

УДК 613.14/.15:62:579

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПЛИТ-СИСТЕМ КРЫМСКОГО РЕГИОНА

<sup>1</sup>Козуля С.В., <sup>1</sup>Павленко А.Л., <sup>1</sup>Новиков А.В., <sup>2</sup>Хмелевская О.Н.

<sup>1</sup>ГУ «Крымский государственный медицинский университет имени С.И. Георгиевского», г. Симферополь;

<sup>2</sup>ГУ «Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии МЗ Украины», г. Одесса

Внутренняя среда систем кондиционирования воздуха благоприятна для образования биопленок, образованных бактериями, плесневыми и дрожжеподобными грибами, а также простейшими. Ассоциации этих биологических контаминантов могут быть источником загрязнения воздуха помещений и способствовать росту заболеваемости населения.

*Ключевые слова:* гигиена, микрофлора воздуха помещений, системы кондиционирования воздуха.

### Введение

Системы кондиционирования воздуха распространены повсеместно и, при определенных условиях, могут представлять угрозу здоровью населения [1]. Из микроорганизмов, способных колонизировать эти устройства, первыми были изучены легионеллы [2, 3]. Вопрос легионеллеза остается актуальным до сих пор, поскольку работа централизованных систем кондиционирования и увлажнения воздуха большой мощности, используемых для создания микроклимата в общественных зданиях, торговых центрах, ресторанах, клубах, учреждениях, гостиницах и пассажирских судах связана с циркуляцией воды. В теплой воде охладительного контура, имеющей температуру от 20 °С до 50 °С, создаются благоприятные условия для формирования биопленок легионелл [4]. В настоящее время наиболее широкое распространение в мире получили малогабаритные, компактные и дешевые сплит-системы, в которых, из-за особенностей конструкции, сохранение и размножение легионелл невозможно [5]. В связи с этим, сплит-системы не включены в список объектов, подлежащих контролю на наличие легионелл [4, 5].

Вместе с тем, сплит-системы нельзя считать абсолютно безопасными,

поскольку, в отличие от ряда других систем кондиционирования, здесь не происходит воздухообмен с внешней средой, а в результате снижения температуры воздуха помещения на радиаторе внутреннего блока ниже точки росы происходит образование конденсата. Следует учитывать также тот факт, что не вся попадающая во внутренний блок пыль задерживается на фильтре и может содержать как микроорганизмы, так и субстраты, на которых они размножаются. Поэтому, в системе удаления конденсата сплит-систем создаются условия для образования «биопленок» [6], состав которых практически не изучен.

Простейшие имеют высокую, сложившуюся эволюционно, приспособляемость к условиям окружающей среды, однако информация об их размножении в системах кондиционирования воздуха весьма ограничена.

Это же можно сказать о микромицетах, которые принимают участие в патогенезе различных заболеваний: микозов, микогенной аллергии, бронхиальной астмы, экзогенного аллергического альвеолита (hypersensitivity pneumonitis) и др. [7].

В связи с изложенным, цель данной работы состояла в гигиенической оцен-

ке микробных ассоциаций в биопленке сплит-систем Крымского региона.

### Материалы и методы

Изучен микробный пейзаж биопленок из 36 сплит-систем, установленных в общественных зданиях (магазины, банки, парикмахерские, аптеки) АР Крым. Пробы биопленки отбирались с внутренней поверхности трубки стока конденсата стерильным тампоном. Срок доставки в лабораторию – до 2-х часов с использованием сумки-холодильника.

Тампоны с биопленкой суспендировались в 1 мл МПБ. Чашки Петри с плотными питательными средами (ЖСА, 5% кровяной агар, Эндо, Сабуро) при помощи стерильной мерной пипетки засеивались 0,1 мл суспензии, которая растиралась по всей поверхности среды стерильным шпателем. Далее производилось выделение чистых культур и дальнейшая идентификация [8-11].

Бактериоскопическое исследование проводили под микроскопом по методике Нормарского (дифференциальный интерференционный контраст) (PZO MPI-5) при объективе 40X, окуляр 20.

### Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлено соотношение микрофлоры, выделенной из биопленки сплит-систем кондиционирования воздуха. Во всех тридцати шести пробах обнаружены сапрофиты рода *Micrococcus*, *Staphylococcus* (*saprophyticus*), др. В 33 случаях выделялась условно-патогенная и патогенная

флора семейств *Enterobacteriaceae* (15 находок – 41,7%), *Pseudomonadaceae* (13 случаев – 36,1%) и *Micrococcaceae* (*Staphylococcus aureus*, 5 случаев – 13,9%). Следовательно, в биопленке, образующейся во внутреннем блоке, создаются адекватные условия для сохранения и размножения условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Преобладание представителей семейства *Enterobacteriaceae* согласуется с данными литературы, свидетельствующими, что именно экзополимеры этих микроорганизмов (в частности, колановая кислота *Esherichia coli*) доминируют в образовании комплексной трехмерной структуры биопленки [12].

В 21 пробе биопленки (58,3% общего числа образцов) также обнаруживались плесневые грибы: *Penicillium* (7 находок, или 19,4%), *Cladosporium* (4 находки, или 11,1%) и *Aspergillus* (3 находки, или 8,4%), а также их ассоциации (7 проб, 19,4%). Плесневые грибы рода *Cladosporium* и *Penicillium* в ассоциациях доминировали. В 3 случаях отмечалась ассоциация родов *Cladosporium* и *Penicillium*, в трех - *Penicillium* и *Aspergillus*, в одном случае - *Aspergillus* и *Cladosporium*. Число образцов, где плесневые грибы не обнаруживались, составляло 15 (61,7%). Дрожжеподобные грибы *Candida albicans* выявлены в 4 пробах биопленки (11,1%).

Следует учесть, что в сплит-системе воздух, охлажденный на теплообменнике внутреннего блока, проходит над поддоном для сбора конденсата и только потом выводится в помещение. То есть бактерии и плесневые грибы, образующие биопленку в системе удаления конденсата, могут быть источником загрязнения воздуха того помещения, где установлена

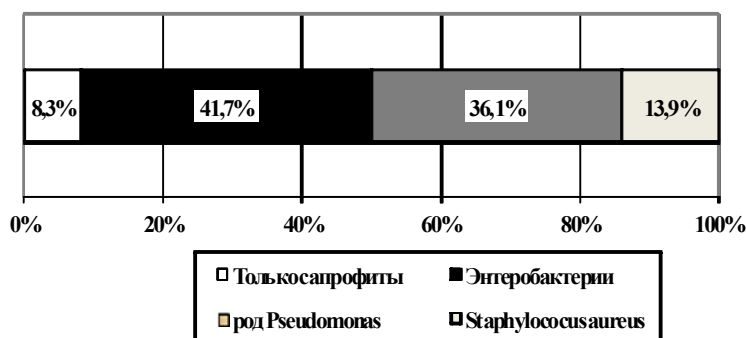


Рис. 1. Соотношение микрофлоры, выделенной из биопленки систем кондиционирования воздуха

сплит-система.

Микроскопически в биопленке определялись простейшие подцарства *Protozoa*, типа *Sarcomastigophora*, подтипов *Mastigophora*, *Opalinata* и *Sarcodina*. Это подтверждает предположение о том, что биопленки в сплит-системах представляют собой благоприятную среду для существования простейших, являясь их субстратом. В частности, это касается обнаружения свободноживущих простейших в системах кондиционирования воздуха [13].

Свободноживущие простейшие могут играть значительную роль в жизнедеятельности болезнетворных бактерий. Это обусловлено тем, что некоторые патогенные бактерии имеют адаптационные механизмы, которые предотвращают фагоцитоз и способствуют использованию простейших как хозяев для внутриклеточного размножения и защиты от действия неблагоприятных факторов окружающей среды. Значение простейших в поддержании существования доказано для таких возбудителей как: *Francisella tularensis*, *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium spp.* (*Mycobacterium leprae*, *Opportunistic Mycobacteria*), *Chlamydia pneumoniae*, *Coliforms* (включая *Salmonella typhimurinum*, *Escherichia coli* O157), *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholera*, *C. acidovorans*, *Yersinia pestis* [14, 15].

#### Выводы

1. Внутренняя среда кондиционеров благоприятна для образования биопленок, сформированных различными бактериями, плесневыми и дрожжеподобными грибами, а также простейшими. Ассоциации этих биологических контаминантов могут быть источником загрязнения воздуха помещений.
2. Свободноживущие простейшие, размножающиеся во внутренней среде кондиционеров, являются резервуарами условно-патогенной и патогенной микрофлоры, что обуславливает их эпидемиологическую значимость

в контексте угрозы лицам с ослабленным иммунитетом.

3. Представляется необходимым дальнейшее изучение микробных ассоциаций в биопленках сплит-систем кондиционирования воздуха под влиянием факторов окружающей среды, что будет способствовать поиску и внедрению дезинфектантов, эффективных по отношению к бактериям, грибам и простейшим, и разработке соответствующих профилактических мероприятий.

#### Литература

1. Ryan KJ. Medical Microbiology // KJ Ryan, CG Ray Sherris — 3-е изд. — McGraw Hill, 2003. — 992 с.
2. Swanson M. Legionella: Molecular Microbiology / M. Swanson, K. Heuner // Caister Academic Pr, 2008. — 249 с.
3. Поздеев О. К. Глава 20. Прихотливые аэробные грамотрицательные палочки и коккобактерии // Медицинская микробиология: учебное пособие / под ред. В. И. Покровского — 4-е изд. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. — С. 400.
4. Эпидемиологический надзор за легионеллезной инфекцией : Методические указания МУ 3.1.2.2412-08 — Офиц. Изд. — М. : Государственная санитарно-эпидемиологическая служба: Минздрав РФ, 2008. — 42 с. — (Нормативный документ Минздрава РФ. Методические указания.)
5. Профилактика легионеллеза : санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.2. 2626-10 — Офиц. Изд. — М. : Государственная санитарно-эпидемиологическая служба: Минздрав РФ, 2010. — 17 с. — (Нормативный документ Минздрава РФ. Санитарно-эпидемиологические правила).
6. Sutherland I. W. Biofilm exopolysaccharides: a strong and sticky framework / I. W. Sutherland // J. Microbiol. — 2001. — № 147. — P. 3—9.
7. Importance of fungal allergy / G. Loureiro, A.C. Loureiro, I. Carrapatoso

- [et al.] // Allergy. — 2000. — № 63. — V. 55. — P.970.
8. Биохимическая активность родов *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*. — Офиц. изд. — Харьков. : Харьковская медицинская академия последипломного образования, 2002. — 5 с. — (Нормативный документ Харьковской медицинской академии последипломного образования. Методические рекомендации).
  9. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 104444.2-94. — [Действителен от 1998-01-01] — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 14 с. — (межгосударственный стандарт СНГ).
  10. Микробиологическая диагностика заболеваний, вызываемых псевдомонадами и другими неферментирующими грамотрицательными бактериями. — Офиц. изд. — К. : Киевский государственный институт усовершенствования врачей МЗ СССР, 1988. — 24 с. — (Нормативный документ МЗ УССР. Методические рекомендации).
  11. Определение грамотрицательных потенциально патогенных бактерий - возбудителей внутрибольничных инфекций. — Офиц. изд. — Москва : Московский Областной Научно-Исследовательский Клинический Институт им. М.Ф. Владимирского. — 1987. — 35 с. — (Нормативный документ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Методические рекомендации).
  12. Danese P.N. Exopolysaccharide production is required for development of *Escherichiacoli* K-12 biofilm architecture / P. N. Danese, L. A. Pratt, R. Colter // J. Bacteriol. — 2000. — V. 182, № 12. — P. 3593—3596.
  13. Amoebae as Training Grounds for Intracellular Bacterial Pathogens/ M. Molmeret, M. Horn, M. Wagner, M. Santic [et al.] // Applied and environmental microbiology. — 2005. — Vol. 71, № 1. — P. 20—28.
  14. Interactions of *Limax* amoebae and gram-negative bacteria: Experimental studies and review of current problems / J. Walochnik, O. Picher, Ch.Asposck, M. [et al.] // Tokai J Exp Clin Med. — 1999. — V. 23, № 6. — P. 273—278.
  15. Анисимов А. П. Факторы *Yersinia pestis*, обеспечивающие циркуляцию и сохранение возбудителя чумы в экосистемах природных очагов / А. П. Анисимов // Молекул. генетика. — 2002. — № 3. — С. 3—23.

### Резюме

#### ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СПЛІТ-СИСТЕМ КРИМСЬКОГО РЕГІОНУ

*Козуля С.В., Павленко А.Л., Новіков А.В., Хмєлевська О.М.*

Внутрішнє середовище систем кондиціонування повітря сприятливе для утворення біоплівки, сформованих бактеріями, пліснявими і дріжджоподібними грибами, а також найпростішими. Асоціації цих біологічних контамінантів можуть бути джерелом забруднення повітря приміщень і сприяти зростанню захворюваності населення.

*Ключові слова: гігієна, мікрофлора повітря приміщень, системи кондиціонування повітря.*

### Summary

#### HYGIENICAL ESTIMATION OF THE SPLIT-SYSTEMS OF CRIMEAN REGION

*Kozulya S.V., Pavlenko A.L., Novikov A.V., Khmelevskaya O.N.*

The Internal environment of the climatization's systems is friendly to different species of bacteria, fungi and protozoa, which formed biofilms. Associations of these biological pollutants is a source of apartment's air contamination and potential threat for the people's health.

*Keywords: hygiene, microflora of apartment's air, systems of climatization.*

*Впервые поступила в редакцию 04.07.2012 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*