

УДК 579.871.1:577.354.4

**ЧУТЛИВІСТЬ УМОВНО-ПАТОГЕННИХ
БАКТЕРІЙ ДО ДИФТЕРІЙНОГО ТОКСИНУ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ МІЛІМЕТРОВИХ ХВИЛЬ**

*Бабич Є.М.¹, Калініченко С.В.¹, Ківва Ф.В.²,
Волянський Ю.Л.¹, Рижкова Т.А.¹, Коваленко О.І.²,
Ждамарова Л.А.¹, Шкодовська Н.Ю.¹, Бобирева І.В.¹*

**1 – ДУ «Інститут мікробіології і імунології ім. І.І.
Мечникова АМНУ»**

**2 – Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я.
Усикова НАН України**

Загально відомо, що життя людини – з часу народження і до самої смерті – безпосередньо пов'язане з його мікрофлорою. Мікробні біоценози людини існують в стані постійної взаємодії, перебіг якої в значній мірі залежить від факторів зовнішнього середовища. До найбільш динамічних, щодо частоти змін асоціативних зв'язків, відносяться мікробні субпопуляції верхніх дихальних шляхів. Вивчення особливостей формування біоценозів зазначених ніш має теоретичне і практичне значення, оскільки вони відіграють роль природного захисного бар'єра проти патогенних бактерій та приймають водночас участь у багатьох фізіологічних процесах макроорганізму [1-4].

Біоценози також сприяють розвитку такого універсального явища, як тривале персистування збудника в організмі людини без клінічних проявів захворювання [5]. Літературні дані свідчать, що мікрофлора біологічних ніш може проявляти різні функціональні сумарні властивості в залежності від видового складу асоціацій, концентрації асоціантів та їх біологічних властивостей. Зокрема, до найбільш суттєвих факторів, що впливають на характер міжмікробних взаємовідносин, відносять дію екзотоксинів різних збудників інфекційних захворювань, завдяки яким патогенні бактерії пригнічують розвиток інших представників біоценозів.

Вивчення впливу дифтерійного екзотоксину на окремі біооб'єкти в даній роботі спрямовано не тільки на визначення особливостей кінетики росту умовно-патогенних бактерій, а й на пошуки чутливих мікробних субпопуляцій, які можна було б застосовувати при експрес-дослідженні токсиноутворюючої здатності збудника дифтерії. Використання фізичних чинників ґрунтується на тому, що вони можуть як посилювати активність токсину так і знижувати поріг чутливості тест-культур.

Мета дослідження: на основі вивчення кінетики росту мікроорганізмів під впливом дифтерійного токсину до та після застосування міліметрових хвиль певних частотних діапазонів (40,0 ГГц; 42,2 ГГц; 50,3 ГГц; 58,0 ГГц; 61,0 ГГц; 64,5 ГГц) визначити перспективні біооб'єкти для експрес-оцінки активності дифтерійного екзотоксину.

Робота виконана в рамках НДР ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова АМН України» “Застосування електромагнітних полів для посилення утворення окремих метаболітів та підвищення стабільності біологічних властивостей їх продуцентів”, № держреєстрації 0107U001639.

Об'єкт і методи дослідження. У якості об'єктів використовували натуральний дифтерійний токсин (ДТ), отриманий із виробництва ЗАТ «Біолек» (м. Харків), і наступні штами мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 та *Enterococcus faecalis* ATCC 6783, отримані з філії музею мікроорганізмів ДУ «ІМІ ім. І.І. Мечникова АМНУ».

Висновки щодо активності ДТ робили за кількістю флокулюючих одиниць (Lf) [6].

Джерелом мікрохвильового випромінювання були стандартні високочастотні генератори Г4-141 і Г4-142. Діапазон частот для Г4-141: $f_1=37,5-53,57$ ГГц; для Г4-142: $f_2=53,57-78,33$ ГГц. Середня щільність в розкритті рупорів досягала значення $0,1$ мВт/см².

Опромінений токсин додавали до поживного середовища у кількості $0,1$ мл та $0,3$ мл на 1 мл бульйону. У якості контролів було досліджено кінетику росту вказаних штамів мікроорганізмів без додавання токсину до поживного середовища (контроль культури) та з додаванням неопроміненого ДТ у вище вказаних кількостях (контроль ДТ).

Суспензію мікроорганізмів готували відповідно до оптичного стандарту каламутності $1,0$ одиниць по шкалі McFarland за допомогою приладу Densi-La-Meter (Lachema, Чехія) згідно з інструкцією до приладу та інформаційним листом про нововведення в системі охорони здоров'я №163-2006 “Стандартизація приготування мікробних суспензій”, м. Київ.

Кінетику росту мікроорганізмів вивчали за стандартною методикою [7]. Синхронізацію культур проводили за допомогою дії низької температури [8]. Концентрацію мікроорганізмів визначали шляхом підрахунку колонієутворюючих одиниць у відповідній кількості посівного матеріалу з урахуванням розведення.

Досліди проводили у 3-5 повторюваннях. Результати обробляли статистично за допомогою персонального комп'ютера із застосуванням медико-біологічних комп'ютерних програм Biostat-4 та Statistika-6. Використовували параметричні критерії з визначенням середнього значення (M) і його стандартного відхилення ($\pm m$). Оцінку достовірності різниці між порівнюваними показниками визначали за допомогою критерію Стьюдента. Різницю між показниками, що порівнювались, вважали статистично значимою при $p < 0,05$ [9, 10].

Результати та обговорення

Експериментально встановлено, що міліметрові хвилі в діапазоні $40,0$ ГГц не впливали на активність ДТ. Міліметрові хвилі в частотному діапазоні $42,2$ ГГц, $50,3$ ГГц та $58,0$ ГГц знижували активність токсину на 10 Lf. Найбільш значні зміни у активності ДТ було отримано при впливі на нього міліметровими хвилями із частотними діапазонами $61,0$ ГГц та $64,5$ ГГц. Так, вплив міліметрових хвиль в діапазоні $61,0$ ГГц знижував активність дифтерійного токсину на 30 Lf, а в діапазоні $64,5$ ГГц – навпроти, підвищував активність токсину на 20 Lf.

Попередні експерименти встановили, що під впливом дифтерійного екзотоксину у дозі $0,1$ мл на $1,0$ мл поживного середовища достовірно підвищувалась

кінетика росту грамнегативних бактерій (*E.coli* ATCC 25922, *P.aeruginosa* ATCC 27853, *K.pneumoniae*) в 1,7-2,8 разів ($p<0,01$), тоді як застосування дози 0,3 мл на 1,0 мл поживного середовища достовірно пригнічувало ріст цих мікробів в 1,3-3,4 рази ($p<0,01$) [11].

Тому наступна ланка дослідів була присвячена дослідженню впливу різних доз дифтерійного токсину на кінетику росту грампозитивних бактерій (*S.aureus* ATCC 25923 та *E.faecalis* ATCC 6783) до та після опромінення екзотоксину міліметровими хвилями певних частот.

Дослідження кінетики росту еталонного штаму золотавого стафілокока показали, що додавання

неопроміненого дифтерійного токсину в дозі 0,1 мл на 1,0 мл поживного середовища вже через чотири години призупиняло розмноження даного мікробу, а в дозі 0,3 мл на 1,0 мл поживного середовища призводило до часткового лізису золотавого стафілокока у порівнянні з кінетикою росту культури без додавання у середовище екзотоксину (табл.1, 2). Визначено, що додавання токсину, опроміненого в частотних діапазонах 42,2 ГГц; 58,0 ГГц; 61,0 ГГц та 64,5 ГГц зупиняло ріст золотавого стафілокока, а опромінення у частотному діапазоні 50,3 ГГц достовірно ($p<0,01$) стимулювало кінетику росту *S.aureus* ATCC 25923, незалежно від дози ДТ.

Таблиця 1. Кінетика росту *S.aureus* ATCC 25923 після додавання дифтерійного токсину в дозі 0,1 мл при застосуванні міліметрових хвиль

Частотний діапазон (ГГц)	Середні показники концентрації мікробних клітин у 1 мл поживного середовища (M±m)					
	початкова	ч/з 2 години	ч/з 4 години	ч/з 6 годин	ч/з 8 годин	ч/з 18 годин
40,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,5±0,1 ×10 ⁸
42,2	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
50,3	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	2,1±0,1 ×10 ⁸	2,3±0,1 ×10 ⁸	2,7±0,1 ×10 ⁸	3,3±0,1 ×10 ⁸
58,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸
61,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
64,5	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸
контроль ДТ	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸
контроль культури	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	3,7±0,1 ×10 ⁸	4,8±0,1 ×10 ⁸	7,9±0,15 ×10 ⁸	18,0±0,2 ×10 ⁸

Таблиця 2. Кінетика росту *S.aureus* ATCC 25923 після додавання дифтерійного токсину в дозі 0,3 мл при застосуванні міліметрових хвиль

Частотний діапазон (ГГц)	Середні показники концентрації мікробних клітин у 1 мл поживного середовища (M±m)					
	початкова	ч/з 2 години	ч/з 4 години	ч/з 6 годин	ч/з 8 годин	ч/з 18 годин
40,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,5±0,1 ×10 ⁸
42,2	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
50,3	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	1,7±0,1 ×10 ⁸	1,9±0,1 ×10 ⁸	2,1±0,1 ×10 ⁸	2,7±0,1 ×10 ⁸
58,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
61,0	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
64,5	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸	0,7±0,1 ×10 ⁸
контроль ДТ	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	0,6±0,1 ×10 ⁸
контроль культури	0,5±0,1 ×10 ⁸	0,8±0,1 ×10 ⁸	3,7±0,1 ×10 ⁸	4,8±0,1 ×10 ⁸	7,9±0,15 ×10 ⁸	18,0±0,2 ×10 ⁸

Отримані дані дають можливість рекомендувати штам *S.aureus ATCC 25923* для використання у якості біооб'єкту для експрес-оцінки активності дифтерійного екзотоксину.

Зовсім інша картина була відмічена при дослідженні кінетики росту під впливом різних доз неопроміненого ДТ у еталонного штаму ентерокока (табл. 3, 4). Даний мікроб реагував на дифтерійний

токсин таким же чином, як і грамнегативні бактерії: під впливом дифтерійного екзотоксину в дозі 0,1 мл на 1,0 мл поживного середовища його кінетика росту достовірно підвищувалась в 1,6-1,9 разів ($p < 0,01$), тоді як застосування дози ДТ 0,3 мл на 1,0 мл поживного середовища достовірно пригнічувало ріст цього мікроба в 1,3-1,6 рази ($p < 0,05$) у порівнянні з кінетикою росту культури без додавання до середовища токсину.

Таблиця 3. Кінетика росту *E.faecalis ATCC 6783* після додавання дифтерійного токсину в дозі 0,1 мл при застосуванні міліметрових хвиль

Частотний діапазон (ГГц)	Середні показники концентрації мікробних клітин у 1 мл поживного середовища (M±m)					
	початкова	ч/з 2 години	ч/з 4 години	ч/з 6 годин	ч/з 8 годин	ч/з 18 годин
40,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,7±0,1 ×10 ⁹	1,6±0,1 ×10 ⁹	2,7±0,3 ×10 ¹⁰
42,2	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,2±0,1 ×10 ⁹	3,3±0,53 ×10 ¹⁰
50,3	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,2±0,1 ×10 ⁹	1,3±0,1 ×10 ¹⁰
58,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	2,1±0,2 ×10 ⁹	6,3±0,5 ×10 ¹⁰
61,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,8±0,1 ×10 ⁹	1,6±0,2 ×10 ⁹	3,1±0,3 ×10 ⁹	6,8±0,5 ×10 ¹⁰
64,5	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	0,7±0,1 ×10 ⁹	1,5±0,2 ×10 ⁹	3,7±0,3 ×10 ¹⁰
контроль ДТ	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,8±0,1 ×10 ⁹	1,9±0,1 ×10 ⁹	5,6±0,5 ×10 ¹⁰
контроль культури	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,1±0,1 ×10 ⁹	2,9±0,3 ×10 ¹⁰

Таблиця 4. Кінетика росту *E.faecalis ATCC 6783* після додавання дифтерійного токсину в дозі 0,3 мл при застосуванні міліметрових хвиль

Частотний діапазон (ГГц)	Середні показники концентрації мікробних клітин у 1 мл поживного середовища (M±m)					
	початкова	ч/з 2 години	ч/з 4 години	ч/з 6 годин	ч/з 8 годин	ч/з 18 годин
40,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,7±0,1 ×10 ⁹	1,9±0,3 ×10 ¹⁰
42,2	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,9±0,3 ×10 ¹⁰
50,3	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,6±0,1 ×10 ⁹	0,9±0,1 ×10 ¹⁰
58,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,1±0,1 ×10 ⁹	2,1 ±0,3 ×10 ¹⁰
61,0	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,7±0,1 ×10 ⁹	1,5±0,2 ×10 ⁹	3,0±0,3 ×10 ¹⁰
64,5	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	0,9±0,1 ×10 ⁹	2,2±0,3 ×10 ¹⁰
контроль ДТ	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,4±0,1 ×10 ⁹	0,7±0,1 ×10 ⁹	1,8±0,3 ×10 ¹⁰
контроль культури	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,3±0,1 ×10 ⁹	0,5±0,1 ×10 ⁹	1,1±0,1 ×10 ⁹	2,9±0,3 ×10 ¹⁰

Згідно даних експерименту, додавання до поживного середовища опроміненого дифтерійного токсину (доза 0,1 мл) у частотних діапазонах 40,0 ГГц; 42,2 ГГц; 50,3 ГГц та 64,5 ГГц призводило до пригнічення кінетики росту в 1,5-4,3 рази ($p < 0,01$) у

порівнянні з контролем, до якого було додано неопромінений токсин. Додавання дифтерійного токсину, обробленого міліметровими хвилями у частотному діапазоні 61,0 ГГц, навпроти, стимулювало кінетику росту ентерокока в 2 рази вже через 4 години інкубації ($p < 0,01$) у порівнянні з контролем, до якого

токсин не додавали. Проте, через 18 годин, збільшення мікробної маси у даному випадку було лише в 1,2 рази більше ($p < 0,05$) за контроль, до якого було додано неопромінений токсин, та в 2,3 рази більше ($p < 0,01$) у порівнянні з контролем, до якого токсин не додавали.

Вивчення кінетики росту ентерокока при додаванні опроміненого ДТ в дозі 0,3 мл встановило, що найбільш суттєві зміни в накопиченні мікробної маси відбувались при обробці екзотоксину міліметровими хвилями у частотних діапазонах 50,3 ГГц та 61,0 ГГц. Так, опромінення токсину хвилями із частотою 50,3 ГГц пригнічувало ріст ентерококів в 2,0 рази ($p < 0,01$), тоді як обробка цього токсину міліметровими хвилями у діапазоні 61,0 ГГц навпроти, стимулювала кінетику зазначеного мікроба в 1,6 разів ($p < 0,01$).

Висновки

1. Присутність дифтерійного токсину в дозі 0,1 мл на 1,0 мл поживного середовища призупиняла розмноження еталонного штаму золотавого стафілокока, а додавання токсину в дозі 0,3 мл на 1,0 мл призводило до часткового лізису мікробних клітин.

2. Додавання токсину, опроміненого в частотних діапазонах 42,2 ГГц; 58,0 ГГц; 61,0 ГГц та 64,5 ГГц, зупиняло ріст золотавого стафілококу, а опроміненого у частотному діапазоні 50,3 ГГц достовірно ($p < 0,01$) стимулювало кінетику росту *S.aureus* ATCC 25923 у порівнянні з контролем, до якого було додано неопромінений ДТ.

3. Під впливом дифтерійного екзотоксину в дозі 0,1 мл на 1,0 мл поживного середовища достовірно підвищувалась кінетика росту ентерокока в 1,6-1,9 разів ($p < 0,01$), тоді як застосування дози ДТ 0,3 мл на 1,0 мл поживного середовища достовірно пригнічувало ріст цього мікроба в 1,3-1,6 рази ($p < 0,05$).

4. Додавання до поживного середовища опроміненого дифтерійного токсину (доза 0,1 мл) у частотних діапазонах 40,0 ГГц; 42,2 ГГц; 50,3 ГГц та 64,5 ГГц призводило до пригнічення кінетики росту ентерокока в 1,5-4,3 разів ($p < 0,01$), тоді як додавання дифтерійного токсину, обробленого міліметровими хвилями у частотному діапазоні 61,0 ГГц, стимулювало розмноження цього мікроба.

5. При додаванні опроміненого ДТ у дозі 0,3 мл найбільш суттєві зміни у накопиченні мікробної маси ентерокока відбувались при обробці екзотоксину міліметровими хвилями у частотних діапазонах 50,3 ГГц та 61,0 ГГц. Токсин, опромінений хвилями із частотою 50,3 ГГц, пригнічував ріст ентерококів в 2,0 рази ($p < 0,01$), а токсин, оброблений міліметровими хвилями у діапазоні 61,0 ГГц, стимулював кінетику росту в 1,6 разів ($p < 0,01$).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бухарин О.В., Усвяцов Б.Я., Хуснутдинова Л.М. Некоторые особенности микрофлоры миндалин и межмикробного взаимодействия (в норме и при патологии) // Журн. микробиол., эпидемиол., иммунобиол. – 2000. - №4 (прил.). – С.82-85.
2. Черкасов С.В., Забирова Т.М., Сгибнев А.В., Иванов Ю.Б., Бухарин О.В. Изменение биологических свойств *Staphylococcus epidermidis* и *Escherichia coli* под

влиянием метаболитов вагинальных лактобацилл в эксперименте // Журн. микробиол. - 2001. - №4. – С. 114-116.

3. Бухарин О.В., Усвяцов Б.Я., Хуснутдинова Л.М. Межбактериальные взаимодействия // Журн. микробиол. - 2003. - №4. – С. 3-8.

4. Скляр Н.І. Особливості міжмікробних взаємовідносин в біоценозах гастроудоденального тракту // Вісник ХНУ: Медицина. – 2005. - №658. – С. 33-38.

5. Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий: теория и практика // Журн. микробиол., эпидемиол., иммунобиол. – 2000. - №4 (прил.). – С.4-7.

6. Руководство по вакцинному и сывороточному делу. Под ред. П.Н. Буграсова. М., «Медицина», 1978, 440 с. S. John Pirt. Principles of Microbe and Cell Cultivation / Blackwell Scientific Publications Oxford London Edinburgh Melbourne. – 1975. – 331 p.

7. Баснакьян И.А. Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами. – М.: Медицина, 1992. – С.29-59.

8. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. – Л.: Ленмедгиз, 1962. – 180 с.

9. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. – СПб.: Питер, 2002. – 480 с.

10. Бабич Є.М., Калініченко С.В., Рижкова Т.А. Ступінь зміни біологічних властивостей *E.coli*, *P.aeruginosa*, *K.pneumoniae* під впливом екзотоксину *C.diphtheriae* // Annals of Mechnikov Institute. -2007. - №4. С.25-29./ www.imiamn.org/journal.htm //

УДК 579.871.1:577.354.4

ЧУТЛИВІСТЬ УМОВНОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ ДО ДИФТЕРІЙНОГО ТОКСИНУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІЛІМЕТРОВИХ ХВИЛЬ

Бабич Є.М.¹, Калініченко С.В.¹, Ківва Ф.В.², Волянський Ю.Л.¹, Рижкова Т.А.¹, Коваленко О.І.², Ждамарова Л.А.¹, Шкодовська Н.Ю.¹, Бобирева І.В.¹

Вивчено кінетику росту мікроорганізмів під впливом різних доз дифтерійного токсину до і після застосування міліметрових хвиль певних частотних діапазонів (40,0 ГГц; 42,2 ГГц; 50,3 ГГц; 58,0 ГГц; 61,0 ГГц; 64,5 ГГц). Експериментально встановлено, що додання дифтерійного токсину в дозі 0,1 мл на 1,0 мл поживного середовища зупиняло ріст *S.aureus* ATCC 25923, проте стимулювало накопичення мікробної маси у *E.faecalis* ATCC 6783. Додання екзотоксину в дозі 0,3 мл на 1,0 мл поживного середовища достовірно пригнічувало ріст ентерокока та призводило до часткового лізису мікробних клітин золотавого стафілокока. Встановлено, що додання до поживного середовища опроміненого різними частотними діапазонами міліметрових хвиль дифтерійного токсину призводило до різноспрямованих змін кінетики росту, та залежало від кількості токсину, частотного діапазону та виду мікробів, що вивчались.

Ключові слова: умовнопатогенні бактерії, кінетика росту, дифтерійний токсин, міліметрові хвилі

УДК 579.871.1:577.354.4

**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
УСЛОВНОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ К
ДИФТЕРИЙНОМУ ТОКСИНУ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН
Бабич Е.М.¹, Калининченко С.В.¹, Кивва Ф.В.²,
Волянский Ю.Л.¹, Рыжкова Т.А.¹, Коваленко О.И.²,
Ждамарова Л.А.¹, Шкодовская Н.Ю.¹, Бобырева
И.В.¹**

Проведено изучение кинетики роста микроорганизмов под воздействием разных доз дифтерийного токсина до и после применения миллиметровых волн определенных частотных диапазонов (40,0 ГГц; 42,2 ГГц; 50,3 ГГц; 58,0 ГГц; 61,0 ГГц; 64,5 ГГц). Экспериментально установлено, что добавление в питательную среду дифтерийного токсина в количестве 0,1 мл на 1,0 мл среды приостанавливало рост *S.aureus* ATCC 25923 и стимулировало накопление микробной массы у *E.faecalis* ATCC 6783. Добавление в питательную среду дифтерийного токсина в количестве 0,3 мл на 1,0 мл питательной среды угнетало рост энтерококка и приводило к частичному лизису клеток золотистого стафилококка. Установлено, что при добавлении к питательной среде дифтерийного токсина, облученного в разных частотных диапазонах миллиметровых волн, приводило к разнонаправленным изменениям кинетики роста микроорганизмов и зависело от количества токсина, частоты миллиметровых волн и вида используемых для эксперимента бактерий.

Ключевые слова: условнопатогенные бактерии, кинетика роста, дифтерийный токсин, миллиметровые волны.

UDC 579.871.1:577.354.4

**THE SENSITIVITY OF OPPORTUNISTIC
PATHOGENIC BACTERIA TO DIPHTHERIA
TOXIN BEFORE AND AFTER MILLIMETER
WAVES IRRADIATION**

**Babych E.M.¹, Kalinichenko S.V.¹, Kivva F.V.²,
Volajnskyj Yu.L.¹, Ryzhkova T.A.¹, Kovalenko O.I.²,
Zhdamarova L.A.¹, Shkodovska N.Yu.¹, Bobyreva I.V.¹**

The growth kinetics of microorganisms under influence of the different doses of diphtheria toxin before and after using millimeters waves determined frequency ranges (40,0 HHz; 42,2 HHz; 50,3 HHz; 58,0 HHz; 61,0 HHz; 64,5 HHz) was studied. It was found experimentally that after adding diphtheria toxin in nutrient medium in amount 0,1 ml on 1,0 ml ambiences the growing of *S.aureus* ATCC 25923 was suspended but the accumulation of *E.faecalis* ATCC 6783 microbial mass was stimulated. The presence of 0,3 ml diphtheria toxin in 1,0 ml nutrient medium resulted to enterococcus growth inhibition and partial *S.aureus* lysis. It was determined that adding diphtheria toxin irradiated in different frequency range of millimeter waves in nutrient medium brought to the differently directed changes in the growth kinetics of microorganisms which depended of amount of the toxin, frequencies of millimeter waves and type used for experiment bacteria.

Key words: opportunistic pathogenic bacteria, growth kinetics, diphtheria toxin, millimeters waves.