

22. Anderson W.B., Dixon D.G., Mayfield C.I. Estimation of endotoxin inhalation from shower and humidifier exposure reveals potential risk to human health. *J. Water Health*. 2007; 5(4): 553–72.
23. Olin S.S., ed. *Exposure to Contaminants in Drinking Water: Estimating Uptake through the Skin and by Inhalation*. Washington: CRC Press; 1998.
24. Krasovskiy G.N., Rakhmanin Yu.A., Egorova N.A. *Extrapolation of Toxicological Data from Animals to Man [Ekstrapolyatsiya toksikologicheskikh dannykh s zhyvotnykh na cheloveka]*. Moscow: Meditsina; 2009. (in Russian)
25. Kuchma V.R. Peculiarities of adolescent health. In: Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Pavlovich K.E. *Teen-ager: Physiological-hygienic and Psychosocial Bases of Learning and Education [Podrostok: Fiziologo-gigienicheskie i psikhosotsial'nye osnovy obucheniya i vospitaniya]*. Moscow: MIOO; 2004: 8–39. (in Russian)
26. Pocock S.J., Shaper A.G., Cook D.G., Packham R.F., Lacey R.F., Powell P. et al. British Regional Heart Study: geographic variations in cardiovascular mortality, and the role of water quality. *Br. Med. J.* 1980; 280(6226): 1243–9.
27. Kousa A., Moltchanova E., Viik-Kajander M., Rytönen M., Tuomilehto J., Tarvainen T. et al. Geochemistry of ground water and the incidence of acute myocardial infarction in Finland. *J. Epidemiol. Community Health*. 2004; 58(2): 136–9.
28. Lomovtsev A.E. *The assessment of health state of population in a system of social and hygienic monitoring at the regional level (for example, Tula Region)*: Diss. Moscow; 2002. (in Russian)
29. The Newsletter «assessment of the impact of environmental factors on the health of the population of the Tula region» (results of 2009). Tula; 2010. Available at: <http://71.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5ab/5ab7c61f91fa724f892b7df6433ccaac.pdf> (in Russian)
30. Mashintsov E.A. *The Assessment of the impact of environmental factors on the health status of population of anthropogenically loaded territories based on the system approach*: Diss. Tula; 2007. (in Russian)

Поступила 01.03.16

Принята к печати 13.05.16

© ОБУХОВА О.В., ЛАРЦЕВА Л.В., 2017

УДК 614.777-078

Обухова О.В.<sup>1</sup>, Ларцева Л.В.<sup>2</sup>

## ГАЛОТОЛЕРАНТНОСТЬ АЭРОМОНАД, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ВОДЫ И СУДАКА (SANDER LUCIOPERCA) В ДЕЛЬТЕ р. ВОЛГИ

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, 414056, Астрахань;<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет, 414056, Астрахань

В статье представлены результаты исследования галотолерантности аэромонад, выделенных от 447 экз. судака и 375 проб воды в местах его обитания в дельте р. Волги. Они были субдоминирующими в микробном пейзаже этих биотопов. Существенных различий высеваемости аэромонад в различных районах дельты не выявлено. Их галотолерантность изучали путем посева суточных чистых культур на мясо-пептонный бульон (МПБ) с 3, 7 и 10% содержанием NaCl; инкубировали при 37 °С. Установлено, что вся исследованная микрофлора этого рода имела значительные показатели галотолерантности с превалированием у водных изолятов. Причем в 3 и 7% концентрациях с NaCl они были выше в 2,2 раза, а в 10,0% растворе с NaCl водные и рыбные штаммы имели близкие показатели, что свидетельствует об их «морском» происхождении. Среди выделенных аэромонад, обсеменяющих воду и рыбу, наиболее галофильными были штаммы *A. hydrophila* и *A. sobria*, а галофобными – *A. caviae*. Как правило, их водные штаммы имели показатели устойчивости выше в среднем в 1,3 раза, чем рыбные. Эпидемически значимые штаммы *A. sobria* чаще выделяли из воды, чем от рыб, а *A. hydrophila* изолировали в воде и рыбе на одном уровне. Галотолерантность выделенных аэромонад в гидроэкосистеме дельты р. Волги имела сезонную специфичность и динамичность. Подъем галотолерантности у водных штаммов аэромонад весной и осенью обусловлен природно-климатическими процессами и повышением солености дельтовых вод. Повышенная галофильность рыбных штаммов в эти сезоны определена их миграцией с рыбой, так как судак в эти сезоны мигрирует из морской в речную экосистему.

Ключевые слова: аэромонады; галотолерантность; сезонная динамика; дельта р. Волги; вода; рыба.

Для цитирования: Обухова О.В., Ларцева Л.В. Галотолерантность аэромонад, выделенных из воды и судака (*sander lucioperca*) в дельте р. Волги. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(3): 240-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-240-242>

Obukhova O.V.<sup>1</sup>, Lartseva L.V.<sup>2</sup>

### HALOTOLERANCE AEROMONADS ISOLATED FROM WATER AND PERCH (*SANDER LUCIOPERCA*) IN THE DELTA OF THE VOLGA RIVER

<sup>1</sup>Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056, Russian Federation;<sup>2</sup>Astrakhan State University, Astrakhan, 414056, Russian Federation

The article presents the results of a study of halotolerance in aeromonads isolated from 447 specimens of perch (*Sander lucioperca*) and 375 water samples in areas of its habitat in the delta of the Volga River. They were subdominant in the microbial landscape of these biotopes. There were no significant differences inoculation aeromonads found in various parts of the delta. Their halotolerance was studied by means of inoculation of daily pure cultures of meat-peptone broth with 3, 7 and 10% of sodium chloride content and incubation at 37°C. All the studied microflora of this species was established to have significant indices of halotolerance with a predominance in water isolates. Whereby in cases of 3.0 and 7.0% NaCl concentrations were 2.2 times more and in the 10.0% NaCl solution with water and fish strains had similar indices, showing them to be of “marine origin”. Among isolated aeromonads, shattering the water and fish most halophilic strains of *A. hydrophila* and *A. sobria*, and halophobic strains were presented by *A. caviae*. As a rule, water strains had stability indices above in the average of 1.3 times higher than fish ones. Epidemiologically important strains of *A. sobria* were isolated from water more frequently than from fish, whereas *A. hydrophila* was isolated as in water as in fish at the same level. Halotolerance of isolated aeromonads in hydroecosystems of the delta of the Volga River had seasonal specificity and dynamics. The gain in halotolerance in aquatic strains of aeromonads in spring and autumn was caused by natural and climatic processes and the elevation in the salinity of delta waters.

*Enhanced halophilic strains of fish in these seasons is determined by their migration with fish, because in seasons pike migrates from the sea to the river ecosystem.*

**Key words:** aeromonads; halotolerance; seasonal dynamics; delta of the Volga river; water; fish.

**For citation:** Obukhova O.V., Lartseva L.V. Halotolerance aeromonads isolated from water and perch (*Sander lucioperca*) in the delta of the Volga River. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(3): 240-242. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-3-240-242>

**For correspondence:** Olga V. Obukhova, MD, PhD, associate professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology of The Astrakhan State Technical University. E-mail: [obuhowa-ov@yandex.ru](mailto:obuhowa-ov@yandex.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 04 March 2016

Accepted: 13 May 2016

## Введение

Микроорганизмы рода *Aeromonas* – короткие, грамнегативные, оксидазопозитивные палочки; факультативные анаэробы. Обитатели пресноводных и морских экосистем зарегистрированы как этиологические агенты заболеваний у различных видов рыб и других гидробионтов, а также как возбудители сапронозных инфекций человека, связанных с пищевым и водным фактором [8].

Солевые растворы подавляют протеолитическую активность бактерий, замедляют гнилостные процессы в рыбе даже тогда, когда происходит рост микроорганизмов. Обладая галофильностью, они остаются жизнеспособными до готовой соленой продукции, снижая ее пищевую ценность [1, 2]. Поэтому изначальное присутствие штаммов аэромонад в воде и рыбном сырье, обладающих галотолерантностью, можно рассматривать как явление риска. В пользу этого свидетельствуют данные о возникновении диарейных инфекций людей в связи с употреблением в пищу недоброкачественных пищевых рыбных продуктов особенно слабого посола [3].

## Материал и методы

Сбор материала проведен в дельте р. Волги в 1995–2010 гг. с апреля по октябрь в районах Главного, Белинского, Гандуринского банков и р. Бузан от 447 экз. свежесловленного судака и 375 проб воды в местах его обитания. У рыб исследовали жабры, кровь, печень, почки, содержимое кишечника и мышцы, из которых выделено 887, а из воды – 110 штаммов аэромонад. Монотипность изолированных культур контролировали путем микроскопирования окрашенных по Граму мазков. Идентификацию бактерий осуществляли по определителю Берджи [4] и Ю.М. Пивоварова и В.В. Королика [4, 5]. Их галотолерантность изучали путем посева суточных чистых культур на мясо-пептонный бульон (МПБ) с 3, 7 и 10% содержанием хлорида натрия; инкубировали при 37,0 °С. Результаты учитывали через 24 и 48 ч.

Статистическую обработку проводили с использованием стандартов параметрического и непараметрического критериев, а также пакета компьютерного программирования Statistica for Windows. Значимые различия при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Анализ фактического материала показал, что удельный вес аэромонад в воде составил  $17,6 \pm 0,7\%$ , в рыбе –  $24,4 \pm 0,9\%$ . И в воде, и в рыбе доминировал один вид – *A. hydrophila*:  $26,4 \pm 0,8$  и  $26,7 \pm 0,2\%$  проб соответственно.

**Для корреспонденции:** Обухова Ольга Валентиновна, канд. биол. наук, доц. каф. Гидробиологии и общей экологии ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», 414056, Астрахань. E-mail: [obuhowa-ov@yandex.ru](mailto:obuhowa-ov@yandex.ru)

При этом изоляты *Aeromonas sp.*, *A. schubertii* и *A. caviae* несколько чаще выделяли из рыбы, чем из воды. Их водные штаммы составляли  $20,0 \pm 0,9$ ,  $13,6 \pm 0,9$  и  $17,3 \pm 1,2\%$ ; рыбные –  $22,6 \pm 0,8$ ,  $14,6 \pm 1,1$  и  $17,8 \pm 0,9\%$  проб соответственно. Штаммы *A. sobria* выделяли чаще из воды –  $20,0 \pm 0,9\%$ , чем от рыбы  $18,2 \pm 1,1\%$ , а *A. hydrophila* изолировали в обоих исследуемых биотопах на одном уровне.

Существенных различий высеваемости аэромонад по районам исследований не выявлено. Однако аэромонадный комплекс в воде и рыбе Северного и Среднего Каспия в 1,6 раза превышал аналогичные показатели обсемененности пресноводной гидрозкосистемы дельты р. Волги, что свидетельствует об их «морском» происхождении [6, 7].

Аэромонады, выделенные из воды и рыбы, имели весьма значимые показатели галофильности, которые при 10% концентрации NaCl превышали таковые даже у энтеробактерий [8].

Анализ фактических материалов свидетельствуют о том, что водные штаммы аэромонад в среднем имели более высокие показатели галофильности, чем рыбные: в 3% растворе NaCl в 1,2; в 7% растворе в 1,5; в 10% в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ), рис. 1. Среди выделенных бактерий этого рода наиболее галофильными были штаммы *A. hydrophila* и *A. sobria*. Минимальные ее показатели имели водные и рыбные штаммы *A. caviae*. Однако галотолерантность выделенных аэромонад в гидрозкосистеме дельты р. Волги имела сезонную специфичность. Результаты, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о сезонной гетерогенности галофильного признака у анализируемой группы бактерий. Они показали стимулирующую роль 3% концентрации хлорида натрия в развитии всех изолятов аэромонад.

Установлено, что устойчивость аэромонад, выделенных из воды и рыбы, в 3% растворе с NaCl была весьма значимой, снижаясь в обоих биотопах в летний сезон

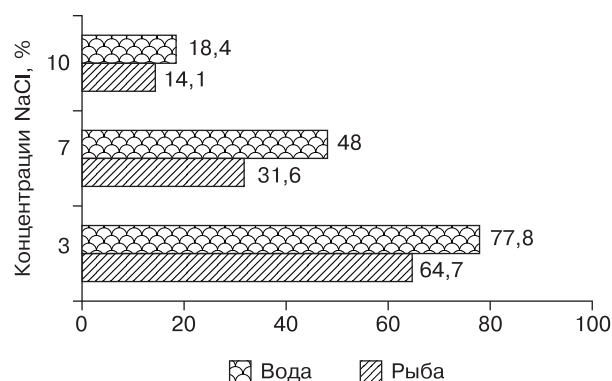


Рис. 1. Средние показатели галотолерантности аэромонад, выделенных из воды и рыбы.

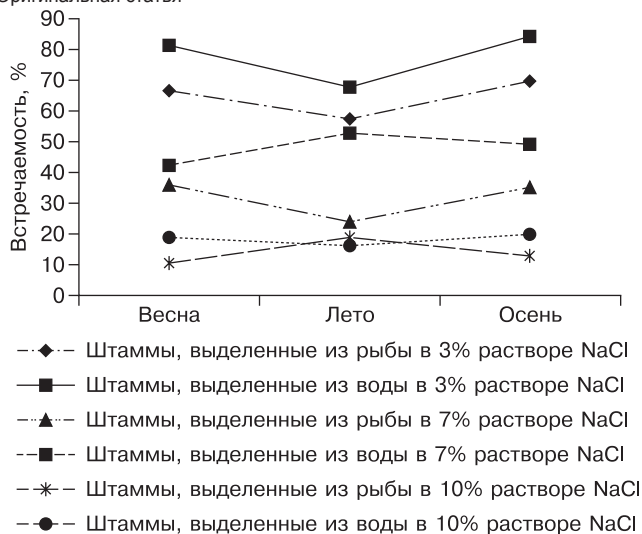


Рис. 2. Сезонная динамика галотолерантности выделенных из воды и рыбы аэромонад.

только в 1,2 раза по сравнению с весенними и осенними показателями. Водные штаммы аэромонад в 7% концентрации соли проявили максимальную устойчивость летом, снижая свои значения весной в 1,3, к осени в 1,1 раза. Их рыбные штаммы весной и осенью были галофильнее летних в 1,5 раза. В 10% растворе NaCl рыбные изоляты этих бактерий имели максимальные показатели летом, снижая их значения в весенний и осенний сезоны соответственно в 1,8 и 1,5 раза. Водные изоляты, наоборот, были наиболее галофильны осенью, снижая значения выживаемости в 10% растворе NaCl весной и летом в 1,2 раза. Выявленная тенденция, видимо, связана с активным перемешиванием пресных дельтовых и северокаспийских вод особенно осенью. Максимальная галофильность рыбных штаммов, по-видимому, обусловлена миграцией судака из морской акватории в дельту р. Волги в этот сезон.

## Обсуждение

Результаты проведенного анализа показали, что микробиоценозе гидроэкосистемы дельты р. Волги доминировали бактерии рода *Aeromonas*, уступая по частоте встречаемости только энтеробактериям [8]. Штаммы *A. hydrophila* преобладали в исследуемых биотопах над другими видами аэромонад. Ранее в воде и рыбе бактерии этого вида встречались в 1,1 раза реже [9, 10]. Однако они часто регистрировались при кишечных инфекциях у жителей Астраханской области [11].

Среди выделенных аэромонад, обсеменяющих воду и рыбу, наиболее галофильными были штаммы *A. hydrophila* и *A. sobria*, а галофобными – *A. caviae*. Как правило, их водные штаммы имели показатели устойчивости выше в среднем в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ), чем рыбные. Установлено, что 3% раствор с NaCl стимулировал рост и развитие всех штаммов аэромонад. В 7% растворе NaCl водные штаммы этих микроорганизмов были галофильнее в 2,2 раза ( $p < 0,05$ ), чем рыбные. В 10% растворе с NaCl водные и рыбные штаммы имели близкие показатели, что свидетельствует об их «морском» происхождении и подтверждено источниками литературы [12].

Подъем галотолерантности у водных штаммов аэромонад весной и осенью обусловлен повышением солёности вод из-за перемешивания речной и морской воды в дельте и авандельте под воздействием нагонных «морянных» ветров [12, 13]. Повышенная галофильность рыбных штам-

мов весной и осенью определена их миграцией с рыбой, так как судак в эти сезоны мигрирует из морской в речную экосистему.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительной галотолерантности аэромонад и об эпидемиологической опасности при употреблении в пищу рыбных продуктов особенно слабого посола.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература (п.п. 2 см. References)

1. Ларцева Л.В. Гигиеническая оценка по микробиологическим показателям рыбы и рыбных продуктов Волго-Каспийского региона: Автореф. Дисс. ... д-ра биол. наук. М.: 1998.
2. Шульгин Ю.П., Лажентцева Л.Ю., Шульгина Л.В. Гигиеническая оценка потребления и качества рыбных продуктов. *Гигиена и санитария*. 2007; 86(2): 39–42.
3. Хоулт Дж., Криг Н., Смит П., Стейли Дж., Уилльямс С. *Определитель бактерий Берджи*. Пер. с англ. М.: Из-во Мир; 1997.
4. Пивоваров Ю.П., Королик В.В. Санитарно-значимые микроорганизмы. М.: ИКАР; 2000.
5. Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Вьюшкова Л.А. Санитарно-эпидемиологическая ситуация Волго-Каспийского региона на рубеже XXI в. *Болезни рыб в аквакультуре: обзорная информация*. 2002; (1): 51.
6. Лисицкая И.А. Бактериальные сообщества некоторых компонентов экосистемы дельты Волги и Северного Каспия: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань; 2008.
7. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Галотолерантность энтеробактерий, выделенных из воды и рыбы в дельте реки Волги. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(5): 28–30.
8. Обухова О.В. Бактериоценоз воды и судака (*Stizostedion lucioperca*) в дельте Волги: Автореф. Дисс. ... канд. биол. наук. М.: 2004.
9. Обухова О.В., Ларцева Л.В., Лисицкая И.А. Роль аэромонад в санитарно-гигиеническом мониторинге гидроэкосистемы Волго-Каспийского региона. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(3): 15–7.
10. Бойко А.В. Микробиологические и экологические аспекты паразитизма вибриофлоры и аэромонад: Автореф. Дисс. ... д-ра мед. наук. Челябинск; 1998.
11. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Микробиоценоз воды и судака (*Sander lucioperca*) в дельте р. Волги. СПб.: Проспект Науки; 2015.
12. Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: ФГУП КаспНИРХ; 2014.

## References

1. Lartseva L.V. Hygienic assessment of microbiological indicators of fish and fish products Volga-Caspian region: Diss. Moscow; 1998. (in Russian)
2. Liston J. Microbial hazards of seafood consumption. *Food Technol.* 1990; 44(12): 58–62.
3. Shul'gin Yu.P., Lazhentseva L.Yu., Shul'gina L.V. Hygienic evaluation of consumption and quality of fish products. *Gigiena i sanitariya*. 2007; 86(2): 39–42. (in Russian)
4. Holt J.G., Krieg N.R., Sneath P.H.A., Staley J.T., Williams S.T. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994.
5. Pivovarov Yu.P., Korolik V.V. *Sanitary and Significant Microorganisms [Sanitarno-znachimye mikroorganizmy]*. Moscow: IKAR; 2000. (in Russian)
6. Lartseva L.V., Proskurina V.V., V'yushkova L.A. Sanitary epizootic situation of the Volga-Caspian region at the turn of the XXI century. *Bolezni ryb v akvakul'ture: obzornaya informatsiya*. 2002; (1): 51. (in Russian)
7. Lisitskaya I.A. Bacterial community of some components of the ecosystem of the delta of the Volga and Northern Caspian: Diss. Astrakhan; 2008. (in Russian)
8. Obukhova O.V., Lartseva L.V. Halotolerance of enterobacteria isolated from water and fish in the Delta of the Volga river. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94(5): 28–30. (in Russian)
9. Obukhova O.V. Bacteriocenosis water and walleys (*Stizostedion lucioperca*) in the Volga delta: Diss. Moscow; 2004. (in Russian)
10. Obukhova O.V., Lartseva L.V., Lisitskaya I.A. Role of aeromonads in sanitary and hygienic monitoring of a hydroecosystem of the Volga-Caspian region. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90(3): 15–7. (in Russian)
11. Boyko A.V. *Microbiological and ecological aspects of parasitism vibrioflor and aero monads*: Diss. Chelyabinsk; 1998. (in Russian)
12. Obukhov O.V., Lartseva L.V. Microbiocenosis of water and a pike perch (*Sander lucioperca*) in the delta of the Volga River. St. Petersburg: Prospekt Nauki; 2015. (in Russian)
13. Katunin D.N. *Hydro-geological Basis for the Formation of Ecosystem Processes in the Caspian Sea and the Delta of the Volga River [Gidroekologicheskie osnovy formirovaniya ekosistemnykh protsessov v Kaspiskom more i del'te reki Volgi]*. Astrakhan': FGUP KaspNIRKh; 2014. (in Russian)

Поступила 04.03.16  
Принята к печати 13.05.16