

Формування біоплівок представниками оральної мікрофлори на поверхнях базисних матеріалів

С. М. Рожко *^{A-E}, Р. В. Куцик ^{A-E}, І. В. Палійчук ^{A-E}

Івано-Франківський національний медичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Мета роботи – виконати порівняльний аналіз формування біоплівок представниками оральної мікрофлори на поверхнях базисних матеріалів.

Матеріали та методи. Процес біоплівкоутворення досліджували на зразках 7 видів базисних пластмас: Поліан, Брефлекс, Нейлон, Протакрил, Вінакріл, Біокрил, що використовують для виготовлення базисів знімних конструкцій зубних протезів, а також пластмасі СИНМА, котру використали для порівняння. Біоплівкоутворення вивчали за методом Y. Zhand (2017) із незначними модифікаціями. Для моделювання біоплівкового росту мікроорганізмів досліджуваний зразок поміщали у пробірку з 2,0 мл поживного бульйону Brain Heart Infusion Broth (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Індія) з додаванням 1 % глюкози, попередньо свіжозасіяного тест-штамами в кінцевій концентрації 1×10^4 КУО/мл. Посіви культивували протягом 24 год за температури 37 °C, постійно перемішуючи на шейкері MR-1 (SIA BIOS AN, Латвія), частота перемішування – 20 разів/хв. Масивність біоплівок оцінювали після забарвлення генціанвіолетом із наступною елюцією барвника етанолом. Оптичну щільність (OD) елюента визначали за допомогою багаторежимного фотометра для мікропланшета Synergy™ HTX S1LFTA (BioTek Instruments, Inc., USA) при довжині хвилі 595 нм, використали програмне забезпечення Gen5™ Data Analysis Software. Кількість життєздатних бактеріальних клітин у сформованих біоплівках визначали методом десятиразових серійних розведень. Результати перераховували на одиницю площі зразка. Опрацювання даних виконали за допомогою двовибіркового t-тесту з використанням пакета програм Statistica 13.0 та Microsoft Office Excel, при $p < 0,05$ відмінності вважали статистично вірогідними. Результати наведені як середнє значення \pm стандартне відхилення для трьох незалежних експериментів.

Результати. За результатами мікробіологічних досліджень, α -гемолітичні стрептококи *S. oralis* і *S. sanguinis* мали здатність до утворення біоплівок на поверхнях базисних матеріалів, як-от Протакрил і Вінакріл, інтенсивність біоплівкоутворення *S. sanguinis* на 47,7 % ($p < 0,01$) і 14,7 % ($p > 0,05$) більша порівняно зі склом. На поверхнях базисних матеріалів Нейлон і Біокрил виявили гальмування процесів утворення біоплівок. Найвищу здатність до виживання у складі біоплівок проявили *S. oralis* і *S. gordonii*. Інтенсивність утворення біоплівок *C. albicans* на базисних матеріалах Біокрил, пластмасі порівняння СИНМА та Брефлекс була більшою, ніж на склі на 48,3 %, 43,0 % та 34,9 % ($p < 0,01$) відповідно. Найменш масивні біоплівки *C. albicans* формувалися на поверхнях Брефлекс і пластмасі СИНМА порівняно зі склом (на 33,6 % та 24,8 %, $p < 0,01$). Найвищим рівнем життєздатності грибів у біоплівках характеризувалися обидва штами *Candida* на базисних матеріалах Брефлекс, Поліан і Протакрил ($p < 0,01$), а біоплівки *C. tropicalis* – на базисних матеріалах Біокрил і Вінакріл ($p < 0,05$). Інтегральні коефіцієнти свідчать про пригнічення здатності представників оральної мікрофлори до утворення біоплівок на поверхнях базисних матеріалів.

Висновки. Оральні α -гемолітичні та β -гемолітичні стрептококи мають здатність до інтенсивного біоплівкового росту на поверхнях базисних матеріалів Протакрил і Вінакріл. Оральні *Candida albicans* утворюють масивні біоплівки на поверхнях базисних матеріалів Біокрил, Вінакріл і пластмасі порівняння СИНМА. Найбільш інертні до біоплівкоутворення представниками оральної мікрофлори – базисні матеріали Брефлекс, Нейлон і пластмаса порівняння СИНМА.

Ключові слова:

мікрофлора ротової порожнини, стоматологічні матеріали, біоплівки, знімні конструкції зубних протезів, інтегральні коефіцієнти.

Запорізький медичний журнал. 2021. Т. 23, № 4(127). С. 547-554

*E-mail:

stomatfpo@ifnmu.edu.ua

Formation of biofilms by representatives of the oral microflora on the surfaces of basic materials

S. M. Rozhko, R. V. Kutsyk, I. V. Paliichuk

The aim of the work is to conduct a comparative analysis of the biofilm formation by representatives of the oral microflora on the surfaces of basic materials.

Materials and methods. The process of biofilm formation was examined on 7 types of basic plastic samples: Polyan, Breflex, Nylon, Protakryl, Vinakryl, Biocryl, which were used for the manufacture of removable prosthetic basis constructions, and SYNMA, which was used for comparison. Biofilm formation was analyzed by the method Y. Zhang (2017) with minor modifications. The test sample was placed in a test tube with 2.0 ml of nutrient broth Brain Heart Infusion to model the biofilm growth of microorganisms (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., India) supplemented with 1 % glucose, pre-inoculated with test strains at a final concentration of 1×10^4 CFU/ml. The strains were cultivated for 24 hours at a temperature of 37 °C under continuous stirring in a shaker MR-1 (SIA BIOS AN, Latvia) at 20 rpm. Evaluation of the biofilm massiveness was performed after gentian violet staining followed by elution of the stain with ethanol and registration of the eluent optical density (OD). The OD was measured with a Synergy™ HTX S1LFTA microplate multimode photometer (BioTek Instruments, Inc., USA) at 595 nm wavelength using Gen5™ Data Analysis Software. The number of viable bacterial cells in the formed biofilms was determined by the method of ten-fold serial dilutions. The obtained results were converted per unit area of the sample tested.

Key words:

oral microflora, dental materials, biofilms, denture partial removable, integral coefficients.

Zaporozhye medical journal 2021; 23 (4), 547-554

Processing of the results was performed using a two-sample t-test with the software package Statistica 13.0 and Microsoft Office Excel, the differences were considered statistically significant at a P value of < 0.05 . Statistical analysis of the obtained data was presented as mean values of measurements \pm standard deviation for three independent experiments.

Results. According to the microbiological analysis results it was found that α -hemolytic streptococci *S. oralis* and *S. sanguinis* showed the ability to form biofilms on the surfaces of basic materials, namely Protacryl and Vinacryl, the total biomass of *S. sanguinis* biofilms was 47.7 % ($P < 0.01$) and 14.7 % ($P > 0.05$) greater, respectively, in comparison to a glass slide. Inhibition of biofilm formation processes was observed on the surfaces of Nylon and Biocryl basic materials. *S. oralis* and *S. gordonii* showed the highest ability to survive in biofilms. The intensity of *C. albicans* biofilms formation on Biocryl basic materials, comparative plastics SINMA and Breflex basic materials was greater than on glass slides by 48.3 %, 43.0 % and 34.9 % ($P < 0.01$), respectively. The least massive *C. albicans* biofilms were formed on Breflex surfaces and SINMA comparative plastics in comparison to glass slides by 33.6 % and 24.8 % ($P < 0.01$), respectively. Both *Candida* strains had the highest level of fungal viability in biofilms on Breflex, Polyan and Protacryl basic materials ($P < 0.01$), and *C. tropicalis* biofilms on Biocryl and Vinacryl basic materials ($P < 0.05$). Integral coefficients indicated the inhibition of the oral microflora ability to form biofilms on the surfaces of basic materials.

Conclusions. Oral α -hemolytic and β -hemolytic streptococci have the ability to intensive biofilm growth on the surfaces of the basic materials Protacryl and Vinacryl. Oral *Candida albicans* form massive biofilms on the surfaces of Biocryl and Vinacryl basic materials and comparative SYNMA plastics. The basic materials Breflex, Nylon and comparative plastics SYNMA are the most inert to biofilm formation by the oral microflora representatives.

Ключевые слова: микрофлора ротовой полости, стоматологические материалы, биоплёнки, съёмные конструкции зубных протезов, интегральные коэффициенты.

Запорожский медицинский журнал. 2021. Т. 23, № 4(127). С. 547-554

Формирование биоплёнок представителями оральной микрофлоры на поверхностях базисных материалов

С. М. Рожко, Р. В. Куцик, И. В. Палийчук

Цель работы – провести сравнительный анализ формирования биоплёнок представителями оральной микрофлоры на поверхностях базисных материалов.

Материалы и методы. Процесс биоплёнокообразования исследовали на образцах 7 видов пластмасс: Полиан, Брефлекс, Нейлон, Протакрил, Винакрил, Биоакрил, которые используют для изготовления базисов съёмных конструкций зубных протезов, а также пластмассе СИНМА, которая используется для сравнения. Биоплёнокообразование изучали методом Y. Zhand (2017) с незначительными модификациями. Для моделирования биоплёночного роста микроорганизмов исследуемый образец помещали в пробирку с 2,0 мл питательного бульона Brain Heart Infusion Broth (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Индия) с добавлением 1 % глюкозы, предварительно свежесезаженного тест-штаммами в конечной концентрации 1×10^4 КОЕ/мл. Посевы культивировали в течение 24 часов при температуре 37 °С при постоянном перемешивании на шейкере MR-1 (SIA BIOS AN, Латвия), частота перемешивания – 20 раз/мин. Массивность биоплёнок оценивали после окраски генцианвиолетом с последующей элюцией красителя этанолом. Оптическую плотность (OD) элюента регистрировали с помощью многорежимного фотометра для микропланшета Synergy™ HTX S1LF7A (BioTek Instruments, Inc., USA) при длине волны 595 нм с помощью программного обеспечения Gen5™ Data Analysis Software. Число жизнеспособных бактериальных клеток в образованных биоплёнках определяли методом десятикратных серийных разведений. Обработка результатов выполнена с помощью двухвыборочного t-теста с использованием пакета программ Statistica 13.0 и Microsoft Office Excel, при $p < 0,05$ различия считали статистически достоверными. Результаты представлены как среднее значение \pm стандартное отклонение для трёх независимых экспериментов.

Результаты. Согласно результатам микробиологических исследований, α -гемолитические стрептококки *S. oralis* и *S. sanguinis* показали способность к образованию биоплёнок на поверхностях базисных материалов, а именно Протакрил и Винакрил, интенсивность биоплёнокообразования *S. sanguinis* на 47,7 % ($p < 0,001$) и 14,7 % ($p < 0,05$) выше, чем у стекла. На поверхностях базисных материалов Нейлон и Биоакрил отмечено торможение процессов образования биоплёнок. Наивысшую способность к выживанию в составе биоплёнок проявили *S. oralis* и *S. gordonii*. Интенсивность образования биоплёнок *C. albicans* на базисных материалах Биоакрил, пластмассе сравнения СИНМА и Брефлекс была больше, чем на стекле на 48,3 %, 43,0 % и 34,9 % ($p < 0,01$). Наименее массивные биоплёнки *C. albicans* формировались на поверхности Брефлекс и пластмассе сравнения СИНМА по сравнению со стеклом (на 33,6 % и 24,8 %, $p < 0,01$). Наивысшим уровнем жизнеспособности грибов в биоплёнках обладали оба штамма *Candida* на базисных материалах Брефлекс, Полиан и Протакрил ($p < 0,01$), а биоплёнки *C. tropicalis* на базисных материалах Биоакрил и Винакрил ($p < 0,05$). Интегральные коэффициенты показали снижение жизнедеятельности микроорганизмов в образованных биоплёнках.

Выводы. Оральные α -гемолитические и β -гемолитические стрептококки обладают способностью к интенсивному биоплёнокообразованию на поверхностях базисных материалов Протакрил и Винакрил. Оральные *Candida albicans* образуют массивные биоплёнки на поверхностях базисных материалов Биоакрил, Винакрил и пластмассе сравнения СИНМА. Наиболее инертные к биоплёнокообразованию представителями оральной микрофлоры – базисные материалы Брефлекс, Нейлон и пластмасса сравнения СИНМА.

Головна проблема сучасної клініки ортопедичної стоматології – неухильне збільшення ускладнень від використання знімних конструкцій зубних протезів, що пов'язане з необхідністю первинного та повторного ортопедичного лікування населення України [1,2].

Численні наукові дослідження, що здійснені за останні десятиліття, так і не дали можливості розв'я-

зати проблему виникнення, лікування та профілактики протезних стоматитів [3,4].

Безпосередню участь у виникненні протезних стоматитів беруть представники орального мікробіоценозу [3,5–7]. Ортопедичне лікування знімними конструкціями зубних протезів призводить до зміни кількісного та видового складу орального мікробіоценозу [8–10].

З'ясовано здатність оральних мікроорганізмів адсорбуватися на базисах знімних конструкцій зубних протезів, формувати на їхніх поверхнях біоплівки [4,12–15]. У сформованих біоплівках кількісно переважають α -гемолітичні стрептококи *S. oralis*, *S. sanguinis*, *S. gordonii*, а також представники *S. mutans*, *Actinomyces viscosus*, *A. naeslundii* та дріжджоподібні гриби *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *C. dublinensis*. Між учасниками мікробіоценозів, що формують біоплівки на поверхнях базисів знімних конструкцій зубних протезів, є доволі складні взаємозв'язки як синергічного, так і антагоністичного характеру [12–14].

Відомо, що базили знімних конструкцій змінюють співвідношення між різними видами мікроорганізмів, результатом такого впливу є зміна вірулентності умовно-патогенних мікроорганізмів, створення преференцій для розвитку патогенних штамів, які спричиняють ускладнення з боку слизової оболонки ротової порожнини [3,7,9], нова колонізація впливає і на механічні властивості базисів протезів.

Нині остаточно не розв'язано питання об'єктивного, диференційованого вибору базисних матеріалів для знімних конструкцій зубних протезів залежно від мікробіоценозу ротової порожнини для зменшення кількості виникнення протезних стоматитів і продовження термінів ефективного використання ортопедичних конструкцій.

Мета роботи

Здійснити порівняльний аналіз формування біоплівок представниками оральної мікрофлори на поверхнях базисних матеріалів.

Матеріали і методи дослідження

Здатність до біоплівкоутворення досліджували на зразках 7 видів пластмас: Поліан, Брефлекс, Нейлон, Протакрил, Вінакріл, Біокрил, що застосовують для виготовлення базисів знімних конструкцій зубних протезів, а також пластмаса СИНМА, яка використана для порівняння. Готові зразки пластмас для експерименту мали вигляд пластинок завтовшки 2 мм і площею 1 см². Для уніфікації та полегшення інтерпретації результатів мікробіологічного дослідження як матеріал порівняння обрали скло. Характеристики біоплівок, сформованих різними видами оральних мікроорганізмів і полімерних базисних матеріалів, порівнювали з аналогічними показниками біоплівок на поверхні скла. Дослідні та контрольні зразки поміщали в герметичне целофанове упакування, стерилізували рентгенівським опроміненням дозою 0,44 мГр протягом 1,54 с.

У дослідженні використали клінічні штами умовно-патогенних мікроорганізмів, які репрезентують факультативно-анаеробну резидентну та транзиторну мікрофлору ротової порожнини: α -гемолітичні стрептококи групи *mitis* (*Streptococcus oralis*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus gordonii*), β -гемолітичний стрептокок групи А, *Streptococcus dysgalactiae* ssp. *equisimilis* (β -гемолітичний стрептокок групи G); метицилін-чутливий *Staphylococcus aureus* (MSSA), метицилін-резистентний *S. aureus* (MRSA) з асоційованою резистентністю до фторхінолонів, макролідів,

тетрациклінів та аміноглікозидів, метицилін-чутливий *Staphylococcus epidermidis*; дріжджоподібні гриби *Candida albicans* і *Candida tropicalis*. Мікробні культури виділили зі слизової оболонки ротової порожнини (протезного ложа, ясенних кишень) пацієнтів зі знімними конструкціями зубних протезів із проявами протезного стоматиту та ідентифікували на основі морфологічних, культуральних властивостей і біохімічної активності за допомогою тест-систем VITEK 2 GP і VITEK 2 YST (bioMérieux, Франція) за допомогою аналізатора VITEK 2 Compact.

Біоплівкоутворення вивчали за методом Y. Zhand (2017) із незначними модифікаціями [11]. Для моделювання біоплівкового росту мікроорганізмів зразок поміщали у пробірку з 2,0 мл поживного бульйону Brain Heart Infusion Broth (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Індія) з додаванням 1 % глюкози, попередньо свіжозасіяного тест-штамами в кінцевій концентрації 1×10^4 КУО/мл. Посіви культивували впродовж 24 годин при температурі 37 °С, постійно перемішуючи на шейкері MR-1 (SIA BIOS AN, Латвія), частота перемішування – 20 разів/хв.

Після завершення інкубації культур поживне середовище з планктонною фазою мікроорганізмів видаляли. Зразки матеріалів переносили у чисті стерильні пробірки й обережно тричі промивали фосфатним буфером (рН 7,2) для видалення залишкових мікробних клітин планктонної фази. Масивність біоплівок оцінювали після забарвлення генціанвіолетом із наступною елюцією барвника етанолом, визначали оптичну щільність елюента. Для забарвлення біоплівок у пробірки на 10 хвилин вносили 0,2 % водний розчин генціанвіолета. Надлишок барвника видаляли, зразки матеріалів із забарвленими біоплівками промивали дистильованою водою та переносили в нові пробірки. До зразків додавали по 1,5 мл етанолу для вивільнення барвника, зв'язаного зі сформованими на їхній поверхні біоплівками. З кожної пробірки по 200 мкл елюента переносили в 5 лунок полістиролового планшета. Оптичну щільність (OD) елюента реєстрували за допомогою багаторежимного фотометра для мікропланшета Synergy™ HTX SILFTA (BioTek Instruments, Inc., USA) при довжині хвилі 595 нм, використовуючи програмне забезпечення Gen5™ Data Analysis Software. Згідно з використаним методом, оптична щільність розчину етанолу – кількісний показник інтенсивності біоплівкоутворення.

Кількість життєздатних бактеріальних клітин у сформованих біоплівках визначали методом десятиразових серійних розведень. Після відмивання зразків матеріалів із біоплівками від планктонної фази їх переносили у стерильні пробірки, додавали по 2,0 мл стерильного ізотонічного розчину. Дезінтеграцію біоплівки здійснювали ультразвуком (72 КГц, 20 Вт) у ванночці для очищення протезів iSonic F3900 упродовж 2 хвилини. У лунках полістиролового планшета здійснювали десятиразові серійні розведення одержаної мікробної суспензії в об'ємі 50 мкл, які висівали на поверхню кров'яного агару (для дріжджоподібних грибів – агару Сабуро) для обрахунку кількості життєздатних мікробних клітин, що виражали в десяткових логарифмах колонійутворювальних одиниць (lg КУО). Результати перераховували на одиницю площі зразка.

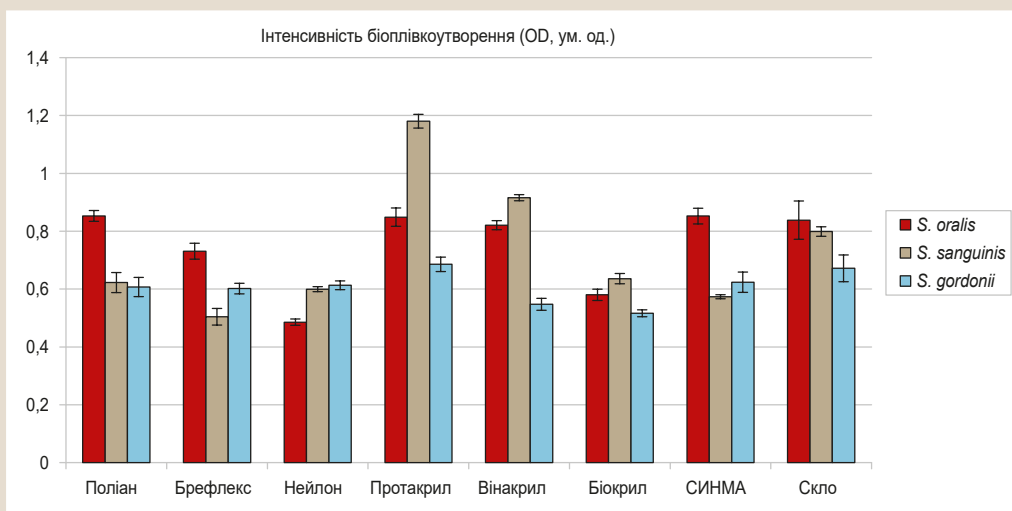
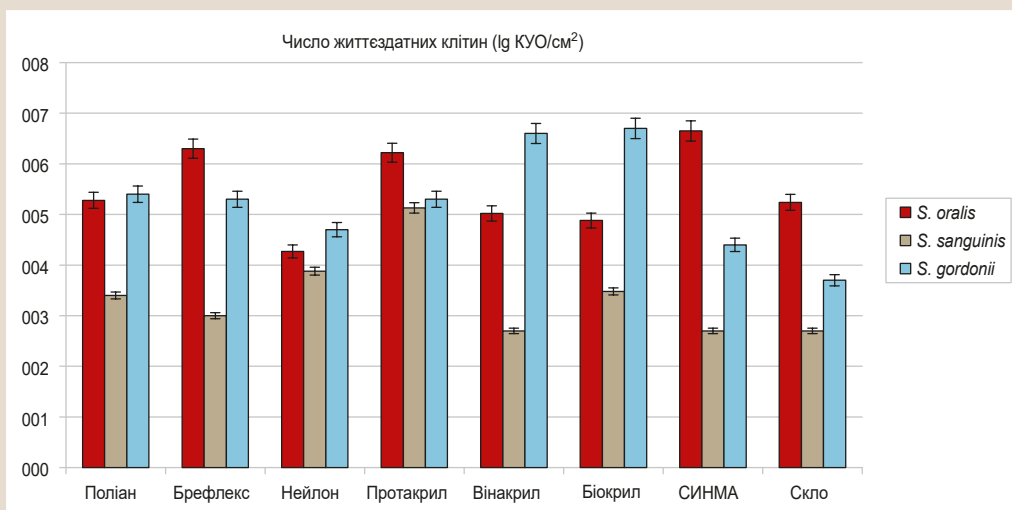


Рис. 1. Вплив матеріалів базисних пластмас на формування біоплівки культурами оральних α -гемолітичних стрептококів.



На підставі результатів експерименту для кожного зразка базисного матеріалу обраховували інтегральний показник пригнічення росту мікроорганізмів:

$$IGI = \left(100 \frac{OD_{дослід}}{OD_{контроль}} \right)$$

Статистичне опрацювання результатів виконали за допомогою двовибіркового t-тесту з використанням пакета програм Statistica 13.0 та Microsoft Office Excel, при $p < 0,05$ відмінності вважали статистично вірогідними. Результати наведені як середнє значення \pm стандартне відхилення для трьох незалежних експериментів.

Результати

Встановили, що досліджувані зразки базисних матеріалів відрізняються за здатністю впливати на формування мікробних біоплівки у культурах *in vitro*. Порізно проявляються ці впливи щодо різних видів і штамів представників оральної мікрофлори.

Результати показали, що α -гемолітичні стрептококи, як-от *S. oralis* і *S. sanguinis*, характеризувалися більшою

здатністю формувати біоплівки на поверхні базисних матеріалів порівняно з *S. gordonii*. Найбільш інтенсивне утворення біоплівки спостерігали на поверхні матеріалів Протакрил і Вінакріл. На цих базисних матеріалах інтенсивність біоплівкоутворення *S. sanguinis* на 47,7 % ($p < 0,01$) і 14,7 % ($p > 0,05$) більша, ніж на склі. Встановили істотне гальмування інтенсивності біоплівкоутворення всіма вивченими видами α -гемолітичних стрептококів, зокрема на базисних матеріалах Нейлон і Біокрил. На поверхні базисних матеріалів Поліан і Брефлекс спостерігали пригнічення утворення біоплівки штамми *S. sanguinis* і *S. gordonii* (рис. 1).

Найвищу здатність до виживання у складі сформованих біоплівки проявили *S. oralis* і *S. gordonii*. Кількість виявлених життєздатних клітин стрептококів цих видів у біоплівках на поверхнях усіх базисних матеріалів на 1–2 порядки перевищувала аналогічний показник для біоплівки, що сформована на поверхні скла. Вірогідне збільшення виживання *S. sanguinis* спостерігали тільки в біоплівках, що сформовані на поверхнях базисних матеріалів Протакрил і Нейлон.

На поверхнях базисного матеріалу Брефлекс спостерігали виразне пригнічення інтенсивності біоплівкоутворення представниками патогенної оральної мі-

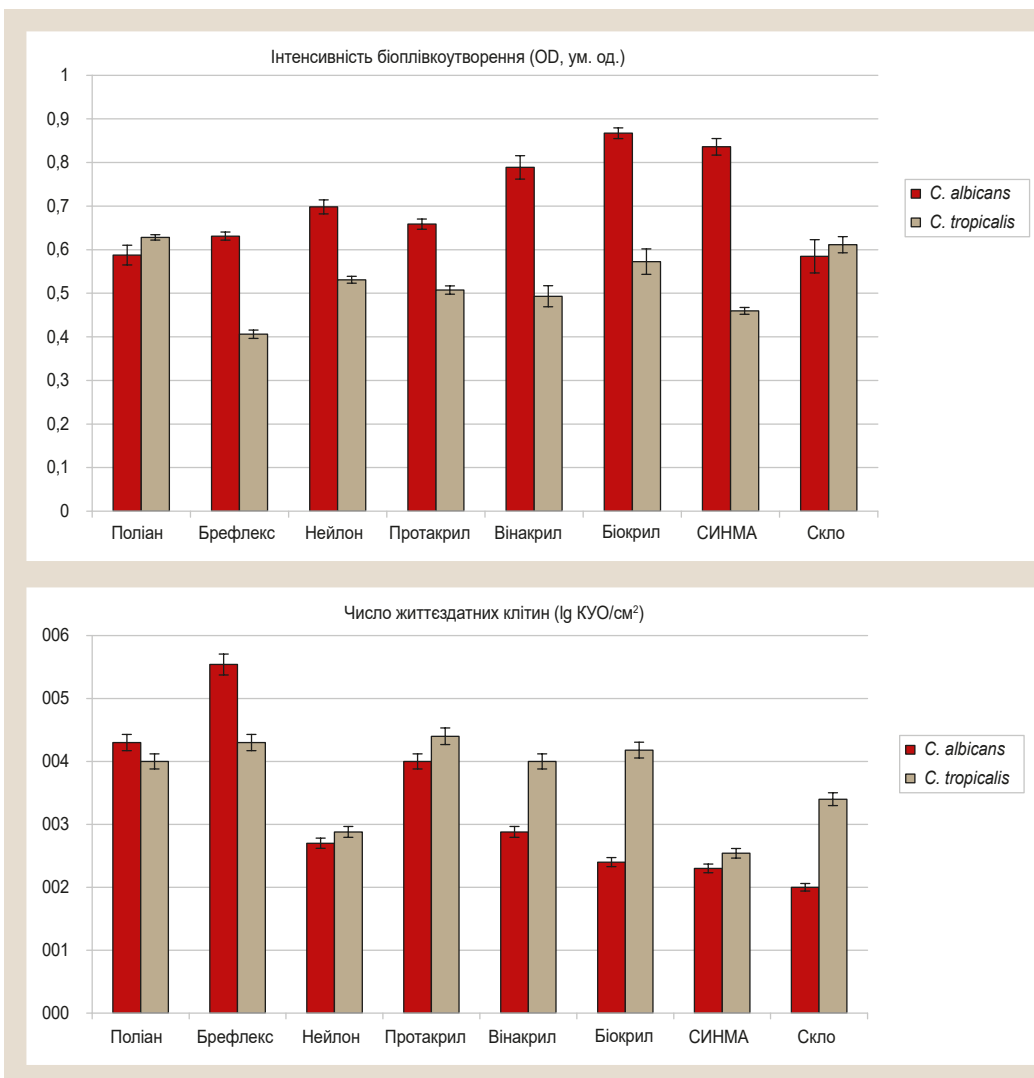


Рис. 2. Вплив матеріалів базисних пластмас на формування біоплівки культурами грибів роду *Candida* орального походження.

крофлори β -гемолітичними стрептококами (групи А, G), а також метицилін-чутливими золотистими стафілококами (табл. 1). Низьку інтенсивність біоплівкоутворення золотистим та епідермальним стафілококами, включаючи їхні поліантибіотикорезистентні штами, виявили на поверхнях матеріалів Біокрил і пластмасі порівняння СИНМА.

Особливе місце у виникненні патологічних станів у ротовій порожнині належить дріжджоподібним грибам роду *Candida*, особливо *C. albicans*. Інтенсивність біоплівкоутворення культурами *C. albicans* на матеріалах Поліан і Брефлекс – на рівні контрольного матеріалу (скла). Найбільшу інтенсивність біоплівкоутворення *C. albicans* виявили на поверхні базисних матеріалів Біокрил, СИНМА та Вінакріл (рис. 2).

Інтенсивність утворення біоплівки на цих матеріалах була більшою, ніж на склі на 48,3 %, 43,0 % та 34,9 % ($p < 0,01$). Найінтенсивніше утворення біоплівки штамом *C. tropicalis* порівняно зі склом спостерігали на базисному матеріалі Поліан. Найменш масивні біоплівки *C. tropicalis* формувалися на поверхнях Брефлекс і СИНМА порівняно зі склом (на 33,6 % та 24,8 %, $p < 0,01$).

Найвищим рівнем життєздатності грибів характеризувалися біоплівки обох видів *Candida* на матеріалах Брефлекс, Протакрил і Поліан ($p < 0,01$).

Таблиця 1. Формування біоплівки на поверхні базисних матеріалів культурами оральних стафілококів і β -гемолітичних стрептококів

Базисні матеріали	Стафілококи			β -гемолітичні стрептококи	
	<i>S. aureus</i> MSSA	<i>S. aureus</i> MRSA	<i>S. epidermidis</i>	<i>S. pyogenes</i> (group A)	<i>S. dysgalactiae</i> ssp. <i>equisimilis</i> (<i>S. group G</i>)
Оптична щільність елементів біоплівки (OD, ум. од.)					
Поліан	0,286 \pm 0,005**	0,641 \pm 0,011*	0,606 \pm 0,044*	0,823 \pm 0,012*	0,745 \pm 0,050**
Брефлекс	0,488 \pm 0,010*	0,800 \pm 0,006	0,575 \pm 0,018	0,312 \pm 0,012**	0,452 \pm 0,049
Нейлон	0,554 \pm 0,014*	0,579 \pm 0,013*	0,565 \pm 0,034	0,405 \pm 0,031**	0,681 \pm 0,024*
Протакрил	0,658 \pm 0,008*	0,632 \pm 0,020*	0,478 \pm 0,007*	0,439 \pm 0,013**	0,661 \pm 0,010*
Вінакріл	0,804 \pm 0,014*	0,518 \pm 0,006**	0,406 \pm 0,026**	0,573 \pm 0,010*	0,775 \pm 0,015**
Біокрил	0,510 \pm 0,013*	0,696 \pm 0,009*	0,417 \pm 0,008**	1,020 \pm 0,048**	0,436 \pm 0,016
СИНМА	0,443 \pm 0,007**	0,414 \pm 0,006**	0,410 \pm 0,017**	0,831 \pm 0,025*	0,559 \pm 0,019*
Скло	0,749 \pm 0,006	0,823 \pm 0,028	0,549 \pm 0,022	0,711 \pm 0,014	0,490 \pm 0,004

*: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$ порівняно з контролем (скло).

Ранжування базисних матеріалів за здатністю впливати на біоплівкоутворення виконали на підставі інтегральних коефіцієнтів, що визначили (рис. 3).

Інтегральні коефіцієнти свідчать про пригнічення здатності представників оральної мікрофлори до біоплівкоутворення на поверхнях усіх вивчених зразків базисних матеріалів у такому порядку:

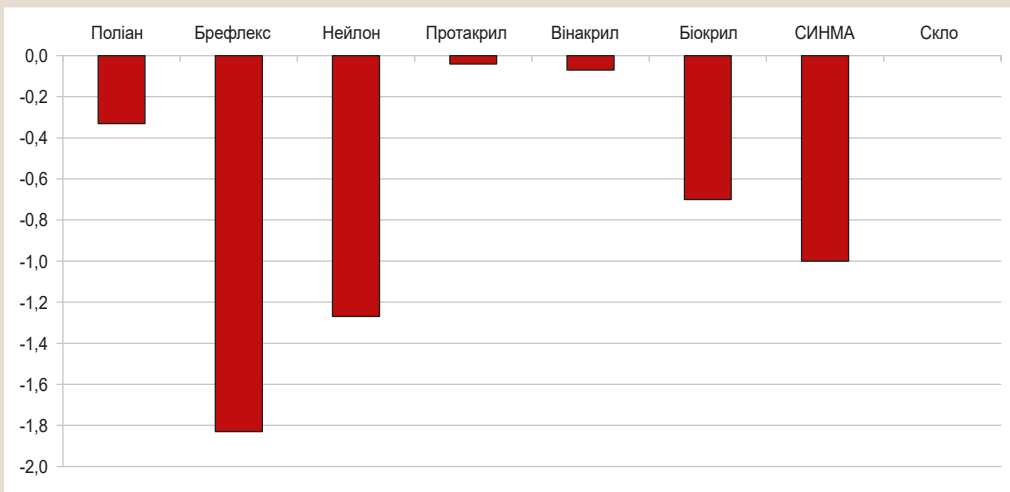


Рис. 3. Інтегральний коефіцієнт інтенсивності біоплівкоутворення на поверхні базисних матеріалів.

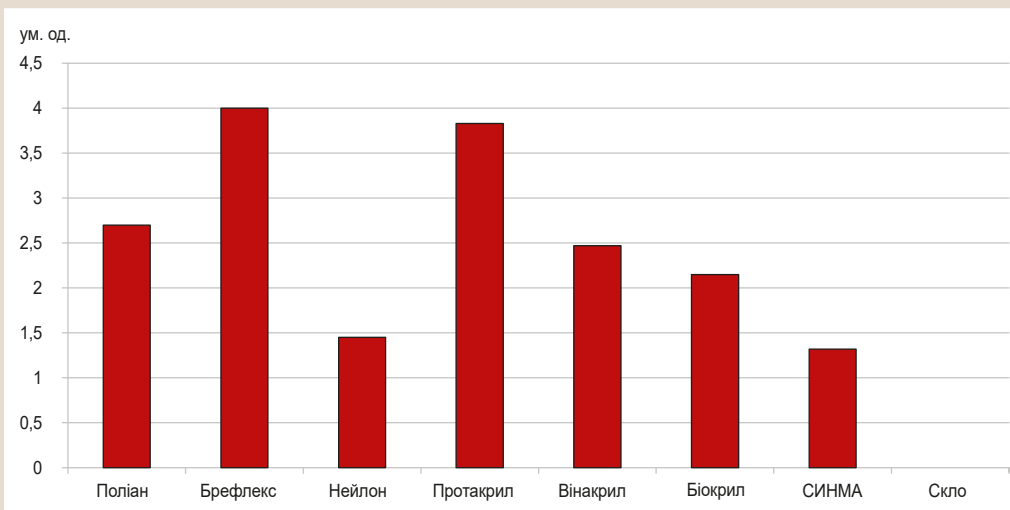


Рис. 4. Інтегральний коефіцієнт збереження життєздатності мікроорганізмів у складі біоплівок на поверхні базисних матеріалів.

Брефлекс > Нейлон > СИНМА > Біокрил > Поліан > Вінакрил ≈ Протакрил.

Ранжування матеріалів за збільшенням інтегрального коефіцієнта збереження життєздатності мікроорганізмів (рис. 4), на наш погляд, показує погіршення їхньої біологічної індиферентності щодо мікрофлори протезного ложа, як-от Нейлон, СИНМА, Біокрил, Вінакрил, Поліан, Протакрил, Брефлекс.

Обговорення

Головне завдання практичної медицини, зокрема стоматологічної служби України, – збереження здоров'я населення та покращення надання ефективної медичної допомоги. Процеси старіння населення України призводять до збільшення обсягу надання стоматологічної допомоги, особливо ортопедичного лікування з використанням знімних конструкцій зубних протезів. Масове використання цих конструкцій призводить до збільшення ускладнень, що виникають під час застосування. Спостерігають тенденцію до постійного зростання та скорочення термінів використання цих конструкцій [1,2].

Здійснили багаторічні дослідження для поліпшення біологічних властивостей знімних конструкцій зубних

протезів, що спрямовані на запобігання виникненню протезних стоматитів [3,5–7].

Мікробіологічний стан ротової порожнини в нормі характеризується постійною наявністю певних представників мікрофлори. Ортопедичне лікування знімними конструкціями зубних протезів призводить до зміни кількісного та видового складу орального мікробіоценозу [8–10].

Результати попередніх досліджень дають підставити стверджувати: є певний взаємозв'язок між матеріалами, котрі використовують як базисні, та представниками оральної мікрофлори [15]. Особливо це спостерігали, коли йшлося про повторне ортопедичне лікування, і вже були серйозні зміни в мікробіоценозі ротової порожнини.

Виявлені закономірності дають змогу рекомендувати ефективний спосіб вибору базисних матеріалів для лікарів-стоматологів-ортопедів, враховуючи їхні мікробіологічні характеристики. Найбільш інертний до біоплівкоутворення представниками оральної мікрофлори – Нейлон (найменша інтенсивність біоплівок оральних стрептококів, мінімальне виживання стафілококів, кандид і піогенного стрептокока). Крім того, можна рекомендувати до застосування матеріали Брефлекс (найменше життєздатних клітин β-гемолітичних стреп-

тококів), Біокрил (низьке виживання кандид і слабка інтенсивність біоплівкоутворення оральними α -гемолітичними стрептококами групи *mitis*).

Висновки

1. Оральні α -гемолітичні та β -гемолітичні стрептококи характеризуються здатністю до інтенсивного біоплівкового росту на поверхнях базисних матеріалів Протакрил і Вінакріл.

2. Оральні *Candida albicans* утворюють масивні біоплівки на поверхнях базисних матеріалів Біокрил, Вінакріл і пластмасі порівняння СИНМА.

3. Найбільш інертні до біоплівкоутворення представниками оральної мікрофлори – базисні матеріали Брефлекс, Нейлон і пластмаса порівняння СИНМА.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflict of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 21.04.2021

Після доопрацювання / Revised: 17.05.2021

Прийнято до друку / Accepted: 04.06.2021

Відомості про авторів:

Рожко С. М., аспірант каф. стоматології ННІПО, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.
ORCID ID: [0000-0002-6876-2533](https://orcid.org/0000-0002-6876-2533)

Куцик Р. В., д-р мед. наук, професор, зав. каф. мікробіології, вірусології та імунології, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

ORCID ID: [0000-0001-9408-9074](https://orcid.org/0000-0001-9408-9074)

Палийчук І. В., д-р мед. наук, професор, зав. каф. стоматології ННІПО, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

ORCID ID: [0000-0002-2375-6367](https://orcid.org/0000-0002-2375-6367)

Information about authors:

Rozhko S. M., MD, Postgraduate student of the Department of Dentistry of ESIFE, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine.

Kutsyk R. V., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine.

Paliichuk I. V., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Dentistry of ESIFE, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine.

Сведения об авторах:

Рожко С. М., аспірант каф. стоматології УНІПО, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

Куцик Р. В., д-р мед. наук, професор, зав. каф. мікробіології, вірусології та імунології, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

Палийчук І. В., д-р мед. наук, професор, зав. каф.

стоматології УНІПО, Івано-Франківський національний медичний університет, Україна.

Список літератури

- [1] Rozhko S., Paliichuk I. Study of Complications in Patients Using Removable Dentures Over Different Periods. *Архів клінічної медицини*. 2019. Т. 25. № 2. С. E201923. <https://doi.org/10.21802/acm.2019.2.3>
- [2] Dmytryshyn T. M. Diagnosis of oral hygiene status in people of different age groups and with different duration of removable dentures use with the help of a new computer program. *Запорозький медичний журнал*. 2019. Т. 21. № 3. С. 382-385. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2019.3.169196>

- [3] Дмитришин Т. М. Аналіз взаємозв'язків між мікробіологічними та біохімічними, біофізичними показниками у пацієнтів, які користуються знімними протезами. *Світ медицини та біології*. 2018. № 2. С. 44-48. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2018-2-64-44-48>
- [4] Редушко Ю. В., Дмитришин Т. М., Рожко О. М. Клінічний стан тканин протезного ложа в пацієнтів, які користуються різними адгезивними засобами для покращення фіксації знімних протезів. *Сучасна стоматологія*. 2020. № 1. С. 96-99. <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2020-1-96>
- [5] Вербовська Р. І. Застосування лікувально-профілактичного комплексу при ортопедичному лікуванні пацієнтів, які застосовують адгезивні середники для покращення мікробіологічного статусу ротової порожнини. *Світ медицини та біології*. 2019. № 3. С. 23-28. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2019-3-69-23-28>
- [6] Live and let die: Hydrogen peroxide production by the commensal flora and its role in maintaining a symbiotic microbiome / S. Redanz et al. *Molecular Oral Microbiology*. 2018. Vol. 33. Issue 5. P. 337-352. <https://doi.org/10.1111/omi.12231>
- [7] Biology of Oral Streptococci / J. Abranches et al. *Microbiology Spectrum*. 2018. Vol. 6. Issue 5. P. 10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018>
- [8] Hydrogen Peroxide Produced by Oral Streptococci Induces Macrophage Cell Death / N. Okahashi et al. *PLOS ONE*. 2013. Vol. 8. Issue 5. P. e62563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062563>
- [9] Streptococcus oralis Induces Lysosomal Impairment of Macrophages via Bacterial Hydrogen Peroxide / N. Okahashi, M. Nakata, H. Kuwata, S. Kawabata. *Infection and Immunity*. 2016. Vol. 84. Issue 7. P. 2042-2050. <https://doi.org/10.1128/IAI.00134-16>
- [10] Okahashi, N., Sumitomo, T., Nakata, M., Sakurai, A., Kuwata, H., & Kawabata, S. (2014). Hydrogen Peroxide Contributes to the Epithelial Cell Death Induced by the Oral Mitis Group of Streptococci. *PLOS ONE*. Vol. 9. Issue 1. P. e88136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088136>
- [11] Antibacterial and antibiofilm activities of eugenol on essential oil of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (clove) leaf against periodontal pathogen *Porphyromonas gingivalis* / Y. Zhang et al. *Microbial Pathogenesis*. 2017. Vol. 113. P. 396-402. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.054>
- [12] Rozhko S., Kutsyk R. Study of Early Adhesion of Some Oral Microflora Representatives to Basic Materials of Removable Dentures. *Galician Medical Journal*. 2019. Vol. 26. Issue 3. P. E201939. <https://doi.org/10.21802/gmj.2019.3.9>
- [13] Rozhko S., Kutsyk R. The influence of base resin of removable dentures on the planktonic growth of individual representatives of oral microflora. *Postępy Nauk Medycznych*. 2019. Issue 4. P. 131-135. <https://doi.org/10.25121/PNM.2019.32.4.131>
- [14] Mechanical and Physical Properties of Experimental Antifungal Denture Base Resins / K. Maldonado et al. *Oral Health and Dental Studies*. 2018. Vol. 1. Issue 1. P. 5. <https://doi.org/10.31532/oralhealthdentstud.1.1.005>
- [15] Denture base resins and microbial adhesion-current trends / D. G. Budała et al. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*. 2020. Vol. 9. Issue 5. P. 15-20. <http://journal.adre.ro/denture-base-resins-and-microbial-adhesion-current-trends/>

References

- [1] Rozhko, S., & Paliichuk, I. (2019). Study of Complications in Patients Using Removable Dentures Over Different Periods. *Archive of Clinical Medicine*, 25(2), Article E201923. <https://doi.org/10.21802/acm.2019.2.3>
- [2] Dmytryshyn, T. M. (2019). Diagnosis of oral hygiene status in people of different age groups and with different duration of removable dentures use with the help of a new computer program. *Zaporozhye medical journal*, 21(3), 382-385. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2019.3.169196>
- [3] Dmytryshyn, T. M. (2018). Analiz vzaiemozv'yazkiv mizh mikrobiolohichnyymi ta biokhimichnyymi, biofizychnymi pokaznykamy u patsientiv, yaki korystuiutsia znimnyimi protezamy. [Analysis of correlations between microbiological and biochemical, biophysical parameters in patients who use removable dentures]. *Svit medytsyny ta biolohii*, (2), 44-48. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2018-2-64-44-48> [in Ukrainian].
- [4] Redushko, Yu., Dmytryshyn, T., & Rozhko, O. (2020). Klinichniy stan tkanyin proteznogo lozha v patsientiv, yaki korystuiutsia riznymy adhezyvnymy zasobamy dlia pokrashchennia fiksatsii znimnykh proteziv [Clinical condition of prosthetic bed tissues in patients who use different adhesive means to improve fixation of removable dentures]. *Suchasna stomatolohiia*, (1), 96-99. <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2020-1-96> [in Ukrainian].
- [5] Verbovska, R. I. (2019). Zastosuvannya likuvalno-proflaktychnoho kompleksu pry ortopedychnomu likuvanni patsientiv, yaki zastosovuiut adhezyvni sereidnyky dlia pokrashchennia mikrobiolohichnoho statusu rotovoi porozhnyiny [The use of therapeutic and prophylactic complex in orthopedic patients using adhesive means to improve the microbiological status of the oral cavity]. *Svit medytsyny ta biolohii*, (3), 23-28. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2019-3-69-23-28> [in Ukrainian].

- [6] Redanz, S., Cheng, X., Giacaman, R. A., Pfeifer, C. S., Merritt, J., & Kreth, J. (2018). Live and let die: Hydrogen peroxide production by the commensal flora and its role in maintaining a symbiotic microbiome. *Molecular Oral Microbiology*, 33(5), 337-352. <https://doi.org/10.1111/omi.12231>
- [7] Abranches, J., Zeng, L., Kajfasz, J. K., Palmer, S. R., Chakraborty, B., Wen, Z. T., Richards, V. P., Brady, L. J., & Lemos, J. A. (2018). Biology of Oral Streptococci. *Microbiology Spectrum*, 6(5), Article 10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0042-2018>
- [8] Okahashi, N., Nakata, M., Sumitomo, T., Terao, Y., & Kawabata, S. (2013). Hydrogen Peroxide Produced by Oral Streptococci Induces Macrophage Cell Death. *PLoS ONE*, 8(5), Article e62563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062563>
- [9] Okahashi, N., Nakata, M., Kuwata, H., & Kawabata, S. (2016). Streptococcus oralis Induces Lysosomal Impairment of Macrophages via Bacterial Hydrogen Peroxide. *Infection and Immunity*, 84(7), 2042-2050. <https://doi.org/10.1128/IAI.00134-16>
- [10] Okahashi, N., Sumitomo, T., Nakata, M., Sakurai, A., Kuwata, H., & Kawabata, S. (2014). Hydrogen Peroxide Contributes to the Epithelial Cell Death Induced by the Oral Mitis Group of Streptococci. *PLoS ONE*, 9(1), Article e88136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088136>
- [11] Zhang, Y., Wang, Y., Zhu, X., Cao, P., Wei, S., & Lu, Y. (2017). Antibacterial and antibiofilm activities of eugenol from essential oil of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L. M. Perry (clove) leaf against periodontal pathogen *Porphyromonas gingivalis*. *Microbial Pathogenesis*, 113, 396-402. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.054>
- [12] Rozhko, S., & Kutsyk, R. (2019). Study of Early Adhesion of Some Oral Microflora Representatives to Basic Materials of Removable Dentures. *Galician Medical Journal*, 26(3), Article E201939. <https://doi.org/10.21802/gmj.2019.3.9>
- [13] Rozhko, S., & Kutsyk, R. (2019). The influence of base resin of removable dentures on the planktonic growth of individual representatives of oral microflora. *Postępy Nauk Medycznych*, (4), 131-135. <https://doi.org/10.25121/PNM.2019.32.4.131>
- [14] Maldonado, K., Xu, D., Wang, Y., Zhang, J. F., Hamdan, S., Wen, Z. T., Fidel, P. L., Noverr, M. C., & Xu, X. (2018). Mechanical and Physical Properties of Experimental Antifungal Denture Base Resins. *Oral Health and Dental Studies*, 1(1), Article 5. <https://doi.org/10.31532/oralhealthdentstud.1.1.005>
- [15] Budală, D. G., Boșinceanu, D. N., Surlari, Z., Virvescu, D. I., Baciuc, R., Bida, F. C., Balcoș, C., & Țănculescu, O. (2020). Denture base resins and microbial adhesion-current trends. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*, 9(5), 15-20. <http://journal.adre.ro/denture-base-resins-and-microbial-adhesion-current-trends/>