

faces. – 2017. – V. 151. – P. 47-57.

5. Strategies for surface immobilization of whole bacteriophages: A review / O'connell L., Marcoux P. R., Roupioz Y. // ACS Biomaterials Science & Engineering. – 2021. – V. 7. – №. 6. – P. 1987-2014.

6. Immobilization of bacteriophages on modified silica particles / Cademartiri, R., Anany, H., Gross, et al. //Biomaterials. – 2010. – V. 31. – №. 7. – P. 1904-1910.

7. Effects of Surface Functionalization on the Surface Phage Coverage and the Subsequent Performance of Phage-Immobilized Magnetoelastic Biosensors / Horikawa S.; Bedi D.; Li S. et al. / Biosens. Bioelectron. – 2011. – V. 26 (5). P. 2361–2367.

УДК: 579.68:579.844:663

И. Турдибекова, А. И. Кулонов

(Ташкентский международный университет Кимё, Ташкент, Узбекистан)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРИАРАЛЬЯ

Экстремальные местообитания достаточно широко распространены в природе, хотя могут иметь и антропогенное происхождение. Ярким примером экстремальной экологической ниши в нашей республике является регион Приаралья, где сконцентрировано несколько природных факторов, сильно отличающихся от привычной среды обитания. Современное Аральское море представляет собой экстремальную экосистему, в которой, казалось бы, нет жизни. Однако, это не так. Соленые воды Арала, осадки со дна, бывшее дно моря, оголившееся 10, 30 и более лет назад, подземные источники и особенно пресное озеро Судочье, изобилуют жизнью: здесь процветают сообщества экстремофильных микроорганизмов, сведения о которых до сих пор очень ограничены.

Экосистемы природных экстремальных местообитаний, за небольшими исключениями, в большинстве образованы прокариотными микроорганизмами. Помимо высокоспециализированных истинных экстремофилов в них входят организмы с широким диапазоном роста в зависимости от того или иного фактора. Роль и соотношение этих двух групп в большой степени определяется постоянством условий в экстремальном местообитании. Микробное сообщество представляет собой совокупность взаимодействующих между собой микроорганизмов, связанных различными, прежде всего трофическими связями. Неслучайно, многие работы последних лет направлены на изучение не отдельных представителей экстремофилов, а сообществ, населяющих

специфические экологические ниши. Это связано еще и со сложностью, а иногда и невозможностью культивирования экстремофилов в лабораторных условиях: огромное число видов является некультивируемыми.

Местообитания, значительно отличающиеся по одному или нескольким параметрам от повсеместно распространенных экосистем, принято называть экстремальными, а населяющие их организмы – экстремофильными [1]. Экстремальные водные системы широко распространены в природе и отличаются крайними значениями температуры, рН, солености, повышенным давлением, высокими концентрациями токсических веществ, анаэробизмом. Экстремальные водные системы могут иметь и антропогенное происхождение, например, сточные воды с низкими или высокими значениями рН, повышенной температурой, высокими концентрациями металлов и радиоактивностью [2].

Приаральская низменность является областью древнего и современного соленакопления. Активные процессы горообразования, на сопредельной с ней территории, сопровождаются постоянным выносом почвообразующего материала, содержащего соли, аккумуляции его на равнинах. В прибрежных зонах Арала источником засоления являются морские воды [3]. Высохшее Аральское море утратило роль регулятора климата и геохимического стока и превратилось в источник засоления почв, в связи с эоловым переносом солей на окружающие земли [4]. К проблеме Аральского моря приковано пристальное внимание всего мирового сообщества. В последние годы изучением региона занимается все больше ученых и специалистов из самых разных областей. Это связано с тем, что сейчас действует все больше программ и грантов, направленных на оценку масштаба катастрофы, возможные способы ее решения и улучшения неблагоприятной обстановки огромных территорий, прилегающих к Аральскому морю.

Экосистемы, подверженные как естественному, так и искусственному засолению широко распространены по всему миру и включают в себя такие местообитания, как содовые и соленые озера, лиманы, гипергалинные горячие источники, солончаки, солонцы и другие типы почв с различной степенью засоленности [5]. Водные засоленные местообитания изучены достаточно полно [6, 7], чего нельзя сказать о почвенных сообществах, которым посвящено сравнительно небольшое число исследований [8]. Почвенное засоление, обусловленное главным образом применением несовершенных методов орошения и увеличением числа территорий с аридным климатом, является одной из актуальных проблем современного земледелия.

В настоящее время опубликовано несколько ярких работ по изучению микробных сообществ акватории современного Арала и

прилегающих территорий, освобожденных от морской воды в результате его усыхания, выполненные с помощью современных молекулярно-генетических методов [9–11]. Данные, полученные в результате этих исследований, указывают на широкое разнообразие прокариот, обитающих в экстремальных условиях, включая некультивируемых представителей, а также на то, что регион Приаралья может стать источником новых видов. Мы в своей работе постарались взглянуть еще шире на интересную экологическую нишу Приаралья и изучить не только воды и берега Аральского моря, но и донные осадки, ризосферу и эндофитные сообщества растений, заселивших бывшее дно Аральского моря, а также несколько образцов с плато Устюрт, включая солончак Барса Келмес и озеро Судочье, вода которого в настоящее время имеет очень низкий уровень засоления.

Исследование экстремофильных микроорганизмов важно с точки зрения определения физико-химических границ функционирования живых систем. С практической точки зрения оно важно для понимания особенностей циклов различных элементов в экстремальных экосистемах, в том числе антропогенных, а также при поиске новых биологически активных соединений для биотехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленгелер Й., Дреус Г., Шлегель Г. – Современная микробиология. Прокариоты, 2005, «Мир» – Москва, 510 с.
2. Намсараев Б.Б., Абидуева Е.Ю., Лаврентьева Е.В. и др. Экология микроорганизмов экстремальных водных систем: учеб. пособие – Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2008. – 94 с.
3. Широкова Ю.И. Морозов А.Н. Экологические Проблемы Засолённых Орошаемых Земель (Narod.Ru). https://water-salt.narod.ru/eko_prob_z_z_uz.htm.
4. Панкова Е.И. Засоление орошаемых почв среднеазиатского региона: старые и новые проблемы // Аридные Экосистемы, 2016, том 22, № 4 (69), с. 21–29.
5. Oren A. 2001. Halophilic Microorganisms and their environments. Boston: Kluwer Academic. 575 p.
6. Benlloch S., López-López A., Casamayor E. et al. 2002. Prokaryotic genetic diversity throughout the salinity gradient of a coastal solar salt-ern // Env. Microbiol. V. 6. № 4. P. 349–360.
7. Bodaker I., Sharon I., Suzuki M.T. et al. 2010. Comparative community genomics in the Dead Sea, an increasingly extreme environment // ISME J.V. 3. № 4. p. 399–407.
8. Crump B., Hopkinson Ch., Sogin M. et al. Microbial Biogeography along an Estuarine Salinity Gradient: Combined Influences of Bacterial

Growth and Residence Time // Appl. Env. Microbiol. 2004. V. 70. № 3. p. 1494–1505.

9. Shurigin V, Hakobyan A, Panosyan H, Egamberdieva D, Davranov K, Birkeland N-K. A glimpse of the prokaryotic diversity of the Large Aral Sea reveals novel extremophilic bacterial and archaeal groups // MicrobiologyOpen. 2019, e850. <https://doi.org/10.1002/mbo3.850>

10. Stulina G., Verkhovtseva N., Gorbacheva M. Composition of the microorganism community found in the soil cover of the dry seabed of the Aral Sea // J. Geosci. Environ. Prot. 2019. №7. P.1–23.

11. Egamberdieva D., Panosyan H., Birkeland N.K., Zhu Z., Li W. Onshore soil microbes and endophytes respond differently to geochemical and mineralogical changes in the Aral Sea // Sci Total Environ. 2021. V. 765. № 15. P.142675-142679.

УДК: 579.68:579.844:663

Э. О. Ергашева, А. И. Кулонов

(Ташкентский международный университет Кимё, Ташкент, Узбекистан)

ВЫДЕЛЕНИЕ КАРОТИНОИДОВ ИЗ БАКТЕРИЙ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. В данной научной статье освещаются биологические основы, технологические этапы и практическое значение выделения каротиноидных пигментов из бактерий. Каротиноиды являются природными пигментами, обладающими выраженными антиоксидантными свойствами, и широко применяются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. В последние годы возрастает интерес к получению каротиноидов из бактериальных источников как экологически безопасного и экономически эффективного метода по сравнению с химическим синтезом. В статье проанализированы виды каротиноидпродуцирующих бактерий, методы их экстракции и перспективы практического применения.

Каротиноиды относятся к классу природных пигментов и формируют жёлтую, оранжевую и красную окраску. Они выполняют важные биологические функции в живых организмах, в частности участвуют в защите клеток от окислительного стресса. Традиционно каротиноиды получают из растений и водорослей, однако данные методы ограничены сезонностью и низкой продуктивностью. В связи с этим изучение бактерий как источника каротиноидов является одним из актуальных направлений современной биотехнологии.

В настоящее время большинство каротиноидов на рынке получают методом химического синтеза, однако данный способ сопровож-