

УДК 579. 597(26/28)

ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТКАНЕЙ МОРСКИХ РЫБ

Омельченко С. О.

*ГБОУ ДПО РК «Крымский республиканский институт постдипломного педагогического образования», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: svet.omelchenko@mail.ru*

В статье приводятся данные исследований по содержанию микробиологических показателей в тканях черноморских рыб, относящихся к разным экологическим и таксономическим группам, а также в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в Азовском море. Результаты исследований показывают тканеспецифические и видовые особенности содержания микробиологических показателей у исследуемых рыб. Установлено, что уровень микробной зараженности в тканях у рыб снижается в холодное время года, а возрастает в летний период. Существенное микробное загрязнение обнаружено в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в Черном море, по сравнению с бычком, обитающим в Азовском море.

Ключевые слова: МАФАМ, сальмонелла, стафилококк, БГКП, листерия, рыбы, Черное и Азовское моря.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия одной из острейших экологических проблем является биологическое загрязнение морей и океанов, источники которого – коммунальные и сельскохозяйственные сточные воды. Микробы, вирусы, паразиты и другие болезнетворные организмы попадают в морские акватории с побережья, с кораблей, с мусором, а также со стоками рек, несущими загрязнения со всего водосборного бассейна. Микробное загрязнение по своим последствиям признано в водах мирового океана, в том числе в Черном и Азовском морях, вторым после эвтрофирования.

Болезнетворные бактерии, содержащиеся в стоках, представляют существенную опасность не только для морских обитателей, но и для людей, употребляющих в пищу зараженные морепродукты и купающихся в инфицированной воде. Морепродукты являются причиной 10–25 % эпидемий, из них 25 % – при употреблении моллюсков, 86 % – при употреблении рыбы, содержащей биотоксины [1, 2].

Значительный антропогенный прессинг на морскую экосистему оказывают бытовые сточные воды промышленных предприятий, стоки с сельскохозяйственных угодий и ферм, которые вносят в морскую среду нехарактерные для нее микроорганизмы. В связи с этим мониторинговые исследования биологического загрязнения микрофлоры морских обитателей представляют несомненный интерес.

В бассейне Черного моря почти третья часть черноморских мидий содержит патогенные вирусы и бактерии, а камбала – калкан – наиболее ценный промысловый вид – на 80–90 % заражен паразитами [1].

Целью настоящей работы явилась сравнительная характеристика микробиологических показателей в тканях и органах рыб Черного и Азовского морей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях использовали ихтиологический материал, собранный сотрудниками отдела ихтиологии института морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского (ИМБИ), с ноября 2011 по сентябрь 2012 г.

Объектами исследования служили 8 видов костистых рыб, относящиеся к разным экологическим группам: бычок-мартовик (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas), бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas), скорпена, или морской ерш (*Scorpaena porcus* L.), султанка (*Mullus barbatus ponticus* Essipov), принадлежащие к донной группе; смарида (*Spicara flexuosa* Rafinesque) и мерланг (*Merlangus euxinus* Nordmann) являющиеся придонно-пелагическими формами; ставрида средиземноморская (*Trachurus mediterraneus* Staindachner) кефаль-ласкирь (*Diplodus annularis*) – представители пелагических видов. Кроме того, был исследован один вид донных хрящевых рыб – морская лисица (*Dasyatis pastinaca* L.).

Материалом исследования служила мышечная ткань и кишечник исследуемых видов рыб, обитающих в бухтах Черного моря: Карантинная и Александровская (г. Севастополь), а также мышечная ткань бычка-кругляка, обитающего в Азовском море. Микробиологические исследования проводили классическими методами, согласно Инструкции по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных № 5319-91 [3]. Листерию определяли по ГОСТ Р 51921-2002 [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показывают, что патогенные микроорганизмы, в т. ч. бактерии рода сальмонелла, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocitogenes* в тканях и органах исследованных рыб не выявлены. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) были выявлены в тканях некоторых видов рыб, ведущих придонный образ жизни, отловленных в акваториях Черного моря в летнее время года. Кишечник рыб больше обсеменен микроорганизмами, чем мышечные ткани. Например, бактерии группы кишечной палочки были обнаружены в кишечнике султанки и спикары даже в холодное время года (октябрь).

Результаты исследований количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных бактерий (МАФАМ) в тканях и органах морских рыб, обитающих в бухте Карантинной, приведены в таблице 1.

Данные, представленные в таблице, позволяют заключить, что количество МАФАМ в кишечнике рыб выше по сравнению содержанием микроорганизмов в мышечной ткани данных видов. При этом наиболее высокие показатели отмечены в

ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТКАНЕЙ МОРСКИХ РЫБ

кишечнике морской лисы донного вида, относящегося к хрящевым рыбам, придонных скорпены, султанки и придонно-пелагической смарида, которые относятся к костистым рыбам ($1,7 \times 10^5 - 3,4 \times 10^6$ КОЕ).

Таблица 1
Содержание мезофильных аэробных и факультативных анаэробных бактерий (МАФАМ) в тканях и органах рыб, обитающих в бухте Карантинной

Объект исследований	Количество МАФАМ, КОЕ в 1 г	
	мышечная ткань	кишечник
<i>Костистые рыбы</i>		
Придонная группа		
скорпена	$1,7 \times 10^4$	$1,7 \times 10^5$
султанка (барабуля)	$1,2 \times 10^4$	$3,0 \times 10^5$
бычок-кругляк	$3,0 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$
бычок-мартовик	$1,5 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$
Придонно-пелагическая группа		
мерланг	9×10^3	3×10^4
спикара (смарида)	$6,2 \times 10^3$	$1,5 \times 10^6$
Пелагическая группа		
ставрида	$1,6 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
кефаль-ласкирь	$4,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$
<i>Хрящевые рыбы</i>		
морская лиса	$8,7 \times 10^3$	$3,4 \times 10^6$
ПДК	$1,0 \times 10^5$	—

Несмотря на большое сходство в химическом составе с мясом, рыба и рыбные продукты менее стойки к воздействию микробов. Объясняется это более высокой степенью обсеменения рыбы, спецификой микрофлоры, в большей части являющейся холодолюбивой. Наиболее высокое количество микробов находится в кишечнике рыбы. Оттуда после гибели рыбы микроорганизмы легко попадают в ткани.

Исследуемые виды относятся к разным экологическим нишам, и микробная загрязненность этих рыб значительно варьирует. Так, среди придонных видов наиболее низкие показатели МАФАМ отмечены в тканях бычка-мартовика ($1,5 \times 10^3$ КОЕ). У представителей придонно-пелагической и пелагической группы микробная зараженность выше ($4,5 \times 10^3 - 9,0 \times 10^3$ КОЕ). Максимальное количество МАФАМ отмечено в тканях бычка-кругляка.

Бактерии играют неоднозначную роль в жизни рыб, выступая с одной стороны как компоненты нормальной микробиоты, принимая активное участие в пищеварительных процессах, а с другой – как возбудители болезней. Кишечная микрофлора является обязательной компонентой внутренней среды организма, необходимой для роста и развития рыб. В то же время представители индигенной

флоры кишечника – это фактор риска для рыб с ослабленным иммунофизиологическим статусом, поскольку данные микроорганизмы могут стать источником эндогенной инфекции. Способность бактерий интенсивно размножаться в кишечнике ослабленных особей нередко приводит к бактериальной транслокации с развитием системной бактериемии. Желудочно-кишечный тракт рыбы содержит большое количество микроорганизмов и служит источником гнилостной инфекции. Микробы попадают в него из воды и ила вместе с пищей. Среди микрофлоры кишечника рыбы имеются все обитатели воды и ила, а также представители анаэробов – спорообразующие клостридии, такие, например, как патогенные клостридии и кишечная палочка.

Результаты исследований сезонной динамики содержания патогенных микроорганизмов в тканях рыб приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сезонная динамика содержания мезофильных аэробных и факультативных анаэробных бактерий (МАФАМ) в тканях рыб разных экологических групп

Объект исследований	Времена года			
	зима	весна	лето	осень
скорпена	$1,2 \times 10^3$	2×10^3	$1,9 \times 10^4$	6×10^3
султанка (барабуля)	400	800	$5,9 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
ставрида	$1,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$
бычок-мартовик	$1,3 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$8,8 \times 10^3$	$5,9 \times 10^3$
мерланг	900	$2,8 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$	3×10^3

Данные таблицы показывают, что уровень зараженности у всех рыб снижается в холодное время года, а возрастает в летний период. Это может быть связано с повышением температуры до величин, оптимальных для развития патогенной микрофлоры. В это же время отмечена и высокая антропогенная нагрузка на прибрежные воды, связанная с увеличением рекреации. Все это значительно ухудшает микробиологические качества прибрежных вод и увеличивает зараженность рыб.

Бухта Карантинная, являясь открытой зоной, в то же время содержит ряд источников загрязнения (сброс хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод), что позволяет относить ее к среднезагрязненным акваториям [5]. Основными видами загрязнения являются взвешенные вещества, нефтепродукты, тяжелые металлы и бактерии группы кишечной палочки [5–9]. Б. Карантинная является открытой, а значит, водообмен в ней достаточен, ее загрязненность не носит хронический характер, что подтверждается тем, что грунты этой акватории загрязнены в меньшей степени по сравнению с бухтой Севастопольской, в состав которой входит бухта Александровская [5].

Бухта Севастопольская является самой большой в Черном море, а также наиболее загрязненной. Особенно сильно загрязнены грунты Севастопольской

бухты углеводородами, ртутью, кадмием, свинцом, цинком, никелем и хромом. Донные осадки Севастопольской бухты классифицировались по результатам анализов нефтяного загрязнения в 2008 как очень загрязненные, хотя по сравнению с 2003–2004 гг. уровень нефтеуглеводородов (НУВ) снизился на порядок [8]. Однако непосредственно в бухте Александровской есть только аварийный выпуск, поэтому загрязнение может носить эпизодический характер.

Данные наших исследований показывают, что наиболее подвержены микробному загрязнению рыбы, обитающие в бухте Карантинной (таблица 3).

Таблица 3
Содержание мезофильных аэробных и факультативных анаэробных бактерий (МАФАМ) в тканях рыб, обитающих в бухтах с разной антропогенной нагрузкой

Объект исследований	Количество МАФАМ, КОЕ в 1 г Бухты	
	Карантинная	Александровская
скорпена	$1,7 \times 10^4$	3×10^3
султанка (барабуля)	$1,2 \times 10^4$	Менее 30×10^2
ставрида	$1,6 \times 10^4$	5×10^3
мерланг	9×10^3	3×10^3

Несомненный интерес представляет изучение уровня микробиологического загрязнения бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* Pallas, обитающего в Черном и Азовском морях.

Бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы, в т. ч. бактерии рода сальмонелла, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocitogenes* не были выявлены в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в акваториях Черного и Азовского морей.

Результаты исследований количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных бактерий (МАФАМ) у бычка-кругляка, отловленного в Черном и Азовском морях, представлены на рисунке 1.

Как можно видеть, более существенное микробное загрязнение обнаружено в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в Черном море ($3,0 \times 10^4$), по сравнению с азовским бычком ($1,2 \times 10^4$). Такая разница подтверждает данные других авторов о более интенсивной антропогенной нагрузке на Черном море, сопровождающейся выбросом бытовых и промышленных стоков в районе Севастополя.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что микробное загрязнение в целом отражает уровень антропогенного воздействия на морские акватории и может служить информационным индикатором состояния здоровья и жизнедеятельности рыб, пригодности их использования человеком.

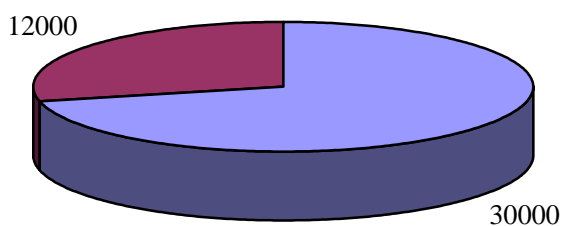


Рис.1. Количество МАФАМ (КОЕ в 1 г.) в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в Черном и Азовском морях

■ Черное море ■ Азовское море

Обнаруженные закономерности сезонной динамики микроорганизмов у разных видов рыб Черного моря важны для планирования промысла, для разработки методов и технологий переработки рыбы. Данные исследования позволили охарактеризовать состояние гидробионтов, обитающих в акваториях, что может быть использовано при выявлении критериев экологического нормирования качества морской среды, прогнозировании риска употребления различных видов рыб в пищу человека в разные сезоны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наиболее высокие уровни микробного загрязнения выявлены в кишечнике исследуемых видов рыб.
2. Уровень микробной зараженности в тканях рыб снижается в холодное время года, а возрастает в летний период, что может быть связано с повышением температуры до величин, оптимальных для развития патогенной микрофлоры и высокой антропогенной нагрузкой.
3. Существенное микробное загрязнение обнаружено в мышечных тканях бычка-кругляка, обитающего в Черном море, по сравнению с азовским бычком, что связано с более интенсивной антропогенной нагрузкой на Черном море, сопровождающейся выбросом бытовых и промышленных стоков в районе Севастополя.

Список литературы

1. Руднева И. И. Биомониторинг прибрежных вод Черного моря / И. И. Руднева, Н. Ф. Шевченко, И. Н. Залевская, Н. В. Жерко // Водные ресурсы. – 2005. – Вып. 32, № 2. – С. 238–246.
2. Симчук Г. В. Оценка микробного загрязнения морской воды и массовых видов рыб прибрежной части Черного и Азовского морей / Г. В. Симчук, В. Л. Зубаченко, С. О. Омельченко [и др.] // Вісник Одеського національного університету. Серія: Біологія. – 2005. – Т. 10, Вып. 7. – С. 201–207.
3. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных, утвержденная Министерством здравоохранения СССР 22.02.91 N 5319-91 и Министерством рыбного хозяйства СССР 18.11.90.

4. ГОСТ Р 51921-2002 Продукты пищевые. Методы выявления и определения бактерий *Listeria monocytogenes*.
5. Кузьмина Н. С. Оценка токсического действия хозяйственно-бытовых сточных вод на морские организмы: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. / Кузьмина Н. С. – М., 2006. – 168 с.
6. Губанов В. И. Комплексные оценки качества вод Севастопольского взморья (Черное море) / Губанов В. И., Стельмах Л. В., Клименко Н. П. // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 76–80.
7. Миронов О. Г. Санитарно-бактериологическая характеристика Карантинной бухты (Севастополь, Черное море) / Миронов О. Г., Енина Л. В., Сосновская Р. В. и др. // Экология моря. – 2002. – Вып. 59. – С. 70–73.
8. Руднева И. И. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / Руднева И. И. – Москва: изд-во ГЕОС, 2016. – 360 с.
9. Руднева И. И. Сезонная динамика уровня микробного загрязнения прибрежных видов черноморских рыб / И. И. Руднева, И. Н. Залевская, С. О. Омельченко // Ветеринарна медицина. – 2008. – № 90. – С. 357–363.

ASSESSMENT OF MICROBIAL CONTAMINATION OF TISSUES OF MARINE FISH

Omelchenko S. O.

*Crimean republican Institute of Postgraduate Education, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: svet.omelchenko@mail.ru*

In recent decades one of the most pressing environmental problems is biological pollution of seas and oceans, the source of which is municipal and agricultural wastewater. Microbes, viruses, parasites and other pathogens get into marine water from coast, with ships, with garbage, as well as with the flows of rivers that carry pollution from the whole watershed. Microbial contamination is recognized according to its effects in the world ocean waters, including the Black Sea and the Sea of Azov, as the second after eutrophication.

Considerable anthropogenic pressure on the marine ecosystem has domestic and industrial wastewater and agricultural effluent that brings into the marine environment undistinctive microorganisms. Thereby monitoring researches of biological contamination of the marine life`s microflora are of great interest.

The aim of this study is to compare characteristics of microbiological indices in tissues and organs of fishes that inhabit the Black Sea and the Sea of Azov.

The objects of the study are 8 species of bony fishes that belong to different ecological groups. Also was investigated one type of demersal cartilaginous fish.

As the material of the study served muscle tissue and intestines of researched fish species in the bays of the Black Sea: Karantinnaya Bay and Alexandrovskaya Bay (Sevastopol), as well as muscle tissue of round goby that lives in the Sea of Azov.

The results show tissue-specific and specific features of the content of microbiological parameters by the researched fishes. It was found that the level of microbial contamination in the tissues of the fishes is reduced during the cold season and increases in the summer. Considerable microbial contamination was found in muscle

tissue of round goby that lives in the Black Sea in comparison with the goby that inhabit the Sea of Azov.

Keywords: standard plate, Salmonella, staphylococcus, coliforms, listeria, fish, the Black Sea, the Sea of Azov.

References

1. Rudneva I. I., Shevchenko N. F., Zalevskaya I. N., Zherko N. V. Biomonitoring pribrezhnyh vod Chernogo moray, *Vodnye resursy*, **32** (2), 238 (2005).
2. Simchuk G. V., Zubachenko V. L., Omelchenko S. O. Ocenka mikrobnogo zagryazneniya morskoy vody i massovyh vidov ryb pribrezhnoy chasti Chernogo i Azovskogo morey, *Vestnik Odesskogo nacionalnogo universiteta. Seriya: Biologiya*, **10** (7), 201 (2005).
3. Instrukciya po sanitarno-mikrobiologicheskomu kontrolyu proizvodstva pischevoy produkciy iz ryby i morskikh bespozvonochnyh, utverzhdennaya Ministerstvom zdravoohraneniya SSSR 22.02.91 N 5319-91 i Ministerstvom rybnogo hozyaystva SSSR 18.11.90.
4. GOST R 51921-2002. Produkty pischevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya bakteriy *Listeria monocytogenes* (M.: Standartinform, 2010).
5. Kuzminova N. S. Otsenka toksicheskogo deystviya khozyaystvenno-bytovykh stochnykh vod na morskoye organizmy, Evaluation of toxic effect of service-utility sewage to sea organisms, *Dis. Cand. Sc. Biology (03.00.16. Moscow)*, 168 (2006).
6. Gubanov V. I., Stelmakh L. V., Klimenko N. P. Kompleksnyye otsenki kachestva vod Sevastopolskogo vzmorya (Chernoye more), *Ekologiya moray*, **62**, 76 (2002).
7. Mironov O. G., Yenina L. V., Sosnovckaya R. V. and others. Sanitarno-bakteriologicheskaya kharakteristika Karantinnoy bukhty (Sevastopol, Chernoye more), *Ekologiya moray*, **59**, 70 (2002).
8. Rudneva I. I. *Ecotoksikologicheskiye issledovaniya pribrezhnoy chernomorskoy ikhtiofauny v rayone Sevastopolya*, 360 (Moscow. GEOS Publ, 2016).
9. Rudneva I. I. Zalevskaya I. N., Omelchenko S. O., Sezonnaya dinamika urovnya mikrobnogo zagryazneniya pribrezhnyh vidov chernomorskiy ryb, *Veterinarna medicina*, **90**, 357. (2008).