

**В. В. Пантьо**, к. б. н., доцент<sup>1</sup>

**В. І. Пантьо**, к. мед. н., доцент<sup>2</sup>

**Е. М. Данко**, лікар-інтерн<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», кафедра мікробіології, вірусології, епідеміології з курсом інфекційних хвороб, 88000, Україна, Закарпатська обл., Ужгород, пл. Народна, 3,  
e-mail: valerij.pantyo@uzhnu.edu.ua

<sup>2</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», кафедра загальної хірургії

<sup>3</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», стоматологічний факультет.

## ПРОТИМІКРОБНА ДІЯ СВІТЛОДІОДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗБУДНИКІВ ОПОРТУНІСТИЧНИХ ІНФЕКЦІЙ

Досліджено вплив світлодіодного випромінювання червоно-інфрачервоного та синьо-інфрачервоного спектрів на ріст *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans* на твердих поживних середовищах. Встановлено кореляцію між інтенсивністю росту досліджених культур та параметрами випромінювання – довжиною хвилі, тривалістю експозиції та частотою. Доведено, що безпосередній вплив світлодіодного випромінювання оптимальних параметрів (експозиція 20 хвилин, частота 8000 Гц) зумовлює зменшення кількості колоній мікроорганізмів на 28–79 %, порівняно з контролем.

**Ключові слова:** *Pseudomonas aeruginosa*; *Candida albicans*; світлодіодне випромінювання; антибіотикорезистентність, бактерицидний вплив.

Проблема антибіотикорезистентності виникла практично відразу після відкриття перших антибіотиків, проте в останні десятиліття набула загрозливих масштабів [11, 13]. Основними причинами цього є недотримання правил раціональної антибіотикотерапії, масове та безконтрольне використання антибактеріальних препаратів з метою самолікування, широке їх впровадження у ветеринарії та харчовій промисловості [1, 5, 6, 9].

Стійкість до антибіотиків зустрічається серед неферментуючих грам-негативних паличок, зокрема, серед клінічно значимих видів, включаючи *Pseudomonas aeruginosa* [10].

Незважаючи на наявність великої кількості лікарських засобів для місцевого та загального впливу на грибову флору, внаслідок зростання стійкості, дедалі частіше спостерігається зниження ефективності медикаментозної терапії кандидозних інфекцій [1, 4].

Серед шляхів подолання цієї проблеми можна виділити розробку проти-мікробних засобів, до яких ще не виробилась стійкість, санітарно-епідемічні заходи, які включають моніторинг за антибіотикорезистентними штамми мікроорганізмів, а також використання фізичних факторів у комплексній терапії інфекційних захворювань [1, 7, 12].

Перспективність дослідження впливу світлодіодного випромінювання на мікроорганізми зумовлена його позитивним впливом на біологічні процеси макроорганізму. Зокрема, доведено, що світло, будучи незамінним фізичним чинником, підтримує життєві процеси на всіх рівнях організації біологічних об'єктів. [2]. Проте, механізм впливу випромінювання, зокрема, світлодіодного, на фізіологічні та біохімічні процеси мікроорганізмів залишається відкритим та потребує детального вивчення.

Різні види оптичного випромінювання суттєво впливають на такі властивості мікроорганізмів, як біоплівкоутворення, інтенсивність росту та чутливість до антибіотиків і дезінфектантів [3, 7, 8]. Тому можлива протимікробна активність світлодіодного випромінювання дозволить покращити результати лікування опортуністичних інфекцій, зумовлених *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans*.

**Метою** роботи було дослідження безпосереднього впливу світлодіодного випромінювання різних довжин хвиль, тривалостей експозицій та частот на інтенсивність росту колекційних тест-штамів *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та *Candida albicans* ATCC 90028.

### Матеріали і методи дослідження

Колекційні тест-штами *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та *Candida albicans* ATCC 90028 вирощували на твердих поживних середовищах (МПА для бактерій та Сабуро для грибів).

Для проведення експериментальних досліджень використовували добові агарові культури мікроорганізмів, доведені до стандарту мутності 0,5 за Мак-Фарландом ( $1,5 \times 10^8$  КУО/мл) та розведені у 160 тис. разів. Отриманий інкулюм в об'ємі 0,1 мл пересівали у чашки Петрі з поживним середовищем та рівномірно розподіляли шпателем Дригальського. Після цього здійснювали опромінення бактеріальних культур світлодіодним випромінюванням з відстані 1 см. Далі чашки культивували в термостаті при 37 °С протягом 24 годин. Результати визначали шляхом підрахунку кількості колоній мікроорганізмів та порівнювали з контролем – неопроміненими культурами (рис. 1).

Джерелами світлодіодного випромінювання червоно-інфрачервоного ( $\lambda=630$  та 870 нм) та синьо-інфрачервоного ( $\lambda=470$  та 870 нм) діапазонів були апарати, відповідно, Medolight-Red та Medolight-BluDoc виробництва Bioptron light therapy system by Zepter Group. Щільність потужності світла апарата Medolight Red складає 5,35 мВт/см<sup>2</sup>, тоді як випромінювання апарату Medolight

BluDoc володіє щільністю потужності 8,2–10,15 мВт/см<sup>2</sup> з відстані 0–1 см. Дані апарати генерують випромінювання при частотах 0, 10, 600, 3000 та 8000 Гц.



Рис. 1. Опромінення мікроорганізмів світлодіодним випромінюванням

Дослідження впливу світлодіодного випромінювання різних довжин хвиль (червоно-інфрачервоного та синьо-інфрачервоного спектри), частот (0; 10; 600; 3000 та 8000 Гц), а також експозицій (5; 10; 15; 20; 25 хв) проводили окремими серіями.

### Результати дослідження та їх обговорення

Встановлено, що світлодіодне випромінювання як червоно-інфрачервоного, так і синьо-інфрачервоного діапазонів за безпосереднього впливу на досліджені штами *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans* змінює інтенсивність їх росту на твердих поживних середовищах.

Результати досліджень показали, що даний вплив проявляється у певному стимулюванні росту бактерій при нетривалих експозиціях (5–10 хв) та у вираженій бактеріостатичній дії при використанні експозицій опромінення 20–25 хвилин (рис. 2).

Окрім тривалості експозиції, суттєвий вплив на інтенсивність росту мікроорганізмів мала частота світлодіодного випромінювання: найбільш значний бактерицидний вплив за тривалих експозицій та найменш стимулювальний за нетривалих був притаманний світлу з частотою 8000 Гц (рис. 3).

При використанні світлодіодного випромінювання червоно-інфрачервоного діапазону з експозицією 20 хвилин при частоті 8000 Гц кількість колоній *P. aeruginosa* ATCC 27853 та *C. albicans* ATCC 90028 на чашці Петрі з поживним середовищем зменшувалася в середньому, відповідно, на 79,3 та 48,2 % порівняно з контролем. Аналогічне опромінення з частотами 0, 10, 600 та 3000 Гц призводило до зменшення кількості колоній *P. aeruginosa* на 73–77 % та *C. albicans* – на 30–42 %. (табл. 1).

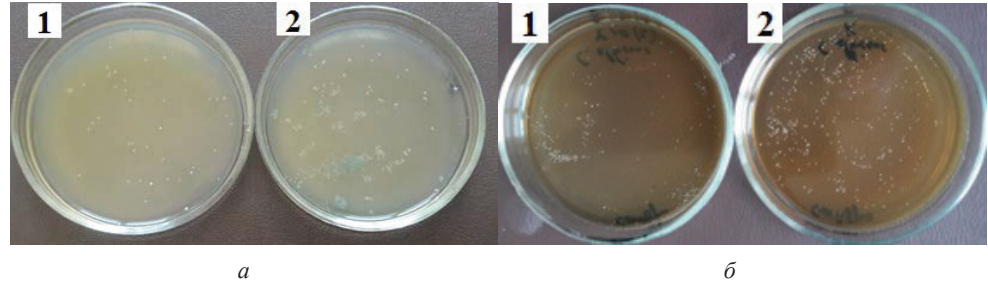


Рис. 2. Вплив світлодіодного випромінювання синьо-інфрачервоного діапазону на інтенсивність росту *P. aeruginosa* ATCC 27853 (а) та *C. albicans* ATCC 90028 (б) при експозиції 20 хв

1 – культура, опромінена світлодіодним випромінюванням при частоті 8000 Гц; 2 – контроль.

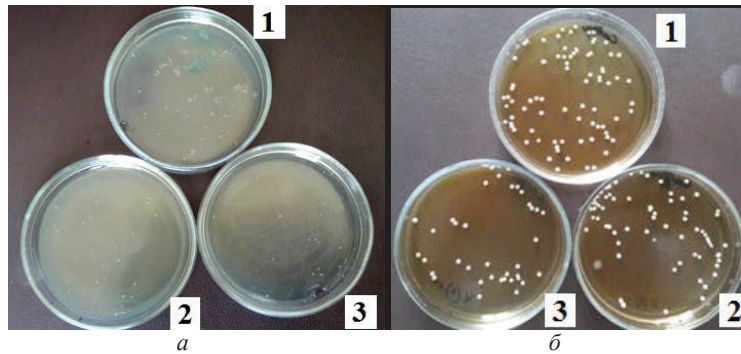


Рис. 3. Вплив світлодіодного випромінювання червоно-інфрачервоного діапазону на інтенсивність росту *P. aeruginosa* ATCC 27853 (а) та *C. albicans* ATCC 90028 (б) при експозиції 20 хв

1 – контроль; 2 – культура, опромінена світлодіодним випромінюванням при безперервній частоті 0 Гц; 3 – культура, опромінена світлодіодним випромінюванням при частоті 8000 Гц.

Таблиця 1

**Кількість колоній мікроорганізмів, при дії світлодіодного випромінювання червоно-інфрачервоного спектру**

Бактеріальна культура	Кількість колоній, які виростили на чашці Петрі					
	Контроль (n=8)	Після опромінення світлодіодним випромінюванням апарату Medolight Red з експозицією 20 хв				
		Частота 0 Гц (n=8)	Частота 10 Гц (n=8)	Частота 600 Гц (n=8)	Частота 3000 Гц (n=8)	Частота 8000 Гц (n=8)
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	305±28	79±18 (P1<0,001)	73±12,5 (P2<0,001)	71±10 (P3<0,001)	74±14 (P4<0,001)	63±16 (P5<0,001)
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	84,6±6	58,8±6,9 (P1<0,01)	55,8±5,9 (P2<0,01)	52±5,7 (P3<0,001)	49±3,5 (P4<0,001)	43,8±5 (P5<0,001)

Використання світлодіодного випромінювання синьо-інфрачервоного діапазону, в свою чергу, зумовлювало зменшення кількості колоній *P. aeruginosa* ATCC 27853 та *C. albicans* ATCC 90028 на, відповідно, 70–79 % та 16–28 %. Як і у випадку з червоно-інфрачервоним світлодіодним випромінюванням, найбільш виражена бактерицидна дія була притаманна світлу з частотою 8000 Гц (табл. 2).

Таблиця 2

**Кількість колоній мікроорганізмів при дії світлодіодного випромінювання синьо-інфрачервоного спектру**

Бактеріальна культура	Кількість колоній, які виростили на чашці Петрі					
	Контроль (n=8)	Після опромінення світлодіодним випромінюванням апарату Medolight BluDoc з експозицією 20 хв				
		Частота 0 Гц (n=8)	Частота 10 Гц (n=8)	Частота 600 Гц (n=8)	Частота 3000 Гц (n=8)	Частота 8000 Гц (n=8)
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	305±28	90,6±9 (P <sub>1</sub> <0,001)	85,4±6,14 (P <sub>2</sub> <0,001)	75,4±6,34 (P <sub>3</sub> <0,001)	79,2±5,21 (P <sub>4</sub> <0,001)	63,6±5,31 (P <sub>5</sub> <0,001)
<i>Candida albicans</i> ATCC 90028	84,6±6	71,2±4,6 (P <sub>1</sub> <0,001)	67,8±5,9 (P <sub>2</sub> <0,01)	66,6±7,2 (P <sub>3</sub> <0,01)	63,8±7,5 (P <sub>4</sub> <0,01)	62,8±7,6 (P <sub>5</sub> <0,001)

Таким чином, дещо більш виражений протимікробний, зокрема фунгіцидний, ефект мало світлодіодне випромінювання червоно-інфрачервоного діапазону. Враховуючи швидкі темпи зростання стійкості умовно-патогенних мікроорганізмів до антибіотиків, а також побічні ефекти використання антибіотиків широкого спектру (дисбіози, токсична дія тощо) світлодіодне випромінювання може бути використане у комплексній терапії опортуністичних інфекцій, зумовлених *Pseudomonas aeruginosa* та *Candida albicans*.

Слід відзначити, що отримані результати узгоджуються з даними, отриманими в ході дослідження впливу світлодіодного випромінювання на інтенсивність росту клінічних ізолятів мікроорганізмів, які були опубліковані раніше [3, 7].

### Висновки

1. Безпосереднє опромінення світлодіодним випромінюванням колекційних тест-штамів *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та *Candida albicans* ATCC 90028 має виражений вплив на інтенсивність їх росту на твердих поживних середовищах.

2. Ступінь впливу світлодіодного випромінювання залежить від довжини хвилі, частоти та тривалості експозиції.

3. 20-хвилинне опромінення світлодіодним випромінюванням синьо-інфрачервоного та червоно-інфрачервоного діапазонів при частоті 8000 Гц зменшує кількість колоній *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та *Candida albicans* ATCC 90028 на поживних середовищах, відповідно на 79,1-79,3 % та 25,8-48,2 %.

Стаття надійшла до редакції 13.01.2018

### Список використаної літератури

1. Боднар М. В. Антибіотикорезистентність мікроорганізмів: механізми розвитку та шляхи запобігання / М. В. Боднар, М. М. Пилипенко, Л. А. Харченко та ін. // Медицина неотложных состояний. – № 3(74). – 2016. – С. 11–17.
2. Гуляр С. О. Медолайт: основи лікувальної дії світлодіодної техніки вид. 4-е, доповнене / С. О. Гуляр. – К.: ІМПЦ, 2015. – 64 с.
3. Воронкіна, І. А. Експериментальне визначення здатності до біоплівкоутворення метицилінорезистентних та метициліночутливих штамів стафілококу / І. А. Воронкіна, С. А. Деркач, І. А. Крилова, Л. С. Габішева // Annals of Mechnikov Institute. – 2015. – № 4. – С. 59–65.
4. Данко Е. М. Вплив світлодіодного випромінювання на мікрофлору ротової порожнини хворих на хронічний генералізований пародонтит II-III ступенів / Е. М. Данко, С. Б. Костенко, Є. Я. Костенко, М. К. Добровольська // Современная стоматология. – 2017. – № 4 (88). – С. 24–27.
5. Куля А. Антибіотикорезистентність умовно-патогенних мікроорганізмів, ізольованих в угорській та українській неінфекційній клініці / А. Куля, В. О. Петров, Ю. Сабо та ін.. // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина». – 2009. – № 37. – С. 92–101.
6. Куля А. Ф. Порівняльний аналіз методів визначення антибіотикочутливості умовно-патогенних бактерій – збудників опортуністичних інфекцій людини / А. Ф. Куля, Ю. Сабо, Г. М. Коваль // Мікробіологічний журнал. – 2011. – Т. 73, № 5. – С. 47–53.
7. Пантьо В. В. Вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на антибіотикочутливість мікроорганізмів – збудників гнійно-запальних захворювань / В. В. Пантьо, Г. М. Коваль, В. І. Пантьо // Biomedical and Biosocial Anthropology: Official Journal of the International Academy of Integrative Anthropology. – 2016. – № 26. – С. 33–37.
8. Пантьо В. В. Вплив світлодіодного випромінювання різних довжин хвиль на інтенсивність росту *Staphylococcus aureus* / В. В. Пантьо, Г. М. Коваль, В. І. Пантьо, С. О. Гуляр // Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science». – 2017. – № 4 (7). – С. 16–20.
9. Салманов, А. Г. Антимікробна резистентність та інфекції, асоційовані з медичною допомогою в Україні. Епідеміологічний звіт мультицентрового дослідження (2010–2014 рр.): монографія / А. Г. Салманов. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 452 с.
10. Anais Potron Emerging broad-spectrum resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*: Mechanisms and epidemiology / Anais Potron, Laurent Poirel, Patrice Nordmann // International Journal of Antimicrobial Agents. – Volume 45. – Issue 6. – 2015. – pp. 568–585.
11. Fair R. J. Antibiotics and bacterial resistance in the 21st century / R. J. Fair, Y. Tor. // Perspect. Medicin. Chem. – 2014. – № 6. – P. 25–64. doi: 10.4137/PMC.S14459.
12. Slivka M. Regio- and stereoselective synthesis of [1, 3] thiazolo [3, 2-b][1, 2, 4] triazol-7-ium salts via electrophilic heterocyclization of 3-S-propargylthio-4H-1, 2, 4-triazoles and their antimicrobial activity [Text] / M. Slivka, N. Korol, V. Pantyo et al. // Heterocyclic Communications. – 2017. – №. 2. – P. 109–113.
13. Wang H. H. Antimicrobial resistance: how much do we know and where do we go from here? / H. H. Wang, D. W. Schaffner // Appl. Environ. Microbiol. – 2011. – 77 (20). – P. 7093–7095.

**В. В. Пантьо<sup>1</sup>, В. И. Пантьо<sup>2</sup>, Э. М. Данко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГВУЗ «Ужгородский национальный университет», кафедра микробиологии, вирусологии, эпидемиологии с курсом инфекционных болезней, 88000, Украина, Закарпатская обл., Ужгород, пл. Народная, 3, e-mail: valerij.pantyo@uzhnu.edu.ua

<sup>2</sup>ГВУЗ «Ужгородский национальный университет», кафедра общей хирургии

<sup>3</sup>ГВУЗ «Ужгородский национальный университет», стоматологический факультет.

## **ПРОТИВОМИКРОБНОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОПОРТУНИСТИЧЕСКИХ ИНФЕКЦИЙ**

### **Резюме**

Антибиотикорезистентность микроорганизмов-возбудителей оппортунистических инфекций существенно снижает эффективность лечения заболеваний, вызванных *Pseudomonas aeruginosa* и *Candida albicans*.

**Цель** работы – исследование непосредственного влияния светодиодного излучения разных длин волн на интенсивность роста *P. aeruginosa* и *C. albicans* на твердых питательных средах.

**Материалы и методы.** Для исследований использовали чистые культуры коллекционных штаммов *P. aeruginosa* ATCC 27853 и *C. albicans* ATCC 90028. Облучение стандартизированных культур проводили светодиодным излучением красно-инфракрасного и сине-инфракрасного диапазонов. Результаты измерения путем подсчета количества колоний микроорганизмов после 24-часовой инкубации в термостате при 37 °С и сравнивали с контролем – необлученными культурами. Отдельными сериями изучали влияние излучения разных длин волн, экспозиций и частот.

**Результаты исследований.** Показано, что светодиодное излучение имеет выраженное влияние на интенсивность роста исследуемой микрофлоры. При этом эффект влияния напрямую зависит от экспозиции облучения: 5–10-минутное облучение стимулирует рост микробов, тогда как 20–25-минутные экспозиции обладают выраженным бактерицидным (фунгицидным) действием. Кроме экспозиции, существенное влияние на интенсивность роста оказывает частота светодиодного излучения – наиболее значительное ингибирующее действие оказывало излучение с частотой 8000 Гц.

**Выводы.** Светодиодное излучение красно-инфракрасного и сине-инфракрасного диапазонов при непосредственном воздействии на исследуемые коллекционные штаммы *P. aeruginosa* ATCC 27853 и *C. albicans* ATCC 90028 оказывает фотомодифицирующее действие на интенсивность их роста. При установленных оптимальных параметрах излучения – экспозиция 20 минут, частота 8000 Гц – количество колоний *P. aeruginosa* и *C. albicans* уменьшалась, соответственно, на 79,1–79,3 % и 25,8–48,2 %.

**Ключевые слова:** *Pseudomonas aeruginosa*; *Candida albicans*; светодиодное излучение; антибиотикорезистентность, бактерицидное влияние.

**V. V. Pantyo<sup>1</sup>, V. I. Pantyo<sup>2</sup>, E. M. Danko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Uzhhorod National University, Department of microbiology, virology, epidemiology with a course of infectious diseases, 88000, Ukraine, Transcarpathian region, Uzhhorod, Narodna Square, 3, e-mail: valerij.pantyo@uzhnu.edu.ua

<sup>2</sup>Uzhhorod National University, Department of general surgery

<sup>3</sup>Uzhhorod National University, Dentistry faculty.

## ANTIMICROBIAL ACTION OF LED RADIATION ON CAUSATIVE AGENTS OF OPPORTUNISTIC INFECTIONS

### Abstract

The antibiotic resistance of microorganisms-causative agents of opportunistic infections significantly reduces the effectiveness of treatment of diseases caused by *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*.

The *aim* of the study was to investigate the direct influence of LED radiation of different wavelengths on the growth rate of *P. aeruginosa* and *C. albicans* on solid nutrient media.

**Materials and methods.** Pure cultures of the collection strains of *P. aeruginosa* ATCC 27853 and *C. albicans* ATCC 90028 were used for the studies. Irradiation of standardized cultures was carried out with LED radiation of red-infrared and blue-infrared ranges. The results were measured by counting the number of microorganisms' colonies after 24-hours incubation in a thermostat at 37 °C and compared with the control – unirradiated cultures. Studying the effect of radiation of different wavelengths, exposures and frequencies has been done by separate series.

**Results of the research.** It is shown that LED radiation has a pronounced effect on the growth rate of the studied microflora. The effect of influence directly depends on the exposure to the irradiation: 5-10-minute irradiation stimulates the growth of microbes, whereas 20-25-minute exposures have a pronounced bactericidal (fungicidal) effect. In addition to the exposure, the frequency of LED radiation has a significant effect on the intensity of growth – the most significant inhibitory effect was provided by radiation with frequency of 8000 Hz.

**Conclusions.** In case of direct exposure of the studied collection strains of *P. aeruginosa* ATCC 27853 and *C. albicans* ATCC 90028 LED radiation of red-infrared and blue-infrared ranges produces a photomodifying effect on the intensity of their growth. With the optimum radiation parameters set – exposure 20 minutes, frequency 8000 Hz – the number of colonies *P. aeruginosa* and *C. albicans* decreased, respectively, by 79,1-79,3 % and 25,8-48.2%.

**Key words:** *Pseudomonas aeruginosa*; *Candida albicans*; LED radiation; antibiotic resistance, bactericidal effect.



## References

1. Bondar M.V., Pylypenko M.M., Svintukovskyi M.Yu., Kharchenko L.A., Prevysla O.M., Tsvyk I.M. (2016) «Antibiotic resistance: mechanisms of development and ways to prevent» [«Antybiotyko rezystentnist mikroorhanizmv: mekhanizmy rozvytku ta shliakhy zapobihannia»] *Medytsyna neotlozhnykh sostoianyi*, № 3(74), pp 11-17
2. Gulyar S. A. (2015) *Medolayt: osnovy likuval'noyi diyiv svtlodiodnoyi tekhniky*, 4th ed. Kyiv, 64.
3. Voronkina, I. A., Derkach, S. A., Krilova, I. A., Gabysheva, L. S. (2015). Experimental study of biofilm-forming ability to Methicillin resistant and Methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*. *Annals of Mechnikov Institute*, 4, 59–65.
4. E. Danko, S. Kostenko, Y. Kostenko, M. Dobrovolska (2017) «Influence of LED radiation on the microflora of the oral cavity of patients with chronic generalized periodontitis of II-III degrees [«Vplyv svtlodiodnoho vy-prominiuvannia na mikrofluoru rotovoi porozhnyny khvorykh na khronichnyi heneralizovanyi parodontyt II-III stupeniv»], *Sovremennaya Stomatologiya*, № 4(88), pp. 24-26
5. Andras Kulja, Viktor Petrov, Judit Szabo, Halyna Koval', Stepan Chobey, Vasyl' Rusyn, Nadiya Boyko (2009) Resistance to antibiotics of opportunistic pathogens isolated in Hungarian and Ukrainian noninfectious clinics [Antybiotyko rezystentnist umovno-patohennykh mikroorhanizmv, izolovanykh v uhorskii ta ukrainskii neinfektsiini klinitsi], *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu, seriya „Medytsyna»*, 37, pp. 92-101.
6. Kulja, A. F., Sabo, J., Koval, G. M. (2011) «Comparative analysis of methods for determining antibiotic sensitivity opportunistic bacteria – pathogens of opportunistic infections rights» [«Porivnjalnij analiz metodiv antibiotikochutlyvosti umovno-patogennykh bakteriy – zbudnykiv oportunistychnykh infektsiy ljudyny»], *Microbiological journal*, 73 (5), pp. 47–53.
7. Pantyo V.V., Koval G.M., Pantyo V.I. (2016) «The impact of low intensity laser radiation on antibiotic sensitivity of microorganisms – causative agents of purulent inflammatory diseases» [«Vplyv nyzkointensyvnogo lazernoho vyrominiuvannia na antybiotikochutlyvist mikroorhanizmv – zbudnykiv hniino-zapalnykh zakhvoriuvan»], *Biomedical and biosocial anythropology*, № 26, pp. 33-37.
8. V. V. Pantyo, G. M. Koval, V. I. Pantyo, S. O. Gulyar (2017) «Influence of LED radiation of various wave length on growth intensity of *Staphylococcus aureus*» [«Vplyv svtlodiodnoho vyrominiuvannia riznykh dovzhyn khvyil na intensyvnist rostu *Staphylococcus aureus*»], *ScienceRise:Biological Science* № 4 (7), pp. 16-20.
9. Salmanov, A. G. (2015) «Antimicrobial resistance and infections associated with medical care in Ukraine. Epidemiological Report multicenter study (2010–2014)» [«Antimikrobna rezistentnist ta infektsii, asotsiyovani z medychnoju dopomohoju v Ukrajinii. Epidemiologichniy zvit multitsentrovogo doslidzhennya (2010–2014)»]. Kyiv: Agrar Media Group, 452 p.
10. Anais Potron, Laurent Poirel, Patrice Nordmann (2015) «Emerging broad-spectrum resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*: Mechanisms and epidemiology», *International Journal of Antimicrobial Agents* Volume 45, Issue 6, pp 568-585
11. Fair R. J., & Tor Y. (2014) «Antibiotics and bacterial resistance in the 21st century», *Perspectives in medicinal chemistry*, 6, pp. 25-64.
12. Slivka, M., Korol, N., Pantyo, V., et al. (2017) Regio- and stereoselective synthesis of [1,3]thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazol-7-ium salts via electrophilic heterocyclization of 3-S-propargylthio-4H-1,2,4-triazoles and their antimicrobial activity. *Heterocyclic Communications*, 23(2), pp. 109-113. Retrieved 9 Dec. 2017, from doi:10.1515/hc-2016-0233
13. Wang, Hua H., Donald W. Schaffner. (2011) «Antibiotic resistance: how much do we know and where do we go from here?», *Applied and environmental microbiology*, 77(20) pp. 7093-7095.