

© Воронкіна І.А., Сердечна Е.С., Марющенко А.М., Дяченко В.Ф., 2022
УДК 577.344.3:53.06:579.61
DOI 10.11603/1681-2727.2022.2.13188

І.А. Воронкіна, Е.С. Сердечна, А.М. Марющенко, В.Ф. Дяченко

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФОТОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ НА *A. ISRAELII* ТА *P. MELANINOGENICA*

Державна установа «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України»

Мета дослідження – експериментальне визначення параметрів фотодинамічного впливу на життєздатність пародонтопатогенних анаеробних збудників, на прикладі *A. israelii* та *P. melaninogenica*.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували культури виділених клінічних штамів *A. israelii* та *P. melaninogenica*. Джерелом опромінення слугував високоінтенсивний світлодіод з довжиною світлової хвилі 460-480 нм та потужністю випромінювання 1200 мВт/см². Планшет з культурами опромінювали протягом від 30 с до 5 хв та залишали в анаеробних умовах при 37 °С. Вплив «синього» світла на життєздатність культур, які підлягали опроміненню, оцінювали за кількістю вирослих колоній на щільному живильному середовищі через 6, 12 та 24 год культивування бактерійної зависі.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами дослідження визначено, що при опроміненні культури упродовж 30 с, 1 та 2 хв у пробах, що були піддані опроміненню, не відзначалося статистично значущого зменшення життєздатних клітин, порівняно з контролем. При опроміненні тривалістю 3, 4 та 5 хв через 12 та 24 год культивування встановлено значне (на 2-3 логарифми) зниження кількості КУО/мл культури. Ці результати дозволили нам визначити тривалість опромінення культури *A. israelii* протягом 2 хв як таке, що суттєво не впливає на життєздатність клітин і є оптимальним для досліджень фотодинамічної мікробної інактивації культури *A. israelii*.

При опроміненні культури *P. melaninogenica* тривалістю 30 с та 1 і 2 хв у пробах не відзначалося статистично значущого зменшення кількості життєздатних клітин, порівняно з контролем протягом всього періоду культивування. При опроміненні тривалістю 3 та 4 хв через 12 год культивування встановлено незначне, статистично не значуще пригнічення інтенсивності росту культури, порівняно з

контролем. Така тенденція зберігалась і через 24 год культивування. При опроміненні тривалістю 5 хв через 12 год культивування встановлено значне, в 100 і більше разів (до 2-3 логарифмів), зниження кількості життєздатних клітин. Така тенденція зберігалась і через 24 год культивування мікробної зависі. За результатами проведених досліджень було встановлено, що електромагнітний вплив упродовж 4 хв не приводив до статистично значущого зменшення життєздатності культури *P. melaninogenica* протягом всього періоду спостереження.

Висновки. За результатами експериментів визначено, що при опроміненні культур *P. melaninogenica* та *A. israelii* випромінювачем потужністю 1200 мВт/см² та довжиною хвилі 460-480 нм вплив упродовж 4 та 2 хв відповідно не приводив до статистично значущого зменшення їх життєздатності протягом всього періоду спостереження. Дослідження щодо визначення параметрів фотодинамічного впливу на виділені аспорогенні анаеробні збудники ГЗЗП дозволило нам підібрати оптимальні режими опромінення для подальших досліджень щодо створення оригінальної композиції ФС для ФДТ гнійно-запальних захворювань пародонта.

Ключові слова: фотодинамічна терапія, пародонтопатогенні анаеробні збудники, *A. israelii*, *P. melaninogenica*.

Проблема гнійно запальних захворювань у тканинах пародонта (ГЗЗП) і досі залишаються вельми актуальною серед інших інфекцій ротової порожнини. Згідно з глобальним дослідженням 2016 р., в якому було оцінено 328 захворювань та 2 982 наслідки, захворювання пародонта були на 11-у місці серед найбільш розповсюджених захворювань у світі [1, 2]. Комплексне обстеження молоді України показало, що більше половини молодого населення страждає на захворювання пародонта: в осіб віком 15-17 років ГЗЗП діагностують у 60 % випадків, у 20-24 роки захворюваність становить

67 %, у групі 34-44 роки ураженість зростає до 89 % [3]. До основних клінічних ознак захворювання належить запалення ясен (гінгівіт), кровоточивість та біль, що за відсутності лікування, призводить до втрати зуба, порушення жувальної функції, поганого харчування, порушення мови. Дослідження у США показали, що вартість лікування цієї патології значна та зіставна з деякими неінфекційними захворюваннями й може досягати 15 млрд доларів [4-6]. Також на сьогодні доведено, що пародонтальні патобіоти відіграють значну роль у патогенезі інших захворювань шляхом безпосередньої участі або як тригерні фактори імунзапального процесу. До таких захворювань належать захворювання легень, серцево-судинні захворювання, ревматоїдний артрит, цукровий діабет, хвороба Альцгеймера та ін. [7]

Накопичений за останні десятиліття досвід вивчення етіології ГЗЗП свідчить про провідну роль у розвитку запальних процесів у порожнині рота облігатно анаеробної та мікроаерофільної факультативно-анаеробної мікрофлори. Сучасні технології дали можливість виділити з ротової порожнини генетичний матеріал більше 700 видів або філотипів мікроорганізмів, майже половина з яких не культивується. У той же час роль етіологічних факторів захворювань пародонта доведена для відносно невеликої кількості бактерій. До них належать *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (за старою номенклатурою – *Actinobacillus actinomycetemcomitans*), *Tannerella forsythia* (*Bacteroides forsythus*), *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Wollinella recta* (*Campylobacter rectus*), *Fusobacterium nucleatum*, *Treponema denticola*, а також *Parvimonas micra* (*Peptostreptococcus micros*) [5, 8].

Антибактерійна терапія є одним з основних методів лікування ГЗЗП. Найчастіше антибактерійні препарати призначаються емпірично та без урахування чутливості мікроорганізмів до антибіотиків, що призводить до селекції полірезистентних штамів. За прогнозами деяких вчених, невпинне підвищення резистентності патогенних збудників до дії антибіотиків загрожує настанням «кінця епохи антибіотиків». На думку O'Neill, J. Tackling, посилення наслідків розповсюдження антибіотикорезистентності до 2050 р. може призвести до 300 млн додаткових смертей від різних інфекцій та завдасть матеріальних витрат біля 100 тлн доларів [9].

Пошук шляхів вирішення цієї проблеми спонукає до створення/вивчення нових альтернативних методів боротьби з інфекціями, які дозволяють знищувати збудників з множинною протимікробною стійкістю, але самі не призводять до розвитку такої стійкості. Одним з таких методів вважається фотодинамічна інактивація мікроорганізмів. Це вибіркова окислювальна деструкція патогенних мікроорганізмів за рахунок комбінованого

впливу фотосенсибілізатора та випромінювання певної довжини хвилі, яка є відповідною до спектра його поглинання.

Мета дослідження – експериментальне визначення параметрів фотодинамічного впливу на життєздатність пародонтопатогенних анаеробних збудників, на прикладі *A. israelii* та *P. melaninogenica*.

Матеріали і методи

Об'єкт дослідження – клінічні штами аспорогенних анаеробних пародонтопатогенних бактерій, виділені від хворих на ГЗЗП.

При дослідженні використовували живильні середовища виробництва FL medical (Італія), Державний експериментальний завод медичних препаратів НАНУ (Україна, Київ). Готували живильні середовища відповідно до вимог виробника. Для приготування суспензії мікроорганізмів з певною концентрацією мікробних клітин (у фізіологічному розчині з рН 7,0-7,2) використовували прилад Densi-La-Meter (PLIVA-Lachema Diagnostika, Чехія). Для створення анаеробних умов культивування застосовували GEN box anaer, bio Mérieux (Франція). Анаеробні умови вирощування контролювали за допомогою анаеробних тестів-індикаторів, bio Mérieux (Франція).

Досліджувані культури та умови культивування.

Для досліджень використовували культури виділених клінічних штамів *A. israelii* та *P. melaninogenica*. Відібрані штами вирощували у серцево-мозковому бульйоні (СМБ) з додаванням донорської крові (5,0 мг/мл) та менадіону (1 мкг/мл) при 37 °С в анаеробних умовах [10]. Потім готували мікробну завись щільністю 0,5 за McF ($5,0 \times 10^7$ КУО/мл для *A. israelii*) та ($1,5 \times 10^8$ для *P. melaninogenica*).

Джерело опромінення.

Джерелом опромінення був високоінтенсивний світлодіод з довжиною світлової хвилі 460-480 нм та потужністю випромінювання 1200 mW/cm². Джерело опромінення розміщували над планшетом таким чином, щоб відстань між поверхнею бактерійної суспензії та світловипромінювальним кінцем становила 4-5 мм.

Перевірялись культури штамів у стаціонарній фазі росту. Для цього готували мікробну завись у серцево-мозковому бульйоні щільністю $5,0 \times 10^7$ КУО/мл для *A. israelii* та $1,5 \times 10^8$ КУО/мл для *P. melaninogenica*, і вносили кожен культуру у 7 лунок 96-лункового планшета в об'ємі по 200 мкл у лунку. Планшет з культурами опромінювали протягом від 30 с до 5 хв та залишали в анаеробних умовах при 37 °С.

Вплив «синього» світла на життєздатність культур, які підлягали опроміненню, оцінювали за кількістю вирослих колоній на щільному живильному середовищі через 6, 12 та 24 год культивування бактерійної зависі. Для цього бактерійну завись з кожної лунки розводили в 100 разів і в

кількості 0,5 мл висівали на чашки Петрі з щільним середовищем Шадлера, рівномірно розподіляючи по поверхні середовища стерильним шпателем. Інтенсивність росту культур оцінювали шляхом підрахунку КОУ/мл через 48 год культивування при 37 °С в анаеробних умовах. Контролем слугувала мікробна завись, яка не підлягала опроміненню. Дослідження повторювали тричі.

Результати досліджень та їх обговорення

Через 6 і 12 год культивування *A. israelii* на щільному середовищі проби, яку опромінювали 30 с, кількість КУО становила $(5,1 \pm 0,5) \times 10^8$, через 24 год – $(9,1 \pm 0,5) \times 10^9$ КУО/мл. Проба, яку опромінювали 1 хв – через 6 год кількість КУО була $(3,1 \pm 0,5) \times 10^8$, через 12 год

– $(5,1 \pm 0,5) \times 10^8$, через 24 год – $(8,1 \pm 0,5) \times 10^9$. При висіві проби, яку опромінювали 2 хв, достовірної різниці у кількості колоній через 6, 12 та 24 год інкубації не виявлено, порівняно з пробами 30 с, 1 хв та контролем (проба без опромінення) ($P > 0,5$). Достовірну різницю, порівняно з контролем, визначено при опроміненні проб упродовж 3-5 хв. Так, при висіві проби 3 хв через 12 год кількість колоній становила $(2,1 \pm 0,5) \times 10^7$ КУО/мл (контрольний висів – $(2,8 \pm 0,5) \times 10^9$ КУО/мл); через 24 год кількість колоній у досліджуваній пробі становила $(3,1 \pm 0,5) \times 10^7$ КУО/мл (контроль – $(3,2 \pm 0,3) \times 10^{10}$) ($P < 0,05$). З 4-ї та 5-ї хв опромінення культур більшого пригнічення бактерійного росту під дією «синього» світла не встановлено (табл. 1).

Таблиця 1

Життєздатність культури клінічного штаму *A. israelii* (щільність суспензії $5,0 \times 10^7$ КУО/мл) після електромагнітного опромінення

Тривалість культивування мікробної зависі	Кількість мікробних клітин (КУО/мл), що виростили з мікробної зависі після опромінення ($M \pm m$)						
	Без опромінення	30 с	1 хв	2 хв	3 хв	4 хв	5 хв
6 год	$(9,8 \pm 0,5) \times 10^8$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(1,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^7$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^7$	$(6,2 \pm 0,5) \times 10^7$
12 год	$(2,8 \pm 0,5) \times 10^9$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(7,1 \pm 0,5) \times 10^8$	$(2,1 \pm 0,5) \times 10^{7*}$	$(5,1 \pm 0,5) \times 10^{7*}$	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^{6*}$
24 год	$(3,2 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(9,1 \pm 0,5) \times 10^9$	$(8,1 \pm 0,5) \times 10^9$	$(6,1 \pm 0,5) \times 10^9$	$(3,1 \pm 0,5) \times 10^{7*}$	$(2,1 \pm 0,5) \times 10^{7*}$	$(1,2 \pm 0,5) \times 10^{7*}$

Примітка. * – достовірна різниця, порівняно з контролем ($P < 0,05$).

Отже, за результатами дослідження, встановлено, що при опроміненні культури упродовж 30 с, 1 та 2 хв у пробах, що були піддані опроміненню, не відзначалося статистично значущого зменшення життєздатних клітин, порівняно з контролем. При опроміненні тривалістю 3, 4 та 5 хв через 12 і 24 год культивування встановлено значне (на 2-3 логарифми) зниження кількості КУО/мл культури (мал. 1). Ці результати дозволили нам визначити тривалість опромінення культури *A. israelii* протягом 2 хв як таке, що суттєво не впливає на життєздатність клітин і є оптимальним для досліджень фотодинамічної мікробної інактивації культури *A. israelii*.

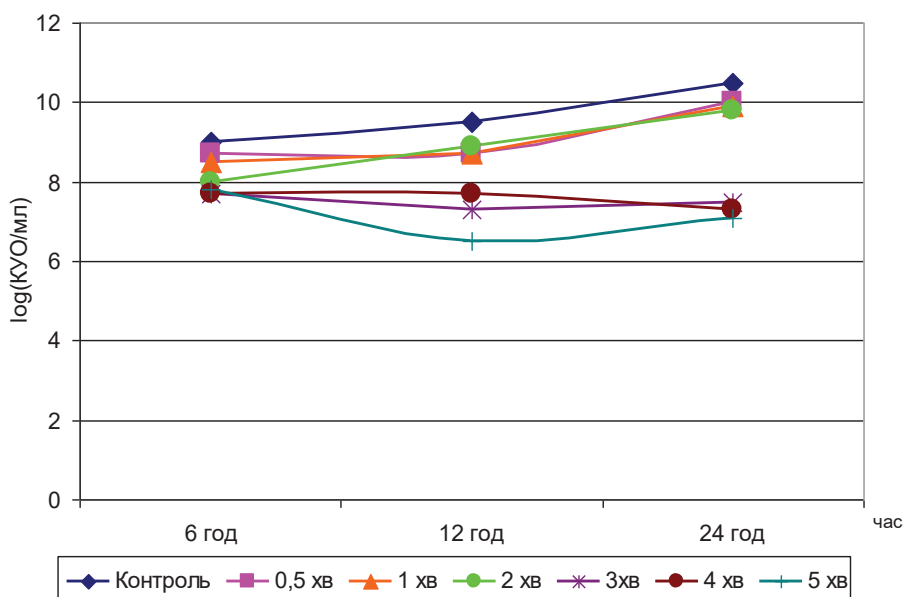
За такою ж схемою був досліджений вплив електромагнітного опромінення на життєздатність клітин грамнегативного штаму (*P. melaninogenica*). Результати наведені у таблиці 2.

При опроміненні бактерій упродовж 30 с, кількість колоній, що виростили після висіву на щільне середовище, складала $(1,5 \pm 0,2) \times 10^8$ після 6 год інкубації, $(4,5 \pm 0,3) \times 10^9$

та $(8,5 \pm 0,3) \times 10^9$ КУО, після 12 та 24 год інкубації, відповідно. Достовірної різниці у кількості колоній, що виростили, порівняно з контролем, також не виявлено після 1 та 2 хв опромінення культури. Найбільш ефективним виявилось опромінення упродовж 5 хв. Через 6 год інкубації кількість бактерій становила $(2,1 \pm 0,3) \times 10^7$ КУО/мл, через 12 год – $(1,8 \pm 0,3) \times 10^7$, через 24 год – $(0,5 \pm 0,3) \times 10^7$.

Таким чином, за результатами дослідження визначено, що при опроміненні культури тривалістю 30 с та 1 і 2 хв у пробах не встановлено статистично значущого зменшення кількості життєздатних клітин, порівняно з контролем, протягом всього періоду культивування. При опроміненні тривалістю 3 та 4 хв через 12 год культивування встановили незначне, статистично не значуще пригнічення інтенсивності росту культури, порівняно з контролем. Така тенденція зберігалась і через 24 год культивування. І тільки при опроміненні тривалістю 5 хв через 12 год культивування в 100 і більше разів (до 2-3

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Мал. 1. Показники росту ізоляту *A. israelii* після електромагнітного опромінення, log КУО/мл.

Таблиця 2

Життєздатність культури клінічного штаму *P. melaninogenica* (щільність суспензії $1,5 \times 10^8$ КУО/мл) після електромагнітного опромінення

Тривалість культивування мікробної зависі	Кількість мікробних клітин (КУО/мл), виростили з мікробної зависі після опромінення ($M \pm m$)						
	Без опромінення	30 с	1 хв	2 хв	3 хв	4 хв	5 хв
6 год	$(7,3 \pm 0,3) \times 10^8$	$(1,5 \pm 0,2) \times 10^8$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^8$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^8$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^8$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^8$	$(2,1 \pm 0,3) \times 10^{7*}$
12 год	$(6,8 \pm 0,5) \times 10^9$	$(4,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(3,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(1,1 \pm 0,3) \times 10^{8*}$	$(8,5 \pm 0,3) \times 10^{8*}$	$(1,8 \pm 0,3) \times 10^{7*}$
24 год	$(4,2 \pm 0,3) \times 10^{10}$	$(8,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^9$	$(1,5 \pm 0,3) \times 10^{9*}$	$(8,5 \pm 0,3) \times 10^{9*}$	$(0,5 \pm 0,3) \times 10^{7*}$

Примітка. * – достовірна різниця, порівняно з контролем ($P < 0,05$).

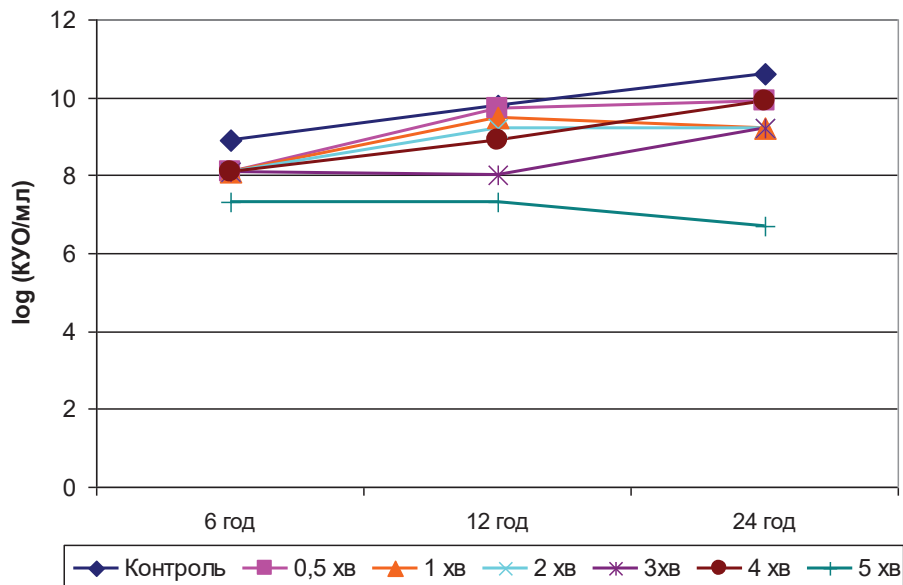
логарифмів) знижувалась кількість життєздатних клітин. Така тенденція зберігалась і через 24 год культивування мікробної зависі (мал. 2).

За результатами проведених досліджень було встановлено, що електромагнітний вплив упродовж 4 хв не призводив до статистично значущого зменшення життєздатності культури *P. melaninogenica* протягом всього періоду спостереження. Така тривалість опромінення була обрана для подальших досліджень з вивчення електромагнітного впливу разом з дією фотосенсибілізатора, тобто проведення реакції фотодинамічної мікробної інактивації культури *P. melaninogenica*.

Таким чином, було встановлено, що електромагнітний вплив упродовж 2 хв для пародонтопатогенної

грампозитивної культури *A. israelii* та 4 хв для грамнегативної культури не приводили до статистично значущого зменшення їх життєздатності протягом всього періоду спостереження. Це дозволило нам вважати таке опромінення придатним для подальших досліджень фотодинамічної мікробної інактивації цих штамів аспорогенних анаеробних збудників.

Відомо, що фотодинамічна терапія (ФДТ) заснована на використанні речовин, чутливих до дії світла (ФС) та світлового випромінювання з довжиною хвилі, що відповідає піку поглинання ФС. При локальному опроміненні світлом певної довжини хвилі, ФС переходить у стан збудження і передає енергію третьому компоненту – кисню. Взаємодія названих компонентів забезпечує



Мал. 2. Показники росту ізоляту *P. melaninogenica* після електромагнітного опромінення, log КУО/мл.

фундаментальний фотобіологічний процес, на якому заснована ФДТ. У мікробних клітинах починається фотохімічна реакція з утворення синглетного кисню та кисневих вільних радикалів, забезпечуючи токсичну дію на патогенні мікроорганізми. Нині вивчено кілька різних механізмів розвитку антимікробної фотодинамічної інактивації: переніс електронів та утворення активних форм кисню (супероксиду, перекису водню та гідроксидних радикалів); передача енергії від триплетного стану ФС та утворення реактивних форм кисню – синглетного кисню; антимікробна фотодинамічна інактивація, яка не залежить від наявності кисню та приводить до знищення патогенних бактерій. Розробка засобів, методів та ФС для ФДТ на сьогодні є актуальною і може бути альтернативою антибактерійній терапії або використовуватись у комплексній терапії ГЗЗП.

Література

- (2017). GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [published correction appears in *Lancet*. 2017 Oct 28;390(10106):e38]. *Lancet*, 390 (10100), 1211-1259. doi:10.1016/S0140-6736(17)32154-2
- Nazir, M., Al-Ansari, A., Al-Khalifa, K., Alhareky, M., Gaffar, B., & Almas, K. (2020). Global Prevalence of Periodontal Disease and

Висновки

За результатами експериментів, встановлено, що при опроміненні культур *P. melaninogenica* та *A. israelii* випромінювачем потужністю 1200 mW/cm² та довжиною хвилі 460-480 нм упродовж 4 та 2 хв відповідно не приводив до статистично значущого зменшення їх життєздатності протягом всього періоду спостереження.

Визначення параметрів фотодинамічного впливу на виділені аспорогенні анаеробні збудники ГЗЗП дозволило нам підібрати оптимальні режими опромінення для подальших досліджень щодо створення оригінальної композиції ФС для ФДТ гнійно-запальних захворювань пародонта.

Lack of Its Surveillance. *The Scientific World Journal*, 2146160. DOI: 10.1155/2020/2146160.

3. Maliy, D.Yu., & Antonenko, Yu. (2013). Epidemiology of periodontal disease: Age aspect. *Ukrainian Youth Journal of Science and Medicine*, 4, 41-43.

4. Mohd-Dom, T., Ayob, R., Mohd-Nur, A., Abdul-Manaf, M.R., Ishak, N., Abdul-Muttalib, K., Aljunid, S.M., Ahmad-Yaziz, Y., Abdul-Aziz, H., Kasan, N., & Mohd-Asari, A.S. (2014). Cost analysis of periodontitis management in public sector specialist dental clinics. *BMC Oral Health*, 14, 56. DOI: 10.1186/1472-6831-14-56.

5. Altabtbaei, K., Maney, P., Ganesan, S.M., Dabdoub, S.M., Nagaraja, H.N., & Kumar, P.S. (2021). Anna Karenina and the subgingival microbiome associated with periodontitis. *Microbiome*, 9 (1), 97. DOI: 10.1186/s40168-021-01056-3.

6. Fardal, Ø., O'Neill, C., Gjermo, P., Fardal, E., Sandvik, L., Hansen, B.F., & Linden, G.J. (2012). The lifetime direct cost of periodontal treatment: a case study from a Norwegian specialist practice. *Journal of Periodontology*, 83 (12), 1455-1462. DOI: 10.1902/jop.2012.110689/

7. Kumar, P.S. (2017). From focal sepsis to periodontal medicine: a century of exploring the role of the oral microbiome in systemic

disease. *The Journal of Physiology*, 595 (2), 465-476. DOI: 10.1113/JP272427.

8. Ribeiro, A.A., Azcarate-Peril, M.A., Cadenas, M.B., Butz, N. et al. (2017). The oral bacterial microbiome of occlusal surfaces in children and its association with diet and caries. *PLoS One*. 12 (7).e0180621. DOI: 10.1371/journal.pone.0180621.

9. O'Neill, J. *Tackling Global health crisis: Initial steps*. The Review on Antimicrobial Resistance Chaired by Jim O'Neill. Available online: <https://amr-review.org/>

10. Marika, Rai. (2016) Light activated antimicrobial agents can inactivate oral malodour causing bacteria. *Journal of Breath Research*, 10 (4). DOI: 10.1088/1752-7155/10/4/046009.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF PHOTODYNAMIC INFLUENCE PARAMETERS ON *A. ISRAELII* AND *P. MELANINOGENICA*

I.A. Voronkina, E.S. Serdechna, A.M. Mariushchenko, V.F. Diachenko

I. Mechnykov Institute of Microbiology and Immunology of NAMS of Ukraine

SUMMARY. *The aim of the work is to determine experimentally the parameters of photodynamic influence on the viability of periodontal pathogenic anaerobic bacteria, on the example of A. israelii and P. melaninogenica.*

Materials and methods. *Cultures of isolated clinical strains of A. israelii and P. melaninogenica were used for research. The radiation source was a high-intensity LED with a light wavelength of 460–480 nm and a radiation power of 1200 mW/cm². The culture plate was irradiated for 30 seconds up to 5 minutes and left under anaerobic conditions at 37 °C. The effect of "blue" light on the viability of cultures to be irradiated was evaluated by the number of grown colonies on a dense nutrient medium after 6, 12 and 24 hours of culturing bacterial suspension.*

Results and Discussion. *According to the results of the study, it was determined that when the culture was irradiated for 30 seconds, 1 and 2 minutes in the samples subjected to irradiation, there was no statistically significant reduction in viable cells compared to the control. When irradiated for 3, 4 and 5 minutes after 12 and 24 hours of cultivation, a significant (by 2–3 log) decrease in the amount of CFU/ml of culture was observed. These results allowed us to determine the duration of irradiation of A. israelii culture for 2 minutes as one that does not significantly affect the viability of*

cells and is optimal for studies of photodynamic microbial inactivation of A. israelii culture.

When irradiating a culture of P. melaninogenica for 30 seconds and 1 and 2 minutes in the samples there was no statistically significant decrease in the number of viable cells compared to the control during the entire culture period. At irradiation lasting 3 and 4 minutes after 12 hours of cultivation, a slight, statistically insignificant suppression of the intensity of culture growth was observed compared to the control, this trend was maintained after 24 hours of cultivation. At irradiation lasting 5 minutes after 12 hours of cultivation, a significant reduction of 100 and more times (up to 2–3 log) in the number of viable cells was observed. This trend persisted after 24 hours of culturing the microbial suspension. According to the results of the research it was established that the electromagnetic influence for 4 minutes did not lead to a statistically significant decrease in the viability of P. melaninogenica culture during the entire observation period.

Conclusions. *According to the results of experiments, it was determined that when irradiating cultures of P. melaninogenica and A. israelii with a radiator with a power of 1200 mW/cm² and a wavelength of 460–480 nm, exposure for 4 and 2 minutes, respectively, did not lead to a statistically significant reduction in bacterial viability observation period. Our study to determine the parameters of photodynamic effects on isolated asporogenic anaerobic pathogens allowed us to select the optimal irradiation regimes for further research to create an original composition of PS for PDT purulent-inflammatory-periodontal disease.*

Key words: *photodynamic therapy; periodontal pathogenic anaerobic bacteria; A. israelii; P. melaninogenica.*

Відомості про авторів:

Воронкіна Ірина Анатоліївна – к. мед. н., старш. наук. співроб., вчена секретарка Державної установи «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України»; e-mail: voronkina2008@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2925-9601>

Сердечна Елеонора Сергіївна – мол. наук. співроб. лабораторії анаеробних інфекцій Державної установи «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України»; e-mail: serdecnaelina@i.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8720-9306>

Марющенко Анатолій Михайлович – к. мед. н., старш. наук. співроб., провідний науковий співробітник лабораторії анаеробних інфекцій Державної установи «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України»; e-mail: lab.anaerob@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0577-7639>

Дяченко Валентина Федорівна – к. мед. н., старш. наук. співроб., провідний науковий співробітник лабораторії анаеробних інфекцій Державної установи «Інститут мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України»; e-mail: lab.anaerob@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5951-5581>

Information about the authors:

Voronkina I. A. – PhD, Senior Researcher, Scientific Secretary, I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology National Academy of Medical Sciences of Ukraine; e-mail: voronkina2008@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2925-9601>

Serdechna E. S. – Junior Research Assistant, Laboratory of Anaerobic Infections, I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine; e-mail: serdecnaelina@i.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8720-9306>

Mariushchenko A. M. – PhD, Senior Researcher, Laboratory of Anaerobic Infections, I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine; e-mail: lab.anaerob@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0577-7639>

Diachenko V. F. – PhD, Senior Researcher, Laboratory of Anaerobic Infections, I. Mechnikov Institute of Microbiology and Immunology National Academy of Medical Sciences of Ukraine; e-mail: lab.anaerob@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5951-5581>

Конфлікт інтересів: немає.

The authors have no conflict of interest to declare.

Отримано 23.05.2022 р.