

ОГЛЯДИ І ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 578.835.11:628.3

©В. А. Понятовський, В. В. Бобир

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

ПОШИРЕНІСТЬ ЕНТЕРОВІРУСІВ У СТИЧНИХ ВОДАХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

ПОШИРЕНІСТЬ ЕНТЕРОВІРУСІВ У СТИЧНИХ ВОДАХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) – Ентеровірусні забруднення об'єктів навоколишнього середовища, а особливо стічних вод, на сьогодні є актуальною проблемою, тому що постійна циркуляція цих вірусів у популяції, регулярне потрапляння їх у стічні води, висока стійкість до різних фізичних і хімічних чинників, тривале зберігання у воді, представляють умови для розповсюдження захворювань, які можуть перейти в епідемію. Невирішеним питанням залишається також розробка ефективних методів очищення стічних вод для того, щоб звільнити їх від ентеровірусів і запобігти подальшому забрудненню інших об'єктів навоколишнього середовища. В системі епідеміологічного нагляду за ентеровірусними інфекціями вірусологічний моніторинг відіграє ключову роль, тому що від його результату залежить правильність функціонування всіх інших підсистем.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЭНТЕРОВИРУСОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) – Энтеровирусные загрязнения объектов окружающей среды, а особенно сточных вод, на сегодняшний день являются актуальной проблемой, потому что постоянная циркуляция этих вирусов в популяции, регулярное поступление их в сточные воды, высокая устойчивость к различным физическим и химическим факторам, длительное хранение в воде, представляют условия для распространения заболеваний, которые могут перейти в эпидемию. Нерешенным вопросом остается также разработка эффективных методов очистки сточных вод для того, чтобы освободить их от энтеровирусов и предотвратить дальнейшее загрязнение других объектов окружающей среде. В системе эпидемиологического надзора за энтеровирусными инфекциями вирусологический мониторинг играет ключевую роль, потому что от его результата зависит правильность функционирования всех других подсистем.

PREVALENCE OF ENTEROVIRUSES IN SEWAGE (LITERATURE REVIEW) – Enterovirus contamination of environmental objects, and especially present sewage is an urgent problem, because the constant circulation of these viruses in the population, high resistance to various physical and chemical factors, long-term storage in water make conditions for outbreaks of diseases that may occur at epidemic principle. An unresolved question remains the development of effective methods of sewage treatment in order to release them from enteroviruses and to prevent further contamination of other objects in the environment. In the system of epidemiological surveillance of enteroviral infections virological monitoring plays a key role, because the results depend on its proper functioning of all other subsystems.

Ключові слова: ентеровіруси, стічні води, поширеність.

Ключевые слова: энтеровирусы, сточные воды, распространённость.

Key words: enteroviruses, sewage, prevalence.

У другій половині ХХ ст. інтерес до ентеровірусів почав різко зростати. Це, насамперед, пов'язано з тим, що стала набагато ясніша їх роль у формуванні тяжкої соматичної патології, яка в ряді випадків призводить до смерті хворого, або його інвалідизації. Так, відомо, що представники роду ентеровірусів здатні викликати такі тяжкі захворювання як гострий поліомієліт, серозний менінгіт, полірадикулонейропатію,

геморагічний кон'юнктивіт, ящуropyдібний синдром, цукровий діабет, гепатити, уродженні вади, поліорганне ураження новонароджених та ін. [6, 4, 13]. З'являється все більше публікацій про роль нещодавно відкритих ентеровірусів у епідемічному процесі. Сюди можна віднести такі серотипи як: EV-75, EV-77, EV-78, EV-94, EV-104, EV-109 [18, 21, 22, 25, 26, 20].

Згідно із сучасною класифікацією, яка базується на молекулярно-генетичних характеристиках, рід ентеровірусів, що патогенний для людини, включає 4 види: ЕВЛ – А, ЕВЛ – В, ЕВЛ – С, ЕВЛ – D. Ще донедавна поліовіруси виділяли як окремий вид, але зважаючи на те, що нуклеотидні послідовності геному поліовірусів та вірусів виду ЕВЛ – С ідентичні, їх було об'єднано в один [6]. Крім того, до цього часу користуються традиційним поділом ентеровірусів людини: поліовіруси (3 серотипи), віруси Коксаки А (23 серотипи), Коксаки В (6 серотипів), ЕСНО-віруси (28 серотипів), та "пронумеровані" (13 серотипів). Даний поділ оснований на антигенних та інших фенотипових особливостях вірусів [8].

Представники роду ентеровірусів входять до складу родини Picornaviridae. Усі представники цього роду в позаклітинній формі існування мають однакові властивості. Вони дрібні, близько 30 нм у діаметрі, не мають оболонки. Геном ентеровірусів представлений одноланцюговою молекулою РНК позитивної полярності довжиною близько 7400–7500 нт. Ентеровіруси дуже стійкі щодо дії фізичних та хімічних чинників – ефіру, дезоксихолату, різних окиснювачів, низьких та високих значень рН. Наявність у середовищі двовалентних та тривалентних катіонів сприяє їх резистентності.

У проблемі вивчення ентеровірусної інфекції особливе місце займає питання поширеності та збереження вірусів у різноманітних об'єктах зовнішнього середовища, які стають на далі чинниками передачі та поширення вірусів серед людей. Одним із важливих таких об'єктів є стічні води, куди потрапляють людські виділення, вони є найбільш контаміновані ентеровірусами. Регулярне дослідження стічних вод може забезпечити інформацію про серотипи ентеровірусів, що циркулюють серед населення на певній території [14].

Вперше виділити ентеровіруси (поліовірус) із стічних вод вдалося американському вірусологу J. Paul у 1939 році. З того часу кількість публікацій про наявність ентеровірусів у стічних водах постійно зростає. Завдяки впровадженню у широку вірусологічну практику культур клітин та сучасних молекулярно-генетичних методів дослідження, вдалося виділити та описати раніше невідомі серотипи вірусів, зокрема ентеровірусів. Згідно з твердженням Г. О. Багдасар'ян та співавт., уже виділено та описано більше 100 серотипів вірусів, що виділяються людиною разом з фекальними масами у зовнішнє середовища [7].

Систематичне вивчення закономірностей забруднення стічних вод вірусними агентами розпочалося ще за часів СРСР, починаючи з 60-х років такими видатними вченими як: В. А. Казанцева, Г. А. Багдасар'ян, Л. В. Григор'єва, М. В. Гирін та ін. Цю традицію продовжують і українські вчені В. І. Бондаренко, В. І. Задорожна, С. І. Доан.

Про забрудненість стічних вод ентеровірусами повідомляють багато інших дослідників [1, 9, 11, 14]. Проаналізувавши дані різних авторів, як зарубіжних, так і вітчизняних, можна зробити висновок, що видовий склад та частота виділення ентеровірусів із проб стічних вод не однакові на різних територіях, та змінюється з роками, що пов'язано з особливостями циркуляції їх серед населення. Так, зокрема, згідно з даними С. І. Доан [10], за період з 1998 – 2002 рр. в Україні частота виділення ентеровірусів із стічних вод становила 5,9 %. Серед виділених вірусних агентів переважали віруси Коксакі В та ЕСНО, питома вага яких становила 41,6 та 23,5 % відповідно.

О. І. Євтушенко та співавт. повідомляють, що в період з 2000 по 2005 р. середня частота виділення вірусів із стічних вод склало 4,32 % (рис. 1). З 1,13 % проб стічних вод було виділено віруси поліомієліту, практично стільки ж вірусів ЕСНО (1,14 %). Віруси Коксакі В виділялися майже вдвічі частіше (2,05 %) [5]. За період з 2004 – 2007 рр. на території України з стічних вод було ізольовано 544 штами ентеровірусів, що становило 4,6 % від кількості досліджених проб. Частота визначення поліовірусів дорівнювала 0,8 %, вірусів

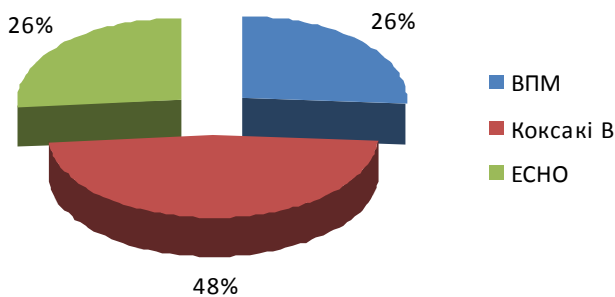


Рис. 1. Видовий склад ентеровірусів, виділених із стічних вод в Україні за період з 2000–2005 рр. (за даними О. І. Євтушенка).

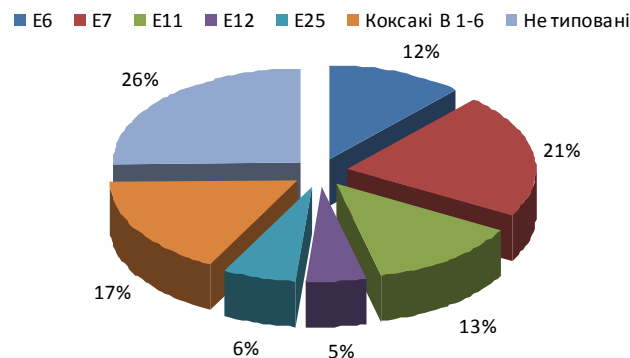


Рис. 2. Видовий склад неполіомієлітних ентеровірусів, що були виділені із стічних вод на території РФ у період з 1999 по 2007 рр. (за даними "Інституту поліомієліту вірусних енцефалітів імені М.П. Чумакова").

Коксакі В — 1,7 %, ЕСНО — 0,7 %, інших ентеровірусів (типів 68–71) – 0,07 %, цитопатогенних агентів (ЦПА), які не вдалося типувати за допомогою діагностичних ентеровірусних сироваток — 0,9 %. Усі штами поліовірусу, за результатами внутрішньотипової диференціації, було віднесено до вакцинних [2]. А. П. Подаваленко та співавт. при дослідженні об'єктів зовнішнього середовища у Харківській області за період з 1998 – 2007 рр. встановили, що 77,8 % проб стічної води були позитивними на наявність ентеровірусів, серед них 62,4 % припадало на вакцинні штами поліовірусів, переважно 2 типу (40,9 %); 17,3 % – на Коксакі В, переважно 1 типу (34,8 %), та 20,3 % – на ентеровіруси ЕСНО, переважно ЕСНО – 11 (33,3 %) [3].

Т. Нови et all. за період з 1972–1992 рр. на території Швеції дослідили 1036 зразків стічних вод. У 708 з них було виявлено ентеровіруси. Серед виявлених ентеровірусів переважали віруси Коксакі В – 1–5 (58,4 %), Коксакі – А–9 (0,6 %). У 40,5 % також виділялися віруси ЕСНО (11, 6, 22, 3, 30, 25, 7, 9) [24].

Ряд дослідників у період з 1984 – 1994 рр. в Тульській області РФ виділив 136 штамів ентеровірусів (15,6±1,4 % від числа досліджуваних проб). Серед виділених штамів 47 (45 %) ідентифікували як поліовіруси (1 тип – 18, 2 тип – 27, 3 тип – 2); 35,6 % – віруси групи ЕСНО, 16,9 % – Коксакі В, 3,6 % – Коксакі А [12].

О. Е. Іванова та спів. за період з 1999–2007 рр. у РФ виділили 427 штамів ентеровірусів, з яких віруси Коксакі В 1–6 складала 15,3 %, ЕСНО-7 – 19,2 %, ЕСНО-6 – 10,6 %, ЕСНО-11 – 11,7 %, ЕСНО-12 – 4,9 %, ЕСНО-25 – 5,6 % [8] (рис. 2).

С. Cesari et all. відібрали 188 зразків стічних вод за період з лютого 2005 по грудень 2008 роки на двох очисних спорудах у м. Парма (рис. 3). Відбирали проби 2 рази на місяць. Із 188 проб стічних вод, що були досліджені, 78,7 % виявилися позитивними на наявність ентеровірусів. Один із 148 позитивних зразків було визначено як поліовірус Себіна 3 типу. Решта 140 зразків (94,6 %) були ідентифіковані як віруси Коксакі, 2 проби (1,3 %) як віруси ЕСНО (тип 4, 30) і 5 зразків (3,4 %) не типовані. Всі віруси Коксакі, що були ізольовані, належали до групи В, зокрема 20,7 % В-5

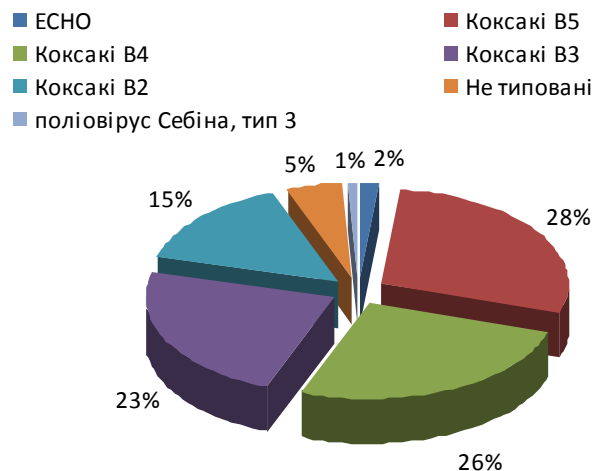


Рис. 3. Видовий склад ентеровірусів, що були виділені в м. Парма (за С. Cesari).

типу, 19,3 % В-4 типу, 17,2 % В-3 типу і 11,4 % В-2 типу [19].

Деякі автори довели закономірність між спалахами ентеровірусної інфекції та наявністю відповідних збудників у стічних водах. Так, G. Sedmak та співавт. на основі порівняльного аналізу зразків клінічних проб та проб стічної води зазначили, що найчастіше виявлені серотипи ентеровірусів у стічних водах були схожі на більшість серотипів, що знаходилися у клінічних зразках. Так, наприклад, у 1997 р. вірус ЕСНО-6 було виділено у 53,1 % проб стічних вод та у 39,4 % пробах клінічного матеріалу, в 1998 р. вірус ЕСНО-30 виділявся у 50,0 і 46,1 % відповідно. У 1999 р. 60,3 % з клінічних випадків і 79,7 % проб стічних вод ізолювали вірус ЕСНО-11; у 2000 р. 33,3 % з клінічних випадків та 40,7 % з проб стічних вод ізолювали віруси Коксакі В-5, а в 2001 р. 44,1 % клінічних випадків і 36,2 % з проб стічних вод ізолювали вірус ЕСНО-13 [16].

Стойкість у зовнішньому середовищі. Стойкість вірусів у стічних водах залежить від багатьох моментів – передусім від біологічних властивостей груп, видів та штамів вірусів, що досліджуються. Крім біологічних властивостей на стойкість вірусів також впливає вихідна їх концентрація у воді. Чим вона вища, тим більша стойкість вірусів. Важливим чинником, що зумовлює тривалість виживання вірусів у стічній воді, є температура зберігання. Чим нижча температура, тим більший термін життєздатності вірусів. Найдовше віруси виживають у воді при мінусових температурах, ця властивість використовується для зберігання вірусомісного матеріалу, вірусних вакцин та препаратів. Має також важливе значення ступінь мікробного, органічного, хімічного та інших забруднень. Питання стойкості особливо актуальне у зв'язку з тим, що віруси завдяки своїм біологічним особливостям (внутрішньоклітинні паразити) не розмножуються у зовнішньому середовищі, а тільки перебувають у ньому.

Стойкість різних ентеровірусів у водних об'єктах не однакова. Найдовше зберігають свою інфекційність у воді віруси ЕСНО-7 та поліовіруси (вакцинні та вірулентні штами), віруси Коксакі В, менш резистентними є віруси ЕСНО-9. Так, у стічній воді поліовірус 1 типу та вірус ЕСНО-7 при 7 °С зберігають свої інфекційні властивості протягом 114 днів, вакцинний штам поліовірусу 1 типу – до 93 діб, ЕСНО-9 – до 20 діб, Коксакі В-3 – до 50 діб. При температурі 18–20 °С згадані віруси зберігаються у стічних водах відповідно 50; 93 та 11 діб. Коксакі-віруси та ЕСНО-віруси здатні зберігати свої інфекційні властивості протягом 2–6 місяців при температурі 4–10 °С. Наявність великої кількості білкових компонентів у господарсько-побутових водах є найбільш стабілізуючим чинником, що сприяє повільнішій інактивації ентеровірусів. Відповідно, ентеровіруси стійкі і довготривало виживають у навколишньому середовищі, зокрема в стічних водах. Різниця у тривалості виживання окремих серотипів, очевидно, відображає особливості їх біології [16, 27].

Системи очистки стічних вод малоефективні для їх звільнення від вірусів, внаслідок чого є немінучим забруднення відкритих водойм. Так, С. І. Доан та співавт. встановили, що частота виділення ентеровірусів із стічної води, води відкритих водоймищ та питної води за період з 1998 – 2002 рр. в Україні

відповідно становила 5,9; 2,2 та 0,5 %. Менш ніж трикратна розбіжність частоти виділення ентеровірусів із стічної води та води відкритих водойм підтверджує, що при проходженні через очисні споруди каналізації не відбувається повного звільнення стічної води від ентеровірусів. Зменшення частоти їх ізоляції з води відкритих водойм, головним чином, зумовлено розбавленням стоків [11]. Ця закономірність була також встановлена Р. Kokkinos et al. при дослідженні стічних вод у Греції. Автори за допомогою сучасних молекулярно-генетичних методів досліджували проби стічної води, відібрані до початку очищення та після його завершення, і встановили, що у 40 % відібраних проб на початку очищення містилися ентеровіруси та після закінчення у 12 % досліджуваних проб ще залишалися вірусні частинки [23].

Значна частина відкритих водойм, в які скидаються стічні води, використовується в якості джерела водозабезпечення населення, а також для зрошення земельних ділянок, що не рідко призводить до забруднення ґрунту ентеровірусами, а в подальшому і сільськогосподарської продукції. При цьому збудники можуть осідати не тільки на поверхні, але й потрапляти в середину овочів, фруктів та коренеплодів, якщо поливають у період вегетації. Потрапляючи в ґрунт, ентеровіруси можуть також забруднювати підземні води. Віруси здатні проникати в ґрунт на глибину більше ніж на 64 м та при певних умовах долати відстань у горизонтальних шарах на відстань до 408 м [15].

Таким чином, можна зробити наступні висновки: контамінація ентеровірусами об'єктів зовнішнього середовища, а особливо стічних вод на сьогодні є актуальною проблемою, оскільки постійна циркуляція цих вірусів серед населення, регулярне їх надходження у стічні води, висока стойкість до дії різних фізико-хімічних чинників, довготривалість зберігання у водному середовищі створюють умови для виникнення спалахів захворювань, які можуть перебігати за епідемічним принципом. Невирішеним залишається також питання щодо розробки ефективних методів очистки стічних вод з метою звільнення їх від ентеровірусів та попередження подальшого забруднення інших об'єктів зовнішнього середовища. У системі епідеміологічного нагляду за ентеровірусними інфекціями вірусологічний моніторинг відіграє провідну роль, адже саме від його результатів залежить належне функціонування усіх інших підсистем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко В. І. Віруси поліомієліта в об'єктах оточуючої середовища / В. І. Бондаренко // Гігієна і санітарія. – 1990. – № 1. – С. 13–14.
2. Задорожна В. І. Екологічні аспекти епідеміологічного нагляду за ентеровірусними інфекціями / В. І. Задорожна // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 3. – С. 11–14.
3. Подаваленко А. П. Еколого-епідеміологічна характеристика ентеровірусних інфекцій у Харківській області / А. П. Подаваленко // Сучасні інфекції. – 2008. – № 3. – С. 76–80.
4. Задорожна В. І. Ентеровіруси у виникненні гепатитів / В. І. Задорожна, В. І. Бондаренко // Лабораторна діагностика. – 2001. – № 2. – С. 14–15.
5. Євтушенко О. І. Ентеровіруси у навколишньому середовищі та серед людей / О. І. Євтушенко // Довкілля та здоров'я. – 2006. – №3. – С. 66–69.

6. Широбоков В. П. Энтеровирусы: проблемы на шляху ерадикації поліомієліту / В. П. Широбоков // Сучасні інфекції. – 2008. – № 3. – С. 61–69.
7. Багдасарян Г. А. Индикация и инактивация кишечных вирусов в объектах внешней среды / Г. А. Багдасарян, Е. Л. Ловцевич. – М. : Медицина, 1976. – С. 121.
8. Иванова О. Е. Наблюдение за циркуляцией неполиомиелитных энтеровирусов в Российской Федерации в 1999–2007 г. / О. Е. Иванова // Труды института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова. – Т. XXV. – С. 11–22.
9. Сергевнин В. И. Оценка контаминации водных объектов кишечными вирусами в сопоставлении с динамикой заболеваемости населения / В. И. Сергевнин // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 15–17.
10. Доан С. І. Оцінка епідеміологічної ефективності вірусологічного дослідження стічної води / С. І. Доан // Експериментальна і клінічна медицина. – 2004. – № 2. – С. 94–96.
11. Доан С. І. Порівняльна характеристика виділення ентеровірусів із води різного виду в Україні / С. І. Доан // Довкілля та здоров'я. – 2007. – № 4. – С. 38–40.
12. Результаты мониторинга за циркуляцией энтеровирусов среди населения и в окружающей среде Тульской области за 10 лет (1985–1994) / Т. А. Попова, И. Н. Овечкина, Н. Н. Зуева, А. Т. Лобковский // Журнал микробиологии. – 1997. – № 1. – С. 35–39.
13. Гирін В. В. Роль вірусів Коксакі В у патогенезі цукрового діабету 1-го типу / В. В. Гирін // Український медичний часопис: наук.-прак. загальномедичний журн. – 2009. – № 2. – С. 104–106.
14. Бондаренко В. И. Циркуляция полиовирусов в абиотических объектах / В. И. Бондаренко, В. И. Задорожна // Гигиена и санитария. – 1991. – № 2. – С. 21–23.
15. Бондаренко В. И. Экология энтеровирусов / В. И. Бондаренко, В. Н. Гирин, Л. В. Григорьева и др. – К. : Здоров'я, 1988. – 168 с.
16. Sedmak G. Assessment of an Enterovirus Sewage Surveillance System by Comparison of Clinical Isolates with Sewage Isolates from Milwaukee, Wisconsin, Collected August 1994 to December 2002 / Gerald Sedmak // Applied and environmental microbiology. – 2003. – Vol. 69, No. 12. – P. 7181–7187.
17. Smura. Cellular tropism of human enterovirus d species serotypes ev-94, ev-70 and ev-68 in vitro – implications for pathogenesis / Smura, Teemu // Journal of Medical Virology. – 2010. – № 1.
18. Cesari C. Detection of Enteroviruses from urban sewage in Parma / C. Cesari // Acta biomed. – 2010. – Vol. 81. – P. 40–46.
19. Lewthwaite P. Enterovirus 75 Encephalitis in Children, Southern India / Penny Lewthwaite // Emerging Infectious Diseases. – 2010. – Vol. 16, No. 11.
20. Enterovirus 94, a proposed new serotype in human enterovirus species D / Teemu P. Smura, Nina Junttila, Soile Blomqvist [et al.] // Journal of General Virology. – 2007. – Vol. 88. – P. 849–858.
21. Enterovirus Genotype EV-104 in Humans, Italy, 2008–2009 / Antonio Piralla, Francesca Rovida, Fausto Baldanti, Giuseppe Gerna // Emerging Infectious Diseases. – 2010. – Vol. 16. – No. 6.
22. Molecular Typing of Enteroviruses, Adenoviruses, and Hepatitis A Viruses in Untreated and Treated Sewage of a Biological Treatment Plant in Greece / P. Kokkinos S. Filippidou K. Karlou A. Vantarakis // Environ. Virol. – 2010. – №2. – P. 89–96.
23. Hovi T. Relative abundance of enterovirus serotypes in sewage differs from that in patients: clinical and epidemiological implications / T. Hovi // Epidemiol. Infect. – 1996. – Vol. 116. – P. 91–97.
24. Sequencing of 'untypable' enteroviruses reveals two new types, EV-77 and EV-78, within human enterovirus type B and substitutions in the BC loop of the VP1 protein for known types / Helene Norder, Lotte Bjerregaard, Lars Magnus [et al.] // Journal of General Virology. – 2003. – Vol. 84. P. 827–836.
25. Grad G. Type 1 wild poliovirus and putative enterovirus 109 in an outbreak of acute flaccid paralysis in Congo, October–November 2010 / G. Grad // Eurosurveillance. – 2010. – Volume 15. – Issue 47.
26. Waterborne Enteroviruses as a Hazard for Human Health / R. Kocwa-Haluch // Polish Journal of Environmental Studies. – 2001. – Vol. 10, № 6. – P. 485–487.

Отримано 10.10.11