

АНТИМІКРОБНИЙ ВПЛИВ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД НА *ESCHERICHIA COLI*

С. І. Ніколенко, О. М. Нікіпелова, Т. С. Ванжула, А. В. Мокієнко

ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

Вступ

Як відомо, *Escherichia coli* є частиною аеробно-го компоненту факультативної мікробіоти. Поряд з *Enterococcus faecium* вони є найбільш численною аеробною частиною нормофлори (до 0,01 % від загальної мікробної популяції товстої кишки), яка у нормі сприяє стимуляції імунореактивності організму за рахунок антигенного роздратування системи локального імунітету. Крім того, ешеріхії здатні синтезувати вітаміни групи В та К, антибактеріальні речовини (коліцини і мікроцини). При зниженні концентрації і активності захисної індигенної мікробіоти у популяції ешеріхії можуть відбуватися зміни, які сприяють збільшенню клонів облігатних і потенційних патогенів. Небезпека таких мікроекологічних порушень стає явною, якщо прийняти до уваги надзвичайно широке коло факторів патогенності *E. coli*: ендотоксини, екзотоксини, цитотоксини, фактори адгезії, колонізації та інвазії, здатність пригнічувати фагоцитоз, гістопшкоджуючі ферменти та метаболіти тощо. Багато з перерахованих властивостей кодуються плазмідами та можуть легко передаватися близькоспорідненим бактеріям, з формуванням великої популяції мікробіоти, агресивної по відношенню до організму. Є думка, що практично не існує органа або системи, в яких ешеріхії не могли б спровокувати розвиток інфекційного процесу [1].

Спостереження за якісним станом мінеральних природних вод (МВ) України виявили, що у них у деяких випадках ешеріхії можуть розвиватися і зберігати свою активність протягом тривалого часу. Але, завдяки наявності у багатьох МВ бактерицидної дії відносно потенційно-патогенної та патогенної мікробіоти, МВ мають здатність до самоочищення від алохтонної мікробіоти.

Як відомо, важливим фактором лікувальної дії МВ Трускавецького та Східницького родовищ є їх антимікробні властивості, якими можна пояснити ефективність дії МВ при запальних захворюваннях жовчних та сечовивідних шляхів. Автори [2, 3] припускають, що механізм антагоністичного ефекту МВ пов'язаний із специфічною речовиною, яка інгібує *Staphylococcus aureus* та *E. coli*. Дані по строках загибелі вищевказаних мікроорганізмів свідчили про те, що ефективність бактерицидної дії МВ залежала від їх контамінуючої дози. Так, при концентрації 10^7 КУО/см³ *S. aureus* відмирав у строки від 30,0±0,0 до 137,0±43,2 діб, а *E. coli* — від 30,0±0,0 до 100,0±28,3 діб. При зменшен-

ні дози контамінації тест-культур до 10⁵/см³ *S. aureus* відмирав через 20,0±5,8–93,0±26,5 діб, а *E. coli* — через 22,0±7,6–90,0±0,0 діб [3].

У роботі [4] при дослідженні мікробіоти МВ «Нафтуса» на деякі умовно-патогенні бактерії, які були виділені у осіб із захворюваннями нирок та сечовивідних шляхів, було встановлено, що серед 326 штамів 112 пригнічували ріст *S. pyogenes*, 43 — *E. coli*, 39 — *C. albicans*, 9 — *P. pyocyanum*. Це обумовлює важливість вимог Директиви 2009/54/ЄС [5] щодо необхідності збереження аутохтонних мікроорганізмів у МВ.

Як відомо, рекомендовано природну МВ не піддавати ніякій антибактеріальній обробці. Після фасування в пляшки до реалізації її найчастіше зберігають протягом декількох місяців. Щоб оцінити потенційні ризики для здоров'я людини, важливо знати здатність до виживання патогенних мікроорганізмів і бактерій-індикаторів. Раніше вважалося, що єдиною функціональною реакцією бактерій фекального походження на дію морської або прісної води є їх загибель або розкладання. Спочатку цей факт приписували «бактерицидній» властивості морської води [6] або здатності прісної води до самоочищення [7]. Розведення, вплив світла і температури, біологічні властивості (інгібування, антагонізм і «хижацтво») вважалися важливими факторами існування патогенних мікроорганізмів або бактерій-індикаторів. Однак, не слід використовувати поняття «загибель» або «розкладання» для опису змін ступеню контамінації бактеріями в часі. Відчутне зниження кількості мікроорганізмів, які виділяються з морської або прісної води, є не тільки результатом дійсної загибелі клітин, тобто втрати ними життєздатності, але й функцією фізіологічної адаптації до несприятливих умов навколишнього середовища і складної взаємодії фізичних, біологічних і хімічних процесів. Зміни в ступені бактеріальної контамінації можуть виражатися у вигляді втрат життєздатності, зміни здатності до росту на культуральних середовищах, стійкості або поновлення росту. У певних умовах метаболічного стресу (наприклад, при дефіциті живильних речовин) бактеріальні клітини можуть входити в VBNC-стан. У цьому стані клітини не ростуть на стандартних культуральних середовищах, але зберігають певні ознаки живих клітин, зокрема, дихальну активність [8] і поглинання субстрату [9]. Вважається, що VBNC — стан є особливою «стратегією виживання» [10–12] і визнається,

що велика кількість видів бактерій, у тому числі патогенні бактерії і бактерії-індикатори, входять в VBNC-стан у лабораторних або польових умовах.

Наявні дані про виживання бактерій у поверхневих водах неможливо екстраполювати на фасовані МВ. Тут важливо враховувати особливі фактори, зокрема, вплив буріння, роль процесу фасування, вибіркоче прикріплення деяких популяцій до твердих поверхонь, існування аутохтонних популяцій, кількість яких може досягати протягом декількох діб після фасування дуже високих значень, а також вплив матеріалів, з яких виготовлена тара, — ПВХ, PET або скло.

Вивченню виживання ентеробактерій у МВ для оцінки впливу аутохтонних бактерій на бактерії-індикатори, присвячено ряд робіт [13–17]. У експериментах *E. coli* вносилися в стерильну воду в концентрації $1,2 \times 10^5$ КУО/см³. Кількість *E. coli* у чашках Петри за 3 місяці знизилася менше ніж на 1 логарифмічний порядок, а через 5 місяців все ще виявлялася більш 10^2 КУО/см³. Однак, при повторі цього експерименту з МВ, тобто в присутності аутохтонних бактерій (від 5×10^4 до 5×10^5 КУО/см³), повна втрата життєздатності *E. coli* відбувалася в період з 35-ої по 55-у добу залежно від умов експерименту. Таку ж втрату життєздатності досліджуваного мікроорганізму під впливом усієї аутохтонної мікробіоти було виявлено деякими штамми із переважної мікробіоти. Таким чином, виявлено антагоністичну активність аутохтонної мікробіоти МВ, а не вплив фізичних або хімічних властивостей самої води. Можливо, антагоністична активність могла бути пов'язана з деякою інгібуючою речовиною, яка накопичується у воді впродовж послідовних циклів росту і загибелі популяції аутохтонних бактерій.

Ці спостереження показують, що проходить кілька тижнів перш ніж антагоністичні речовини накопичуться у воді в бактерицидних концентраціях, достатніх для пригнічення життєдіяльності зазначеного мікроорганізму.

Вміст бактерій *E. coli* у МВ швидко знижувався, особливо у ПВХ-пляшках, незалежно від наявності або відсутності бактеріальної мікробіоти. Деякі інші дослідження, присвячені існуванню в МВ *E. coli* і патогенних бактерій, виконувалися без врахування впливу аутохтонних мікроорганізмів. Було показано, що *E. coli* здатні виживати у фасованій МВ впродовж, приблизно, 42 діб, а *Salmonella typhimurium*, *Aeromonas hydrophila* і *Pseudomonas aeruginosa* — не менше 70 діб; *Campylobacter jejuni* можна було виявити лише протягом 2–4 діб. У газованих водах виживаємість тих же бактерій знижується на 25–50 % [18]. Відзначається також, що вміст *E. coli* у стерильній джерельній воді, що зберігається при 4 °С, знижується на 1 логарифмічний порядок кожні два тижні; поведінка *Yersinia enterocolitica* відрізняється від поведінки *E. coli* тим, що їх вміст у перші вісім тижнів збільшується, і через 64 тижні вона усе ще виявляється [19]. Увага фахівців до питань вивчення захворювань, викликаних присутністю у воді цих бактерій, була обумовлена декількома спалахами захворювань, викликаних при-

сутністю в питній і рекреаційній (яка використовується для наповнення ванн, басейнів тощо) воді штаму *E. coli* O157H7 [20]. Особливості виживання цього патогенного мікроорганізму вивчалися шляхом інокуляції їм питної і рекреаційної води [21], бутильованої [22] і природної МВ [23]. Результати досліджень показують, що *E. coli* O157:H7 навряд є патогеном, здатним виживати у воді протягом тривалого часу. Деякі суперечливі дані про виживання кишкових патогенних мікроорганізмів можна пояснити застосуванням різних методик, різних штамів мікроорганізмів і типів лабораторної води [24, 25].

За результатами досліджень виживання аллохтонних бактерій у природній, стерильній мінеральних водах, стерильній водопровідній воді, які було розлито у пляшки з полівінілхлориду (ПВХ) та скла [26] встановлено зниження кількості *E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* за виключенням *P. aeruginosa*, яка росла у стерильній водопровідній воді. У кишкової палички та клебсієлли були найбільш значні показники загибелі при проведених умовах, тоді як незначне відмирання *E. cloacae* могло привести до зберігання цього організму у мінеральній воді протягом довготривалого часу. Після різкого початкового зниження *P. aeruginosa* також мала низку загибель у мінеральній воді, яку було ролито у ПВХ.

Роботи по визначенню механізму антимікробної активності МВ присвячена робота [26]. Так, з МВ «Куяльник» виділено та ідентифіковано п'ять штамів сапрофітних мікроорганізмів, чотири з яких антагоністично впливали на умовно-патогенні бактерії. Штам *Pseudomonas libanensis* антагоністично впливав на розвиток *Enterococcus faecalis* та *P. fluorescens*. Штам *Vibrio metschnikovi* антагоністично впливав на *S. epidermidis*, *E. faecalis* та *E. coli*. Штам *Kytococcus sedentarius* сприяв загибелі *S. epidermidis*, *S. aureus* та *E. faecalis*, а штам *Flavobacterium saliperosum* — на *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *E. coli*.

Інгібуюча здатність аутохтонної мікробіоти, яку спостерігали в деяких експериментах, не може поширюватися на всі води і патогенні бактерії або мікроорганізми, що служать індикаторами фекального забруднення, оскільки в проведених дослідженнях використовувалися різні експериментальні умови, води з різним хімічним складом і пляшки з різних матеріалів. Крім того, в отриманих результатах не враховується здатність багатьох бактерій переходити в VBNC-стан.

Враховуючи вищенаведене, метою даного дослідження було встановлення бактерицидної дії природних МВ із свердловин та джерел та при їх зберіганні, фасованих у скло та PET за сезонами року на тест-культуру *E. coli*.

Матеріали та методи

У якості об'єктів дослідження було обрано МВ різних типів:

1) кремнієва слабкомінералізована гідрокарбонатна магнієво-кальцієва вода джерела № 1 с. Хижинці

Лисянського району Черкаської області з загальною мінералізацією 0,65 г/дм³;

2) з підвищеним умістом органічних речовин слабкомінералізована гідрокарбонатна складного катіонного складу вода свердловини № 1393-Д с. Сатанів Городоцького району Хмельницької області з загальною мінералізацією 0,72 г/дм³;

3) слабкомінералізована гідрокарбонатна магнієво-кальцієва з загальною мінералізацією 0,61 г/дм³ МВ дж. № 1 та фасована «Регіна» смт. Муровані Курилівці Вінницької області;

4) маломінералізована гідрокарбонатна натрієва МВ свр. № 1-3Г с. Барвінок Ужгородського р-ну Закарпатської області з загальною мінералізацією 2,73 г/дм³;

5) вуглекисла кремнієва маломінералізована гідрокарбонатна кальцієво-натрієва, магнієво-кальцієво-натрієва вода свердловини № 30-Д Дравецького родовища з загальною мінералізацією 1,48 г/дм³; наразі використовується для промислового фасування як лікувально-столова вода «Живий кремій»;

6) маломінералізована хлоридна натрієва мінеральна вода свр. № 3510-Д м. Миргород Полтавської обл. з загальною мінералізацією 3,13 г/дм³;

7) слабкомінералізована гідрокарбонатна натрієва МВ свр. № 3766 м. Зінків Полтавської обл. з загальною мінералізацією 0,61 г/дм³;

8) слабкомінералізована гідрокарбонатна натрієво-магнієво-кальцієва МВ свр. № 1/157 с. Верхівка Вінницької обл. з загальною мінералізацією 0,63 г/дм³.

Бактерицидну дію проб визначали за допомогою тест-культури кишкової палички (*Escherichia coli*, штам O55 K59), за суворо регламентованими умовами експерименту (однакова доза *E. coli* для контамінації — 10¹, 10², 10³ КУО/см³) [27].

Результати досліджень

Отримані результати свідчать про наявність антимікробних властивостей природних та фасованих вод природних та після зберігання у позаприродних геологічних умовах. Зазначимо, що інтенсивність бактерицидної дії природної води та води після тривалого зберігання може суттєво різнитися — МВ свердловини № 1393-Д с. Сатанів за впливом на тест-культуру *E. coli* спочатку оцінено як помірно бактерицидну, при зберіганні 6 місяців — як суттєво бактерицидну. МВ свр. № 3510-Д спочатку оцінено як слабо бактерицидну, але в процесі зберігання бактерицидна дія зростала і МВ до 6-го місяця було оцінено як помірно бактерицидну.

Іноді спостерігається постійна інтенсивність бактерицидної дії МВ. Так, за впливом на тест-культуру кишкової палички воду джерела № 1 с. Хижинці оцінювали як суттєво бактерицидну впродовж 6 місяців спостережень.

Воду свр. № 3766 у зимовий та вісняний періоди було оцінено як помірно бактерицидну. Тоді, як в інші сезони вона була суттєво бактерицидна (показник бактерицидності 60 %).

Бактерицидна дія МВ свр. № 1/157 с. Верхівка відсутня взимку на відміну від весняних та літніх проб. У останніх було виявлено суттєву бактерицидність.

Також, встановлено, що фасування впливає на антимікробну активність МВ. Так, досліджену природну МВ дж. № 1 смт. Муровані Курилівці Вінницької області було визнано слабкобактерицидною — (індекс бактерицидності В складав 5 %), тоді як фасована МВ із джерела «Регіна» — помірно бактерицидна (В=17,5 %). У природній МВ свр. № 30-Д Дравецького родовища не було встановлено бактерицидної дії. Тоді, як лікувально-столова вода «Живий кремій» оцінювалась як помірно бактерицидна (В=30 %).

Висновки

Отримані результати свідчать про необхідність визначення антимікробних властивостей кожної мінеральної води з врахуванням сезонів року, фасування та термінів зберігання.

Вищенаведене розширює уявлення про вплив сезонів року на аутохтонну мікробіоту МВ та її антимікробні властивості і дозволяє, в певній мірі, прогнозувати підвищення якості терапевтичної дії МВ в залежності від сезону року.

Література

1. Янковский Д. С. Микробная экология человека: современные возможности ее поддержания и восстановления. К.: Эксперт ЛТД, 2005. 361 с.
2. Митропольская Н. Ю. Микрофлора слабоминерализованных вод западноукраинских месторождений и пути стабилизации их лечебных свойств : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.07 «Мікробіологія». Київ, 1984. 21 с.
3. Николенко С. И. Микрофлора слабоминерализованных вод типа «Нафтуса» и ее влияние на их бальнеологические свойства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.07 «Мікробіологія», 14.00.34 «Курортологія та фізіотерапія». Минск, 1988. 22 с.
4. Конотоп Г. И. Изучение микрофлоры минеральной воды «Нафтуса» в процессе эксплуатации Трускавецкого месторождения : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.07 «Мікробіологія». Київ, 1983. 22 с.
5. Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters (Recast) (Text with EEA relevance) [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Legislation/Food_Legislation_Links/Water/Dir2009_54.pdf.
6. Ketchum B. H., Ayers J. C., Vaccaro R. F. Processes contributing to the decrease of coliform bacteria in a tidal estuary *Ecology*. 1952. V. 33. P. 247- 258.
7. Leclerc H., Mossel D. A. A. Microbiologie: le tube digestif, Veau et les aliments. Doin ed.: Paris, 1989.
8. Zimmerman R., Iturriaga R., Becker-Birck J. Simultaneous determination of the total number of aquatic bacteria and the number thereof involved in respiration *Applied and Environmental Microbiology*. 1978. V. 36. P. 926-935.
9. A tentative direct microscopic method for counting living marine bacteria K. Kogure et al. *Canadian Journal Microbiology*. 1979. V. 25. P. 415-420.

10. Viable but non-culturable *Vibrio cholerae* and related pathogens in the environment: implications for release of genetically engineered microorganisms / R. R. Colwell et al. *Biotechnology*. 1985. V. 2. P. 817-820.
11. Roszak D. B., Colwell R. R. Metabolic activity of bacterial cells enumerated by direct viable count *Applied and Environmental Microbiology*. 1987. V. 53. P. 2889-2983.
12. Roszak D. B., Colwell R. R. Survival strategies of bacteria in the natural environment *Microbiological Reviews*. 1987. V. 51. P. 365-379.
13. Delabroise A. M., Ducluzeau R. Le raicrobisme naturel de l'eau minerale, son developpement, son innocuite sur l'organisme *Annales d'hygiene, Medecine et Nutrition*. 1974. V. 10. P. 189-192.
14. Ducluzeau R., Bochand J. M., Dufresne S. La microflore autochtone de l'eau minerale: nature, caracteres physiologiques, signification hygienique *Medecine et Nutrition*. 1976. V. 12, N 2. P. 115-119.
15. Ducluzeau R., Hudault S., Galpin J. V. Longevity of various bacterial strains of intestinal origin in gas-free mineral water *European Journal of Applied Microbiology*. 1976. V. 3. P. 227-236.
16. Lucas F., Ducluzeau R. Antagonistic role of various bacterial strains from the auto-chthonous flora of gas-free mineral water against *Escherichia coli* *Sciences des Aliments*. 1990. V. 10. P. 62-73.
17. Lucas F., Ducluzeau R. Behaviour of the autochthonous flora of mineral water from Vittel in the digestive tract of axenic mice, its antagonistic effect on *Escherichia coli* in vitro *Rivista Italiana d'igiene*. 1990. V. 50. P. 383-393.
18. Burge S. H., Hunter P. R. The survival of enteropathogenic bacteria in bottled mineral water *Rivista Italiana d'igiene*. 1990. V. 50. P. 401-406.
19. Chalmers R. M., Aird H., Bolton F. J. Waterborne *Escherichia coli* 0157 *Journal of Applied Microbiology*. 2000. V. 88. P. 124S-132S.
20. Taxonomic study of bacteria isolated from natural mineral waters: proposal of *Pseudomonas jessenii* sp. nov. and *Pseudomonas mandelii* sp. nov. S. Verhille et al. *Systematic and Applied Microbiology*. 1999. V. 22. P. 45-58.
21. Survival and recovery of *Escherichia coli* 0157:H7 in inoculated bottled water D. W. Warburton et al. *Journal of Food Protection*. 1998. V. 61. P. 948-952.
22. Kerr M., Fitzgerald M., Sheridan J. J. A study on the survival of *E. coli* 0157:H7 in natural mineral water Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 17.
23. Factors affecting survival of pathogens in a Portuguese bottled mineral water A. Afonso et al. Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 15.
24. Survival of pathogens in a Portuguese bottled mineral water / A. Afonso et al. Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 14.
25. Survival of allochthonous bacteria in still mineral water bottled in polyvinyl chloride (PVC) and glass L. Moreira et al. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1994.tb03082.x>
26. Хмельєвська О. М. Гігієнічне обґрунтування покращення якості фасованої мінеральної природної лікувально-столової води: автореф. дис. ... канд. біол.наук : спеціальність 14.02.01 «гігієна та професійна патологія». К., 2013. 24 с.
27. Посібник з методів контролю природних мінеральних вод, штучно-мінералізованих вод, напоїв на їх основі та преформованих засобів. Ч.2. Мікробіологічні дослідження С. І. Ніколенко, С. М. Глуховська, О. М. Хмельєвська, В. Б. Петровська. Київ: КІМ. 2011 р. 51 с.

References

1. Yankovsky D. S. Human microbial ecology: modern possibilities of its maintenance and restoration. K.: Expert LTD, 2005.- 361 p.
2. Mitropolskaya N. Yu. Microflora of slightly mineralized waters of Western Ukraine deposits and ways to stabilize their healing properties: Synopsis for a candidate's degree by specialty 03.00.07 "Microbiology".- Kiev, 1984.- 21 p.
3. Nikolenko S. I. Microflora of low-mineralized waters of «Naftusya» type and its influence on their balneological properties: Synopsis for a candidate's degree by specialty 03.00.07 "Microbiology", 14.00.34 "Balneology and physiotherapy".- Minsk, 1988.- 22 p.
4. Konotop G. I. The study of the microflora of mineral water «Naftusya» in the process of exploitation of the Truskavets deposit: Synopsis for a candidate's degree by specialty 03.00.07 "Microbiology". – Kiev, 1983. – 22 p.
5. Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters (Recast) (Text with EEA relevance) [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Legislation/Food_Legislation_Links/Water/Dir2009_54.pdf.
6. Ketchum B. H., Ayers J. C., Vaccaro R. F. Processes contributing to the decrease of coliform bacteria in a tidal estuary *Ecology*. 1952. V. 33. P. 247- 258.
7. Leclerc H., Mossel D. A. A. Microbiologie: le tube digestif, Veau et les aliments. Doin ed.: Paris, 1989.
8. Zimmerman R., Iturriaga R., Becker-Birck J. Simultaneous determination of the total number of aquatic bacteria and the number thereof involved in respiration *Applied and Environmental Microbiology*. 1978.V. 36. P. 926-935.
9. A tentative direct microscopic method for counting living marine bacteria K. Kogure et al. *Canadian Journal Microbiology*. 1979. V. 25. P. 415-420.
10. Viable but non-culturable *Vibrio cholerae* and related pathogens in the environment: implications for release of genetically engineered microorganisms R. R. Colwell et al. *Biotechnology*. 1985. V. 2. P. 817-820.
11. Roszak D. B., Colwell R. R. Metabolic activity of bacterial cells enumerated by direct viable count *Applied and Environmental Microbiology*. 1987. V. 53. P. 2889-2983.
12. Roszak D. B., Colwell R. R. Survival strategies of bacteria in the natural environment *Microbiological Reviews*. 1987. V. 51. P. 365-379.
13. Delabroise A. M., Ducluzeau R. Le raicrobisme naturel de l'eau minerale, son developpement, son innocuite sur l'organisme *Annales d'hygiene, Medecine et Nutrition*. 1974. V. 10. P. 189-192.
14. Ducluzeau R., Bochand J. M., Dufresne S. La microflore autochtone de l'eau minerale: nature, caracteres physiologiques, signification hygienique *Medecine et Nutrition*. 1976. V. 12, N 2. P. 115-119.
15. Ducluzeau R., Hudault S., Galpin J. V. Longevity of various bacterial strains of intestinal origin in gas-free mineral water *European Journal of Applied Microbiology*. 1976. V. 3. P. 227-236.

16. Lucas F., Ducluzeau R. Antagonistic role of various bacterial strains from the auto-chthonous flora of gas-free mineral water against *Escherichia coli* *Sciences des Aliments*. 1990. V. 10. P. 62-73.

17. Lucas F., Ducluzeau R. Behaviour of the autochthonous flora of mineral water from Vittel in the digestive tract of axenic mice, its antagonistic effect on *Escherichia coli* in vitro *Rivista Italiana d'igiene*. 1990. V. 50. P. 383-393.

18. Burge S. H., Hunter P. R. The survival of enteropathogenic bacteria in bottled mineral water *Rivista Italiana d'igiene*. 1990. V. 50. P. 401-406.

19. Chalmers R. M., Aird H., Bolton F. J. Waterborne *Escherichia coli* 0157 *Journal of Applied Microbiology*. 2000. V. 88. P. 124S-132S.

20. Taxonomic study of bacteria isolated from natural mineral waters: proposal of *Pseudomonas jessenii* sp. nov. and *Pseudomonas mandelii* sp. nov. S. Verhille et al. *Systematic and Applied Microbiology*. 1999. V. 22. P. 45-58.

21. Survival and recovery of *Escherichia coli* 0157:H7 in inoculated bottled water D. W. Warburton et al. *Journal of Food Protection*. 1998. V. 61. P. 948-952.

22. Kerr M., Fitzgerald M., Sheridan J. J. A study on the survival of *E. coli* 0157:H7 in natural mineral water Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 17.

23. Factors affecting survival of pathogens in a Portuguese bottled mineral water A. Afonso et al. Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 15.

24. Survival of pathogens in a Portuguese bottled mineral water A. Afonso et al. Poster presented at the 67th Annual Meeting of the Society for Applied Microbiology *Supplement to Journal of Applied Microbiology*. 1998. V. 85, N 1. P. 14.

25. Survival of allochthonous bacteria in still mineral water bottled in polyvinyl chloride (PVC) and glass L. Moreira et al. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1994.tb03082.x>

26. Хмельєвська О. М. Гігієнічне обґрунтування покращення якості фасованої мінеральної природної лікувально-столової води: автореф. дис. ... канд. біол. наук : спеціальність 14.02.01 «гігієна та професійна патологія». К., 2013. 24 с.

27. Посібник з методів контролю природних мінеральних вод, штучно-мінералізованих вод, напоїв на їх основі та преформованих засобів. Ч.2. Мікробіологічні дослідження / С. І. Ніколенко, С. М. Глуховська, О. М. Хмельєвська, В. Б. Петровська. Київ: КІМ. 2011 р. 51 с.

УДК 615.327.073/.076:53/.54:579].015.4

АНТИМІКРОБНИЙ ВПЛИВ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД НА *ESCHERICHIA COLI*

**С. І. Ніколенко, О. М. Нікіпелова,
Т. С. Ванжула, А. В. Мокієнко**

ДУ «Український науково-дослідний інститут
медичної реабілітації та курортології Міністерства
охорони здоров'я України», м. Одеса

Оцінювали бактерицидну дію на тест-культуру *E. coli* природних мінеральних вод (МВ) із джерел і

свердловин у процесі зберігання, фасування у скляну та ПЕТ-тару, а також вплив сезонів року на бактерицидність мінеральних вод різних типів.

Встановлено антимікробну дію МВ природних та фасованих після зберігання. Як правило, антимікробна дія відносно *E. coli* після 6-ти місячного зберігання зростала. В окремих випадках значна бактерицидна дія МВ не змінювалась після 6-ти місяців зберігання.

Відсутність або помірний бактерицидність МВ у зимовий та весняний періоди, як правило, суттєво зростали влітку та восени.

Насичення діоксидом вуглецю та фасування у ПЕТ – і скляні ємності супроводжувалось появою раніше відсутніх або інтенсифікації існуючих антимікробних властивостей.

Таким чином, у більшості МВ виявлено антимікробну дію відносно *E. coli*, яка зростала від весни до осені, по мірі зберігання впродовж 6-ти місяців, а також при насиченні діоксидом вуглецю і фасуванні.

Ключові слова: *Escherichia coli*, мінеральні води, антимікробна дія.

УДК 615.327.073/.076:53/.54:579].015.4

АНТИМІКРОБНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД НА *ESCHERICHIA COLI*

**С. И. Николенко, Е. М. Никипелова,
Т. С. Ванжула, А. В. Мокиенко**

ГУ «Украинский научно-исследовательский
институт медицинской реабилитации и
курортологии МЗ Украины, г. Одесса

Оценивали бактерицидное действие на тест-культуру *E. coli* природных минеральных вод (МВ) из источников и скважин в процессе хранения, фасования в стеклянную и ПЕТ-тару, а также влияние сезонов года на бактерицидность МВ разных типов.

Установлено антимікробное действие природных и фасованных МВ после хранения. Как правило, антимікробное действие относительно *E. coli* после 6-ти месячного хранения возрастало. В отдельных случаях значительное бактерицидное действие МВ не менялось после 6-ти месяцев хранения.

Отсутствие или умеренная бактерицидность МВ в зимний и весенний периоды, как правило, существенно возрастали летом и осенью.

Насыщение диоксидом углерода и фасования в ПЕТ – и стеклянные емкости сопровождалось появлением прежде отсутствующих или интенсификации существующих антимікробных свойств.

Таким образом, в большинстве МВ выявлено антимікробное действие относительно *E. coli*, которое возрастало от весны до осени, по мере хранения в течение 6-ти месяцев, а также при насыщении диоксидом углерода и фасовании.

Ключевые слова: *Escherichia coli*, минеральные воды, антимікробное действие.

ANTIMICROBIAL EFFECT OF NATURAL MINERAL WATER ON *ESCHERICHIA COLI*

**S. I. Nikolenko, E. M. Nikipelova,
T. S. Vanzhula, A. V. Mokienko**

*State institution «Ukrainian Research Institute of Medical
Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of
Ukraine, Odessa*

The bactericidal effect on *E. Coli* test – culture of natural mineral water (MW) from sources and wells during storage, packaging in glass and PET- containers was evaluated, as well as the effect of the seasons on the bactericidal activity of MW's various types.

The antimicrobial action of natural and packaged MWs after storage has been established. As a rule, the antimicrobial effect on *E. coli* increased after 6 months of storage. In some cases, the significant bactericidal action of MW did not change after 6 months of storage.

The absence or moderate bactericidal activity of MW in winter and spring, as a rule, increased significantly in summer and autumn.

Saturation of carbon dioxide and filling in PET and glass containers was accompanied by the appearance of previously absent or intensification of existing antimicrobial properties.

Thus, in the majority of MWs, an antimicrobial effect relative to *E. coli*, was revealed which increased from spring to autumn, as it was stored for 6 months, as well as during saturation with carbon dioxide and packaging.

Key words: *Escherichia coli*, mineral waters, antimicrobial action.

Впервые поступила в редакцию 15.08.2018 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.