

РИСК ЗАРАЖЕНИЯ УСЛОВНО-ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРОЙ, ПЛЕСНЕВЫМИ И ДРОЖЖЕПОДОБНЫМИ ГРИБАМИ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

С.В. Козуля

ГУ Крымский государственный медицинский университет имени С.И. Георгиевского, Симферополь, Украина

Резюме. В помещениях 122 магазинов с установленными сплит-системами отбирались пробы воздуха. После включения систем кондиционирования отмечены негативные изменения в качественном составе воздуха. До включения систем кондиционирования условно-патогенные и патогенные бактерии присутствовали в 6,4% проб воздуха, плесневые грибы — в 27,8% проб, дрожжеподобные грибы — в 5,7%. После 30 мин работы сплит-систем условно-патогенные и патогенные бактерии обнаруживались в 97,5% проб воздуха, плесневые грибы — в 72,1% проб, дрожжеподобные грибы — в 27,9%. Кроме того, микроорганизмы, появившиеся в воздухе помещения после включения сплит-систем, соответствовали микрофлоре биопенки внутреннего блока сплит-систем в 100% случаев. Вариантов, при которых микрофлора, выделенная из биопенки системы удаления конденсата сплит-системы, отсутствовала бы в воздухе помещения после ее включения, не выявлено. То есть микрофлора, образующая биопенку в системе удаления конденсата, гарантированно является источником загрязнения воздуха помещения.

Ключевые слова: микрофлора воздуха помещений, системы кондиционирования воздуха.

Введение

Человек перестал приспосабливаться к меняющимся условиям окружающей среды и стал направлять свою деятельность на создание условий, оптимальных для собственного существования. Пример этого процесса — постройка жилых комплексов, оснащенных системами искусственного отопления, вентиляции, освещения, водоснабжения и водоотведения. К сожалению, недоработки в проектировании и неправильная эксплуатация этих систем могут отрицательно влиять на здоровье людей, в них проживающих [11, 15]. Одним из механизмов создания искусственной среды обитания являются системы кондиционирования воздуха, которые, при отсутствии регулярной очистки и дезинфекции, заселяются бактериями, грибами и простейшими, становясь источником загрязнения воздуха [13]. Из микроорганизмов, способных колонизировать системы кондиционирования воздуха, первыми были изучены легионеллы [14]. Вопрос легионеллеза остается актуальным до сих пор, поскольку работа централизованных систем

кондиционирования связана с циркуляцией воды, в которой создаются благоприятные условия для размножения легионелл. Но в настоящее время более широкое распространение получили малогабаритные и дешевые сплит-системы, в которых из-за особенностей конструкции сохранение и размножение легионелл невозможно. В связи с этим они не включены в список объектов, подлежащих контролю на наличие легионелл [10]. Однако сплит-системы нельзя считать абсолютно безопасными, поскольку в их внутреннем блоке имеются все условия для сохранения и размножения микрофлоры: влага (конденсируется из воздуха помещения), пригодные в пищу субстраты (мелкая пыль проходит сквозь фильтр) и плюсовая температура.

Цель работы — установить факт загрязнения воздуха помещений микрофлорой, заселяющей сплит-системы.

Материалы и методы

Исследование проводилось в городе Джанкой АР Крым на базе бактериологической лабо-

Автор:

Козуля С.В., к.м.н., доцент кафедры общей гигиены с экологией ГУ Крымский медицинский университет им. С.И. Георгиевского, Симферополь, Украина.

Адрес для переписки:

Козуля Сергей Валерьевич
95006, Украина, Автономная Республика Крым, г. Симферополь, б-р Ленина, 5/7,
Крымский Государственный Медицинский Университет имени С.И. Георгиевского,
кафедра общей гигиены с экологией.
Тел.: 38 (06522) 29-49-49 (служебн.); 38 (050) 397-36-67 (моб.).
E-mail: sergiykozulya@list.ru

поступила в редакцию 25.06.2013
отправлено на доработку 01.10.2013
принята к печати 09.10.2013

© Козуля С.В., 2013

ратории Джанкойской линейной СЭС на Приднепровской железной дороге. Обследовано 122 помещения (магазины продовольственных и непродовольственных товаров) с установленными сплит-системами. Первым этапом проводился отбор проб воздуха помещений с системой кондиционирования, выключенной не менее 12 часов. Использовались: пробоотборник бактериологический «Тайфун Р-40» (НПП «Элеком», Киев, Украина), питательная среда для выделения энтеробактерий (ФГУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», Оболенск, РФ), агар элективный солевой для выделения стафилококков (Государственное предприятие бактериальных заквасок, Киев, Украина), питательная среда для культивирования грибов (Экспериментальный завод медицинских препаратов, Киев, Украина), питательный агар для культивирования микроорганизмов (НПО «Микроген», Москва, РФ). Затем стерильным ватным тампоном на проволоке, вмонтированной в пробку пробирки, содержащей 1 мл питательного бульона для культивирования микроорганизмов (ЗАО «Научно-исследовательский центр фармакологии», Санкт-Петербург, РФ), отбирались пробы биопленки из поддона для сбора конденсата внутреннего блока сплит-системы. Через 30 мин после включения сплит-системы проводился повторный отбор проб воздуха помещения на те же питательные среды. Пробы доставляли в лабораторию, где проводили выделение чистых культур и их идентификацию [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Из биопленки предварительно готовили суспензию для посева на чашки Петри с вышеупомянутыми плотными питательными средами. Общее микробное число воздуха определялось аспирационным методом с использованием пробоотборника бактериологического «Тайфун Р-40» и чашек Петри с питательным агаром для культивирования микроорганизмов. Время отбора проб — 4 мин при скорости аспирации 25 л/мин. Далее посева инкубировались в термостате при температуре 37°C в течение 24 ч, затем выдерживались в течение 24 ч при комнатной температуре, после чего производился подсчет количества колоний с последующим перерасчетом на 1 м³ (то есть полученный результат умножался на 10).

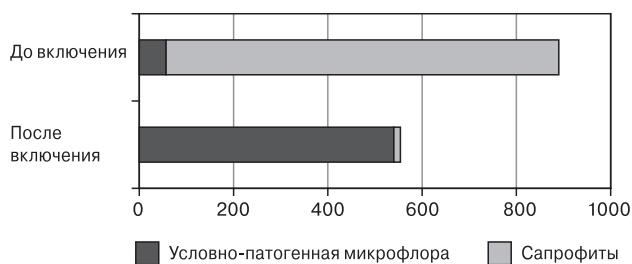


Рисунок. Общее микробное число воздуха, а также его загрязнение условно-патогенной микрофлорой до и после включения сплит-систем

Результаты

До включения сплит-систем микробная загрязненность воздуха помещений составляла, в среднем, 890 КОЕ. Через полчаса работы систем кондиционирования во всех обследованных помещениях данный показатель снизился, в среднем, на 37,8% (до 554 КОЕ), что объясняется адсорбцией крупных пылевых частиц фильтром внутреннего блока. Таким образом, зарегистрировано положительное влияние работающей сплит-системы на количественный показатель микробной загрязненности воздуха помещений (рис.).

Однако качественные изменения микробного пейзажа негативны. До включения систем кондиционирования условно-патогенная микрофлора обнаруживалась в воздухе 20 (6,4%) обследованных помещений, а после включения — 119 (97,5%). До включения сплит-систем в 14 пробах воздуха были обнаружены бактерии семейства *Enterobacteriaceae* (11,5%), представленного *Esherichia coli* (6 проб, 4,9%), *Citrobacter freundii* (2 пробы, 1,6%), *Hafnia alvei* (2 пробы, 1,6%), *Klebsiella pneumoniae* (3 пробы, 2,5%) и *Enterobacter aerogenes* (1 проба, 0,8%). После 30 минут работы систем кондиционирования число находок колиформных бактерий в воздухе увеличилось в 6,4 раза. В частности, *E. coli* была выделена в 42 случаях (34,4% от общего числа проб), *Citrobacter freundii* — в 8 (6,5%), *Hafnia alvei* — в 8 (6,5%), *Klebsiella pneumoniae* — в 7 (5,7%) и *Enterobacter aerogenes* — в 2 (1,6%). Также были обнаружены представители семейства *Enterobacteriaceae*, ранее в воздухе помещений не присутствовавшие: *Citrobacter diversus* (10 проб, 8,2%), *Serratia marcescens* (3 пробы, 2,5%), *Proteus inconstans* (4 пробы, 3,3%), *Enterobacter cloacae* (5 проб, 4,1%).

Аналогичная ситуация была зафиксирована с бактериями рода *Pseudomonas*. До включения систем кондиционирования *P. aeruginosa* присутствовала только в одной из проб (0,8%), а после включения — в 18 (14,8%). Через 30 мин работы сплит-систем из воздуха помещений также были выделены: *P. fluorescens* (3 пробы, 2,5%), *P. putida* (16 проб, 13,1%), *P. alcaligenes* (6 проб, 4,9%), *P. stutzeri* (2 пробы, 1,6%) и *Burkholderia cepacia* (7 проб, 5,7%). Частота находок *Staphylococcus aureus* выросла в 7 раз — с 5 проб (4,1%) до 35 (28,7%).

До включения систем кондиционирования плесневые грибы выделяли из воздуха 34 помещений (27,8%): *Penicillium* — 20 находок (16,4% проб), *Cladosporium* — 8 (6,5%), *Aspergillus* — 3 (2,4%), а также их ассоциации — 3 (2,4%). После включения сплит-систем плесневые грибы были обнаружены в 108 (88,5%) пробах: *Penicillium* — 53 находки (43,4% проб), *Cladosporium* — 23 (18,8%), *Aspergillus* — 7 (5,7%) и их ассоциации — 25 (20,5%). Аналогичная ситуация наблюдалась с дрожжеподобными грибами: до включения сплит-систем *Candida albicans* обнаружены в 7 пробах воздуха (5,7% от общего числа проб), после включения — в 34 пробах (27,9%).

Спектр микроорганизмов, появившихся в воздухе помещений после получаса работы систем кондиционирования, не отличался от такового в биопленках сплит-систем. Вариантов, при которых микрофлора, выделенная из биопленки системы удаления конденсата сплит-системы, отсутствовала бы в воздухе помещения после ее включения, не выявлено.

Обсуждение

Полученные данные доказывают факт загрязнения воздуха помещений микрофлорой, колонизирующей сплит-системы. Возможность распространения в воздухе *S. aureus*, *S. marcescens*, *K. pneumonia*, *P. aeruginosa* и *B. cepacia* настораживает в связи с их способностью вызывать заболевания дыхательной и других систем у лиц с ослабленным иммунитетом [3]. Наличие колиформных бактерий и золотистого стафилококка

в воздухе продовольственных магазинов является фактором риска пищевых токсикоинфекций и бактериальных токсикозов [2]. Микромицеты же принимают участие в патогенезе микозов, микогенной аллергии, бронхиальной астмы, экзозогенной аллергической альвеолита и т.д. [12]. Источником заселения сплит-систем является окружающая среда и находящиеся в помещении люди, поэтому предотвратить этот процесс проблематично. Следовательно, необходима разработка надежных способов дезинфекции сплит-систем для уничтожения заселяющей ее микрофлоры.

Благодарности

Автор благодарит работников бактериологической лаборатории Джанкойской линейной СЭС на Приднепровской железной дороге за помощь в проведении данных исследований.

Список литературы

1. 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).
2. Жаховський В.О., Козак Н.Д. Актуальні питання санітарно-гігієнічного та протиепідемічного забезпечення щодо біобезпеки харчування особового складу збройних сил України // Актуальні проблеми особливо небезпечних інфекцій та біологічної безпеки: матер. доповідей н.-п. конф. (Евпаторія, 18–20 вересня). — Евпаторія, 2012. — С. 87–90.
3. Лазоришинець В.В. Антибіотикорезистентність нозокоміальних штамів *Pseudomonas aeruginosa* у хірургічних стаціонарах України в 2009 році / Р.С. Козлов, А.А. Мартинович, А.В. Дехнич // Харківська хірургічна школа. — 2010. — № 6. — С. 71–75.
4. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus aureus*: ГОСТ 10444.2-94. — [Действителен от 1998-01-01]. — Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 14 с. — (межгосударственный стандарт СНГ).
5. Методы культивирования микроорганизмов: ГОСТ 26670-91. — [Действителен от 1993-01-01]. — М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. — 13 с. — (государственный стандарт СССР).
6. Метод определения дрожжей и плесневых грибов: ГОСТ 10444.12-88. — [Действителен от 1990-01-01]. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. — 10 с. — (государственный стандарт СССР).
7. Метод определения содержания плесеней по Говарду: ГОСТ 10444.14-91. — [Действителен от 1993-01-01]. — М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. — 9 с. — (государственный стандарт СССР).
8. 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).
9. Определение грамотрицательных потенциально патогенных бактерий — возбудителей внутрибольничных инфекций. — Офиц. изд. — М.: Московский Областной Научно-Исследовательский Клинический Институт им. М.Ф. Владимирского. — 1987. — 35 с. — (Нормативный документ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Методические рекомендации).
10. Профилактика легионеллеза: санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.2. 2626-10. — Офиц. изд. — М.: Государственная санитарно-эпидемиологическая служба: Минздрав РФ, 2010 г. — 17 с. — (Нормативный документ Минздрава РФ. Санитарно-эпидемиологические правила).

Ссылки 11–15 см. в References (с. 354). See References for numbers 11–15 at p. 354.

RISK TO BE INFECTED BY PROVISIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS, MOLD AND YEASTS IN URBAN ENVIRONMENT

Kozulya S.V.

Crimea State Medical University named after S.I. Georgievsky, Simpheropol, Ukraine

Abstract. The samples of air were taken in 122 shops with the split air conditioning systems. The unfavorable changes of air quality were detected after switching of air-conditioning systems. Before switching of the air-conditioning systems, the provisionally pathogenic and pathogenic bacteria in the air were presented in 6.4% of samples, the mould

fungi — in 27.8%, the yeast fungi — in 5.7%. After 30 minutes of split-systems operation, the provisionally pathogenic and pathogenic bacteria were found in 97.5% samples, mould fungi — in 72.1% and the yeast fungi — in 27.9%. Moreover, the species diversity of microorganisms in indoor air, after switching of split-system, was fully corresponded (100%) to the microflora of biofilms in internal block of the split-systems. Variants, in which microorganisms isolated from the biofilm in the condensate removal system after the switching split-systems was absent in premises air, were not determined. Thus, the microflora, which forms the biofilm in the condensate removal system, is a source of air pollution in the premises, where the split system were installed.

Key words: *microflora of indoor air, air conditioning system.*

Author:

Kozulya S.V. ✉, PhD (Medicine), Associate Professor, Department of General Hygiene of Environment, Crimea State Medical University named after S.I. Georgievsky.

95006, Ukraine, Crimea, Simferopol, Lenina blvd., 5/7.

Phone: 38 (06522) 29-49-49 (office); 38 (050) 397-36-67 (mobile). E-mail: sergiykozulya@list.ru

References

1. Biokhimicheskaya aktivnost' rodov Klebsiella, Enterobacter, Serratia, Hafnia. Normativnyy dokument Har'kovskoy meditsinskoy akademii posle diplomnogo obrazovaniya. Metodicheskie rekomendatsii [Normative document of the Kharkov medical academy of Postgraduate education. Methodical recommendations]. *Offic. publ. Kharkov: Kharkov medical academy of Postgraduate education, 2002, 5 p.*
2. Zhakhov'skiy V.O., Kozak N.D. Aktual'ni pitannya sanitarno-gigienichnogo ta protiepidemichnogo zabezpechennya shchodo biobezpeki kharchuvannya osobovogo skladu zbroynikh sil Ukraini [The topical questions of the sanitary-hygienic and antiepidemic support for biosafety of nutrition in Ukrainian Military Force] *Mater. dopovidey n-p konf. "Aktual'ni problemi osoblivo nebezpechnikh infektsiy ta biologichnoi bezpeki" (Evpatoriya, 18-20 veresnya)* [Abstract of scientific-practical conference "Topical problems of especially dangerous infections and biological safety" (Evpatoriya, September, 18–20)]. *Evpatoriya, 2012, p. 87–90.*
3. Lazorishinets' V.V. Antibiotikorezistentnist' nozokomial'nikh shtamiv Pseudomonas aeruginosa u khirurgichnikh statsionarakh Ukraini v 2009 rotsi (Pod.red. R.S. Kozlov, A.A. Martinovich, A.V. Dekhnich) [Antibiotics resistance of nosocomial strains Pseudomonas aeruginosa in surgical department of Ukraine in 2009 year (Ed. by R.S. Kozlov, A.A. Martyn, A.V. Dekhnich)]. *Harkiv'ska khirurgichna shkola — Kharkiv Surgical School, 2010, no. 6, pp. 71–75.*
4. GOST 10444.2-94. — [Deystvitelen ot 1998-01-01] Metody vyavleniya i opredeleniya kolichestva Staphylococcus aureus (Mezhgosudarstvennyy standart SNG). (State Standard 10444.2-94. [Actual from 1998-01-01]. [Methods of identification and quantity determination of Staphylococcus aureus (Intergovernmental standard of the CIS)]. *Minsk: Intergovernmental Council of Standardization, Metrology and Certification, 1997, 14 p.*
5. GOST 26670-91. Metody kul'tivirovaniya mikroorganizmov. [Deystvitelen ot 1993-01-01] (Gosudarstvennyy standart SSSR) [State Standard 26670-91. [Actual from 1993-01-01]. Methods of cultivation of microorganisms (State Standard of the USSR)]. *Moscow: Committee of Standardization and Metrology of the USSR, 1991, 13 p.*
6. GOST 10444.12-88. Metod opredeleniya drozhzhey i plesnevnykh gribov. [Deystvitelen ot 1990-01-01] (Gosudarstvennyy standart SSSR) [State Standard 10444.12-88. [Actual from 1990-01-01]. Method of identification of yeasts and fungi (State Standard of the USSR)]. *Moscow, State Committee of the USSR on Standards, 1988, 10 p.*
7. GOST 10444.14-91. Metod opredeleniya sodержaniya pleseney po Govardu. [Deystvitelen ot 1993-01-01] (Gosudarstvennyy standart SSSR). [State Standard 10444.14-91. [Actual from 1993-01-01]. Method of identification of mold fungi by Howard (State Standard of the USSR)]. *Moscow: Committee of Standardization and Metrology of the USSR, 1992, 9 p.*
8. Mikrobiologicheskaya diagnostika zabolevaniy, vzyvaemykh psevdomonadami i drugimi nefermentiruyushchimi gramotritsatel'nymi bakteriyami. (Normativnyy dokument MZ USSR. Metodicheskie rekomendatsii) [Microbiological diagnostics of diseases, caused by pseudomonads and other un-fermenting gram-negative bacteria (Normative document of USSR Ministry of Healthcare. Methodical recommendations)]. *Kiev, Kiev state institute of Doctor's Postgraduate education, USSR Ministry of Healthcare, 1988, 24 p.*
9. Opredelenie gramotritsatel'nykh potentsial'no patogennykh bakteriy — vzbuditeley vnutribol'nichnykh infektsiy. (Normativnyy dokument MONIKI im. M.F. Vladimirovskogo. Metodicheskie rekomendatsii) [Identification of gram-negative potential pathogenic bacteria — agents of nosocomial infections. (Normative document of MRCRI named after M.F. Vladimirovskiy, 1987, 35 p. Methodical recommendations)]. *Moscow, Moscow Regional Clinical-Research Institute named after M.F. Vladimirovskiy, 1987, 35 p.*
10. Profilaktika legionelleza: sanitarno-epidemiologicheskoe pravila SP 3.1.2. 2626-10 (Normativnyy dokument Minzdrava RF. Sanitarno-epidemiologicheskoe pravila) [Prophylaxis of legionellosis: sanitary-epidemiology rules 3.1.2. 2626-10. (Normative document Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Sanitary-epidemiological rules)]. *Moscow: Governmental Sanitary-Epidemiological Service: Ministry of Health of the Russian Federation, 2010, 17 p.*
11. Babatsikou F.P. The sick building syndrome. *Health Sci. J., 2011, vol. 5, iss. 2, pp. 72–73.*
12. Chen W.Y., Tseng H.I., Wu M.T., Hung H.C., Wu H.T., Chen H.L., Lu C.C. Synergistic effect of multiple indoor allergen sources on atopic symptoms in primary school children. *Environ. Res., 2003, vol. 93, pp. 1–8.*
13. Ross C., Menezes J., Svidzinski T., Albino U., Andrade G. Studies on fungal and bacterial population of airconditioned environments. *Braz. Arch. Biol. Technol., 2004, vol. 47, no. 5, pp. 827–835.*
14. Swanson M., Heuner K. Legionella: molecular microbiology. *Caister Academic Press, 2008. 249 p.*
15. Woods J.E. An engineering approach to controlling indoor air quality. *Environ. Health Perspect., 1991, vol. 95, pp. 15–21.*