

УДК 578.423

ПРУС Н.С., ЧЕРНЯЄВА Т.А., БОБРА Д.І.

Відокремлений структурний підрозділ «Криворізький міський відділ лабораторних досліджень державної установи «Дніпропетровський обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України», м. Кривий Ріг, Україна

## АНТРОПОГЕННЕ ВІРУСНЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДЖЕРЕЛА ВОДОКОРИСТУВАННЯ м. КРИВОГО РОГУ

**Резюме.** Метою дослідження було визначити на прикладі промислового регіону наявність в джерелах водокористування, до яких надходять очищені господарські стічні води, вірусу гепатиту А. **Методи.** Досліджувались проби води відкритих водоймищ у місцях водозабору, яка потрапляє для подальшої очистки і використання в споживчих питних цілях, проби річкової води в місцях відпочинку та проби стічної води в місцях скиду в навколишнє середовище. Застосовували метод твердофазного імуноферментного аналізу з використанням наборів реагентів для виявлення антигенів вірусу гепатиту А (ВГА) — «ВГА-антиген-ИФА-Бест» (Росія), прилади для автоматичного промивання мікропланшетів та автоматичного обліку результатів за допомогою аналізатору імуноферментного StatFax303 (Awareness Technology Inc., США). **Результати.** За період проведених досліджень у 2000–2015 рр. відзначається три піки підйому індикації антигенів HAV у пробах річкової та стічної води. У 2002–2003 рр. позитивні зразки становили в середньому 34,4 та 32,3 % у пробах стічної та річної води відповідно, у 2008 р. — 26,7 та 27,1 %. Третій пік виявлення антигенів HAV у воді відкритих водоймищ спостерігали у 2012 р. — 17,8 %. Для стічної води відмічається тенденція до поступового зниження індикації вірусних антигенів починаючи з 2008 р., фактично до 0 % у 2013 та 2014 р. **Висновки.** Забруднення водних екосистем біологічними компонентами відбувається незважаючи на попередню очистку стічних побутових вод. Відмічається 4–6-річна періодичність підвищення забрудненості вірусом гепатиту А водних об'єктів довкілля. Забруднення питної води, яку використовують у побуті, ймовірно, можна пов'язати з незадовільним станом самих водогонів і особливою прокладенням мереж водопостачання та водовідведення.

**Ключові слова:** вірус гепатиту А, вода навколишнього середовища, стічна вода.

Зважаючи на достатню різноманітність джерел водокористування, що доступні мешканцям промислового Кривбасу, цей регіон задовольняє вимогам щодо вивчення циркуляції біологічних об'єктів між популяцією людей і водними ресурсами. Джерелами центрального водопостачання м. Кривого Рогу є Карачунівське і Південне (Радущанське) водосховища.

Карачунівське водосховище утворене за рахунок річок Інгулець, Бічна і Боковенька. Південне водосховище утворене в кінцевій точці водного каналу, що забирає воду з Каховського водосховища на р. Дніпро. Ці водосховища, як джерела водопостачання, можна віднести до складних в епідемічному плані, у зв'язку з тим, що вище за течією р. Інгулець проводять скид стічних вод місто Олександрія, с.м.т. Петрово Кіровоградської області і місто Жовті Води Дніпропетровської області. Крім того, на березі водоймища розташовані 66 баз відпочинку, що не мають централізованої каналізації.

Саме місто Кривий Ріг має протяжність понад 120 км, на його території знаходяться промислові підприємства, кар'єри, відвали розкритих порід,

воно перетинається річками Інгулець і Саксагань з численними балками. Така складність та неоднорідність системи водокористування притаманна багатьом містам Східної Європи. Значна зношеність трубопроводів, збільшення об'ємів вживання води в сучасному побуті, як наслідок, приводить до зростання навантаження на водні об'єкти навколишнього середовища очищеними стічними водами від міських станцій аерації, промивними водами від промислових підприємств та ін. Погіршення атмосферного повітря за багатьма екологічними показниками також призводить до підвищеного на-

Адреси для листування з авторами:

Прус Наталія Станіславівна  
E-mail: boroda\_ua@mail.ru  
Черняєва Тамара Анатоліївна  
E-mail: dolc.vsp.9@ses.dp.ua  
Бобра Дмитро Іванович  
E-mail: dolc.vsp.9@ses.dp.ua

© Прус Н.С., Черняєва Т.А., Бобра Д.І., 2016

© «Актуальна інфектологія», 2016

© Заславський О.Ю., 2016

вантаження забрудненими паводковими водами джерел водозаборів. Як наслідок, спостерігається поступова руйнація біологічної здатності до самоочищення як великих джерел водопостачання, таких як водосховища, так і річок. Завдяки цим фактам змінюється хімічний і біологічний склад водних ресурсів. Таке «перенасичення» антропогенними речовинами призводить до більш щільного контакту між біологічними клітинами та хімічними компонентами у водному середовищі, що звичайно підвищує ймовірність мутаційних процесів. Саме в таких системах існують різноманітні організми і навіть найменші з них — віруси.

Зацікавленість у вивченні вірусного навантаження саме водних джерел зрозуміла: повноцінне існування людини неможливе без щоденного використання води в побуті, виробництві та дозвіллі.

**Мета дослідження:** визначити вплив господарських стічних вод на рівень забруднення вірусом гепатиту А природних джерел водокористування на прикладі Кривбасу як великого промислового регіону.

## Матеріали і методи

Об'єкти дослідження — проби води відкритих водоймищ у місцях водозабору, яка потрапляє для подальшої очистки і використання в споживчих питних цілях, проби річкової води в місцях відпочинку та проби стічної води в місцях скиду в навколишнє середовище.

Одночасно вивчали проби питної води, яка надходить в мережу водогонів для визначення кореляції отриманих даних з існуючою захворюваністю. При підготовці статті використано дані власних досліджень та дані досліджень, які виконувались фахівцями вірусологічної лабораторії санепідслужби міста за період 2000–2014 рр.

Проби води досліджували методом твердофазного імуоферментного аналізу з використанням наборів реагентів для виявлення антигенів вірусу гепатиту А (ВГА) — «ВГА-антиген-ИФА-Бест» (Росія). Використовували прилади для автоматичного промивання мікропланшетів та автоматичного обліку результатів за допомогою аналізатора імуно-

ферментного StatFax303 (Awareness Technology Inc., США). Концентрацію вірусних антигенів здійснювали згідно з чинними методичними вказівками відповідно до року проведення реакцій. Загальна кількість дослідженого матеріалу з об'єктів довкілля на вміст вірусних антигенів становила 5136 проб.

У 2014 р. в Кривому Розі відбувся спалах захворюваності на ВГА. Під час епідеміологічного розслідування цього спалаху дослідили 6 проб з резервуарів чистої питної води, 11 проб з об'єктів навколишнього середовища (в місцях забору води з відкритих водоймищ, яка надходить на подальшу очистку для побутового споживання) та 197 проб питної води в місцях безпосереднього користування мешканцями, у тому числі питна вода з водогонів в вогнищах захворюваності на ВГА. Для адсорбції вірусних антигенів використовували ентеросгель (гідрогель метилкремніевої кислоти) згідно з методичними вказівками [3], котрий на сучасному етапі вважається найбільш ефективним.

## Результати та їх обговорення

Як маркер вірусного навантаження на водні об'єкти взято представника родини *Picornaviridae* — вірус гепатиту А (HAV). Згідно з сучасною систематикою HAV відносять до роду *Hepatovirus* (за старою класифікацією — ентеровірус E72) [4]. Вибір цього вірусу пов'язаний з його високою контагіозністю, здатністю витримувати широкі кліматичні коливання та тривало зберігатися саме у водних об'єктах.

Санітарно-вірусологічний моніторинг водних об'єктів здійснюється постійно. Останніми роками було накопичено багато даних щодо циркуляції HAV у водному навколишньому середовищі.

За період спостережень 2000–2015 рр. (рис. 1) можливо відзначити три піки підйому індикації антигенів HAV у пробах річкової та стічної води. Слід зазначити, що проби стічної води відбиралися після попередньої очистки на станціях аерації безпосередньо з труби на виході в місті потрапляння її в навколишнє водне середовище. Проби води відкритих водоймищ відбирали за течією як нижче, так і вище скиду стічних вод, та з інших водних об'єктів, які безпосередньо не забруднюються очищеними стіч-

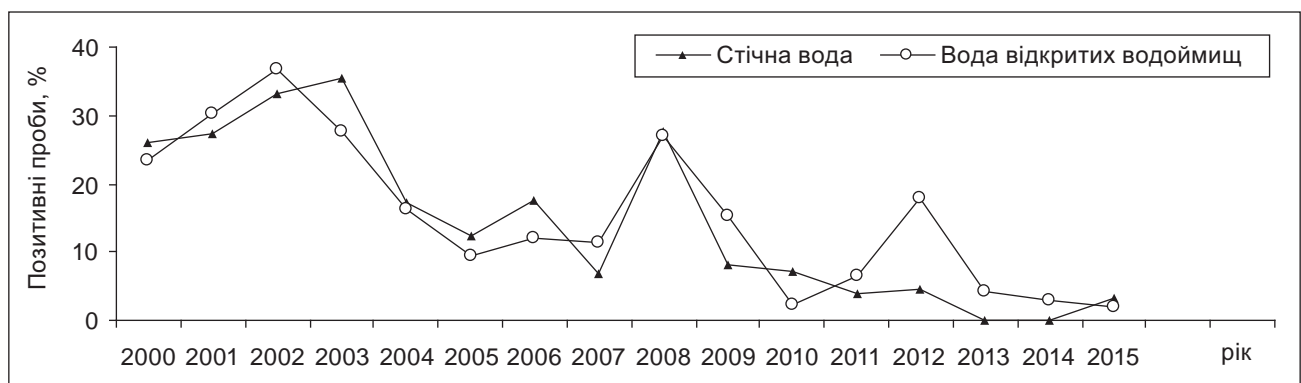
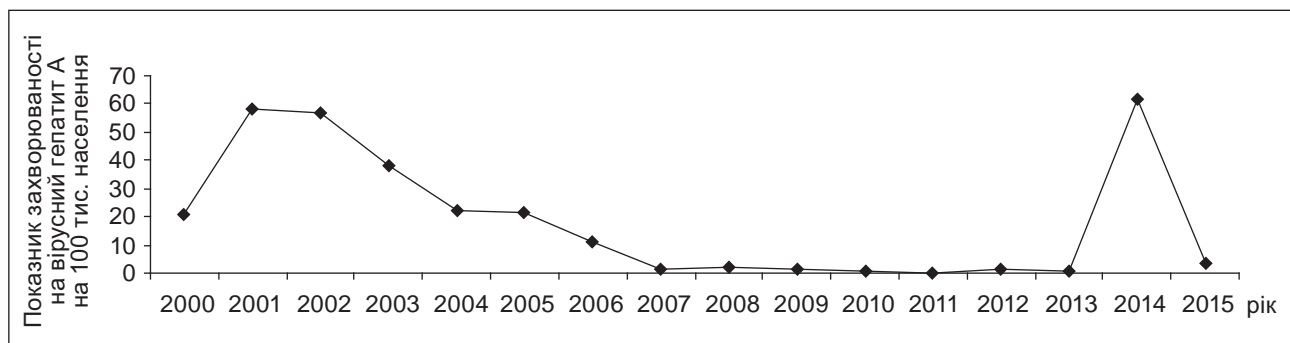


Рисунок 1. Вміст антигенів HAV у пробах стічної води та у воді відкритих водоймищ



**Рисунок 2. Показники захворюваності на вірусний гепатит А в м. Кривому Розі**

ними водами. У 2002–2003 рр. позитивні зразки становили в середньому 34,4 та 32,3 % у пробах стічної та річної води відповідно, у 2008 р. — 26,7 та 27,1 %. Третій пік виявлення антигенів HAV у воді відкритих водоймищ спостерігали у 2012 р. — 17,8 %. Для стічної води відмічається тенденція до поступового зниження індикація вірусних антигенів починаючи з 2008 р., фактично до 0 % у 2013 та 2014 р.

Наведені дані свідчать про 4–6-річну періодичність підвищення забрудненості водних об’єктів вірусом гепатиту А, що відповідає циклічним підйомам захворюваності в людській популяції на ВГА [2]. Незважаючи на досить велику здатність цього вірусу витримувати складні погодні умови, такі як надзвичайно високі та низькі температури, різні показники вологості, не реєструється накопичення вірусу в навколишньому середовищі і його присутність пов’язується лише з безпосереднім потраплянням від хворої людини в навколишнє середовище, а водні об’єкти досі спроможні відновлюватись та зберігають здатність до самоочищення.

Середина 2014 р. відзначилась зростанням в регіоні кількості зареєстрованих випадків захворюваності на ВГА. Останнє зростання цих показників відмічалось у 2001–2002 рр. з максимальним значенням абсолютного числа 58,17 одиниць з поступовим зменшенням кількості випадків захворюваності на ВГА до  $1,34 \pm 1,00$  на 100 тис. населення у 2007–2013 рр. У 2014 р. цей коефіцієнт збільшився до 61,41 випадку на 100 тис. населення (рис. 2); 2015 року спостерігали повернення до звичайних показ-

ників захворюваності з коефіцієнтом 3,6. Наведені результати захворюваності на гепатит А в м. Кривому Розі відповідають медичним формам щорічної звітності.

Початок спалаху захворюваності на ВГА в місті зареєстровано наприкінці травня 2014 р., що не є характерним для сезонної циркуляції цього збудника [2]. Однак метеорологічні спостереження останніх років свідчать про чітку тенденцію до зміни частоти та інтенсивності кліматичних аномалій, екстремальних погодних явищ, таких як, наприклад, надзвичайно рання та тепла весна 2014 р. з високими температурами вже в березні.

Враховуючи те, що початок спалаху зареєстрували масово в одній групі населення, а саме серед мешканців міста ромської національності, і лише згодом інфекція поширилась на інші райони міста, ймовірно, що шлях передачі збудника був контактно-побутовий. Під час епідеміологічного розслідування протягом усього періоду розвитку цього спалаху (травень — жовтень 2014 р.) проводились дослідження питної води розподільчої мережі міста та води з об’єктів довкілля на вміст антигенів HAV — проб з позитивним результатом не виявлено.

Існуючі дані вірусологічного моніторингу питної води розподільчої мережі міста не свідчать про складну епідемічну ситуацію щодо ВГА. Поряд із тим також не спостерігається кореляції між виявленням вірусних антигенів HAV у пробах води з водосховищ, з яких безпосередньо проводять забір для подальшої очистки, та у питній воді (рис. 3).



**Рисунок 3. Вміст антигенів HAV у пробах питної води та у воді відкритих водоймищ**

## Висновки

Таким чином, під час досліджень визначена існуюча позитивна кореляція між наявністю антигенів HAV у стічній воді та у воді відкритих водоймищ. Під час спостережень відмічалась 4–6-річна періодичність підвищення забрудненості вірусом гепатиту А водних об'єктів довкілля. Це відбувається незважаючи на попередню очистку стічних побутових вод, що здійснюється на станціях аерації перед скидом у навколишнє середовище. Забрудненість питної води вірусами гепатиту А, яку використовують у побуті, не залежить від якості води в джерелах водозаборів та, ймовірно, пов'язана з незадовільним станом самих водогонів і особливістю прокладення вітчизняних транспортних мереж водопостачання та водовідведення.

## Список літератури

1. Гурін В.М., Порохницький В.Г., Вороненко С.Г. та ін. *Посібник з медичної вірусології*. — К.: Здоров'я, 1995. — 368 с.
2. *Медицинская вирусология / Под ред. Д.К. Львова*. — М.: Медицинское информационное агентство, 2008. — 656 с.
3. *Методичні вказівки «Санітарно-вірусологічний контроль водних об'єктів»*. — К., 2007. — 84 с.
4. King A., Adams M., Carstens E., Lefkowitz E. *Virus taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses. Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. — London, Academic Press, 2012. — 1327 p.

Отримано 05.02.16 ■

Прус Н.С., Черняева Т.А., Бобра Д.И.

Обособленное структурное подразделение «Криворожский городской отдел лабораторных исследований государственного учреждения «Днепропетровский областной лабораторный центр Госсанэпидслужбы Украины», г. Кривой Рог, Украина

### АНТРОПОГЕННАЯ ВИРУСНАЯ НАГРУЗКА НА ИСТОЧНИКИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ г. КРИВОГО РОГА

**Резюме.** Целью исследования было определить на примере промышленного региона наличие в источниках водопользования, в которые поступают очищенные сточные воды, вирус гепатита А. **Методы.** Исследовались пробы воды открытых водоемов в местах отбора воды, которая поступает на дальнейшую очистку и используется в питьевых целях, пробы речной воды в местах отдыха и пробы сточной воды в местах сброса их в окружающую среду. Применяли метод твердофазного иммуноферментного анализа с использованием набора реагентов для выявления антигенов вируса гепатита А (ВГА) — «ВГА-антиген-ИФА-Бест» (Россия), приборы для автоматического промывания микропланшетов и автоматического учета результатов при помощи анализатора иммуноферментного StatFax303 (Awareness Technology Inc., США). **Результаты.** В период проведенных исследований в 2000–2015 гг. отмечается три пика подъема индикации антигенов HAV в пробах речной и сточной воды. В 2002–

2003 гг. положительные образцы составили в среднем 34,4 и 32,3 % в пробах сточной и речной воды соответственно, в 2008 г. — 26,7 и 27,1 %. Третий пик наличия антигенов HAV в воде открытых водоемов наблюдали в 2012 г. — 17,8 %. Для сточной воды отмечается тенденция к постепенному снижению индикации вирусных антигенов начиная с 2008 г., практически к 0 % в 2013 и 2014 г. **Выводы.** Несмотря на предварительную очистку сточной воды, происходит загрязнение водных экосистем биологическими компонентами. Отмечается 4–6-летняя периодичность повышения загрязненности вирусом гепатита А водных объектов окружающей среды. Загрязнение питьевой воды, которая используется в быту, вероятно, можно связать с неудовлетворительным состоянием самих водопроводных систем и с особенностью пролегания сетей подачи воды и водоотведения.

**Ключевые слова:** вирус гепатита А, вода окружающей среды, сточная вода.

Prus N.S., Chernyaeva T.A., Bobra D.I.

Separate structural division «Kryvy Rih Department of Laboratory Research of state Institution in «Dnipropetrovsk Regional Laboratory Center of State Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine», Kryvyi Rih, Ukraine

### ANTHROPOGENIC VIRAL LOAD ON THE SOURCES OF WATER IN KRYVYI RIG

**Summary.** The aim of the study was to determine the hepatropic viruses load on the natural sources of wastewater use of the industrial region. **Methods.** We investigated open water samples from places of water intake, which is later purified and used in consumer's drinking purposes; river water samples in resting places and samples of sewage from discharge to the environment places. We used EUSA method using sets of reagents for the detection of antigen of hepatitis A virus (HAV) HAV-antigen ELISA-Best (Russia), devices for the automatic washing of microplates and automatic record of the results using the immunoassay analyzer StatFax303 (Awareness Technology Inc., USA). **Results.** During 2000–2015 three peaks of the indication

of HAV antigens' rise in river water and sewage samples were noted. In 2002–2003 in average 34.4 and 32.3 % of the sewage and river water samples were positive, in 2008 26.7 and 27.1 %, respectively. The third peak of HAV antigen detection in open water was observed in 2012, only 17.8 %. Wastewater has been losing viral antigens since 2008, in fact to 0 % in 2013–2014. **Conclusions.** Aquatic ecosystem pollution by biological components occurs despite of primary treatment of wastewater. Drinking water contamination, which is used in everyday life, probably can be linked to an unsatisfactory condition of pipelines and laying of sewage supply.

**Key words:** hepatitis A virus, water of environment, wastewater.