со спадом антропогенной нагрузки и снижением температуры воды.

Характеристика физиолого-биохимических и морфологических свойств штаммов, позволяет судить об экологическом состоянии водоема, из которого был произведен забор. Всего в культуру было выделено 23 морфотипа, из которых по типу клеточной стенки 9 – грамположительные, 14 – грамотрицательные. В исследуемых пробах воды были найдены представители родов: *Pseudomonas* - 8, *Escherichia* – 4, *Acetobacter* – 1, *Acinetobacter* – 1, *Bacillus* - 7, *Micrococcus* - 3, *Actinomyces* – 3.

**Таблица 4. Численность санитарно-показательных микроорганизмов (БГКП и *Escherichia coli*) в поверхностных водах б. Киевка, КОЕ/мл.**

№ ст.	БГКП / <i>Escherichia coli</i>				
	Весна 2015	Весна 2016	Лето 2015	Осень 2015	Осень 2016
1.	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
2.	0/0	0/0	(3,8±0,3)*10 <sup>6</sup>	0/0	0/0
3.	(1,1±0,1)*10 <sup>0</sup>	(1,5±0,2)*10 <sup>0</sup>	(2,4±0,3)*10 <sup>2/5</sup>	(1,2±0,1)*10 <sup>5</sup>	(1,7±0,22)*10 <sup>0</sup>
4.	0/0	0	(1,1±0,1)*10 <sup>0</sup>	0	0
5.	(2,2±0,2)*10 <sup>0</sup>	(1,5±0,3)*10 <sup>5</sup>	(9,0±0,2)*10 <sup>2/21</sup>	(1,8±0,11)*10 <sup>6</sup>	(2,5±0,12)*10 <sup>2/2</sup>
6.	0/0	0/0	(7,5±0,2)*10 <sup>2/2,5*10</sup>	0/0	0/0
7.	(1,2±0,1)*10 <sup>0</sup>	(1,7±0,3)*10 <sup>5</sup>	(2,8±0,1)*10 <sup>2/1,3*10</sup>	(2,6±0,3)*10 <sup>0</sup>	(1,5±0,2)*10 <sup>2/0</sup>
8.	0/0	(2,5±0,1)*10 <sup>0</sup>	(5,6±0,1)*10 <sup>0</sup>	(1,1±0,2)*10 <sup>0</sup>	(1,7±0,11)*10 <sup>0</sup>
9.	0/0	0/0	(1,2±0,1)*10 <sup>0</sup>	0/0	0/0
10.	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

Следующей группой, которую целесообразно рассмотреть после бактерий группы кишечной палочки, являются фенолдеструкторы, поскольку в широком наборе микроорганизмов, относящихся к этой эколого-трофической группе, могут находиться деструкторы фекальных стиролов (входят в состав фенольных соединений). Это предположение особенно ярко подтверждается для ст. 3 и 5, где численность микроорганизмов данной группы достигала максимальной величины – 10<sup>3</sup> кл/мл. Обращают на себя внимание также станции 1 и 10, где численность фенолдеструкторов равна нулю (во все исследуемые сезоны). На

остальных станциях концентрация клеток находилась в диапазоне  $10^1$ - $10^2$  кл/мл. Осенью численность бактерий этой группы заметно уменьшилась, и не превышала  $10^1$  кл/мл. Также, следует отметить, что загрязнение окружающей среды фенолами может иметь несколько причин. Помимо фекальных стеролов, присутствие и численность фенолоксиляющих бактерий может отражать загрязнение моря пестицидами, а при высоком нефтяном загрязнении – нефтепродуктами. Вместе с тем, при нефтяном загрязнении должна быть одновременно велика доля бактерий - липолитиков в микробоценозах.

В б. Киевка также обнаружены нефтеоксиляющие микроорганизмы, свидетели техногенного пресса. Согласно литературным данным, воды, где численность нефтеустойчивых микроорганизмов не превышает  $10^2 - 10^4$  КОЕ/ мл относятся к категории «малозагрязненные» [16, 17, 18]. Данные, полученные нами, показали, что числовые показатели микроорганизмов, устойчивых к нефти и дизельному топливу, на большинстве станций не превышали  $10^3$  КОЕ/мл, из чего следует, что воды бухты в незначительной мере загрязнены нефтепродуктами.

Данную эколого-трофическую группу микроорганизмов целесообразно начать рассматривать с деструкторов дизельного топлива, так как это более легкоусваиваемая форма, которая будет предпочитаться микроорганизмами и использоваться в первую очередь. Максимальные значения численности деструкторов дизельного топлива были зафиксированы на станциях 2, 7 и 8, составив  $10^3$  кл/мл, нулевые значения микроорганизмов данной эколого-трофической группы обнаружено на ст. 1 и 10. Осенью произошло заметное уменьшение численности на несколько порядков величин на всех исследуемых станциях, что несомненно связано с уменьшением антропогенного пресса: посещаемость туристами данной акватории к осени спадает, кроме того осадки и усиливающаяся гидродинамика способствуют разбавлению и разносу контаминантов.

Численность нефтеоксиляющих микроорганизмов находилась в диапазоне от 0 до  $10^3$  кл/мл. Заметная их численность выявлена в летний период. Их максимум ( $10^3$  кл/мл) зафиксирован на станции № 2-й (б. Чухуненко). Эта численность также невысока по сравнению с б. Золотой Рог, где максимальное количество нефтеоксиляющих микроорганизмов достигает  $10^5 - 10^7$  кл/мл [19], с зал. Находка, где количество составляет  $10^5$  кл/мл [20].

#### **Выводы**

Таким образом, полученные результаты показали, что отклик микроорганизмов, адаптированных к конкретным видам загрязняющих веществ, объективно отражал не только общее загрязнение акватории, но также указывал на уровень содержания отдельных поллютантов. То есть,



микробная индикация позволяет выявить характер и степень загрязнения и установить источник загрязнения.

**Таблица 5. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов в поверхностных водах бухты Киевка.**

№ ст.	Эколого-трофические группы микроорганизмов (кл/мл)					
	ДГ		Ф		Н	
	весна					
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
1.	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0,4*10	0	0
3.	1,5*10	2,0*10	5,0*10	2,0*10	2,0*10	0,4*10
4.	0	0,4*10	0,4*10	0	0,4*10	0,4*10
5.	1,5*10	1,4*10	4,5*10	7,5*10	0,4*10	2,5*10
6.	2,0*10	5,0*10	2,0*10	0	2,0*10	0
7.	2,5*10	2,0*10	2,5*10	7,5*10	9,5*10	0,4*10
8.	1,4*10	2,5*10	0,9*10	2,0*10	1,4*10	0,4*10
9.	0	0,4*10	2,0*10	0	0	0
10.	0	0	0	0	0	0
	<b>лето</b>					
1.	0	-	0	-	0	-
2.	4,0*10 <sup>3</sup>	-	2,5*10 <sup>2</sup>	-	4,0*10 <sup>3</sup>	-
3.	9,5*10 <sup>2</sup>	-	4,5*10 <sup>3</sup>	-	9,5*10	-
4.	2,5*10	-	4,5*10	-	0,4*10	-
5.	2,5*10 <sup>2</sup>	-	9,5*10 <sup>3</sup>	-	9,5*10 <sup>2</sup>	-
6.	2,5*10	-	2,5*10 <sup>2</sup>	-	2,0*10 <sup>2</sup>	-
7.	4,0*10 <sup>3</sup>	-	1,5*10 <sup>2</sup>	-	4,0*10 <sup>2</sup>	-
8.	4,5*10 <sup>3</sup>	-	2,5*10 <sup>2</sup>	-	9,5*10 <sup>2</sup>	-
9.	2,5*10	-	4,5*10 <sup>2</sup>	-	4,0*10	-
10.	0	-	0	-	0	-
	<b>осень</b>					
1.	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0,4*10	2,4*10	0	0,4*10
3.	1,5*10	5,0*10	2,5*10	4,5*10	1,4*10	2,5*10
4.	0	0,4*10	0,4*10	2,5*10	0	1,4*10
5.	4,5*10	4,5*10	0,7*10	7,5*10	2,4*10	2,0*10
6.	0	2,0*10	0	0,9*10	0	0,4*10
7.	2,0*10	2,5*10	0,4*10	2,5*10	2,0*10	7,5*10
8.	0,4*10	2,0*10	0	2,0*10	0,4*10	0,9*10
9.	0	2,0*10	0,4*10	0,9*10	0	0,4*10
10.	0	0	0	0	0	0

Примечание: “-” нет данных

Данные микробной индикации поверхностных вод б. Киевка свидетельствует об общей средней трофности вод. Основной вклад в поступление органических веществ вносят природные источники – поля и пояса морских трав и водорослей макрофитов, а также хозяйственно-

бытовые стоки и рекреационный пресс заметно возрастающий в летний период времени. Техногенное воздействие практически отсутствует.

На основании микробиологических данных, самыми чистыми районами в б. Киевка можно считать м. Остовной и выход из бухты, где отсутствует техногенное и фекальное загрязнение (во все сезоны каждого года показатели нефтеокисляющих микроорганизмов и БГКП нулевые). Именно эти станции на основании микробной индикации можно использовать как фоновые для данной бухты и акваторий подобного типа.

**References:**

- [1] Khristoforova NK, Zhuravel EV, Mironova Yu.A. Recreational impact on the East Bay (Sea of Japan) // Biol. seas. 2002. № 4. Pp. 300-303.
- [2] Nadotchiy VV, Zuenko Yu.I. Zooplankton bays of Kievka, Sokolovskaya, Shallow and Kaplunova (northwestern part of the Sea of Japan) // Izvestia TINRO, 2002. T. 131. P. 288-299.
- [3] Dolganova NT, Kosenok NS, Zuenko Yu.I. Features of summer zooplankton in some bays of the coast of Primorye // Izvestia TINRO, 2004. T. 136. P. 249-263.
- [4] EN Selivanova Zooplankton of Kievka bay of the Sea of Japan (composition, seasonal and interannual variability). Author's abstract. Dis. Cand. Biol. Sciences. Vladivostok: FENU, 2007. 18 pp.
- [5] N.P. Fadeeva. Distribution of free-living nematodes in the region b. Kievka // Biological investigations of benthos and fouling in the Sea of Japan. Vladivostok: FEB RAS, 1991. S. 66-84.
- [6] Budnikova L.L. Species composition and distribution of amphipods (Crustacea Amphipoda) in the vicinity of the bay of Kievka // Biological studies of benthos and fouling in the Sea of Japan. Vladivostok: FEB RAS, 1991. S. 54-65.
- [7] Kozhenkova SI, Galysheva Yu.A. Information on the macrobenthos of the littoral and the upper sublittoral b. Kievka (Sea of Japan) // Geographical and geoecological research in the Far East. Vladivostok: Dal'nauka, 2006. pp. 126-140
- [8] Zuenko Yu.I., Rachkov V.I. The main features of the hydrological and hydrochemical regime of the bay of Kievka (the Sea of Japan) // Izvestia TINRO, 2003. T. 133. P. 303-312.
- [9] Galysheva Yu.A., Khristoforova NK, Chernova EP, Grishan R.P., Semyaniv A.R. Some ecological parameters of the aquatic environment and bottom sediments of the Kievka bay of the Sea of Japan // Izvestia TINRO, 2008. T. 154. P. 114-124.
- [10] Galysheva Yu.A., Nesterova OV, Grishan R.P. Granulometric composition and organic matter of the soft sediments of some coastal

- marine ecosystems in the northwestern part of the Sea of Japan // Izvestiya TINRO, 2008. T. 154. P. 103-113.
- [11] Guidance on methods for the biological analysis of sea water and sediments, Ed. Tsyban A.V. L. : Gidrometeoizdat, 1980. 193 p.
- [12] A guide to practical studies on microbiology / Edited by Egorova NS Moscow: Moscow University, 1983. 224p.
- [13] Youchimizu M., Kimura T. Study of intestinal microflora of Salmonids // Fish. Pathol. 1976. Vol. 10, No. 2. P. 243.
- [14] General and Sanitary Microbiology with the Technique of Microbiological Research, Ed. A.S. Labinskaya, L.P. Blinkovoy. - Moscow: Medicine, 2004. - 576 p.
- [15] G. Krasovsky. Sanitary rules and norms for protection of coastal waters of the seas against pollution in places of water use of the population. M. SanPiN No. 4631-88, 1988 Kalitina Ye.G. Influence of organic pollution on the structure and condition of microbial communities of surface marine waters. Diss. Socus. Ouch. step. Cand. Biol. Sciences. Vladivostok: FENU. 2006. 220 pp.
- [16] Dmitrieva, G.Yu. Planktonic and epiphytic microorganisms, indication and stabilization of coastal marine ecosystems. - Diss. Doct. Biol. Sciences. Vladivostok, 1999. - 408 p.
- [17] Polteva, AV Microbiological assessment of the ecological condition of the bays of Sakhalin with different anthropogenic load / A. V. Polteva: author's abstract. Diss. Cand. Biol. Sciences / Poltava A. V. - Yuzhno-Sakhalinsk, 2009. - 130 p.
- [18] Studenikina EI, Tolokonnikova LI, Volovik SP Microbiological community in the Azov Sea and its role in production processes. Publishing house Natzrybresursy, 2002. -170 p.
- [19] Kalitina EG Influence of organic pollution on the structure and condition of microbial communities of surface marine waters. Diss. Socus. Ouch. step. Cand. Biol. Sciences. Vladivostok: FENU. 2006. 220 pp.
- [20] Gamayunova OA, Khristoforova NK, Drozdovskaya OA Chemical-ecological and microbiological characteristics of the waters of the Kozmin Bay (Peter the Great Bay, the Sea of Japan) // Bulletin of the Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. - 2016. - No. 3. - P. 39-46.