

УДК 628.3:578:574.5,52

А. Н. АЛИПОВ, В. С. ДИДЕНКО<sup>1</sup>, А. В. СОЛОВЬЕВ (д-р. мед. наук, проф.)<sup>2</sup>,  
Е. А. СОЛОВЬЕВА (канд. мед. наук)<sup>3</sup>, О. А. СТЕПАНОВА (канд.экон.наук)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>КП «Компания «Вода Донбасса»

<sup>2</sup>Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

<sup>3</sup>Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака АМН Украины, г. Донецк

<sup>4</sup>Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь

## ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ ПАТОГЕННЫМИ ВИРУСАМИ

*Предложен анализ научных исследований зарубежных и отечественных авторов по проблеме биоконтаминации водоемов вирусами аллохтонного происхождения и предположениям о возможных последствиях их распространения в условиях современной экологической среды.*

*загрязнение водоемов, патогенные вирусы, биоконтаминация водоемов, мутагенные факторы*

*Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.* Вода на нашей планете занимает большую часть поверхности, покрывая ее на три четверти. Население гидросферы, представленное гидробионтами, их популяциями и сообществами, играет в жизни человека чрезвычайно важную роль, непрерывно возрастающую по мере освоения водоемов. Не являясь естественной средой обитания для патогенных микроорганизмов, водоемы в отличие от других объектов внешней среды (почва, воздух) представляют собой более благоприятную среду для сохранения жизнеспособности патогенных бактерий и вирусов. Это обусловлено наличием воды, как основного компонента, без которого невозможна жизнь на планете Земля.

Вирусы водоемов всегда интересовали микробиологов, связанных с гидробиологией. Еще в 1962г. были попытки выделения из морской воды бактериофагов к ряду патогенных микроорганизмов. Определяли их лишь в портах, устьях рек, в прибрежной полосе, связывая наличие с нечистотами. В 50-х годах 20 века выделение бактериофагов в Черном море проводилось как из воды, так и из ила с использованием метода культивирования в индикаторных бактериальных культурах. Морских бактерий изолировали из тех же проб воды или ила, в которых искали бактериофагов. Полученные исследователями результаты позволили предположить, что бактерии Черного моря представлены в значительной своей массе из лизорезистентных популяций, а выделение бактериофагов является довольно сложным и трудоемким процессом, не всегда приводящим к ожидаемым положительным результатам. В то время эти сложности связывали с недостаточным развитием методов и средств исследований в водной микробиологии.

*Анализ исследований и публикаций.* Существует множество работ в области исследований вирусов водоемов. Имеющуюся доступную информацию о вирусах в водной среде можно условно (искусственно) разделить на сведения об естественных природных водных вирусах (автохтонные водные вирусы) и о вирусах, занесенных в водоемы с суши в результате загрязнения (аллохтонные вирусы водоемов).

*Постановка задач исследования.* Предполагаемый обзор посвящен проблеме биоконтаминации водоемов вирусами аллохтонного происхождения и предположениям о возможных последствиях.

*Изложение материала и результаты.* Вирусы человека, животных, растений и бактерий распространяются в окружающей среде через реки, озера и моря. Показано на модели энтеро – и аденовирусов, что их содержание в водоемах составляет от 0 до 100% (положительных проб), а концентрация может достигать 620 инфекционных единиц в 1 л воды [11]. Воды океана постоянно загрязняются стоками, содержащими многие патогены. В сточных водах, а также в воде, используемой в домашних и рекреационных целях, присутствуют вирусы человека, животных, растений и бактерий. И хотя число вирусных частиц в стоках намного меньше содержания токсических химических веществ, степень их опасности для человека гораздо выше, ввиду их способности к размножению в чувствительных организмах. К сожалению, еще весьма мало данных имеется о влиянии аллохтонных вирусов на водную среду и ее обитателей. Однако, многие исследования посвящены вопросам сохранения и выживания патогенных вирусов в водной среде. Выявлено, что увеличение загрязненности патогенными микроорганизмами водоемов, в том

числе, и вирусами, зависит от близости и величины населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий, от сезона, метеорологических особенностей (частые осадки смывают грязь в водоемы), температуры среды, инсоляции, солености и многих других факторов [36, 38, 47].

*Патогенные вирусы человека в естественных водоемах*

Наибольшая изученность вопросов в этом направлении, естественно, отражена в работах, связанных с исследованием контаминации водоемов и их обитателей патогенными вирусами человека, что и понятно по первостепенной важности этой проблемы в связи со здоровьем людей. Загрязнение патогенными вирусами воды, донных осадков и гидробионтов приводит к инфицированию населения, проявляющемуся в виде спорадических заболеваний, вспышек и эпидемий [22, 33, 35, 43, 52]. Наибольшее значение в первичной контаминации вирусами имеет передача инфекций двустворчатыми моллюсками. В Англии и Уэльсе моллюски часто являются причиной инфекционной заболеваемости гепатитом А, вирусными гастроэнтеритами и другими кишечными инфекциями. Причем в ходе эпидемиологического расследования обычно выявляется, что в пищу в таких случаях были использованы моллюски, отловленные в зонах фекального загрязнения [4, 9]. Так, среди участников и гостей национальной конференции, проходящей в Великобритании в апреле 1991 г, возникла вспышка вирусного гастроэнтерита, предположительно обусловленная мелким структурированным вирусом. Источником инфекции явились моллюски, причем имел эффект дозы потребления этого продукта в отношении проявления и тяжести заболевания [18]. В 1988 г в Шанхае наблюдалась эпидемия гепатита А, охватившая 300 тысяч человек, которые употребляли в пищу сырые моллюски *Area subcrenata*. Тяжесть заболевания была пропорциональна количеству съеденных моллюсков. Наличие вирусов гепатита А в моллюсках было доказано их присутствием в культуре клеток, заражением обезьян мармазеток, РНК-ДНК-гибридизацией, цепной полимеразной реакцией. Вирусы, выделенные из моллюсков и от пострадавших людей, были идентичными [22, 48, 55]. Контаминация моллюсков патогенными вирусами при их употреблении в пищу приводила в ряде случаев к возникновению вспышек гастроэнтеритов, инфекционных гепатитов, энтеровирусных эндокардитов и др. заболеваний среди населения Италии [30], США [37, 38, 43, 52], Франции [34] и в других странах. В ноябре 1983 г в г. Рочестере (США) имели место две другие локальные вспышки гастроэнтерита, связанные с потреблением в пищу во время банкетов сырых и вареных двустворчатых моллюсков. С помощью иммуноферментного анализа (ИФА) в фекалиях больных обнаружили антигены вируса Снежных гор (Норволк-подобный агент). В сыворотках крови пострадавших определяли нарастание титра антител к этому вирусу. Моллюски, использованные в пищу, были отловлены в октябре в районе, где из-за сильных дождей произошел сброс неочищенных сточных вод в море [49]. Ежегодно в США регистрируется 9,2-23 миллиона случаев заболеваний, связанных с пищевым заражением Норволк-вирусами, и моллюски – основной вектор калицивирусов человека [37, 43]. Помимо моллюсков – фильтраторов источниками инфекции могут быть и другие продукты моря: рыбы, ракообразные. В 1988 г в Испании описан случай тифоидной лихорадки и острого вирусного гепатита после употребления в пищу ракообразных [14]. В последние годы в периодической прессе приморских городов Украины врачами-эпидемиологами и инфекционистами часто описываются случаи групповых и единичных заболеваний энтеровирусными инфекциями среди населения после употребления в пищу свежей засоленной черноморской рыбы (кильки).

Изучение сохранения и выживаемости патогенных вирусов в водоемах ведется в основном в двух направлениях – это опыты, посвященные экспериментальным исследованиям в лабораторных условиях *in vitro*, и работы *in vivo*, проводимые в естественных (полевых) условиях. Экспериментальные исследования в свою очередь можно разделить на две группы. Первая из них – это эксперименты по эволюции (заражению и концентрации) и элиминации (освобождения и очищения) заведомо известных патогенных вирусов в моллюсках-фильтраторах с отработкой методов концентрации, изоляции и идентификации используемых штаммов. Вторая группа экспериментов – это изучение выживаемости лабораторных штаммов вирусов в воде с учетом влияния физических, химических и других факторов. Исследования, проводимые в природе (*in vivo*), в зависимости от выбираемого объекта изучения также можно условно разделить. В первом случае изучают неживые объекты водной среды (вода, донные осадки). Во втором – исследуют материал от гидробионтов (ткани моллюсков, жабры рыб и

т.д.). Иногда одновременно в изучении используют объекты живой и неживой природы, получая при этом наиболее достоверные результаты.

При изучении прибрежной морской и речной воды, донных осадков или воды внутренних водоемов исследователями из США [38], Германии [50], Италии [36], Испании [23], Северной Ирландии [20], Греции [26] и др. была обнаружена контаминация в 8,7-84,5% проб энтеро-, адено-, калици- и ротавирусами. Изучение материала от живых объектов (моллюсков, рыб и других гидробионтов), забор которых проводили из водоемов различных стран и континентов на загрязненность патогенными вирусами, выявило их контаминацию энтеро- (вирусы гепатита А, Коксаки, ЕСНО, полиомиелита), адено-, рео-, калици- и ротавирусами в 8,4-87% случаев [6-8, 17, 25, 28, 37, 55]. Основным способом выделения вирусов из исследуемого материала было пассирование в чувствительных культурах клеток (почек обезьян, BS-C-1, Нер-2 и др.) часто с предварительным элюированием (тест VIRADEL) и эстрагированием различными растворами (мясным экстрактом с нитратом натрия, глициновым буфером с РН 11, полиэтиленгликолем и пр.). Иногда использовали заражение новорожденных белых мышей. Идентификацию выделенных штаммов проводили в электронной микроскопии и в серологических тестах – реакции нейтрализации, ИФА, реакции непрямой иммунофлуоресценции и др. Высокую чувствительность отмечали при использовании методов молекулярной гибридизации с использованием РНК и ДНК зондов. В последние годы для индикации и идентификации вирусов широко применяется полимерная цепная реакция (ПЦР) и ее модификации [29, 37, 38, 41, 46, 54]. В качестве индекса наличия в изучаемом материале патогенных вирусов человека предложено использовать ПЦР на присутствие аденовирусов [40].

В Черном море (бухты Севастополя) выявлена контаминация рота-, рео-, адено- и энтеровирусами морской воды, донных осадков и мидий *Mytilus galloprovincialis* соответственно в 2%, 12% и 24% [2,3].

Как указывалось выше, одним из направлений по изучению сохранения и выживания патогенных вирусов в водоемах были исследования в микрокосмах (*in vitro*) с учетом различных факторов. В ряде опубликованных работ [16, 21, 45] отмечалось, что на сохранение и выживаемость патогенных вирусов после попадания в воду влияют различные факторы. Наличие хлоридов, аэробных микроорганизмов, солнечного освещения, ультрафиолетовой радиации, корпускулярных частиц, изменения температуры, РН, жесткости и мутности воды и многие другие факторы, могут, как содействовать выживанию и сохранению вирусов, так и приводить к их разрушению. Наиболее важным для сохранения и выживания вирусов является наличие корпускулярных частиц – целлюлозы, глины, каолина, черного угля, частиц стекла, детрита и пр. Вирусы адсорбируются на таких частицах, и это защищает их от окисления, способствует транспортировке на панцири и раковины моллюсков и ракообразных, увеличивает возможность попадания в фильтрующие организмы. Адсорбция на твердых частицах – важнейший, жизненный фактор для патогенных вирусов, попадающих в водную среду. В одном из экспериментов по сравнительному изучению устойчивости в почвах, суспендированных в грунтовой и сточной воде, трех штаммов энтеровирусов – вируса гепатита А, полиомиелита 1 типа и ЕСНО 1 типа, была установлена наибольшая стабильность вируса гепатита А. Этим, вероятно, можно объяснить причину частой встречаемости контаминации вод и вспышек гепатита А, вирус которого передается через грунтовые воды. Одноклеточные водоросли могут оказывать влияние на инфекционность патогенных вирусов, адсорбируя их на всей поверхности. Инфекционность вирусов полиомиелита 1 типа, Коксаки и ЕСНО быстро падала при добавлении культур двух видов морских водорослей – *Dunaliella teriolecta* и *Cylindrotecta fusiformis*. Предполагают, что это связано с взаимодействием электрических зарядов между капсидом вируса и клеточной стенкой водоросли. Однако это явление обратимо [39]. Некоторые работы свидетельствуют о том, что в природных водоемах ротавирусы, по-видимому, более устойчивы, чем энтеровирусы [16, 21]. Инактивация патогенных вирусов в морской воде происходит за 4-10 дней, большая устойчивость наблюдается при использовании стерильной морской воды. Наличие твердых частиц продлевает сохранение инфекционности вирусов на 3 и более недели. Попадание вирусов в ткани фильтрующих моллюсков способствует их выживанию, сохранению и накоплению. Об этом свидетельствуют многочисленные эксперименты по заражению моллюсков лабораторными штаммами вирусов [12, 15, 32, 55]. У моллюсков *Mytilus lushilensis* отмечали

100 кратную концентрацию вируса гепатита А из окружающей среды с подобной же концентрацией вирусов в их фильтрующей и пищеварительной системах. На стадии очищения вирус персистировал в организме этих моллюсков 7 дней. Отмечалось, что вирус гепатита А выводился из моллюсков дольше, чем вирус полиомиелита [12]. Быстрое накопление патогенных вирусов (вируса гепатита А и полиомиелита) за 1,5 часа наблюдали у мидий *Mytilus galloprovincialis* [15]. Исследователями подчеркивалось, что более устойчивая контаминация патогенными вирусами фильтрующих моллюсков происходит при длительном пребывании в воде с низкой концентрацией микроорганизмов, чем при кратковременном пребывании в воде с высокой концентрацией патогенов [32]. Именно такие условия чаще всего и встречаются в природе. Учитывая полученные многочисленные результаты, свидетельствующие о высокой концентрирующей способности фильтрующих моллюсков, было предложено использовать последних для мониторинга фекальной контаминации природных водоемов на присутствие вируса гепатита А и других энтеровирусов [12]. Энтеровирусы, в свою очередь было предложено учитывать в качестве индикаторов вирусной контаминации моллюсков [33].

#### *Загрязнение водоемов вирусами сельскохозяйственных животных и растений*

Сельскохозяйственные животные с острыми и хроническими инфекциями выделяют вирусы, которые скапливаются в навозе, смываются ливнями или шлангами при уборке, а затем попадают в грунтовую воду или в поверхностные водоемы. Крупный рогатый скот (к.р.с.) выделяет с фекалиями энтеро-, адено-, рео-, рота-, парво-, коронавирусы и возбудителя диареи к.р.с. В фекалиях свиней могут находиться энтеро-, адено-, рео- и парвовирусы, а также возбудители трансмиссивного гастроэнтерита (коронавирусы). С носовым секретом в окружающую среду, в т.ч. и в водоемы попадают вирусы гриппа свиней. Овцы с фекалиями выделяют энтеро-, адено-, реовирусы, а также возбудителей скрепи и контагиозной эктимы. В испражнениях и носовых выделениях домашних птиц во внешнюю среду попадают энтеро-, адено-, реовирусы, а также возбудители болезни Ньюкасла, Марека, ларинготрахеита и др. Наиболее стабильными и устойчивыми являются реовирусы и возбудители скрепи [51]. В сточные воды боен и мясоперерабатывающих производств попадает кровь, фекалии, содержимое кишечника животных. После механической очистки они сливаются в общую канализационную сеть. Работы, проведенные по изучению сточных вод боен, выявили в 16 из 26 проб наличие 50 различных штаммов цитопатогенных вирусов, из них 27 в дни забоя крупного рогатого скота и 23 в дни забоя свиней. Все выделенные штаммы относились к роду энтеровирусов семейства *Picornaviridae* [19]. Контаминация водоемов зоонозными вирусами может быть причиной инфицирования людей. Однако наиболее опасные из них, такие как возбудители везикулярного стоматита свиней и другие арбовирусы сельскохозяйственных животных, обладают низкой степенью стабильности в природе и в водоемах. Водных вспышек, вызванных вирусами животных, среди людей или животных не описано [24]. Тем не менее, вопросы по ассоциированию с морскими пищевыми продуктами (рыбой, моллюсками, креветками) зоонозных инфекций интересуют исследователей.

Патогенные вирусы растений выявлены в грунтовых водах, в реках, озерах и морях, куда они, вероятно, попадали через зараженную почву во время дождей или иным заносом (пыль ветром и пр.). Водоемы могут распространять вирусы растений, находящихся в воде и частицах почвы дольше, чем в организме теплокровных животных, с фекалиями которых они также могут транспортироваться в воду. Немаловажную роль в распространении вирусных инфекций и растений и животных играют балластные воды трюмов больших межконтинентальных кораблей.

#### *Вирусы патогенных бактерий – бактериофаги в водоемах*

Загрязнение поверхностных и подземных водоемов – нежелательная реальность, встречающаяся практически во всех странах. Для предотвращения многих вспышек инфекционных болезней, вызываемых патогенными микроорганизмами, такими как вирусы, бактерии и протозоа, контаминирующими воду, научная общественность ведет поиски различных индикаторов, которых можно было бы использовать для мониторинга биологического загрязнения. Среди возможных индикаторов, бактериофаги привлекают возрастающее внимание, т.к. связаны с поддерживаемыми в воде бактериальными инфекциями. Бактериофаги на протяжении длительного периода (свыше 80 лет) были изучены по всему свету как индикаторы биологического загрязнения, т.к. просты в определении и

морфологически сходны с вирусами человека. И так, бактериофаги – потенциальные индикаторы загрязнения [5-7, 10, 33, 42]. Проведенная работа по определению связи между морфологией бактериофагов и их персистенцией в море выявила, что при свежем загрязнении сточными водами в морской среде присутствуют в основном бактериофаги семейства Myoviridae (91%) и в меньшинстве Siphoviridae (6%). И, наоборот, в образцах из морской среды давно не подвергавшейся загрязнению, наблюдалось повышение Siphoviridae- группы до 26,4% [27].

*Выводы и направления дальнейших исследований.* Анализ научной литературы позволил сделать заключение о том, что патогенные вирусы играют важную роль в биологическом загрязнении водоемов. Несмотря на множество факторов, способных инактивировать занесенных с суши вирусов, последние приспособились к сохранению, выживанию и концентрации в некоторых гидробионтах. Эта их особенность является причиной отдельных заболеваний, инфекционных вспышек и даже эпидемий среди населения. Однако наибольшая опасность в проблеме загрязнения водоемов патогенными вирусами, по нашему мнению, в экологической пластичности вирусов и их быстрой мутационной изменчивости. Эксперименты по изучению взаимоотношений простейших и патогенных вирусов человека выявили, что вирус Коксаки В-5 способен не только пенетрировать и персистировать, но и реплицироваться в таких простейших, как *Tetrahymina pyriformis* и *Giardia lamblia* [13]. Иными словами, этот эксперимент продемонстрировал, что энтеровирусы, обладая высокой экологической пластичностью, способны к освоению новых хозяев. Способность вирусов персистировать и размножаться в гетерогенных хозяевах или в гетерогенных культурах клеток неоднократно описана. Однако, пассаж в гетерологичном хозяине, наряду с действием различных химических и физических факторов, является одним из механизмов возникновения и закрепления вирусных мутаций. Попадая в водоемы, патогенные вирусы подвергаются этим мутагенным факторам, которые могут привести к появлению новых вариантов вирусов с измененными свойствами. Об опасности таких мутаций, приводящих к повышению вирулентности, предупреждают многие ученые [31, 34]. Есть предположение о том, что вирус гепатита А, после попадания в сточную воду, вступает в определенное взаимодействие с различными химическими соединениями, что в дальнейшем приводит к увеличению его устойчивости в гидросфере. Возможно, что такая приобретаемая устойчивость поможет в освоении нового хозяина? В конце 20 века критически пересматривались представления о специфичности биологии вирусов, зависящей от основного биологического хозяина. Одной из превалирующих тем в экологических исследованиях в последнее время является гетерогенности хозяина и паразита. Смена вида хозяина иногда происходит и у видоспецифических вирусов. Наследственная субстанция вирусов изменяется быстро. В течение 80 лет, начиная с 1910 г, ежегодно в среднем из 1000 нуклеотидов вирусов гриппа замещался другим, в то время как для подобного изменения генов млекопитающих требуется 80 миллион лет [44]. Цивилизация способствует эволюции вирусов. Этот процесс все время ускоряется из-за роста и миграции населения, туризма, межконтинентального транспорта, интенсификации животноводства и др.

Известно, что большинство так называемых «новых» вирусов на самом деле не являются новыми, а, скорее всего, представляют собой ранее существовавшие вирусы, у которых появились новые возможности. Эволюция вирусов представляет интерес в первую очередь не как механизм появления совершенно новых вирусов, а скорее как путь адаптации существующих или слегка модифицированных вирусов к новым хозяевам. И в итоге, изменяющиеся взаимоотношения между вирусами и человеческим обществом, являются отражением изменений во взаимоотношениях между людьми и окружающей средой. Так, социальные и экологические нарушения повышают биологическую значимость эпидемии. Особое внимание необходимо обращать на изучение динамики изменений свойств вирусов и их хозяев с целью прогнозирования тенденций развития их эволюции. Похоже, что мы станем свидетелями эволюции многих патогенных вирусов человека, животных, растений и бактерий, что прогнозируют различные математические модели [31].

Актуальными, подтверждающими быструю эволюцию вирусов в настоящее время, являются выводы В.А. Кордюм [1]. Рассматривая традиционное толкование вирусов, ученый подчеркивает, что в своем крайнем варианте, вирусы являются составляющей такого ключевого процесса в биосфере, как контроля численности популяций, не позволяя никаким

формам жизни, в процессе их эволюции, опускаться ниже некоего порога жизнеспособности. Однако эта роль вирусов вообще пока не анализировалась. Такова роль вирусов на протяжении всего времени существования на Земле. С момента появления новой, фактически альтернативной биосфере, системы ноосферы начался процесс «выяснения отношений» между ними. Вызов ноосферы биосфере по временным масштабам эволюции – мгновенен. Отреагировать на него могут лишь микроорганизмы и в частности вирусы. Они и будут на острие ответа биосферы. Уже началась их взрывообразная эволюция. Первый вариант ответа биосферы – это молниеносные эпидемии. Они могут быть вызваны как вирусами, так и другими микроорганизмами. Второй вариант – незаметное изменение биосферой самого носителя ноосферы, т.е. человека на генетическом уровне, что в значительной мере могут обеспечить вирусы.

Не ускоряет ли процесс биологического загрязнения гидросферы патогенными вирусами ответа биосферы ноосфере в виде не поддающихся контролю эпидемий и активизации изменений генетического аппарата человека? В поставленном вопросе отражается проблема острой необходимости проведения мониторинговых исследований по изучению фоновой биоконтаминации патогенными вирусами водоемов и их обитателей. Это, в свою очередь, актуально и в свете обостряющихся отношений между некоторыми странами, которые, не исключено, что могут использовать бактериологическое оружие. Имея фоновый уровень биоконтаминации патогенными вирусами, можно уловить тот момент, когда в водоемах происходят кардинальные перемены по увеличению биозагрязнения. Эти изменения могут служить сигналом для биологов, медиков, экологов, генетиков и др. специалистов о надвигающейся вирусологической опасности для здоровья человека, животного и растительного мира.

Украина – морская держава, и безопасность со стороны моря представляет интерес во всех направлениях, в том числе и со стороны возможных биологических террористических актов (диверсий). Влияние аллохтонных вирусов на морскую биоту пока не изучено, однако в результате биологической контаминации возможно появление «новых» вирусов. При этом могут пострадать флора и фауна моря (млекопитающие, рыбы, креветки, моллюски, водоросли и микроводоросли и т.д.), что отрицательно повлияет на экономику Черноморского бассейна. А связь здоровья населения с биологическим загрязнением патогенными вирусами водоемов очевидна и не подлежит сомнениям. Иными словами, изучение проблем биологической контаминации важная и необходимая задача для любого государства, а особенно для морской державы.

#### Библиографический список:

1. Кордюм В.А. Эволюция вирусов – попытка нелинейного прогноза / В.А. Кордюм // Биоресурси та віруси: ІІ Міжнародна конференція, 11-15 вересня 2001, Київ, Україна: тези конф. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – С. 13.
2. Степанова О.А. Биологическое загрязнение морских акваторий – путь к эволюции патогенных вирусов / О.А. Степанова // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. – 2001. – Т.137, Ч.ІІ. – С. 177-179.
3. Степанова О.А. Роль патогенных вирусов в биологическом загрязнении побережья Севастополя // Агроекологический журнал. – 2003.- №1. – С. 85-86.
4. Ahpleton H. Foodborn illness. Foodborn viruses / H. Ahpleton // Lancet. – 1990. – No. 8727. – P.1362-1364.
5. Armon R. Bacteriophages as indicators of pollution / R. Armon, Y. Kott // Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. – 1996. – Vol. 26, No. 4. – P. 299-335.
6. Chug H. Detection of human enteric viruses in oysters by in vivo and vitro amplication of nucleic acids / H. Chug, L.A. Jaykus, M.D. Sobsey // Appl. environ. microbial. – 1996. – Vol. 62, No. 10. – P. 3772-3778.
7. Chug H. Bacteriophages and bacteria as indicators of enteric viruses in oysters and their harvest waters / H. Chug, L.A. Laykus, G. Lovelace, M.D. Sobsey // Health related water microbiology. – 1998. – Vol. 38, No. 12. – P. 37-44. – Morris, - R. – (ed.): PO-Box-800 Elsevier-Science-Ltd, - Pergamon.
8. Cotor F. Enterovirus presents sur qulques especes de coquillages de poissons / F. Cotor, O. Zabale, G. Aoram // Rev/roum/ virol. – 1990. – Vol. 41, No. 1. – P. 19-23.
9. Cubitt D. The diagnosis and occurence of waterborne outbreaks of viral gastroenteritis / D. Cubitt // Zentralbl. Hyg. Umweltmed. – 1990. – Vol. I, No. 5-6. – P. 466.
10. [Dore](#) W.J. Evaluation of F-specific DNA bacteriophage as a candidate human enteric virus indicator for bivalve molluscan shellfish / W.J. [Dore](#), K. Henshilwood, D.N. Lees // Appl. environ. microbiol. – 2000. – Vol.66, No. 4. – P. 1280-1285.
11. Durkop J. Virus contamination of surface waters / J. Durkop // 6-th Int. Symp. Microbiol. Ecol. - September 6-11, 1992, Barcelona: abstr. - Barcelona, 1992. - P. 4.

12. Enriques R. Accumulation and persistence of hepatitis A virus in mussels / R. Enriques, G.G. Fronsher, V. Hochstein-Mintzel et al. // *J. Med. Virol.* - 1992. – Vol. 37, No. 3. – P. 174-179.
13. Feras Y. The relationships between protozoa and viruses. Protozoa as host of mammalian viruses / Y. Feras, L. Kesa // *Изв. АН ЭССР. Сер. Биол.* - 1990. – Т. 9, №4. – С.242-258.
14. Forne J. Typhoid fever and acute non-A, non-B after shellfish consumption / J. Forne, R. Miralles, S. Tomas, P. Saballs // *J. Med. Virol.* – 1988. – Vol. 7, No.4. – P. 581-582.
15. Franco E. Depuration of *Mytilus galloprovincialis* experimentally contaminated with hepatitis A virus / E. Franco, L. Toti, R. Gabrieli et al. // *Int. J. Food Microbiol.* – 1990. – Vol, 11, No.3-4. – P. 321-328.
16. Girones R. Natural inactivation of enteric viruses in sea water / R. Girones, J. Jofre, A. Bosch // *J. Environ. Qual.* – 1989. – Vol. 18, No. 1. – P. 34-39.
17. Grabow W.O. Selection of indicator systems for human viruses in polluted sea water and shellfish / W.O. Grabow, G.K. Idema, P. Coubrough, B.W. Bateman // *Water Sci. Technol.* - 1989. – Vol. 21, No.3. – P. III-117.
18. Gray S.F. Dose-response in out-break of non-bacterial food poisoning to a mixed seafood cocktail / S.F. Gray, M.R. Evans // *Epidemiol. and Infec.* – 1993. – Vol. 110, No.3. – P. 583-590.
19. Herbst W. Chloroformstabile zytopathogene viren in Schlachthofabwasser/ W. Herbst, J. Werkle, W. Phillip et al. // *Fleischwirtschaft.* – 1990. – Vol. 70, No.8. – P. 898-899.
20. Hughes M.S. Enteroviruses in recreational waters of northern Ireland / M.S. Hughes, P.V. Coyle, J.H. Connolly // *Epidemiol. Infect.* – 1992. – Vol. 108, No. 3. – P. 529-536.
21. Hurst Ch.J. Effect of environmental variables on enteric virus survival surface freshwater / Ch.J. Hurst // *Water Sci. and Technol.* - 1988 (1989). – Vol. 20, No.11-12. – P. 473-476.
22. Jiao Y. Выделение вируса гепатита А из моллюсков во время вспышки гепатита А в Шанхае в 1988 году / Y. Jiao, J. Han, Wang et al. // *Бинду сюэбао* – 1990. – Vol. 6, No.4. – P. 312-315. – *Chin. J. Virol.*
23. Jofre J. Occurrence of bacteriophages infecting *Bacteroides fragilis* and other viruses in polluted marine sediments / J. Jofre, M. Blasi, A. Bosch, F. Lucena // *Water Sci. Technol.* – 1989. – Vol. 21, No.3. – P. 15-19.
24. Kalter S.S. The role of animal in the waterborne transmission of viruses / S.S. Kalter // *Water Sci. Technol.* - 1986. – Vol. 18, No. 10. – P. 241-263.
25. Katayama H. Development of a virus concentration method and its application to detection of enterovirus and Norwalk virus from coastal seawater/ H. Katayama, A. Snimasaki, S. Ohgaki // *Appl. environ. microbiol.* – 2002. – Vol. 68, No. 3. – P. 1033-1039.
26. Krikalis V. Human adenoviruses and enteroviruses present in waters / V. Krikalis, N. Spyrou, P. Markoulatos // *Microb. Ecol. Health and Disease.* – 1991. – Vol. 4, No. 4. – P. 250.
27. Lasobras J. Relationship between the morphology of bacteriophages and their persistence in the environment / J. Lasobras, M. Muniesa, J. Frias et al. // *Health Related Water Microbiol.* – 1996. – 1997. – Vol. 35, No.11-12. – P. 129-132. – *Water. Sci. Technol.*
28. Le Guyader F. Detection of enteroviruses and hepatitis A virus by riboprobes in natural shellfish / Guyader F. Le, V. Aירה-Marchais, D. Menard et al. // 6-th Int. Symp. Microbiol. Ecol. - September 6-11, 1992, Barcelona: abstr. – Barcelona, 1992. – P. 201.
29. Leonard D.L. National indicator study: is an international approach feasible? / D.L. Leonard // *J. Shellfish res.* – 2001. – Vol. 20, No. 3. – P. 1293-1298.
30. Maifreni M. Infezioni virali trasmesse da alimenti / M. Maifreni, B. Citterio, M. Manzano, G. Comi // *Ann microbiol. ed enzimol.* – 1993. – Vol. 43, No. 2. – P. 181-193.
31. McGraffth J.W. Biological impact of social disruption resulting from epidemic disease / J.W. McGraffth // *Amer. J. Phys. Antropol.* – 1991. – Vol. 84, No.4. – P. 407-419.
32. Mesquita M.M.F. Effects of seawater contamination level and exposure period on bacterial and viral accumulation and elimination processes by *Metilus edulis* / M.M.F. Mesquita // *Water Sci. Technol.* – 1988/1989. – Vol. 20, No. 11-12. – P. 265-270.
33. Miossec L. Validity of *Esherichia coli*, enterovirus, and F-specific RNA bacteriophages as indicators of viral shellfish contamination / L. Miossec, F. Le-Guyader, D. Pelletier et al. // *J. Shellfish res.* – 2001. – Vol. 20, No. 3. – P. 1223-1227.
34. Morse S.S. Emerging viruses: Defining the rules for viral traffic / S.S. Morse // *Perspect. Biol. med.* – 1991. – Vol. 34, No. 3. – P. 387-409.
35. Muniain-Mujika I. Viral contamination of shellfish: evaluation of methods and analysis of bacteriophages and human viruses / I. Muniain-Mujika, R. Girones, F. Lucena // *J. Virol. Methods.* – 2000. – Vol. 89, No. 1-2. – P.109-118.
36. Muscillo M. Enteric virus detection in Adriatic seawater by cell culture, polymerase chain reaction and polyacrylamide gel electrophoresis / M. Muscillo, A. Carducci, G. La-Rosa et al. // *Water res.* – 1997. – Vol. 31, No. 8. – P. 1980-1984.
37. Noble R.T. Viruses in aquatic systems: agents of disease and ecosystems impacts / R.T. Noble // *Ecology of marine viruses.* – 2003. – P.35-39. – Banyuls-sur-mer, 19-22 March, 2003, Monaco; CIESM, Workshop, Monographs. No. 21.
38. Noble R.T. Enteroviruses detected by reverse transcriptase polymerase chain reaction from the coastal waters of Santa Monica Bay, California: low correlation to bacterial indicator levels / R.T. Noble, J.A. Fuhrman // *Hydrobiologia.* – 2001. – Vol. 460, No. 1-3. – P. 175-184.
39. Patti A.M. Interaction between the human viruses and unicellular algae in marine environment / A.M. Patti, P. De Filipps, R. Gabriel et al. // *Ann. ig.* – 1991. – Vol. 3, No.2. – P.101-104. – *Med. Prev. Com.*
40. Pina S. Viral pollution in the environment and in shellfish: human adenovirus detection by PCR as an index of human viruses / S. Pina, M. Puig, F. Lucena et al. // *Appl. environ, microbiol.* – 1998. – Vol. 64, No. 9. – P. 3376-3382.
41. Queiros A.P.S. Electropositive filter membrane as an alternative for the elimination of PCR inhibitors from sewage and water samples / A.P.S. Queiros, F.M. Santos, A. Sassaroli et al. // *Appl. enviro. microbiol.* – 2001. – Vol. 67, No.10. – P. 4614-4618.
42. Rao B.M. Occurrence of coliphages in fish and aquaculture farms / B.M. Rao, P.K. Surendran // *Fish. technol. soc. technol. India.* – 2000. – Vol. 37, No.2. – P. 146-149.

43. Richards G.P. Enteric virus contamination of shellfish: intervention strategies / G.P. Richards // J. shellfish. res. – 2001. – Vol. 20, No. 3. – P. 1241-1243.
44. Ruiz G.M. Global spread of microorganisms by ships / G.M. Ruiz, T.K. Rawlings, F.C. Dobbs et al. // Nature. – 2000. – Vol. 408, No. 6808. – P. 49-50.
45. Sakoda A. Adsorption of viruses in water environment onto solid surfaces / A. Sakoda, Y. Sakai, K. Hayakawa, M. Suzuki // Inter. Special. Conf. on Adsorpt. in the Water Environ. and Treatment Processes. – 5-8 Nov., 1996, Shirahama Japan. – 1997. – Vol. 35, No. 7. – P. 107-114. – Suzuki M., Okada M. – eds.
46. Santos C.S. Improved method for rotavirus detection in oysters using RT-PCR: suitability of a commercial PCR kit / C.S. Santos, C. Rigotto, C.M.O. Simoes, C.R.M. Barardi // J. shellfish. res. – 2001. – Vol. 20, No. 3 – P. 997-1001.
47. Sigari G. Gastroenteritis and hepatitis A viruses in mussels / G. Sigari, E. Losi // Ig. Mod. – 1999. – Vol. 111, No.3. – P. 225-238.
48. Tang Y.W. A serologically confirmed case-control study of a large outbreak of hepatitis A in China, associated with consumption of clams / Y.W. Tang, J.X. Wang, Z.X. Xu // Epidemiol. Infect. – 1991. – Vol. 107, No.3. – P. 651-657.
49. Truman B.J. Snow Mountain agent Gastroenteritis from clams / B.J. Truman, H.P. Madore, M.A. Menegus et al. // Amer. J. Epidemiol. – 1987. – Vol. 126, No.3. – P. 516-525.
50. Walter R. Virus levels in river waters / R. Walter, W. Marcht, J. Durkop et al. // Water Res. – 1989. – Vol. 23, No. 2. – P. 133-138.
51. Wekerle J. Viren in flüssig und Festmist sowie in abwasser von schlachthanlagen / J. Wekerle // Schriftenr. ver Wasser. - Boden und Lufthyg. – 1988. – No. 78. – P. 39-56.
52. Woodley J.C. Vessel sewage discharge: its impact on shellfish beds and the legislation that it is mandated / J.C. Woodley // J. shellfish. res. – 1997. – Vol. 16, No. 1. – P. 278.
53. Xu Z.Y. Ecologie des coquillages associes aux epidemies d'hepatite A en China / Z.Y. Xu // Med. Chir. Dig. – 1992. – Vol. 21, No.2. – P. 6.
54. Zhao - Wenbing Detection of HAV contamination in shellfish from Lianyungang sea water by antibody capture-PCR / Zhao - Wenbing, Lin - Hongyu, Li - Jiafu et al. // Virol. sin. – 1998. – Vol. 13, No. 4. – P. 369-372.
55. Zhou Y.J. Concentration and detection of hepatitis A virus and rotavirus from shellfish by hebridization tests / Y.J. Zhou, M.K. Esters, X. Jiang, T.G. Metkalf // Appl. Environ. Microbiol. – 1991. – Vol. 57, No. 10. – P. 2963-2968.

Надійшла до редакції 02.06.09

*О. М. Аліпов, В. С. Діденко, А. В. Соловйов, Є. А. Соловйова, О. А. Степанова*

**ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМИЩ ПАТОГЕННИМИ ВІРУСАМИ**

*Запропоновано аналіз наукових досліджень зарубіжних і вітчизняних авторів з проблеми біоконтамінації водоймищ вірусами алохтонного походження і припущеннями про можливі наслідки їх поширення в умовах сучасного екологічного середовища.*

*забруднення водоймищ, патогенні віруси, біоконтамінація водоймищ, мутагенні фактори*

*A. Alipov, V. Didenko, A. Soloviev, E. Solovieva, O. Stepanova*

**THE PROBLEMS OF WATER POLLUTION BY PATHOGENIC VIRUSES**

*This paper presents a review of native and foreign studies in the field of water pollution by pathogenic viruses and considers the possible consequences of their proliferation in present day ecological environment.*

*pollution of water bodies, pathogenic viruses, mutagenic factors*

© *А. Н. Алипов, В. С. Диденко, А. В. Соловьёв, Е. А. Соловьёва, О. А. Степанова, 2009*