

## ВИДОВАЯ СТРУКТУРА МИКРООРГАНИЗМОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

ПУГАЧ В.В.

Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии, г. Минск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2019. – Том 18, №5. – С. 35-44.

## SPECIES COMPOSITION OF MICROORGANISMS BEING A PART OF MICROBIOCENOSIS OF THE SWIMMING-POOLS

PUGACH V.V.

Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology, Minsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2019;18(5):35-44.

### Резюме.

Цель исследования – установить видовое разнообразие микроорганизмов, входящих в состав микробиоценозов плавательных бассейнов (ПБ).

Материал и методы. Исследованы пробы воды и смывы с поверхностей помещений и технологического оборудования 9 ПБ. Отбор проб воды и смывов, их транспортировка и исследование проводились в соответствии с действующим законодательством. Идентификация выявленных микроорганизмов осуществлялась на основании культуральных, морфологических и биохимических признаков, а также с помощью анализатора Vitek 2 Compact (Biomerieux, Франция).

Результаты. Выявлено 95 (46,1%) штаммов грамотрицательных бактерий (ГОб), 86 (41,7%) штаммов грамположительных бактерий (ГПБ), 11 (5,3%) штаммов плесневых грибов, 8 (3,9%) штаммов возбудителей дерматофитий и 6 (2,9%) штаммов дрожжеподобных грибов.

Большая часть штаммов выявлена в смывах со стен душевых (67 штаммов, 32,5%) и ножных ванн (61 штамм, 29,6%), наименьшая часть – в пробах воды, отобранных с глубины 25 см от поверхности зеркала воды (8 штаммов, 3,9%).

Уровень контаминации объектов внешней среды ПБ чаще всего составлял  $10^3$  КОЕ/мл, при этом 61% микроорганизмов был выявлен в количестве  $10^3$ - $10^7$  КОЕ/мл.

Наибольшее количество выявленных ГПБ принадлежало к роду *Staphylococcus* (40 штаммов, 46,5%), на долю *S. aureus* приходится 32,5% выявленных стафилококков. В структуре ГОб доминирующей группой были неферментирующие ГОб (НГОБ) – идентифицировано 84 штамма НГОБ, составляющие 88,4% выявленных ГОб.

Заключение. Низкие уровни контаминации воды ПБ не могут являться достоверным и достаточным показателем их микробиологической безопасности. Высокие уровни контаминации объектов внешней среды являются предпосылкой для инфицирования посетителей бассейнов, роста количества случаев инфекций, ассоциированных с посещением ПБ, особенно среди иммунокомпрометированных лиц.

*Ключевые слова:* плавательные бассейны, контаминация, внешняя среда, микроорганизмы.

### Abstract.

Objectives. To determine species composition of microorganisms (MO), being a part of microbiocenosis of the swimming – pools (SP).

Material and methods. Water samples and swabs from the surfaces of the premises and technological equipment were taken from 9 SP. Sampling, transportation and analysis were provided according to active legislation. MO identification resulted from bacteriological survey and with the help of the analyzer Vitek 2 Compact (Biomerieux, France).

Results. 95 (46.1%) strains of gram-negative bacteria (GNB), 86 (41.7%) strains of gram-positive bacteria (GPB), 11 (5.3%) strains of molds, 8 (3.9%) strains of dermatophytes and 6 (2.9%) strains of yeast-like MO were isolated.

The majority of all strains were isolated from the walls in shower-baths (67 strains, 32.5%) and foot baths (61 strain, 29.6%), the minority were found in water samples taken from 25 cm depth (8 strains, 3.9%). The most frequent contamination level in the SP was  $10^3$  CFU/ml, 61% of MO were isolated in quantities of  $10^3$ - $10^7$  CFU/ml.

The majority of GPB belonged to *Staphylococcus spp.* (40 strains, 46.5%). The part of *S. aureus* (13 strains) made up 32.5% of all staphylococci found. In the structure of GNB the group of non-fermentative bacteria (NGNB) prevailed (84 strains (88.4% of GNB)).

Conclusions. Low contamination levels of SP water cannot serve as an accurate and sufficient indicator of their microbiological safety. High levels of environmental contamination with MO create a pre-condition for SP visitors of getting an infection, which may lead to the increased quantity of infections, associated with the SP visits, especially among immunocompromised persons.

*Key words: swimming-pools, contamination, environment, microorganisms.*

Особое место в обеспечении эпидемического благополучия населения принадлежит санитарно-противоэпидемическим мероприятиям, направленным на контроль состояния объектов среды обитания человека. При этом наиболее значимыми являются вопросы обеспечения безопасности объектов, предназначенных для массового посещения, в числе первых – плавательные бассейны. Многие условно-патогенные микроорганизмы (УПМ) способны длительное время выживать в условиях повышенной влажности и/или водной среды, а также накапливаться в количествах, достаточных для развития инфекционного процесса при контакте с ними [1].

Многие УПМ характеризуются выраженной способностью к колонизации, следствием чего является частое обнаружение их в составе микрофлоры кожи и слизистых оболочек человека и животных, что в свою очередь обуславливает множественность механизмов и путей передачи этих микроорганизмов. Такие бактерии, как стафилококки и стрептококки, бактерии родов *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Listeria* и *Clostridium* являются известными и широко распространёнными возбудителями различных форм инфекционных заболеваний. Среди грамотрицательных микроорганизмов наибольшую медицинскую значимость имеют представители семейств *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, а также ряд неферментирующих грамотрицательных бактерий (НГОБ).

В ПБ как в объектах антропогенного происхождения имеются предпосылки для сохранения, накопления и циркуляции микроорганизмов, играющих значимую роль в патологии человека. Существование этих микроорганизмов в пределах одной популяции способно существенно повышать их патогенный потенциал, в первую очередь, за счёт накопления в количествах, доста-

точных для инфицирования людей, что особенно важно в случае посещения ПБ иммунокомпрометированными лицами.

Цель исследования – дать характеристику видового разнообразия микроорганизмов, входящих в состав микробиоценоза ПБ.

### Материал и методы

Материалом для данного исследования послужили пробы воды, отобранные из чаш ПБ с глубины 1 см (по 2 пробы на ПБ) и 25 см (по 2 пробы на ПБ) от поверхности зеркала воды, а также смывы с поверхностей помещений (стены зала бассейна и стены душевых) и технологического оборудования (ножные ванны и чаша бассейна) ПБ (по 2 смыва для определения состава бактериальной микрофлоры с каждого вида исследованных поверхностей, а также по 2 смыва для определения состава грибковой микрофлоры с каждого вида исследованных поверхностей). Материал для исследования был отобран в 9 ПБ г. Минска, в том числе 4 спортивных, 2 общественных, 1 школьном ПБ, а также 2 ПБ, функционирующих при учреждениях здравоохранения. 8 из 9 включённых в исследование ПБ относились к ПБ рециркуляционного типа, а 1 – к ПБ проточного типа. Химический метод дезинфекции воды применялся во всех включённых в исследование ПБ рециркуляционного типа, при этом в 7 из 8 ПБ применялись хлорсодержащие дезинфектанты, а в 1 – перекись водорода (в составе автоматизированной системы для комбинированной дезинфекции воды с помощью перекиси водорода и ультрафиолетового излучения). Отбор проб из одного и того же ПБ осуществляли однократно и в соответствии с требованиями нормативных правовых актов, действующих на территории Республики Беларусь [2-4]. Отбор смывов с поверх-

ностей помещений и технологического оборудования ПБ осуществляли при помощи стерильных марлевых салфеток размером 5×5 см в четырёх точках поверхности объекта с площади 100 см<sup>2</sup>. Непосредственно перед взятием смыва марлевые салфетки смачивали в стерильном растворе универсального нейтрализатора дезинфицирующих средств [5]. Смывы с поверхностей чаш ПБ отбирали на границе раздела фаз «вода-воздух», с других видов поверхностей – в местах наиболее вероятной и массивной контаминации (межплиточные швы, щели вокруг сливных отверстий ножных ванн и т. п.). После отбора смыва марлевые салфетки погружали в стерильный 0,9%-ный раствор хлорида натрия (для последующего исследования на грибковую микрофлору) или в 0,2%-ную пептонную воду (для последующего исследования на бактериальную микрофлору) и плотно закупоривали. Пробы воды и смывы маркировали, доставляли в лабораторию не позднее 2 часов с момента отбора и подвергали микробиологическому исследованию, при этом определяли видовую принадлежность и количество в 1 мл пробы воды или смыва всех выявленных микроорганизмов. Идентификация выявленных микроорганизмов осуществлялась на основании морфологических, культуральных и биохимических признаков [6]. В случае получения сомнительных результатов при использовании вышеперечисленных методов, идентификация проводилась с помощью автоматического микробиологического анализатора Vitek 2 Compact (Biomerieux, Франция). Статистическую обработку данных проводили с применением программы Microsoft Office Excel 2010, а также пакета для статистической обработки данных Statistica 10.

## Результаты

Микробиологическому исследованию были подвергнуты в общей сложности 36 проб воды и 144 смыва с поверхностей помещений и технологического оборудования ПБ (далее – образцы). Микробная контаминация была выявлена в 156 (86,7%) исследованных образцах. Информация о количестве отдельных видов образцов, из которых был получен рост микрофлоры, представлена в таблице 1.

Как следует из приведённой в таблице 1 информации, подавляющее большинство исследованных образцов были контаминированы культивируемыми микроорганизмами. Наибольшее количество контаминированных образцов было выявлено при анализе смывов со стен душевых, наименьшее – при исследовании проб воды.

Контаминация грамположительными микроорганизмами (ГПМ) была выявлена в 76 образцах (48,7%). В общей сложности было выделено 92 штамма ГПМ, в том числе 86 штаммов грамположительных бактерий и 6 штаммов дрожжеподобных грибов. При этом наибольшее количество штаммов ГПМ было выявлено в смывах со стен душевых (36 штаммов, 39,1%) и ножных ванн (29, 31,5%), наименьшее – в пробах воды с глубины 1 см и 25 см (3,3% и 5,4% соответственно).

В результате видовой идентификации выявленных ГПМ установлено, что их видовое разнообразие велико и включает в себя 24 таксономические единицы. В целом, ГПМ выявлялись в количествах от 10<sup>1</sup> КОЕ/мл до 10<sup>6</sup> КОЕ/мл, однако наибольшее количество штаммов было выявлено в количестве 10<sup>2</sup> КОЕ/мл (33 штамма, 35,9%). С

Таблица 1 – Микробная контаминация проб воды и смывов с поверхностей помещений и технологического оборудования плавательных бассейнов

Объект внешней среды	Общее количество образцов, шт.	Количество положительных образцов		Количество отрицательных образцов	
		Абс., шт.	Отн., %	Абс., шт.	Отн., %
Вода (25 см)	18	12	66,7%	6	33,3%
Вода (1 см)	18	12	66,7%	6	33,3%
Ножные ванны	36	32	88,9%	4	11,1%
Стены душевых	36	36	100,0%*	0	0,0%*
Стены зала бассейна	36	32	88,9%	4	11,1%
Чаша бассейна	36	32	88,9%	4	11,1%

Примечание: \* – различия в относительных количествах по сравнению с группами «Вода (25 см)» и «Вода (1 см)» достоверны. Достоверность различий определялась при помощи точного критерия Фишера при уровне значимости  $p < 0,05$ .

целью удобства обработки данных и отображения её результатов все выявленные ГПМ были распределены по 5 группам в зависимости от их морфологических и биохимических особенностей. Распределение выявленных штаммов ГПМ по группам представлено на рисунке 1.

В исследованных образцах в подавляющем большинстве случаев (71,74%) выявлялись бактерии, относящиеся к группам стафилококков и стафилококкоподобных микроорганизмов. При этом большинство выявленных штаммов ГПМ относились к роду *Staphylococcus*. Наименьшее количество выявленных микроорганизмов было идентифицировано как *Bacillus spp.* и различные виды дрожжеподобных грибов.

Информация о частоте выявления ГПМ в различных объектах внешней среды ПБ, а также об их видовой принадлежности представлена на рисунке 2.

Доминирующим видом стафилококков был *S. hominis* – на его долю приходится 40% в структуре выявленных *Staphylococcus spp.* На втором месте по количеству выявленных штаммов находится *S. aureus* (30%). Наименьшее количество штаммов среди выявленных стафилококков приходится на *S. pseudintermedius*, доля которого составляет 5%. При этом микроорганизмы рода *Staphylococcus* были выявлены во всех видах исследованных образцов в количествах от  $10^1$  КОЕ/мл до  $10^6$  КОЕ/мл. Следует отметить, что 50% и 41,67% выявленных штаммов *S. aureus* были выявлены в смывах со стен душевых и ножных ванн соответственно, в то время как в пробах воды они обнаружены не были.

Группа стафилококкоподобных микроорганизмов состояла из 6 видов микроорганизмов, относящихся к трём близкородственным таксо-

нам. Из 26 выявленных штаммов микроорганизмов этой группы 12 (46,2%) относятся к роду *Kocuria*, при этом наибольшее количество выявленных штаммов этого рода (7; 58,3%) относится к виду *K. kristinae*. 9 из 26 выявленных стафилококкоподобных микроорганизмов (34,6%) были идентифицированы как *Micrococcus luteus / lylae*. Видовая принадлежность 5 (19,2%) штаммов микроорганизмов определена как *Dermaococcus nishinomiyaensis / Kytococcus sedentarius*, что связано, в первую очередь, с близкими биохимическими профилями этих двух микроорганизмов. Массивность контаминации стафилококкоподобными микроорганизмами колебалась в пределах  $10^1$ - $10^5$  КОЕ/мл, при этом наибольшее количество штаммов было выявлено в смывах со стен душевых и поверхностей ножных ванн (10 (38,5%) и 8 (30,8%) штаммов соответственно).

Наибольшее количество штаммов (6; 42,9%) микроорганизмов группы стрептококков и стрептококкоподобных микроорганизмов было выявлено в результате микробиологического исследования смывов с ножных ванн, наименьшее – при исследовании смывов со стен зала бассейна, а также поверхности чаши бассейна (по 1 штамму, 7,1%). Стрептококки и стрептококкоподобные микроорганизмы выявлялись в количестве от  $10^1$  КОЕ/мл до  $10^6$  КОЕ/мл, при этом наибольшее количество штаммов микроорганизмов данной группы (4 штамма, 28,6%) идентифицированы как *Granulicatella elegans*.

При микробиологическом исследовании образцов внешней среды ПБ было выявлено 6 штаммов бактерий рода *Bacillus*: по 2 штамма были выявлены в смывах со стен зала бассейна и ножных ванн, а ещё по 1 штамму – в смывах со стен душевых и чаши бассейна. Количество вы-

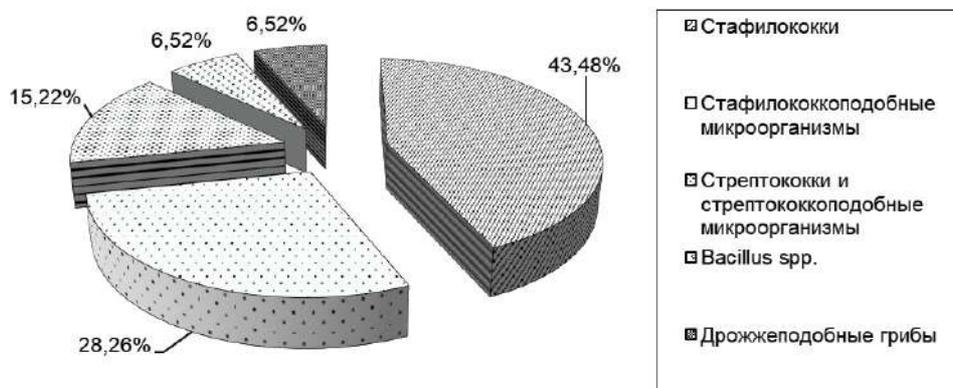


Рисунок 1 – Распределение по группам штаммов грамположительных микроорганизмов (n=92), выявленных в плавательных бассейнах.

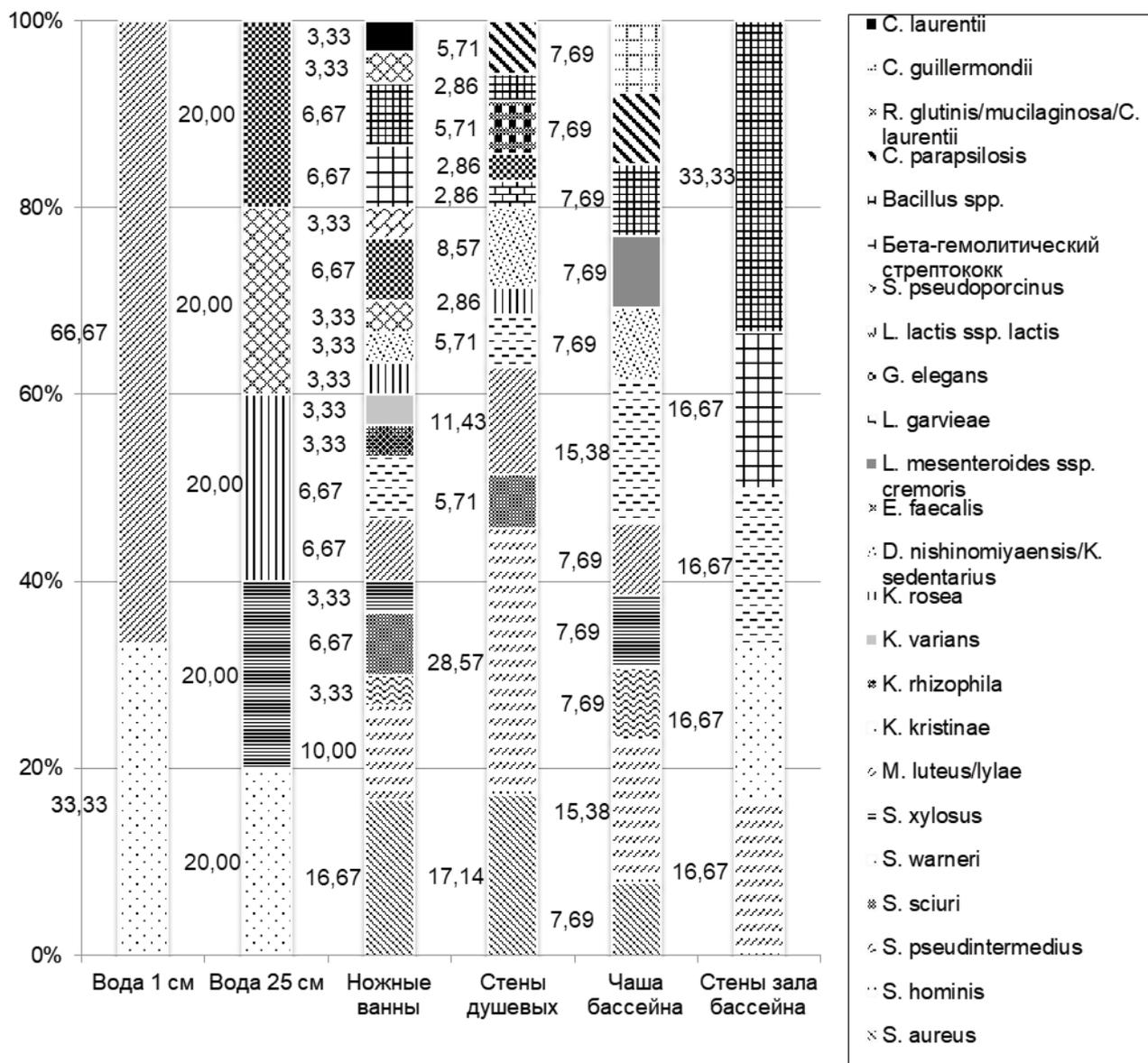


Рисунок 2 – Частота выявления грамположительных микроорганизмов в исследованных образцах объектов внешней среды плавательных бассейнов: в исследованных пробах воды, отобранных с глубины 1 см, выявлено 3 штамма ГПМ, в пробах воды, отобранных с глубины 25 см, – 5 штаммов, в смывах с ножных ванн – 30 штаммов, со стен душевых – 35 штаммов, с чаш бассейнов – 13 штаммов, со стен залов бассейнов – 6 штаммов.

явленных *Bacillus spp.* варьировало в пределах от  $10^1$  КОЕ/мл до  $10^5$  КОЕ/мл, при этом в наибольшем титре эти бактерии были выявлены в смывах с ножных ванн.

Выявленные микроорганизмы, идентифицированные как дрожжеподобные грибы, относились к 4 различным видам. Так, 3 штамма из 6 выявленных принадлежали к виду *Candida parapsilosis*, по 1 штамму – *Candida guilliermondii*, *Cryptococcus laurentii* и *Rhodotorula glutinis / mucilaginosa*. Выявленные дрожжеподобные грибы обнаружены в количествах от  $10^1$  КОЕ/мл до

$10^4$  КОЕ/мл в таких исследованных образцах, как смывы со стен душевых (2 штамма), смывы с ножных ванн (2 штамма) и смывы с чаши бассейна (2 штамма).

В результате проведённой видовой идентификации 95 выявленных штаммов ГОБ было установлено, что в состав микробиоценозов ПБ входят микроорганизмы, относящиеся к 24 таксономическим единицам. В целом, ГОБ выявлялись в количествах от  $10^1$  КОЕ/мл до  $10^7$  КОЕ/мл, однако наибольшее количество штаммов было выявлено в количестве  $10^3$  КОЕ/мл (42

штамма, 44,2%). С целью удобства обработки данных и отображения её результатов все выявленные ГОБ были распределены по 4 группам в зависимости от их морфологических и биохимических особенностей: представители семейства *Enterobacteriaceae*, родов *Pseudomonas*, *Acinetobacter* и группа минорных (относительно редко встречающихся в клинической практике) видов НГОБ и прочих микроорганизмов. Распределение выявленных штаммов ГОБ по группам представлено на рисунке 3.

Подавляющее большинство выявленных в исследованных образцах ГОБ относятся к группе НГОБ (90,5%). При этом наибольший удельный вес в структуре исследованных штаммов ГОБ имеют микроорганизмы, отнесённые к группе минорных видов НГОБ и прочих микроорганизмов (46,3%), а наименьший – представители семейства *Enterobacteriaceae* (9,5%).

Информация о частоте выявления ГОБ в различных объектах внешней среды ПБ, а также об их видовой принадлежности представлена на рисунке 4.

Примечание: в исследованных пробах воды, отобранных с глубины 1 см, выявлено 8 штаммов ГОБ, в пробах воды, отобранных с глубины 25 см, – 3 штамма, в смывах с ножных ванн – 29 штаммов, со стен душевых – 25 штаммов, с чаш бассейнов – 20 штаммов, со стен залов бассейнов – 10 штаммов.

Выявленные представители семейства *Enterobacteriaceae* относились к 5 таксономическим единицам, при этом в большинстве случаев ГОБ этой группы были идентифицированы как *E. coli* и *Pantoea spp.* (по 3 штамма, 33,3%). Больше всего штаммов энтеробактерий было выявлено в

смывах с ножных ванн ПБ (5 штаммов, 55,6%).

Наибольшее количество исследованных штаммов микроорганизмов этой группы были идентифицированы как *A. baumannii complex* (12 штаммов, 66,7%), наименьшее – как *A. haemolyticus* (1 штамм, 5,6%). Наибольшее количество штаммов *Acinetobacter spp.* было выявлено в смывах с поверхностей ножных ванн и чаш ПБ (по 7 штаммов, 38,9%), наименьшее – со стен зала ПБ (1 штамм, 5,6%).

Наибольшее количество штаммов микроорганизмов рода *Pseudomonas* было выявлено в смывах со стен душевых (8 штаммов, 33,3%) и несколько меньше (7 штаммов, 29,2%) – в смывах с ножных ванн ПБ. Более половины выявленных штаммов псевдомонад относились к виду *P. aeruginosa* (13 штаммов, 54,2%), при этом 3 штамма синегнойной палочки были выявлены в пробах воды, отобранных с глубины 1 см. Наименьшее количество штаммов псевдомонад было идентифицировано как *P. alcaligenes* и *P. oleovorans* (по 1 штамму, 4,2%).

В состав последней группы ГОБ входило 10 таксономических единиц микроорганизмов, 9 из которых были идентифицированы как представители минорных видов НГОБ. Наибольшее количество штаммов микроорганизмов этой группы было идентифицировано как *S. paucimobilis* (25 штаммов, 56,8%), наименьшее – как *A. xylosoxidans*, *A. hydrophila*, *A. sobria*, *R. gilardii* и *S. putrefaciens* (по 1 штамму, 2,3%). Следует отметить, что микроорганизмы этой группы были выявлены во всех исследованных видах образцов, при этом наибольшее количество штаммов было выявлено в смывах со стен душевых (12 штаммов, 27,3%), наименьшее – в пробах

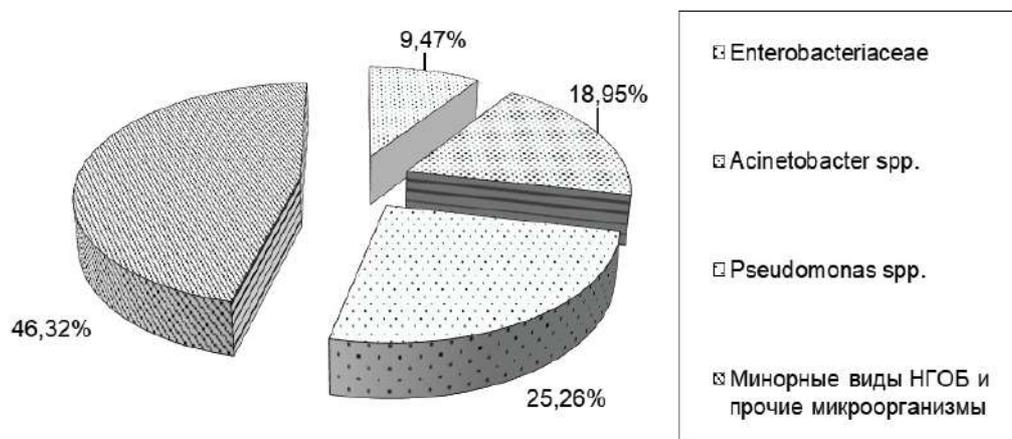


Рисунок 3 – Распределение по группам штаммов грамотрицательных бактерий (n=95), выявленных в плавательных бассейнах.

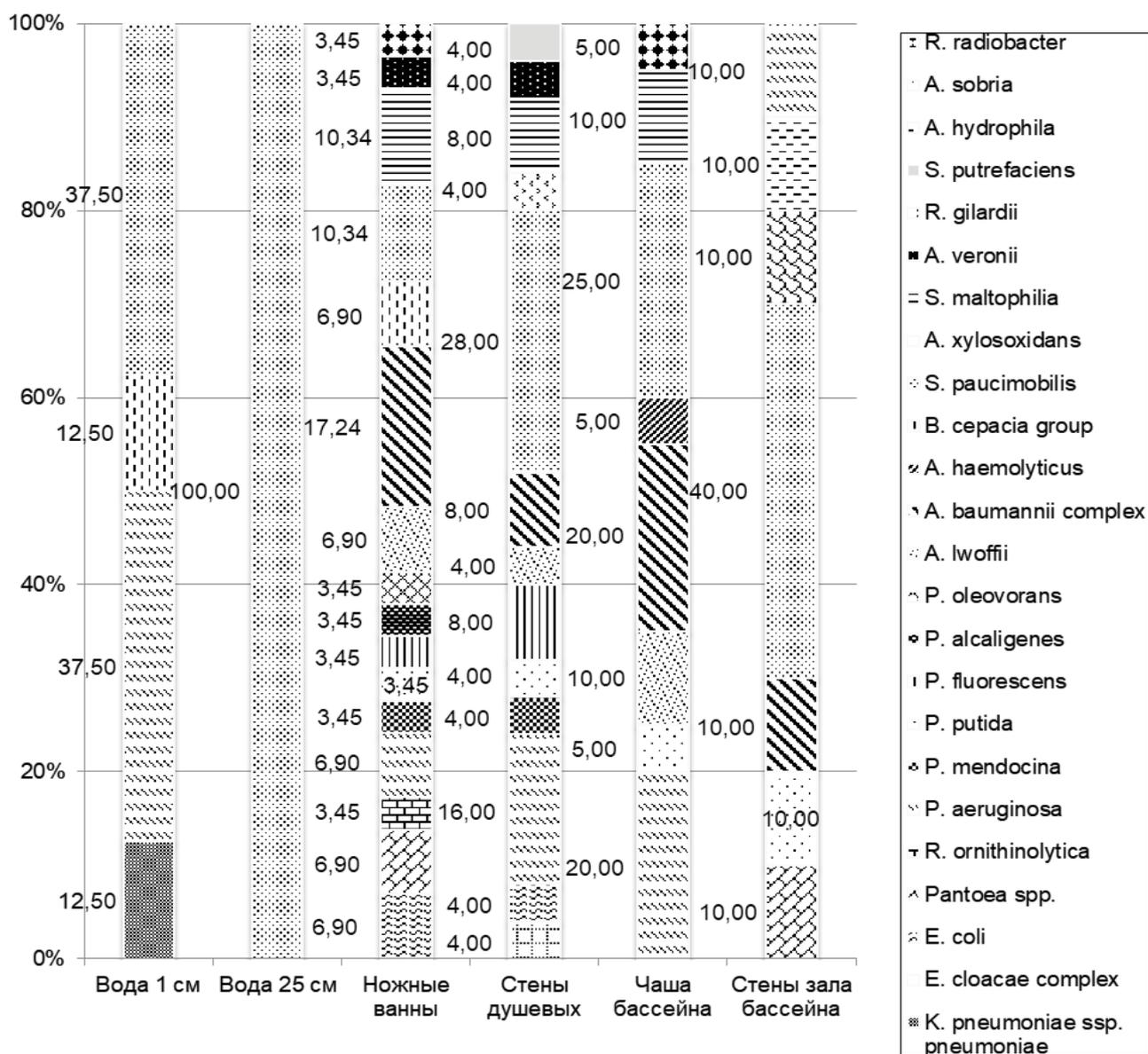


Рисунок 4 – Частота выявления грамотрицательных бактерий в исследованных образцах объектов внешней среды плавательных бассейнов.

воды, отобранных с глубины 25 см (3 штамма, 6,8%).

В результате анализа микро- и макроскопических признаков выявленных 19 штаммов грибов установлено, что 11 из них могут быть отнесены к роду *Aspergillus*, а 8 – к роду *Trichophyton*. Информация о количестве выявленных штаммов плесневых грибов и дерматофитов в исследованных образцах представлена в таблице 2.

Наибольшее количество штаммов грибов было выявлено в смывах со стен душевых (6 штаммов, 31,6%), наименьшее – в пробах воды, отобранных с глубины 1 см (1 штамм, 5,26%). В пробах воды, отобранных с глубины 25 см,

плесневых грибов и дерматофитов выявлено не было. Следует отметить, что штаммы дерматофитов выявлялись в примерно одинаковом количестве смывов разных видов и не обнаруживались в пробах воды, в то время как 45,5% штаммов плесневых грибов были выявлены в смывах со стен душевых.

### Обсуждение

Большая часть проводимых в мире микробиологических исследований ПБ посвящена выявлению микроорганизмов в пробах воды, отобранных из чаши плавательного бассейна, либо

Таблица 2 – Видовая структура и контаминация объектов внешней среды плавательных бассейнов плесневыми грибами и дерматофитами

Вид микроорганизма	Количество штаммов микроорганизмов, выделенных из объектов внешней среды ПБ						
	Вода (1 см)	Вода (25 см)	Ножные ванны	Стены душевых	Стены зала бассейна	Чаша бассейна	Всего
<i>Aspergillus spp.</i>	1	-	1	5	2	2	11
<i>Trichophyton spp.</i>	-	-	2	1	2	3	8

в образцах, отобранных из системы подготовки воды, подаваемой в чашу бассейна (загрузка фильтров, фрагменты водопроводных труб и пр.). Перечень искомым микроорганизмов, как правило, ограничивается видами, поиск которых регламентирован нормативными документами. При этом исследователями отмечается, что многие ГПМ и ГОБ способны обуславливать возникновение и развитие инфекций у человека при условии их накопления в/на объектах внешней среды в достаточных количествах и при достаточной экспозиции [7-9].

В научной литературе, находящейся в свободном доступе, не было обнаружено исследований, посвящённых проведению видовой идентификации максимально широкого спектра УПМ, которые могут быть выявлены при санитарно-микробиологических исследованиях ПБ, причём не только в воде и/или системах водоподготовки, но и на поверхностях помещений и технологического оборудования ПБ.

В результате проведённого исследования был установлен видовой состав микробиоценозов ПБ, дана количественная характеристика контаминации различных объектов внешней среды ПБ микроорганизмами, что позволяет более полно охарактеризовать микробиоценозы ПБ. Показано, что в состав микробиоценозов ПБ могут входить представители 50 таксономических единиц микроорганизмов, при этом многие из них обладают патогенным потенциалом и имеют определённое клиническое значение, особенно для иммунокомпрометированных лиц. 44,6% штаммов ГПМ и 76,8% штаммов ГОБ были выявлены в количествах  $10^3$  КОЕ/мл и выше, что является предпосылкой для инфицирования посетителей ПБ и повышения вероятности развития инфекций, ассоциированных с посещением ПБ.

Полученные данные свидетельствуют о выраженной неравномерности колонизации объ-

ектов внешней среды ПБ микроорганизмами. Факт относительно редкого выявления ГПМ и представителей семейства Enterobacteriaceae в пробах воды ПБ согласуется с данными мировой научной литературы [10, 11]. В то же время было установлено, что ГПМ и ГОБ выявляются в смывах с поверхностей помещений и технологического оборудования (в первую очередь, в смывах со стен душевых и поверхностей ножных ванн) существенно чаще и в больших количествах, чем в пробах воды. Это обстоятельство свидетельствует в пользу необходимости проведения рутинного санитарно-микробиологического контроля смывов с этих объектов с целью получения объективной и более полной информации о вероятных рисках для здоровья посетителей ПБ, связанных с контактом с микроорганизмами-представителями микробиоценозов ПБ.

Выявление штаммов *E. faecalis* в пробах воды, отобранных с глубины 25 см, а также в смывах с поверхностей ножных ванн свидетельствует о вероятной фекальной контаминации объектов, из которых были отобраны образцы. С учётом большей устойчивости в окружающей среде, а также более высокой резистентности к дезинфицирующим средствам энтерококков по сравнению с бактериями группы кишечной палочки, определение этих микроорганизмов в объектах внешней среды, вероятно, будет более достоверно отражать санитарное состояние ПБ.

26,3% выявленных ГОБ относятся к виду *S. paucimobilis*, которые были выявлены во всех видах исследованных образцов, а 84% штаммов было выявлено в количествах  $10^3$  КОЕ/мл и более. *S. paucimobilis* способны обуславливать широкий спектр инфекций, в том числе при инфицировании во внебольничной среде, а количество случаев подтверждённой инфекции этим возбудителем увеличивается [12]. Персистирование этого микроорганизма в ПБ обуславливает дополнительные риски для здоровья посетителей

ПБ, в первую очередь, для иммунокомпрометированных лиц.

### Заключение

Результаты проведённого исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1) микробиоценозы ПБ являются сложной биологической системой, существенная доля в структуре которой принадлежит клинически значимым микроорганизмам;

2) спектр микроорганизмов, выявляемых в ПБ, широк, представлен 50 таксономическими единицами, преимущественно представителями микробиоценозов кожи и слизистых оболочек человека, способными длительное время сохраняться на объектах внешней среды;

3) санитарно-микробиологические исследования воды ПБ, проведение которых регламентировано действующей нормативно-правовой документацией Республики Беларусь, не позволяют получить представление о видовом составе и количественных характеристиках представителей микробиоценозов ПБ, вследствие чего реальные риски для здоровья посетителей ПБ могут быть недооценены;

4) требуется проведение более глубоких исследований (в том числе с применением молекулярно-генетических методов), посвящённых оценке патогенного потенциала выявленных микроорганизмов для обеспечения биологической безопасности населения путём снижения вероятности возникновения и развития инфекционной патологии, ассоциированной с посещением ПБ.

Следует отметить, что результаты настоящего исследования имеют ограниченную область применения ввиду особенностей исследованной выборки ПБ и их экстраполяция в масштабах республики должна осуществляться с осторожностью. Однако эти результаты могут быть использованы в качестве ожидаемых при разработке дизайна и организации подобных исследований как в других регионах Республики Беларусь и/или странах ближнего и дальнего зарубежья, так и при исследовании более крупных выборок ПБ.

### Литература

1. Recreational Water Illness [Electronic resource] / Centers for Disease Control and Prevention. – Mode of access: <https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/swimmers/rwi.html>. – Date of access: 19.09.2019.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – Введ. 2001–07–01. – Режим доступа: [https://znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_R\\_515922000\\_Voda\\_Obshhie.html](https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_R_515922000_Voda_Obshhie.html). – Дата доступа: 19.09.2019.
3. СТБ ГОСТ Р 51593-2001. Вода питьевая. Отбор проб [Электронный ресурс]. – Введ. 2002–11–01. – Режим доступа: [http://gost-snip.su/document/stb\\_gost\\_r\\_51593\\_2001\\_voda\\_pitevaya\\_otbor\\_prob](http://gost-snip.su/document/stb_gost_r_51593_2001_voda_pitevaya_otbor_prob). – Дата доступа: 19.09.2019.
4. Гигиенические требования к устройству, оборудованию и эксплуатации плавательных бассейнов [Электронный ресурс] : санитар. нормы, правила и гигиен. нормативы : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 22 сент. 2009 г., № 105. – Режим доступа: [https://pda.sanatorii.by/?Gigienicheskie\\_trebovaniya\\_k\\_ustrojstvu\\_oborudovaniyu\\_i\\_ekspluatácii\\_plavatelnyh\\_bassejnov](https://pda.sanatorii.by/?Gigienicheskie_trebovaniya_k_ustrojstvu_oborudovaniyu_i_ekspluatácii_plavatelnyh_bassejnov). – Дата доступа: 24.09.2019.
5. МУ 3.5.1.3439-17. Оценка чувствительности к дезинфицирующим средствам микроорганизмов, циркулирующих в медицинских организациях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://62.rospotrebnadzor.ru/content/mu-3513439-17-ocenka-chuvstvitelnosti-k-dezinficiruyushchim-sredstvam-mikroorganizmov>. – Дата доступа: 19.09.2019.
6. Методы санитарно-микробиологического контроля воды плавательных бассейнов : инструкция по применению : утв. МЗ РБ 19 марта 2010 г., № 070-0210 / В. П. Филонов [и др.]. – Минск, 2010. – 25 с.
7. Granulicatella infection: diagnosis and management / J. S. Cargill [et al.] // J. Med. Microbiol. – 2012 Jun. – Vol. 61, pt. 6. – P. 755–761.
8. The expanding spectrum of human infections caused by *Kocuria* species: a case report and literature review / S. Purty [et al.] // Emerg. Microbes Infect. – 2013 Oct. – Vol. 2, N 10. – P. e71.
9. Peters, M. C. F. M. Microbiology in swimming pools: UV-based treatment versus chlorination : doctoral thesis / M. C. F. M. Peters ; Delft University of Technology. – [S. L.], 2016. – 165 p.
10. Ajadi, F. A. Microbial Assessment of Swimming Pools from Selected Hotels in Osogbo Metropolis, Osun State, Nigeria / F. Ajadi, O. A. Thonda // J. Advances Microbiol. – 2017 Dec. – Vol. 7, N 3.
11. Assessment of Microbial Contamination and Physicochemical Condition of Public Swimming Pools in Kashan, Iran / S. Rasti [et al.] // Jundishapur J. Microbiol. – 2012. – Vol. 5, N 3. – P. 450–455.
12. Sphingomonas paucimobilis infections in children: 24 case reports / N. Bayram [et al.] // Mediterr J. Hemato. Infect. Dis. – 2013 Jun. – Vol. 5, N 1. – P. e2013040.

Поступила 18.06.2019 г.

Принята в печать 27.09.2019 г.

## References

- Centers for Disease Control and Prevention. Recreational Water Illness [Internet]. 2019 [cited 2019 Sep 19]. Available from: <https://www.cdc.gov/healthywater/swimming/swimmers/rwi.html>
- GOST R 51592-2000. Water. General sampling requirements [Elektronnyi resurs]. Vved 2001–07–01. Rezhim dostupa: [https://znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_R\\_515922000\\_Voda\\_Obshhie.html](https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_R_515922000_Voda_Obshhie.html). Data dostupa: 19.09.2019. (In Russ.)
- STB GOST R 51593-2001. Drinking water. Sample selection [Elektronnyi resurs]. Vved 2002–11–01. Rezhim dostupa: [http://gost-snip.su/document/stb\\_gost\\_r\\_51593\\_2001\\_voda\\_pitevaya\\_otbor\\_prob](http://gost-snip.su/document/stb_gost_r_51593_2001_voda_pitevaya_otbor_prob). Data dostupa: 19.09.2019. (In Russ.)
- Hygienic requirements for the design, equipment and operation of swimming pools [Elektronnyi resurs]: sanitarnyye normy, pravila i gigenychnyye normativy: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 22 sent 2009 g. № 105. Rezhim dostupa: [https://pda.sanatorii.by/?Gigienicheskie\\_trebovaniya\\_k\\_ustrojstvu\\_oborudovaniyu\\_i\\_ekspluatatsii\\_plavatelnyh\\_bassejnov](https://pda.sanatorii.by/?Gigienicheskie_trebovaniya_k_ustrojstvu_oborudovaniyu_i_ekspluatatsii_plavatelnyh_bassejnov). Data dostupa: 24.09.2019. (In Russ.)
- MU 3.5.1.3439-17. Assessment of sensitivity to disinfectants of microorganisms circulating in medical organizations [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://62.rospotrebнадзор.ru/content/mu-3513439-17-ocenka-chuvstvitel'nosti-k-dezinficiruyushchim-sredstvami-mikroorganizmov>. Data dostupa: 19.09.2019. (In Russ.)
- Filonov VP, Zastenskaya IA, Mel'nikova LA, Dudchik NV, Treshkova TS, Treylib VV, i dr. Methods of sanitary-microbiological control of swimming pool water: instruktsiia po primeneniui: utv MZ RB 19 marta 2010 g, № 070-0210. Minsk, RB; 2010. 25 p. (In Russ.)
- Cargill JS, Scott KS, Gascoyne-Binzi D, Sandoe JA. Granulicatella infection: diagnosis and management. J Med Microbiol. 2012 Jun;61(Pt 6):755-61. doi: 10.1099/jmm.0.039693-0
- Purty S, Saranathan R, Prashanth K, Narayanan K, Asir J, Devi CS, et al. The expanding spectrum of human infections caused by Kocuria species: a case report and literature review. Emerg Microbes Infect. 2013 Oct;2(10):e71. doi: 10.1038/emi.2013.71
- Peters MCFM; Delft University of Technology. Microbiology in swimming pools: UV-based treatment versus chlorination: doctoral thesis. [SL]; 2016. 165 p. doi: 10.4233/uuid:6461fab4-564a-4b91-851f-d27c96434991
- Ajadi FA, Thonda OA. Microbial Assessment of Swimming Pools from Selected Hotels in Osogbo Metropolis, Osun State, Nigeria. J Advances Microbiol. 2017 Dec;7(3). doi: 10.9734/JAMB/2017/38397
- Rasti S, Assadi MA, Iranshahi L, Saffari M, Gilasi HR, Pourbabaee M. Assessment of Microbial Contamination and Physicochemical Condition of Public Swimming Pools in Kashan, Iran. Jundishapur J Microbiol. 2012;5(3):450-5. doi: 10.5812/jjm.2478
- Bayram N, Devrim I, Apa H, Gülfidan G, Türkyılmaz HN, Günay I. Sphingomonas paucimobilis infections in children: 24 case reports. Mediterr J Hematol Infect Dis. 2013 Jun;5(1):e2013040. doi: 10.4084/MJHID.2013.040

Submitted 18.06.2019

Accepted 27.09.2019

### Сведения об авторах:

Пугач В.В. – научный сотрудник лаборатории клинической и экспериментальной микробиологии, Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8023-682X>.

### Information about authors:

Pugach V.V. – research officer of the Laboratory for Clinical and Experimental Microbiology, Republican Research and Practical Center for Epidemiology & Microbiology, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8023-682X>.

**Адрес для корреспонденции:** Республика Беларусь, 220114, г. Минск, ул. Филимонова, 23, Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии, лаборатория клинической и экспериментальной микробиологии. E-mail: [valeomed@mail.ru](mailto:valeomed@mail.ru) – Пугач Валентин Валентинович.

**Correspondence address:** Republic of Belarus, 220114, Minsk, 23 Filimonova str., Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology, Laboratory for Clinical and Experimental Microbiology E-mail: [valeomed@mail.ru](mailto:valeomed@mail.ru) – Valentin V. Pugach.