

3. Lopez-Baena F.J. Bacterial molecular signals in the Sinorhizobium fredii-soybean symbiosis / F.J. Lopez-Baena, J.E. Ruiz-Sainz, M.A. Rodriguez-Carvajal, J.M. Vinardell // *Int. J. Mol. Sci.* – 2016. – Vol. 17. – P. 755-765.

4. Alami Y. Rhizosphere soil aggregation and plant growth promotion of sunflowers by an exopolysaccharide-producing Rhizobium sp. strain isolated from sunflower roots / Y. Alami, W. Achouak, C. Marol, T. Heulin // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2000. – Vol. 66. – P. 3393-3398.

5. Nandal K. High temperature-induced changes in exopolysaccharides, lipopolysaccharides and protein profile of heat-resistant mutants of Rhizobium sp. (Cajanus) / K. Nandal, A.R. Sehrawat, A.S. Yadav, R.K. Vashishat, K.S. Boora // *Microbiol. Res.* – 2005. – Vol. 160. – P. 367-373.

6. Qurashi A.W. Bacterial exopolysaccharide and biofilm formation stimulate chickpea growth and soil aggregation under salt stress / A.W. Qurashi, A.N. Sabri // *Braz. J. Microbiol.* – 2012. – Vol. 43. – P. 1183-1191.

7. Vanderlinde E.M. Identification of a novel ABC transporter required for desiccation tolerance, and biofilm formation in Rhizobium leguminosarum bv. viciae 3841 / E.M. Vanderlinde, J.J. Harrison, A. Muszynski, R.W. Carlson, R.J. Turner, C.K. Yost // *FEMS Microbiol. Ecol.* – 2010. – Vol. 71. – P. 327-340.

8. Косенко Л.В. Влияние экзополисахаридов Rhizobium leguminosarum bv. viciae на нодуляцию и ризогенез растений гороха / Л.В. Косенко, Г.Ф. Хайлова, В.Е. Карелов // *Физиология и биохимия культур растений.* – 2001. – Т. 33, № 4. – С. 347-354.

УДК 612.017.1.579

## **БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІОМОЛЕКУЛ БАКТЕРІАЛЬНИХ ОБОЛОНОК**

*І.О. Першко<sup>1</sup>, Н.А. Тодосійчук<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup>КЗВО «Житомирський базовий фармацевтичний коледж» Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

Більшість бактерій функціонують у різних середовищах (воді, ґрунті) і не несуть безпосередньої загрози для людини. Але при потраплянні в багатоклітинний організм бактеріальні клітини та продукти їх життєдіяльності можуть спричинити важкі інфекційні захворювання та навіть призводити до смерті. Важливим завданням сучасної науки є встановлення взаємозв'язків між біохімічним складом субклітинних структур бактерій та їх патогенністю. Метою нашого дослідження було вивчення особливостей хімічного складу оболонки бактеріальної клітини та з'ясування впливу її компонентів на організм інфікованої людини.

Загальновідомо, що оболонка грам-позитивних і грам-негативних бактерій мають різну структуру [1]. Оболонка грам-позитивних бактерій

складається з клітинної стінки та внутрішньої цитоплазматичної мембрани. Оболонка грам-негативних бактерій окрім клітинної стінки та внутрішньої цитоплазматичної мембрани має ще й зовнішню цитоплазматичну мембрану. Окрім того, структура клітинної стінки у грам-негативних та грам-позитивних бактерій також суттєво відрізняються.

Головним хімічним компонентом клітинної стінки є біополімер пептидоглікан (тривіальна назва муреїн). Пептидоглікан є унікальною біомолекулою, яка характерна виключно для бактерій. Це складна гратчаста структура, яка є однією ковалентно «зшитою» молекулою, що оточує всю бактеріальну клітину [2]. Сама назва «пептидоглікан» вказує на двокомпонентність цієї структури – пептидний компонент і вуглеводневий компонент (глікан). Розглянемо хімічний склад цих компонентів [4, 5].

Глікан представлений полісахаридним каркасом. Мономерами цього каркасу є: N-ацетилмурамова кислота (NAM) та N-ацетилглюкозамін (NAG). Полісахаридний каркас має однаковий склад у всіх бактерій.

Пептидний компонент представлений ланцюжками амінокислотних залишків (тетрапептидними та пентапептидними місточками). Пептидні ланцюжки-місточки утворені як L-амінокислотами (які є протейногенними у еукаріот) так і D-амінокислотами (які у білках організму людини не зустрічаються): D-глутамінова кислота, D-аланін, L-аланін, L-лізин, діамінопімелінова кислота (DAP). Діамінопімелінова кислота (DAP) відноситься до хімічних сполук, які зустрічаються виключно у грам-негативних бактерій.

Структура пептидних ланцюгів відрізняються у грам-негативних і грам-позитивних бактерій. N-ацетилглюкозамін (NAG) окрім бактерій, входить до складу хітину та гіалуронової кислоти. Він утворений з залишку глюкози, у якого одна OH-група замінена на аміногрупу. У свою чергу, один гідроген аміногрупи замінений на залишок оцтової кислоти.

N-ацетилмурамова кислота (NAM) являє собою простий ефір N-ацетилглюкозаміну та молочної кислоти. Роль молочної кислоти у цій сполуці дуже важлива оскільки саме до неї приєднуються амінокислоти, які формують пептидні ланцюжки-місточки пептидоглікану. N-ацетилмурамова кислота (NAM) також відноситься до хімічних сполук, які зустрічаються виключно в бактеріальних клітинах.

Формуючи полісахаридний каркас N-ацетилглюкозамін та N-ацетилмурамова кислота з'єднуються глікозидним зв'язком. Саме цей зв'язок руйнується під впливом лізоциму (це визначає його антибактеріальну дію).

Порівняємо хімічну структуру пептидоглікану грам-позитивних і грам-негативних бактерій. Полісахаридні ланцюжки є ідентичними у всіх бактерій. До залишків молочної кислоти у N-ацетилмурамовій кислоті приєднуються пептидні ланцюжки-місточки, які, в свою чергу, відрізняються у різних груп бактерій. Перша відмінність – це наявність діамінопімелінової кислоти у тетрапептидних місточках грам-негативних бактерій та її відсутність у грам-

позитивних бактерій. Наступна відмінність – це механізм зшивання тетрапептидних ланцюжків.

У грам-негативних бактерій сусідні тетрапептидні місточки «зшиваються» пептидним зв'язком у положенні D-аланін–діамінопімелінова кислота. У грам-позитивних бактерій сусідні тетрапептидні місточки «зшиваються» пентапептидом, утвореним глутаміновою кислотою. Положення «зшивки» D-аланін-L-лізин. Також слід відмітити, що L-лізин відсутній у тетрапептидних ланцюжках грам-негативних бактерій.

Завдяки таким унікальним, не характерним для інших клітин, речовинам як діамінопімелінова кислота, N-ацетилмурамова кислота, D-амінокислоти пептидоглікан є унікальним біополімером.

Синтез такої складної структури як пептидоглікан відбувається у декілька етапів та вимагає задіяння складних ферментативних систем. Завдяки своїй унікальності пептидоглікан став мішенню для багатьох антибіотиків (пеніцилін, цефалоспорин, ванкоміцин), які, в першу чергу, впливають на його синтез. А саме, вони виступають інгібіторами ферменту транспептидази. Цей фермент каталізує реакції «зшивання» тетрапептидних місточків. Якщо місточки зшиватися не будуть, пептидоглікан не буде формуватися, клітинна стінка бактерій буде руйнуватися і бактерія загине.

Ще одним важливим компонентом клітинної стінки грам-позитивних бактерій є тейхоєві та ліпотейхоєві кислоти [1]. Тейхоєві кислоти зв'язуються з мурамовою кислотою пептидоглікану, виходять за його межі і контактують з навколишнім середовищем. Ліпотейхоєві кислота пронизують пептидоглікан і сполучаються з залишками жирних кислот цитоплазматичної мембрани. Ці кислоти є видоспецифічними антигенами бактерій.

Отже, хімічні компоненти клітинної стінки, значною мірою, визначають патогенні властивості бактерій. Компоненти пептидоглікану, зокрема похідні мурамової кислоти є факторами вірулентності. Тейхойові кислоти виступають видоспецифічними антигенами. А компоненти зовнішньої мембрани грам-негативних бактерій (ліпополісахариди) є бактеріальними ендотоксинами.

У своїй взаємодії компоненти бактеріальної оболонки створюють потужний синергетичний ефект стійкості і витривалості бактерій до дії агресивних факторів середовища. Для вільноживучих бактерій такі пристосування є вирішальними у процесі боротьби за існування. Разом з тим, така стійкість, витривалість та агресивність патогенних бактерій є серйозною проблемою при лікуванні інфекційних захворювань. Тому особливо актуальним залишається пошук таких лікарських засобів, які б руйнували чи перешкождали синтезу компонентів бактеріальних оболонок. Що, в свою чергу, сприяло б руйнування і бактеріальної клітини або ж зменшувало її вірулентність.

### *Література*

1. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень та основами імунології: У 2 кн. / В. А. Люта, О. В. Кононов. – К.: Здоров'я, 2006. – 512 с.

2. Біологічна хімія: Підручник. / Ю. І. Губський. – Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 432 с.
3. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология / Под ред. В. П. Ширококов. Винница: Нова книга, 2015. – 896 с.
4. Peptidoglycan structure and architecture / Waldemar VollmerDidier BlanoMiguel A. De Pedro / *FEMS Microbiology Reviews*, Volume 32, Issue 2, March 2008, Pages 149–167. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00094.x> (дата звернення 12.11.2019) – Назва з екрана.
5. The Peptidoglycan Cell Wall /Gary Kaiser – Режим доступу: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Book%3AMicrobiology\\_\(Kaiser\)/Unit\\_1%3A\\_Introduction\\_to\\_Microbiology\\_and\\_Prokaryotic\\_Cell\\_Anatomy/2%3A\\_A\\_The\\_Prokaryotic\\_Cell\\_-\\_Bacteria/2.3%3A\\_The\\_Peptidoglycan\\_Cell\\_Wall](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Book%3AMicrobiology_(Kaiser)/Unit_1%3A_Introduction_to_Microbiology_and_Prokaryotic_Cell_Anatomy/2%3A_A_The_Prokaryotic_Cell_-_Bacteria/2.3%3A_The_Peptidoglycan_Cell_Wall)(дата звернення 22.11.2019) – Назва з екрана.

УДК 57.042:574:579

## ДИФТЕРІЙНИЙ ТОКСИН: БІОХІМІЧНА ПРИРОДА ТА МЕХАНІЗМ ДІЇ

***І.О. Першко<sup>1</sup>, Н.А. Тодосійчук<sup>2</sup>***

<sup>1,2</sup>КЗВО «Житомирський базовий фармацевтичний коледж» Житомирської обласної ради, вул. Чуднівська, 99, Житомир, 10005, Україна

Дифтерія – це гостре бактеріальне інфекційне захворювання, що викликається коринебактерією дифтерії. Коринебактерія дифтерії (*Corynebacterium diphtheriae*) – грам-позитивна, безкапсульна аеробна паличка, що не утворює спор. Існують токсичні і нетоксичні штами *C. diphtheriae*. Токсичність цієї палички значною мірою активується бактеріофагами [1, 2].

*C. diphtheriae* уражає найчастіше верхні дихальні шляхи або шкіру. Єдиним резервуаром *C. diphtheriae* є людина (хворий, реконвалесцент, носій). Інфікування, як правило, відбувається повітряно-краплинним шляхом, іноді через шкірні покриви. Інкубаційний період триває у середньому 2–4 дні (1–10 днів). Заразливість: останні 2 дні інкубаційного періоду, весь період клінічних проявів і 4 дні після одужання — при лікуванні (без лікування до 2–3 тиж.) [1, 2]. Показник летальності при дифтерії становить 5–10%. За деякими джерелами – до 50%. У 90-ті роки минулого століття в Україні на дифтерії захворіло понад 19 тисяч осіб, з яких 696 померли.

Завдяки вакцинації тривалий час спалахи цієї інфекції на території України не спостерігалися, а випадки захворюваності були поодинокими – 2–4 на рік. У 2018 році в Україні було зафіксовано близько 10 випадків захворювання на дифтерію серед дітей і дорослих. А у зв'язку з низьким колективним імунітетом виникає реальна загроза поширення цього вкрай небезпечного захворювання.