

А. О. Иванов<sup>1</sup>, В. А. Иванцов<sup>2</sup>, О. И. Сылка<sup>2</sup>, С. М. Богаченко<sup>3</sup>, В. А. Сальников<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-исследовательский институт Геропротекторных технологий»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

<sup>3</sup>Федеральное казенное учреждение «1602 Военный клинический госпиталь»  
Министерства обороны Российской Федерации,  
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар, Российская федерация

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВОЗДУШНЫХ СРЕД СПЕЦИАЛЬНОГО СОСТАВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБИТАЕМЫХ ГЕРМООБЪЕКТОВ**

### ***Введение***

Известно, что проблема подавления возбудителей инфекции (типа «госпитальных штаммов») в коллективах, выполняющих задачи в герметично замкнутых объектах (объектах закрытого типа – ОЗТ) в настоящее время не решена [1, 2]. Одной из возможностей, вносящей вклад в решение данной проблемы, является применение технологии создания искусственных газовых сред (ИГС) с высоким содержанием аргона (АрИГС) и пригодных для дыхания при длительном пребывании [3]. Несмотря на то, что действие аргона на процессы дыхания и развития изучались рядом исследователей, сведения о влиянии аргона на живые объекты скудны и противоречивы. Зафиксировано, что аргон снижает потребление кислорода дрожжами [4]. При изучении влияния аргона на характеристики микроорганизмов выявлено достоверное снижение частоты переноса R-плазмид *Escherichia coli*, определяющих устойчивость к антибактериальным препаратам, изменение культуральных характеристик [5, 6]. Однако проведенных к настоящему времени исследований, подтверждающих эффективность применения аргонсодержащих ИГС для подавления патогенных микроорганизмов явно недостаточно.

### ***Цель***

Микробиологическая оценка влияния искусственных газовых сред с высоким содержанием аргона на культуры микроорганизмов для определения потенциальной противоэпидемической эффективности применения таких ИГС на ГОО.

### ***Материалы и методы исследования***

Лабораторные исследования проведены в микробиологической лаборатории «Северо-Западный центр доказательной медицины» (Санкт-Петербург). Для тестирования выбраны санитарно-показательные и условно-патогенные бактерии, вызывающие инфекционные заболевания человека и свидетельствующие о возможном санитарном неблагополучии.

Выбор микроорганизмов определялся эпидемиологическими путями распространения этиологических агентов: воздушно-капельные инфекции – *S. aureus*, фекально-оральные – *E.coli* и *K.pneumoniae*, широко распространенные в окружающей среде неферментирующие микроорганизмы *A.baumannii* и *P.aeruginosa*, а так же наличием факторов патогенности у этих бактерий и вызываемыми ими тяжелыми инфекциями при возможности транзитного носительства. Учитывая данные о широком распространении резистентных штаммов, в работу включены микроорганизмы с высоким уровнем резистентности (MDR): нечувствительные к метициллину *S. aureus* (MRSA), мультирезистентные грамотрицательные бактерии (MRGN): *P.aeruginosa* (MR-Pa), *A. baumannii* (MR-Ab), а также энтеробактерии, резистентные к карбапенемам (CRE). Проведена оценка роста грибов.

Эталонные (референтные) штаммы получены из Американской коллекции типовых культур (ATCC): *S.aureus* ATCC 25923, *E.coli* ATCC 25922, *K.pneumoniae* ATCC 13883, *K.pneumoniae* ATCC 700603, *P.aeruginosa* ATCC 27853, *C.albicans* ATCC 10231; контрольные штаммы микроорганизмов, возбудителей внутрибольничных инфекций, хранятся в рабочей коллекции лаборатории: *S.aureus* MRSA (№ 366), *K.pneumoniae* CRE (№ 425), *A.baumannii*, *A.baumannii* MR-Ab (№ 422), *P.aeruginosa* MR-Pa (№406).

Все исследования проведены согласно международным стандартам [7] на сертифицированном лабораторном оборудовании.

Для создания газовой атмосферы использовались готовые искусственные газовые смеси разного состава (таблица 1) и прибор Anoxomat Mark II OP (Mart microbiology B.V, Голландия). Длительность и температурные условия культивирования создавались в соответствии с потребностями микроорганизмов.

Таблица 1. – Состав примененных искусственных газовых смесей

| № ИГС | Содержание<br>Ar (% об.) | Содержание<br>O <sub>2</sub> (% об.) | Содержание<br>N <sub>2</sub> (% об.) | Примечание        |
|-------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| 1.    | 0                        | 20                                   | 80                                   | Контроль (воздух) |
| 2.    | 30                       | 20                                   | 50                                   | ArИГС             |
| 3.    | 40                       | 20                                   | 40                                   | ArИГС             |

Число колоний, выросших на чашке, отражало количество жизнеспособных микроорганизмов, содержащихся в засеянном объеме исследуемого материала.

Количество колоний подсчитывали в каждой из засеянных чашек. Счет колоний на чашках произведен с помощью лупы на темном фоне.

Проведена оценка изменения количественных характеристик роста, культуральные свойства: характер роста на среде, чувствительность к антибактериальным препаратам. На плотной среде: форма и размер колоний, края колоний, цвет, консистенция, наличие и тип гемолиза, склонность к роению и т.д. Видовая идентификация микроорганизмов проведена с помощью MALDI-TOF масс-спектрометрии на приборе Maldi Biotyper (Bruker Daltonics, США). Наличие MDR штаммов выявляли при селективном культивировании. Устойчивость к антибиотикам для MDR изолятов подтверждали автоматизировано (Microscan Walk-Away System, США).

### **Результаты и обсуждение**

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние АрИГС на ростовые характеристики микроорганизмов (в % по отношению к выращиванию колоний на воздухе)

| Группы микроорганизмов | Номер АрИГС |      |
|------------------------|-------------|------|
|                        | № 2         | № 3  |
| MDR                    | -13%        | -13% |
| Условный патоген       | -7%         | -10% |
| Сапрофит               | -1%         | -1%  |
| Общее микробное число  | -4%         | -6%  |

Примечание – обозначение: MDR – *S.aureus* MRSA, *K.pneumoniae* CRE, *P.aeruginosa* MR-Pa, *A.baumannii* MR-Ab, Условный патоген – *P.aeruginosa* ATCC 27853, *S.aureus* ATCC 25923, Сапрофит – *E.coli* ATCC 25922, *K.pneumoniae* ATCC 13883, *A.baumannii*, *C.albicans* 10231.

Как следует из представленных данных, с учетом эпидемических путей распространения этиологических агентов, вызывающих воздушно-капельные инфекции, АрИГС оказывают существенное ингибирующее действие (около 13% по сравнению с обычными условиями) на типовые и резистентные культуры *S.aureus*. Перспективной является возможность управлять патогенностью *S.aureus* (в виде изменения гемолитической активности), которая снижается в присутствии АрИГС на 7% (ИГС № 2) и 10% (ИГС № 3). Важным фактом явилось снижение общего микробного числа микроорганизмов, так же зависящее от концентрации аргона в АрИГС.

Таким образом, есть основания полагать, что при большей концентрации аргона в ИГС указанные противозидемические качества АрИГС также повысятся.

На патогенные свойства неферментирующих микроорганизмов (*A.baumannii* и *P.aeruginosa*) аргонсодержащие среды существенного влияния не оказали.

### Выводы

По совокупности действия на условно-патогенную и полирезистентную микрофлору, с учетом эпидемиологии наиболее эффективное воздействие на ростовые и культуральные свойства микроорганизмов оказывает ИГС с концентрацией аргона 40 % об. В целом, результаты выполненной работы подтвердили гипотезу о возможности снижения (стабилизации) эпидемической опасности ГОО при применении в них ИГС с высоким содержанием аргона.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свистунова, Ю. В., Основные результаты эксперимента «Биориск» на Международной космической станции / Ю. В. Свистунова, В. М. Баранов, Н. А. Поликарпов и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2006. Т. 40. № 3. С. 3–9.
2. Богданов, А. А. Обитаемый корабль / А. А. Богданов. – СПб.: ООО «Галей Принт», 2015. – 288 с.
3. Способ подавления микроорганизмов / В. А. Петров, А. О. Иванов, Э. Н. Безкишский, Л. А. Корноухова и др.: Патент на изобретение № 2673554 от 28.11. 2018 г. – Бюл. № 34.
4. Cook S. F. The effect of helium and argon on metabolism and metamorphosis. // J. Cell. and Comp. Physiol., 1950, V. 36, P. 115.
5. Ильин, В. К. Влияние среды с повышенным парциальным давлением аргона и азота на морфологические свойства колоний *Escherichia coli* / В. К. Ильин, П. Э. Солдатов, З. О. Соловьева и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2005. – Т. 39, № 4. – С. 62–64
6. Ильин, В. К. Влияние повышенного парциального давления аргона и азота на частоту передачи Р-плазмиды *Escherichia coli* / В. К. Ильин, П. Э. Солдатов, З. О. Соловьева и др. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2005. Т. 39. № 3. С. 56–57.
7. Литусов, Н. В. Методы исследования в медицинской бактериологии / Н. В. Литусов. – Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2021. – 232 с.