

[DOI: 10.34617/tcwm-4n94](https://doi.org/10.34617/tcwm-4n94)

УДК 639.411/44:578.232

**БИОАККУМУЛЯЦИЯ КИШЕЧНЫХ ВИРУСОВ
УСТРИЦАМИ И ЭКОНОМИКА УСТРИЧНОЙ
МАРИКУЛЬТУРЫ**
**BIOACCUMULATION OF INTESTINAL VIRUSES BY
OYSTERS AND THE ECONOMY OF OSTER
MARICULTURE**

Зимин Андрей Антонович¹, канд. биол. наук

Скобляков Николай Эдуардович², канд. мед. наук

Осепчук Денис Васильевич², д-р с.-х. наук

¹Институт биохимии и физиологии микроорганизмов
им. Г. К. Скрыбина РАН – обособленное подразделение ФГБНУ
«Пушкинский научный центр биологических исследований»
РАН, г. Пушкино, Российская Федерация

²ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии», г. Краснодар, Российская Федерация
Zimin Andrey Antonovich¹, PhD. Biol.

¹G. K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of
Microorganisms of the Russian Academy of Sciences,
Pushchino, Russian Federation,

Skoblikov Nikolay Edvardovich², PhD. Med.

Osepchuk Denis Vasilyevich², Dr. Agr. Sc.

²Krasnodar Scientific Center for Animal Husbandry
and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation.

Аннотация: в мини-обзоре рассмотрены современные тенденции и проблемы марикультуры устриц в США, дается краткий анализ основных вирусных патогенов человека, накапливающихся в устрицах при их питании путем фильтрации морской воды и возможности преодоления этого пути распространения вирусных инфекций.

Ключевые слова: промышленная марикультура устриц; норовирус; вирус *Aichi*; ротавирус; энтеровирус; аденовирус; астровирус; саповирус; вирус гепатита А и вирус гепатита Е; двустворчатые моллюски; морские гидробионты фильтраторы

Abstract: the mini-review considers current trends and problems of oyster mariculture in the United States, provides a brief analysis of the main human viral pathogens that accumulate in oysters when they are fed by filtering sea water and the possibility of overcoming this pathway of viral infections.

Key words: industrial mariculture of oysters; norovirus; Aichi virus; rotavirus; enterovirus; adenovirus; astrovirus; sapovirus; hepatitis A virus and hepatitis E virus; bivalve mollusks; hydrobionts – filtrators.

Вирусы, накапливающиеся в фильтрующих моллюсках – объектах марикультуры.

Согласно данным ФАО ООН (Food and Agriculture Organization of the United Nations) двустворчатые моллюски, питающиеся путем фильтрации воды, такие как, например, устрицы, мидии и гребешки однозначно участвовали в ряде вспышек вирусных заболеваний пищевого происхождения [1]. Ряд вирусов человека был обнаружен у этих гидробионтов в кишечном тракте. Это такие вирусы, различные инфекции у людей инфекции, как норовирус [NoV], вирус *Aichi* [AiV], ротавирус [RV], энтеровирус [EV], аденовирус [AdV], астровирус [AV], саповирус [SaV], вирус гепатита А [HAV] и вирус гепатита Е [HEV]. Все эти вирусы были обнаружены в двустворчатых морских моллюсках, выращиваемых в марикультуре, хотя не всегда эти наблюдения были четко связаны с зарегистрированными вспышками заболеваний [1, 2]. Исходя из симптомов инфекции, которые эти вирусы вызывают, они могут быть сгруппированы в вирусы, вызывающие гастроэнтерит (NoV, RV, AV, AiV, AdV и SaV), кишечного-передаваемый гепатит (HAV и HEV), и в группу тех вирусов, которые размножаются в кишечнике человека, но вызывают заболевание человека после того, как они мигрируют в другие органы, например, в центральную нервную систему - (EV) [1].

Было показано, что инфекции NoV и HAV связана с поеданием зараженных моллюсков [2]. Инфекции HEV и AiV [2] также были вызваны употреблением в пищу сырых инфицированных устриц. NoV и HAV являются наиболее распространенной причиной пищевого вирусного гастроэнтерита во всем мире [2, 3, 5].

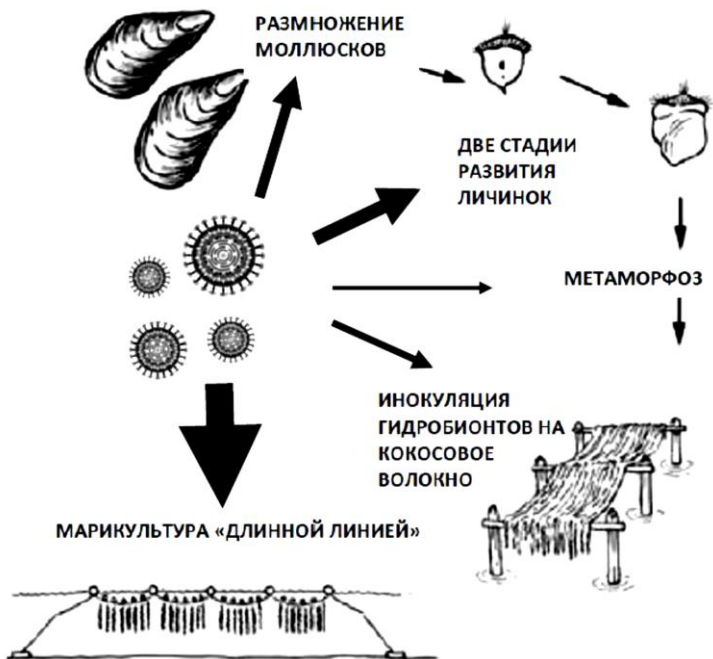


Рис. 1 – Пути заражения марикультуры двустворчатых моллюсков на разных стадиях развития. Толщина линий указывает на корреляцию с частотой заражения вирусами на той или иной стадии развития марикультуры (Модифицировано из FAO Cultured Aquatic Species Information Programme www.fao.org дата обращения 04.09.2019).

Новая азиатская устрица в марикультуре США и опасность вирусных заболеваний.

Регион Чесапик-Бэй (Мериленд) был основным производителем устриц в США до середины 80-х годов прошлого века. На феры по марикультуре этого двустворчатого моллюска приходилось почти 50 % его урожая в США [4]. Однако чрезмерный сбор урожая моллюска сбора и появления двух устричных паразитов, *Harposporidium nelsoni* (MSX) и *Perkinsus marinus* (Dermo), привели к быстрому снижению популяции устрицы *Crassostrea virginica* [4]. Стремясь улучшить коммерческую индустрию устриц Чесапика, штаты Мэриленд и Вирджиния в настоящее время

рассматривают вопрос о введении репродуктивно стерильного триплоидного неместного вида устриц *Crassostrea ariakensis* [4]. Устрицы *C. ariakensis* собирались и выращивались в Азии более 300 лет, однако мало исследованы их свойства биоаккумуляции и сохранения в их теле патогенных для человека вирусов. Это очень серьезная проблема для общественного здравоохранения, поскольку эти устрицы будут собираться для потребления человеком, в том числе для потребления сырых гидробионтов, не обработанных нагреванием.

Исследования биоаккумуляция вирусов устрицами *C. ariakensis*: модели и решения.

Потребление сырых устриц часто вызывает вспышки вирусного гастроэнтерита [5], но очень мало известно о скорости поглощения и удержания вирусов устрицей *C. ariakensis*. Вирусные патогены могут накапливаться в устрицах, когда они адсорбируются на пищу устриц или взвешенные частицы и переносятся в пищеварительную систему устриц во время питания этих моллюсков путем фильтрации морской воды [6]. На характеристики процесса биоаккумуляции могут влиять такие факторы окружающей среды, как температура и соленость, или физиологическое состояние устриц, например, размер и возраст [6]. Крупные устрицы способны фильтровать большие объемы воды, таким образом потенциально такие устрицы могут накопить в себе большее количество патогенных вирусов из загрязненных вод. Устрицы *C. ariakensis* растут быстрее, чем другие виды, в среднем крупнее и выдерживают более широкий диапазон солености воды, чем, например, *C. virginica* [4]. Минимальная соленость от 5 до 7 ppt необходима для выживания *C. virginica* [4], тогда как *C. ariakensis* может хорошо развиваться в воде более с низкой соленостью [1]. Кроме того, устрицы *C. ariakensis* способны аккумулировать и содержать в себе патогены из типа простейших дольше, чем *C. virginica* [4]. Устрицы *C. ariakensis* обладают способностью эффективно биоаккумулировать различные вирусные патогены с большей скоростью, чем *C. virginica*. Более того этот процесс идет в более широком диапазоне соленостей, в том числе и в Чесапикском заливе.

Норовирусы человека (NoVs) и вирус гепатита А (HAV) являются основной причиной кишечных заболеваний, связанных

с устрицами [4, 2, 5]. Однако, в отличие от лабораторных штаммов HAV, NoV плохо размножается в клеточных культурах [1, 6], поэтому мало исследований по биоаккумуляции NoV и депривации устриц [1, 4, 5]. Для модельных исследований использовали колифаг MS2, вирус, который заражает бактерии, и полиовирус (PV) в качестве моделей для NoV, чтобы оценить биоаккумуляцию, удержание и удаления вируса из устриц [6, 7]. Мышиный норовирус 1 (MNV-1), культивируемый вирус млекопитающих из семейства Caliciviridae, генетически весьма сходен с NoV вируса NoV в устрицах. Недавние исследования показали, что NoV связывается преимущественно с антигенами гистогруппы (HBGA) типа А на поверхности клеток желудочно-кишечного тракта устрицы [6, 7].

Было показано путем сравнения фильтрационной активности устриц *Crassostrea virginica* and *Crassostrea ariakensis* при различных условиях, что кишечные вирусы могут быть биоаккумулированы и сохранены у обоих видов моллюсков. Самоочистка моллюсков была неэффективной для удаления вирусных патогенов. При этом, вирусные патогены задерживались дольше и медленнее разрушались в *C. ariakensis*. Для MNV-1, NoV и HAV *C. ariakensis* имел статистически большие шансы сохранять эти вирусы в течение периода тестирования. Поскольку *C. ariakensis* может сохранять патогенные вирусы в течение длительных периодов времени, культивирование этой устрицы в США может представлять отрицательные последствия для здоровья населения [8].

Необходимо использовать самые различные модельные системы для оценки процесса биоаккумуляции вирусов из морской воды двустворчатыми моллюсками для более подробного исследования молекулярных механизмов этого процесса. В том числе необходимо оценивать процесс биоаккумуляции на разных стадиях развития этих гидробионтов. Хотя наибольшее количество вирусов накапливается в моллюсках во время их роста в зрелой марикультуре (Рис.1.), но нельзя исключить, что захват вирусов на личиночной стадии развития гидробионта также может привести к сохранению патогенна внутри животного. Этот путь также может стать путем проникновения вирусного патогена в пищу человека.

Список литературы

1. ФАО ООН Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

2. Le Guyader, F.S., Le Saux, J.C., Ambert-Balay, K., Krol, J., Serais, O., Parnaudeau, S., Giraudon, H., Delmas, G., Pommeypuy, M., Pothier P., Atmar, R.L., 2008. Aichi virus, norovirus, astrovirus, enterovirus, and rotavirus involved in clinical cases from a French oyster-related gastroenteritis outbreak. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(12): 4011-4017.

3. Bellou, M., Kokkinos, P., Vantarakis, A., 2013. Shellfish-borne viral outbreaks: a systematic review. *Food and Environmental Virology*, 5: 13–23.

4. National Research Council of the National Academies. 2005. Nonnative oysters in the Chesapeake Bay. The National Academies Press, Washington, DC.

5. Le Guyader, F. S., F. H. Neill, E. Dubois, F. Bon, F. Loisy, E. Kohli, M. Pommeypuy, and R. L. Atmar. 2003. A semiquantitative approach to estimate Norwalk-like virus contamination of oysters implicated in an outbreak. *Int. J. Food Microbiol.* 87:107-112.

6. Sobsey, M. D., and L. A. Jaykus. 1991. Human enteric viruses and depuration of bivalve mollusks, p. 71-114. In W. S. Otwell, G. E. Rodrick, and R. E. Martin (ed.), *Molluscan shellfish depuration*. CRC Press, Boston, MA..

7. Tian, P., A. L. Engelbrektson, X. Jiang, W. Zhong, and R. E. Mandrell. 2007. Norovirus recognizes histo-blood group antigens on gastrointestinal cells of clams, mussels, and oysters: a possible mechanism of bioaccumulation. *J. Food Prot.* 70:2140-2147.

8. Nappier, SP, Graczyk, TK, Schwab, KJ. Bioaccumulation, retention, and depuration of enteric viruses by *Crassostrea virginica* and *Crassostrea riakensis* oysters. *Appl Environ Microbiol.* 2008 Nov;74(22):6825-31.