

Висновки. Результати дослідження свідчать про перспективність подальших досліджень протимікробних властивостей нових динамічних похідних аміноглікозидів.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОЧАСТОК СРІБЛА ЩОДО БАКТЕРІЙ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* У ПЛАНКТОННІЙ І БІОПЛІВКОВІЙ ФОРМАХ

Балко О.Б., Балко О.І., Авдєєва Л.В.

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
oleksandralko@gmail.com

Вступ. Зростання антибіотикорезистентності у збудників гнійно-запальних захворювань в багатьох країнах світу вважається загрозою національної безпеки, що пов'язано із сприйняттям антибіотиків як препаратів, які визначають тривалість життя людини. Бактерії *Pseudomonas aeruginosa* характеризуються високою частотою виділення штамів із множинною стійкістю до багатьох широко застосовуваних антибіотиків. Показано, що ймовірність закріплення в бактеріальній популяції штамів із різними механізмами антибіотикорезистентності підвищується за умови формування мікроорганізмами біоплівка. В організмі людини *P. aeruginosa* здатні формувати біоплівку, що сприяє підвищенню рівня їх стійкості до антибактеріальних препаратів, призводить до переходу захворювання у хронічну форму і перешкоджає повній елімінації збудника із макроорганізму. У зв'язку із наведеним, актуальним вважається пошук нових антибактеріальних речовин, які впливають не лише на планктонну форму бактерій, але й здатні пригнічувати ріст мікроорганізмів у біоплівковій формі. Розвиток нанотехнологій відкриває можливості створення нових антимікробних препаратів з високою активністю щодо множинно-резистентних штамів мікроорганізмів. Особлива увага до наночасток металів пов'язана із їх низькою токсичністю, наявністю пролонгованої дії і здатністю стимулювати функціональну активність регуляторних систем макроорганізму.

Тому, метою нашої роботи було дослідження впливу наночасток срібла по відношенню до клітин *Pseudomonas aeruginosa* у планктонній та біоплівковій формах.

Матеріали та методи. Для вивчення впливу наночасток застосовували типовий штам *Pseudomonas aeruginosa* УКМ В-1, отриманий із Української колекції мікроорганізмів (УКМ, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України). Досліджувані препарати наночасток вносили у концентраціях 4 мг/мл, 500 і 200 мкг/мл превентивно, перед додаванням бактеріальної суспензії, з метою оцінки їх здатності до попередження біоплівкоутворення, а також на 1 та 2 добу культивування – для визначення активності щодо клітин у дозріваючій і сформованій біоплівці та у планктонній

формі. Ефективність впливу оцінювали за кількістю життєздатних мікроорганізмів у відповідних формах.

Результати та обговорення. Встановлено, що превентивне внесення наночасток у концентрації 4 мг/мл з метою запобігання біоплівкоутворенню призводило до зниження на 3,5 порядки кількості клітин у планктонній формі в дослідних зразках порівняно із контрольними на 1 добу спостереження. При подальшому культивуванні кількість мікроорганізмів у планктонній формі досягала показників аналогічних до контрольних зразків вже на 2 добу культивування. Вплив на клітини у біоплівковій формі на даному етапі застосування препарату був мінімальним. Дія наночасток щодо дозріваючої біоплівки на 1 добу культивування характеризувалась значно вищою ефективністю. В даному випадку було відмічено зниження кількості клітин у планктонній і у біоплівковій формі на 4 і 2,5 порядки, відповідно. При цьому, у складі біоплівки спостерігалась тенденція до подальшого зниження кількості життєздатних мікроорганізмів. Застосування даного препарату по відношенню до сформованої біоплівки на 2 добу виявило схожі закономірності – зниження кількості клітин в планктонній і біоплівковій формах з інтенсивністю, близькою до описаної на попередньому етапі.

При превентивному застосуванні наночасток концентрацією 500 мкг/мл кількість клітин у біоплівковій формі на перші дві доби спостереження становила $1-3 \times 10^3$ КУО/мл і була на два порядки нижчою за аналогічні показники при використанні наночасток у концентрації 4 мг/мл. Схожа закономірність виявлялась при внесенні препарату на стадіях дозріваючої і сформованої біоплівки. Про вищу ефективність впливу наночасток у концентрації 500 мкг/мл свідчить і незначна кількість життєздатних мікроорганізмів у біоплівковій формі, яка після внесення препарату до сформованої двохдобової біоплівки і дії протягом наступних 4 діб становила лише 200 КУО/мл.

Превентивне застосування наночасток у мінімальній бактеріостатичній концентрації 200 мкг/мл призводило до зниження *P. aeruginosa* у планктонній формі на 5,5, а у біоплівковій формі – на 3,5 порядки. Натомість, їх вплив на клітини у біоплівковій формі характеризувався вищою ефективністю, оскільки після обробки кількість мікроорганізмів знижувалась до нульових показників.

Висновки. Таким чином, наночастки срібла є ефективним засобом впливу на клітини *P. aeruginosa* у планктонній і біоплівковій формах. Превентивне використання наночасток характеризується більш вираженою дією на клітини у планктонній формі і в меншій мірі впливає на формування біоплівки. Внесення препаратів на етапі сформованої біоплівки призводить до однаково ефективного впливу як на клітини у планктонній, так і у біоплівковій формах. Зниження концентрації наночасток збільшує їх активну поверхню і сприяє суттєвому підвищенню ефективності впливу на мікроорганізми.