

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ДО ДІЇ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ШТАМІВ САЛЬМОНЕЛ

Бубало В. О.

Вступ. Сьогодні в світі спостерігається тенденція до збільшення захворюваності на сальмонельоз, а також збільшення частки стійких до антибіотиків та різних температурних режимів штамів збудника. Це обґрунтовує актуальність вивчення цієї проблеми, оскільки бактерії роду *Salmonella* є збудниками гострого інфекційного захворювання – сальмонельозу.

Мета дослідження. Дати порівняльну характеристику чутливості низки штамів сальмонел до дії високих температур; дослідити ступені терморезистентності штамів сальмонел при різних температурних режимах та періодах експозиції.

Завдання дослідження. Визначити здатність актуальних та архівних сальмонел до дії температурного фактору та порівняти їх спектри термочутливості.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження було 136 штамів сальмонел, отриманих з музею патогенних для людини мікроорганізмів лабораторії медичної мікробіології ДУ «Інституту епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л. В. Громашевського НАМН України». У роботі використано мікробіологічні методи дослідження, а також статистичний аналіз отриманих результатів.

Результати. Встановлено, що контрольний штам *Escherichia coli* ATCC 25922 виявився чутливим до усіх температурних режимів. Результати дослідження чутливості штамів *S. Typhimurium* до дії температури в 70°C показали, що в середньому 75 % архівних штамів виживало при однохвилинній експозиції, 33 % – при 3 хв. експозиції 70°C, і до 8 % при експозиції в 10 хв. Отримані результати свідчать про збільшення термостійкості серед штамів *S. Typhimurium*, які виділені 2006–2012 рр. у порівнянні із виділеними у 1996–2005 рр. внаслідок підвищення адаптаційного потенціалу мікроорганізмів і зростання шансів на виживання бактерій у несприятливих умовах. Встановлено зміну чутливості до дії високих температур сальмонел через накопичення в популяції значної кількості терморезистентних штамів. Показано зростання відсотку середньочутливих до дії високої температури актуальних штамів *S. Typhimurium* й *S. Enteritidis* у порівнянні з архівними штамми. Підвищена адаптаційна здатність до дії високих температур виявлена як у штамів *S. Enteritidis*, що виділені від хворих людей, так й у штамів сальмонел рідкісних груп, виділених із зовнішнього середовища. Актуальні штами *S. Enteritidis* та штами сальмонел рідкісних груп виявились найбільш терморезистентними. В процесі дослідження автором було показано зростання відсотку середньочутливих до дії високої температури актуальних штамів *S. Typhimurium* й *S. Enteritidis* у порівнянні з архівними штамми. Актуальні штами *S. Enteritidis* та штами сальмонел рідкісних груп виявились найбільш терморезистентними.

Висновки. Встановлено зміну біологічних властивостей сальмонел через накопичення в циркулюючій популяції значної кількості терморезистентних штамів. Показано зростання частки середньочутливих до дії високої температури актуальних штамів *S. Typhimurium* й *S. Enteritidis* у порівнянні з архівними штамми. Підвищена адаптаційна здатність до дії високих температур виявлена як у штамів *S. Enteritidis*, що виділені від хворих людей, так й у штамів сальмонел рідкісних груп, виділених із зовнішнього середовища. Актуальні штами *S. Enteritidis* та штами сальмонел рідкісних груп виявились найбільш терморезистентними. Отримані результати досліджень з оцінки чутливості сальмонел до впливу високих температур вказують на зміни генотипу бактерій та є наслідком еволюційних змін які направлені на збереження роду.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сальмонела, терморезистентність, біологічні властивості

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Бубало Володимир Олександрович, м.н.с., аспірант, державна установа «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського» Національної академії наук України, вул. М. Амосова, 5, Київ, Україна, e-mail: vol.byb@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0230-9354>

ВСТУП

Сьогодні в світі спостерігається тенденція до збільшення захворюваності на

сальмонельоз, а також збільшення частки стійких до антибіотиків та різних температурних режимів штамів збудника. Це обґрунтовує актуальність вивчення цієї

проблеми, оскільки бактерії роду *Salmonella* є збудниками гострого інфекційного захворювання – сальмонельозу.

Медицині відомо більше 2500 серотипів сальмонел, однак у нашій країні близько 500 серотипів провокують кишковий захворювання у людини [1; 2]. Збудники сальмонельозу надзвичайно стійкі, зокрема до впливу низьких температур [3], а також інших чинників зовнішнього середовища, вони мають високу адаптаційну здатність до росту та розмноження [4; 5; 6]. Гострі кишкові інфекції (ГКІ) у загальній структурі інфекційної захворюваності займають друге місце після гострих респіраторних вірусних інфекцій. Згідно з термінологією Всесвітньої організації охорони здоров'я, ГКІ – це діарейні хвороби, що об'єднують понад 30 нозологій бактерійної, вірусної або протозойної етіології, основним симптомом яких є гостра діарея. Вони можуть не тільки призвести до виникнення у деяких хворих тяжкого стану, але і створюють безпосередню загрозу життю пацієнта [7]. На сьогодні все ще залишаються актуальними питання епідеміологічного моніторингу збудників кишкових інфекцій [8].

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Дати порівняльну характеристику чутливості низки штамів сальмонел до дії високих температур; дослідити ступені терморезистентності штамів сальмонел при різних температурних режимах та періодах експозиції.

Однією зі складових спостережень за циркуляцією зоонозних сальмонел є вивчення змін їх біологічних властивостей. Однією з таких властивостей є здатність до еволюційних змін в зовнішньому середовищі та можливість пристосовуватись до його несприятливих умов, змінивши чутливість бактерій до дії температурного фактору та здатність набувати терморезистентних ознак.

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначити здатність актуальних та архівних сальмонел до дії температурного фактору та порівняти їх спектри термочутливості.

МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ

Об'єктом дослідження було 136 штамів сальмонел, отриманих з музею патогенних для людини мікроорганізмів лабораторії медичної мікробіології ДУ «Інституту епідеміології та інфекційних хворіб імені Л. В. Громашевського НАМН України». 62 штами сальмонел були виділені впродовж 1996–2005 рр., «архівні», серед них 24 штами (38,00 %) належали до *S. Typhimurium*, 38 (62,00 %) – до *S. Enteritidis*; з 57 музейних культур, виділених за період 2006–2012 рр., «актуальні», 7 штамів (12,00 %) належали до *S. Typhimurium*, 50 (88,00 %) – до *S. Enteritidis*. Для кращого порівняння чутливості бактерій до дії високих температур було сформовано вибірку рідкісних груп сальмонел, виділених у 2009–2012 рр. із зовнішнього середовища, у складі: *S. Java* – 7 штамів, *S. Derby* – 1, *S. Colorado* – 1, *S. Infantis* – 1, *S. Blegdam* – 2, *S. Montevideo* – 1, *S. Senftenberg* – 1, *S. Haifa* – 3 штами відповідно. Для контролю використовували штам *E. Coli* ATCC 25922, отриманий з музею патогенних для людини мікроорганізмів ДУ «Інституту епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л. В. Громашевського НАМН України».

У роботі використано мікробіологічні методи дослідження, а також статистичний аналіз отриманих результатів.

Визначення чутливості сальмонел до дії температури проводили за методикою Ю. В. Круглова та І. П. Ашмарина, А. А. Воробьева. Для визначення термостійкості використовували наступну методику: 18-годинну бульйонну культуру досліджуваного штаму розливали в пробірки з однаковою товщиною стінок по 0,5 мл в кожену. Пробірки поміщали в апарат для інактивації сироваток, відрегульований на температуру 70°C, потім витягували по одній пробірці з інтервалом 1, 3, 5, 15, 30 і 45 хв. Далі в ці пробірки додавали по 3,0 мл м'ясо-пептонного бульйону (МПБ) і поміщали в термостат за температури 37°C. З останньої пробірки, де через 24 год. відбулося помутніння бульйону, робили контрольний висів на м'ясо-пептонний агар з метою контролю чистоти досліду [9].

Терморезистентність оцінювали за тривалістю виживання культури (здатності *Salmonella* до подальшого культивування) в МПБ у пробірках з однаковою товщиною стінок, що розміщені у водяній бані, нагрітій до заданої температури.

Високочутливими до температурного фактору вважали штами, які гинули після 1–3 хв. прогрівання за температури 70°C. Середньочутливими – штами, які витримували прогрівання протягом 10 хв. за тієї ж самої температури. Штами, які не гинули внаслідок дії високої температури протягом 30 хв., відносили до терморезистентних. Також визначалась здатність сальмонел до виживання за температури 90°C протягом 5, 10 та 20 сек. нагрівання.

Обробку результатів досліджень проводили за допомогою ліцензійної програми «GraphPad Prism 6» та статистичних методів 2-way ANOVA. Дані подавали у графічному вигляді. Достовірність змін позначалась символом « * » – вірогідна різниця відхилення отриманого значення – $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Здійснюючи порівняльну характеристику чутливості низки штамів сальмонел до дії високих температур, визначаючи ступені терморезистентності штамів сальмонел при різних температурних режимах та періодах експозиції, встановлено, що контрольний

штам *E. Coli* ATCC 25922 виявився чутливим до усіх температурних режимів. Проведений нами аналіз з оцінки терморезистентності бактерій за експозиції 90°C показав, що штами *S. Typhimurium* не зберігали своєї життєздатності за жодного з періодів експозиції (5, 10 та 20 сек.).

Результати дослідження чутливості штамів *S. Typhimurium* до дії температури 70°C (рис. 1) показали, що в середньому 75,00 % архівних штамів виживало у випадку однохвилинної експозиції, 33,00 % – трьоххвилинної експозиції, і до 8,00 % у випадку експозиції в 10 хв. В той час, оцінкою актуальних штамів *S. Typhimurium* встановлено зростання терморезистентності цих бактерій: за дії 70°C впродовж однієї хвилини майже 86,00 % бактерій виживало, трьох хв. – резистентність до дії 70°C температури виявлена у 71,00 % колоній, що було більше в два рази ($p < 0,05$), порівняно з архівними штамми за подібних умов експозиції. Експозиція в 10 хв. за 70°C показала вірогідне зростання відсотку виживання актуальних штамів *S. Typhimurium* до $42,86 \pm 18,70$ % у порівнянні з $8,33 \pm 5,64$ % архівних штамів ($p < 0,05$). Це показало зростання середньочутливих до дії високої температури штамів. Терморезистентність актуальних штамів *S. Typhimurium* була значно вищою позначкою (у 5 разів), ніж у архівних ($p < 0,05$).

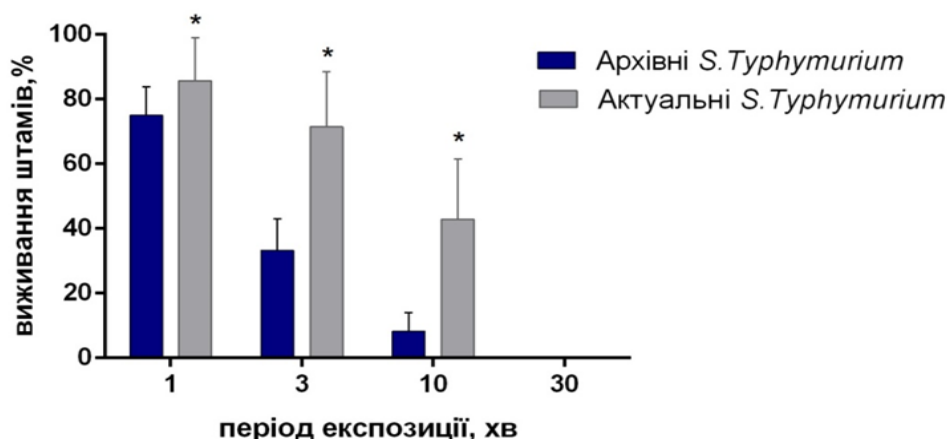


Рис. 1. Виживання штамів *S. Typhimurium* за дії температури 70°C у різні періоди експозиції

Примітка. *вірогідне відхилення різниці – $p \leq 0,05$.

Проведені нами дослідження з визначення терморезистентності штамів

S. Enteritidis за 90°C показали абсолютну загибель як архівних, так і актуальних

штамів навіть у випадку найменшого часу впливу (5 сек.).

Дослідження терморезистентності штамів *S. Enteritidis* за впливу температури 70°C (рис. 2) показали, що серед архівних штамів *S. Enteritidis* майже 60,00% виживали у випадку однохвилинної експозиції, 21,00 % – після трьох хв. експозиції і до 7,89 % – експозиції в 10 хв. В той час, як серед актуальних штамів *S. Enteritidis* відмічалась вірогідна висока стійкість бактерій до впливу високої температури: до 90,00 % виживали у випадку

однохвилинної експозиції, трьоххвилинної – у 72,00 % усіх досліджених штамів, що майже у 3,5 рази більше ($p < 0,05$), порівняно з архівними штамми за подібних умов експозиції, а через 10 хв. терморезистентність актуальних штамів була у 6 разів вищою, порівняно з архівними штамми і склала 48,00 % (проти $7,89 \pm 4,37$ % для архівних сальмонел ($p < 0,05$)). Варто відмітити здатність до виживання 6,00 % актуальних штамів *S. Enteritidis* у випадку експозиції в 30 хв. за 70°C.

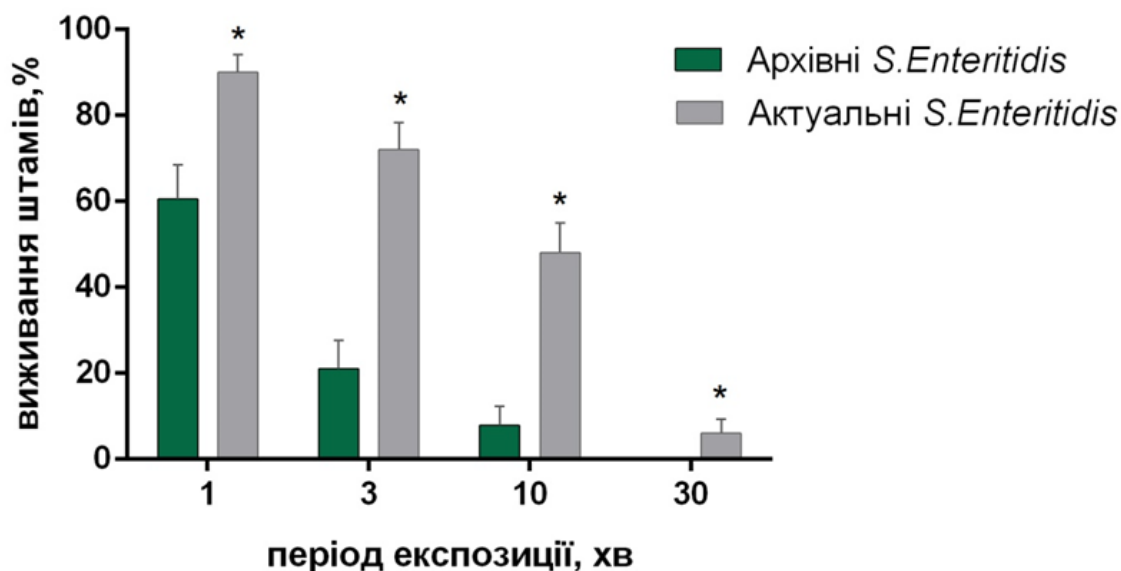


Рис. 2. Виживання штамів *S. Enteritidis* за дії температури 70°C у різні періоди експозиції

Примітка. *вірогідне відхилення різниці – $p \leq 0,05$.

Наступним завданням нашого дослідження було оцінити терморезистентність штамів рідкісних груп сальмонел, які виділені у 2009–2012 рр. із зовнішнього середовища, та порівняти отримані показники з результатами оцінки терморезистентності *S. Enteritidis*, які були виділені у 1996–2005 рр. (архівні) від хворих людей. *S. Enteritidis* були виділені для порівняння у зв'язку з тим, що ця група складала з виділених у 1996–

2005 рр. 62,00 %; у 2006–2012 рр. – 88,00 %.

Отримані результати наведено на рис. 3. Було встановлено, що за дії 70°C майже 76,00 % штамів рідкісних груп сальмонел виживали у випадку однохвилинної експозиції, 52,00 % – трьоххвилинної та 35,00 % – десятихвилинної. Також серед штамів рідкісних груп сальмонел виявлена здатність до виживання 5,88 % за експозиції 30 хв. та 70°C.

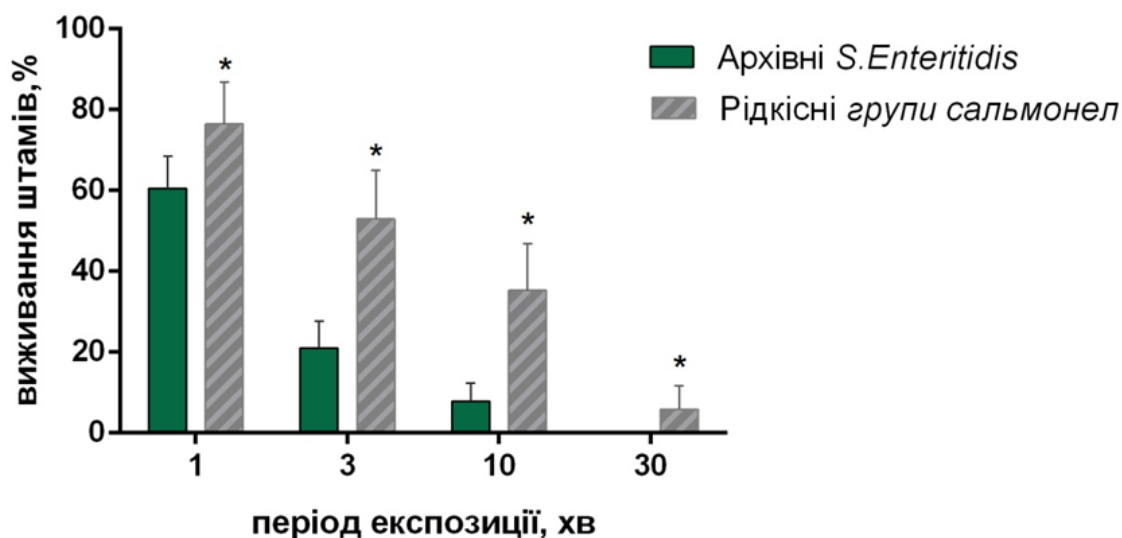


Рис. 3. Виживання штамів за дії температури 70°C у різні періоди експозиції штамів рідкісних груп сальмонел у порівнянні з архівними *S. Enteritidis*

Примітка. *вірогідне відхилення різниці – $p \leq 0,05$.

Отримані результати (рис. 1) дають можливість зробити припущення щодо збільшення термостійкості серед штамів *S. Typhimurium*, які виділені 2006–2012 рр., порівняно зі штамми, виділеними у 1996–2005 рр.

Отримані результати щодо підвищення терморезистентності актуальних штамів *S. Enteritidis* (рис. 2), порівняно з архівними штамми дають можливість припустити наявну зміну біологічних властивостей сальмонел та набуття ними більшої стійкості до дії високих температур.

Отримані результати щодо дослідження виживання штамів за дії температури 70°C у різні періоди експозиції штамів рідкісних груп сальмонел у порівнянні з архівними *S. Enteritidis* (рис. 3) показали, що усі штами рідкісних груп сальмонел гинули вже за 5 сек. експозиції.

Наявність достовірної різниці у чутливості до температури серед штамів рідкісних груп сальмонел, виділених у 2009–2012 рр. із зовнішнього середовища, порівняно з *S. Enteritidis*, виділених у 1996–005 рр. від хворих, вказує на підвищення адаптаційного потенціалу бактерій та зростання їх шансів на виживання у несприятливих умовах зовнішнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено зміну біологічних властивостей сальмонел через накопичення в циркулюючій популяції значної кількості терморезистентних штамів.

2. Показано зростання частки середньочутливих до дії високої температури актуальних штамів *S. Typhimurium* й *S. Enteritidis* у порівнянні з архівними штамми.

3. Підвищена адаптаційна здатність до дії високих температур виявлена як у штамів *S. Enteritidis*, що виділені від хворих людей, так й у штамів сальмонел рідкісних груп, виділених із зовнішнього середовища.

4. Актуальні штами *S. Enteritidis* та штами сальмонел рідкісних груп виявились найбільш терморезистентними.

5. Отримані результати досліджень з оцінки чутливості сальмонел до впливу високих температур вказують на зміни генотипу бактерій та є наслідком еволюційних змін які направлені на збереження роду.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автор цієї статті стверджує, що конфлікту інтересів немає.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Salmonellosis. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2016. Stockholm: ECDC; 2019. Available from: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2016-salmonellosis.pdf
2. Сень ОМ. Порівняльна характеристика морфологічних ознак та фізіологічних властивостей виробничо-контрольних штамів сальмонел. Ветеринарна біотехнологія. 2015; 27 (27): 263–272. Available from: <http://vetbiotech.kiev.ua/volumes/JRN27/36.pdf>
3. Докина АС, Драгич ОА. Загрязнение пищевых продуктов сальмонеллами. Сб. мат. LIV Студ. науч.-практ. конф. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения; 2020. Гос. аграр. универ. Северного Зауралья (Тюмень). с. 55–62.
4. Иванова ДА, Сальмонеллы как причина пищевых отравлений. Сб. трудов научно-практ. конф. научн. общества студентов и аспирантов биол.-техн. фак. Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии; 2020, Новосибирск. гос. аграрн. универ.: «Золотой колос». с. 210–213.
5. Раков АВ, Яковлев АА, Кузнецова НА. Взаимодействие Salmonella enteritidis и Salmonella typhimurium в формируемой ими микробной ассоциации в эксперименте in vitro. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019; 168 (7): 80–82. Available from: <http://iramn.ru/journals/bbm/2019/7/680/>
6. Бойко ОП, Сень ОМ, Бойко ПК, Куртяк БМ, Пундяк ТО, Собко ГВ. Характеристика морфологических признаков и физиологических свойств штаммов сальмонелл, изолированных от птиц и телят. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2017; 78: 129–135. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-morfologicheskikh-priznakov-i-fiziologicheskikh-svoystv-shtamov-salmonell-izolirovannyh-ot-ptits-i-telyat>
7. Kogut MH, Lee A, Santin E. Microbiome and pathogen interaction with the immune system. Poult Sci. 2020 Apr;99(4):1906-1913. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.011>. Epub 2020 Mar 2. PMID: 32241470; PMCID: PMC7587753.
8. Егорова СА, Кафтырева ЛА, Помазанов ВВ. Современные тенденции развития устойчивости бактерий рода SALMONELLA к клинически значимым антибиотикам (обзор литературы). Клиническая лабораторная диагностика. 2020; 65 (5): 308–315. <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2020-65-5-308-315>
9. EFSA and ECDC EFSA and ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control), 2019: The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. EFSA; 2019 №17(12). 276 p.

REFERENCES

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Salmonellosis. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2016. Stockholm: ECDC; 2019. Available from: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2016-salmonellosis.pdf
2. Sen' OM. Porwnania feature morphologic oznak fisiologica of wlasciwosci of virobniicho-kontrolnih stamp salmonel. Veterinary biotechnology. 2015; 27 (27): 263–272 [in Russian]. Available from: <http://vetbiotech.kiev.ua/volumes/JRN27/36.pdf>
3. Dokina AS, Dragich OA. Contamination of food with salmonella. Sat. mat. LIV Stud. scientific-practical conf. Topical issues of science and economy: new challenges and solutions; 2020. State. agrarian University. Northern Trans-Urals (Tyumen). pp. 55–62. [in Russian].
4. Ivanova DA, Salmonella as a cause of food poisoning. Sat. works of scientific and practical. conf. scientific. society of students and graduate students. biol.-tech. fac. Problems of Biology, Animal Science and Biotechnology; 2020, Novosibirsk. state agrarian University: «Golden Ear». pp.210–213. [in Russian].
5. Rakov AV, Yakovlev AA, Kuznetsova NA. Interaction of Salmonella enteritidis and Salmonella typhimurium in the formed microbial association in an in vitro experiment. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019; 168 (7): 80–82. [in Russian]. Available from: <http://iramn.ru/journals/bbm/2019/7/680/>
6. Boyko OP, Sen OM, Boyko PK, Kurtyak BM, Pundyak TO, Sobko GV. Characterization of morphological traits and physiological properties of Salmonella strains isolated from birds and calves. Scientific Bulletin of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology Name S.Z. Izhitsky. 2017; 78: 129–135. [in Russian]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika>

морфологических-признаков-и-физиологических-своиств-схтатммов-salmonell-изолированный-от-птиц-и-телят

7. Kogut MH, Lee A, Santin E. Microbiome and pathogen interaction with the immune system. *Poult Sci.* 2020 Apr;99(4):1906-1913. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.011>. Epub 2020 Mar 2. PMID: 32241470; PMCID: PMC7587753.
8. Egorova SA, Kaftyreva LA, Pomazanov VV. Current trends in the development of resistance of bacteria of the genus SALMONELLA to clinically significant antibiotics (literature review). *Clinical laboratory diagnostics.* 2020; 65 (5): 308–315, [in Russian]. <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2020-65-5-308-315>
9. EFSA and ECDC EFSA and ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control), 2019: The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. EFSA; 2019 № 17(12). 276 p.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SUSCEPTIBILITY TO HIGH TEMPERATURES OF SALMONELLA STRAINS

Bubalo V. O.

Introduction. Today in the world there is a tendency towards an increase in the incidence of salmonellosis. As well as an increase in the proportion of antibiotic-resistant and various temperature regimes of the pathogen strains. This justifies the urgency of studying this problem, because bacteria of the genus *Salmonella* are the causative agents of acute infectious intestinal disease – salmonellosis.

The aim of the study. To give a comparative characteristic of the sensitivity of a number of *Salmonella* strains to the action of high temperatures of *Salmonella* strains. To study the degree of thermal resistance of *Salmonella* strains at different temperature conditions and exposure periods. One of the components of observations of the circulation of zoonotic *Salmonella* is the study of changes in their biological properties. One of such properties is the ability to evolve in the environment and the ability to adapt to its adverse conditions by changing the sensitivity of bacteria to temperature and the ability to acquire heat-resistant signs. One of these properties is high stability in the external environment and the ability to adapt to its unfavorable conditions and the sensitivity of bacteria to the action of high temperature conditions, and the ability to acquire thermoresistant signs.

Research objectives. Objectives of the study. To determine the ability of current and archival strains of *salmonella* to the action of the temperature factor and to compare their thermal sensitivity spectra.

Materials and methods. Materials and methods. The object of the study were 136 strains of *salmonella* obtained from the Museum of Pathogenic Microorganisms of the Laboratory of Medical Microbiology of the Institute of Epidemiology and Infectious Diseases LV Gromashevsky NAMS of Ukraine". Research methods: microbiological research methods, as well as statistical analysis of the results.

Results. The research results were processed using the licensed program «GraphPad Prism 6» and statistical methods 2-way ANOVA. The data were presented graphically. The significance of the changes was denoted by the symbol " * " – the probable difference at $p \leq 0.05$. It was found that the control strain of *Escherichia coli* ATCC 25922 was sensitive to all temperature conditions. The results of the study of susceptibility of *S. typhimurium* strains to the action of temperature in 70°C showed that on average 75 % of archival strains survived at one-minute exposure, 33,00 % – at 3 minutes of exposure 70°C, and up to 8,00 % at exposure of 10 minutes. The obtained results indicate an increase in heat resistance among *S. Typhimurium* strains isolated in 2006–2012 compared to those isolated in 1996–2005 due to increased adaptive potential of microorganisms and increased chances of survival of bacteria in adverse conditions. The change of sensitivity to the action of high temperatures of *Salmonella* due to the accumulation of a significant number of heat-resistant strains in the population has been established. An increase in the percentage of moderately sensitive to high temperature actual strains of *S. Typhimurium* and *S. Enteritidis* in comparison with archival strains is shown. Increased adaptability to high temperatures was found in both *S. Enteritidis* strains isolated from sick people and in *salmonella* strains of rare groups isolated from the environment. Topical strains of *S. Enteritidis* and *salmonella* strains of rare groups were the most heat-resistant. In the course of the study, the author showed an increase in the percentage of moderately sensitive to high temperature actual strains of *S. Typhimurium* and *S. Enteritidis* in comparison with archival strains. Current strains of *S. Enteritidis* and *salmonella* strains of rare groups were the most heat-resistant.

Conclusions. The change of the biological properties of *salmonella* due to the accumulation of a significant number of heat-resistant strains in the circulating population has been established. An increase in the proportion of moderately sensitive to high temperature actual strains of *S. Typhimurium* and *S. Enteritidis* in comparison with archival strains is shown. Increased adaptability to the action of high temperatures was found in both *S. Enteritidis* strains isolated from sick people and in *Salmonella* strains of rare groups isolated

from the environment. Topical strains of *S. Enteritidis* and salmonella strains of rare groups turned out to be the most heat-resistant. The results of studies to assess the sensitivity of Salmonella to high temperatures indicate changes in the genotype of bacteria and as the result of evolutionary changes aimed at preserving the genus.

KEY WORDS: salmonella, thermoresistance, biological properties

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Bubalo Volodymyr, Junior researcher, Post-graduate student, State Institution «Gromashevsky Institute of Epidemiology and Infectious Diseases» of the National Academy of Sciences of Ukraine, M. Amosova str., 5, Kiev, Ukraine, 03038; e-mail: vol.byb@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0230-9354>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ШТАММОВ САЛЬМОНЕЛЛ

Бубало В. А.

Введение. Сегодня в мире наблюдается тенденция к увеличению заболеваемости сальмонеллезом, а также увеличение доли устойчивых к антибиотикам и различных температурных режимов штаммов возбудителя. Это обосновывает актуальность изучения этой проблемы, поскольку бактерии рода *Salmonella* являются возбудителями острой инфекционной кишечной болезни сальмонеллеза.

Цель исследования. Сравнить чувствительность ряда штаммов сальмонелл к воздействию высоких температур. Изучить степени терморезистентности штаммов сальмонелл при различных температурных режимах и периодах экспозиции.

Задачи исследования. Определить способность актуальных и архивных сальмонелл к действию температурного фактора и сравнить их спектры термочувствительности.

Материалы и методы. Объектом исследования было 136 штаммов сальмонелл, полученных из музея патогенных для человека микроорганизмов лаборатории медицинской микробиологии ГУ «Института эпидемиологии и инфекционных болезней им. Л. В. Громашевского АМН Украины». В работе использованы микробиологические методы исследования, статистический анализ полученных результатов.

Результаты. Установлено, что контрольный штамм *Escherichia coli* ATCC 25922 оказался чувствительным ко всем температурным режимам. Результаты исследования чувствительности штаммов *S. Typhimurium* к воздействию температуры в 70°C показали, что в среднем 75,00 % архивных штаммов выживало при сиюминутной экспозиции, 33,00 % – при 3 мин. экспозиции 70°C, и до 8,00 % – при экспозиции в 10 мин. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении термостойкости среди штаммов *S. Typhimurium*, выделенные 2006–2012 гг. по сравнению с выделенными в 1996–2005 гг. В результате повышения адаптационного потенциала микроорганизмов и роста шансов на выживание бактерий в неблагоприятных условиях установлено изменение чувствительности к действию высоких температур сальмонелл из-за накопления в популяции значительного количества терморезистентных штаммов. Показано увеличение части среднечувствительных к действию высокой температуры актуальных штаммов *S. Typhimurium* и *S. Enteritidis* по сравнению с архивными штаммами. Повышенная адаптационная способность к действию высоких температур обнаружена как у штаммов *S. Enteritidis*, выделенных от больных людей, так и у штаммов сальмонелл редких групп, выделенных из внешней среды. Актуальные штаммы *S. Enteritidis* и штаммы сальмонелл редких групп оказались наиболее терморезистентными. В процессе исследования автором было показано увеличение процента среднечувствительных к действию высокой температуры актуальных штаммов *S. Typhimurium* и *S. Enteritidis* по сравнению с архивными штаммами. Актуальные штаммы *S. Enteritidis* и штаммы сальмонелл редких групп оказались наиболее терморезистентными.

Выводы.

1. Установлено изменение биологических свойств сальмонелл из-за накопления в циркулирующей популяции значительного количества терморезистентных штаммов.
2. Показан рост доли среднечувствительных к действию высокой температуры актуальных штаммов *S. Typhimurium* и *S. Enteritidis* по сравнению с архивными штаммами.
3. Повышенная адаптационная способность к действию высоких температур обнаружена как у штаммов *S. Enteritidis*, выделенных от больных людей, так и у штаммов сальмонелл редких групп, выделенных из внешней среды.

4. Актуальные штаммы *S. Enteritidis* и штаммы сальмонелл редких групп оказались наиболее терморезистентными.

5. Полученные результаты исследований по оценке чувствительности сальмонелл к воздействию высоких температур указывают на изменения генотипа бактерий и являются следствием эволюционных изменений, направленных на сохранение вида.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сальмонелла, терморезистентность, биологические свойства

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бубало Владимир Александрович, м. н. с., аспирант, государственное учреждение «Институт эпидемиологии та инфекционных болезней имени Л. В. Громашевского» Национальной академии наук Украины, ул. М. Амосова, 5, Киев, Украина, e-mail: vol.byb@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0230-9354>

Отримано: 08.01.2021 р.

Прийнято до друку: 08.02.2021 р.