

УДК 579.65

Аутопробиотические капсулы на основе *Lactobacillus* spp. как средство профилактики дисбиотических нарушений микробиоты влагалища у испытательниц в годовом изоляционном эксперименте «SIRIUS-23»

Комиссарова Д.В.¹, Припутневич Т.В.², Муравьёва В.В.², Байрамова Г.Р.²,
Базухейр Даляль Халед², Ильин В.К.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации «Институт медико-биологических проблем» Российской академии наук
123007 Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
117198 Москва, ул. Академика Опарина, д. 4

Известно, что продолжительное нахождение в изолированных условиях приводит к существенному снижению защитных функций организма. Особенно актуальным является вопрос изменения микробиоты женских половых органов и разработка инновационных методов профилактики и коррекции возникающих нарушений, поскольку недавние исследования убедительно показали ухудшение состояния микробиоты влагалища и цервикального канала в условиях длительной изоляции.

Цель исследования: изучить влияние пробиотических препаратов на основе аутологичных штаммов *Lactobacillus* spp. на микрофлору влагалища у женщин в условиях длительной изоляции.

Методика. Из образцов отделяемого влагалища участниц эксперимента были выделены штаммы *Lactobacillus* spp. Препараты в виде капсул применялись дважды: в первые 30 дней изоляции и за 30 дней до её окончания с перерывом на менструацию (5–6 дней). В течение эксперимента (на 36-е, 64-е, 102-е, 123-е, 186-е, 256-е и 339-е сутки), а также до и после окончания изоляции проводилась оценка качественного и количественного состава микробиоты влагалища испытательниц. Идентификация микроорганизмов осуществлялась с помощью MALDI-TOF-MS анализа.

Результаты показали, что аутопробиотический препарат стабилизировал влагалищную микробиоту. Эффект от препарата сохранялся минимум в течение 64 суток. На 102-е сутки изоляции наблюдалось увеличение количества условно-патогенных микроорганизмов (УПМ) с одновременным снижением количества *Lactobacillus* spp., что, вероятно, связано с нештатной ситуацией на 95–114-е сутки изоляции, в течение которой у экипажа наблюдался дефицит продуктов питания и воды, а также психозмоциональным напряжением перед предстоящей напланетной деятельностью, запланированной на 125–129-е сутки изоляции. К концу изоляции (339-е сутки) снизилось количество УПМ и отмечалось достоверное увеличение количества вида *L. vaginalis*. Через 10 суток после выхода из изоляции зафиксировано снижение всех УПМ и увеличение численности вида *L. crispatus*, который составлял основу аутопробиотического препарата у всех испытательниц. Препарат сохранил свою эффективность даже после длительного хранения при температуре +4 °С в течение года.

Заключение. Аутопробиотические капсулы на основе вагинальных лактобацилл продемонстрировали способность поддерживать здоровую вагинальную микробиоту и предотвращать развитие дисбиотических состояний, что может использоваться впоследствии в длительных космических миссиях или на лунной базе.

Ключевые слова: изоляция; вагинальная микрофлора; аутопробиотики

Для цитирования: Комиссарова Д.В., Припутневич Т.В., Муравьёва В.В., Байрамова Г.Р., Базухейр Даляль Халед, Ильин В.К. Аутопробиотические капсулы на основе *Lactobacillus* spp. как средство профилактики дисбиотических нарушений микробиоты влагалища у испытательниц в годовом изоляционном эксперименте «SIRIUS-23». Патогенез. 2025; 23(4): 61–69.

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.04.61-69

Для корреспонденции: Комиссарова Дарья Валериевна, e-mail: d.komisarova@yandex.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках тем фундаментальных научных исследований FMFR-2024-0035.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 29.09.2025.

Probiotic capsules based on autologous *Lactobacillus* spp strains as countermeasures against vaginal dysbiosis of female volunteers in the annual isolation experiment "SIRIUS-23"

Komissarova D.V.¹, Priputnevich T.V.², Muravieva V.V.², Bairamova G.R.², Bazuheir Dalal Khaled², Ilyin V.K.¹

¹The Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences
Khoroshevskoe shosse 76A, Moscow 123007, Russian Federation

²Academician V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology
Academician Oparin Str. 4, Moscow 117198, Russian Federation

It is known that prolonged isolation leads to a significant reduction in the body's immune system. The issue of altering the microbiota of female genital organs and developing innovative methods for preventing and correcting emerging disorders is particularly relevant, as recent studies have convincingly demonstrated a deterioration in the condition of the vaginal and cervical microbiota under conditions of prolonged isolation.

The aim: to investigate the effect of probiotic preparations based on autologous *Lactobacillus* spp strains on the vaginal microflora in women under long-term isolation. *Lactobacillus* spp strains were isolated from the biomaterial samples. The preparations in the form of capsules were used twice: in the first 30 days of isolation and 30 days before its end with a break for menstruation (5-6 days).

Methods. During the experiment (on days 36, 64, 102, 123, 186, 256 and 339) as well as before and after isolation, the qualitative and quantitative composition of the vaginal microbiota of the volunteers was assessed. Microorganisms were identified using MALDI-TOF-MS analysis.

The results showed that the autoprobiotic preparation stabilized the vaginal microbiota. The effect of the preparation lasted for at least 64 days. On the 102nd day of isolation, an increase in the amount of opportunistic flora was observed with a simultaneous decrease in the amount of *Lactobacillus* spp, which is probably due to the emergency situation on the 95th-114th day of isolation, during which the crew experienced a shortage of food and water, as well as psychoemotional stress associated with the upcoming extraterrestrial activity planned for the 125th-129th day of isolation. By the end of isolation (day 339), the number of opportunistic microorganisms decreased and a reliable increase in the amount of *L. vaginalis* was noted. 10 days after ending of isolation, a decrease in all opportunistic microorganisms and an increase in *L. crispatus*, which formed the basis of the autoprobiotic preparation in all volunteers, were recorded. The preparation retained its effectiveness even after long-term storage at a temperature of +4 °C for a year.

Conclusion: autoprobiotic capsules based on vaginal lactobacilli demonstrated the ability to maintain healthy vaginal microbiota and prevent the development of dysbiotic conditions, which could be used in long-term space missions or on a lunar base.

Key words: isolation; vaginal microflora; autologous probiotics

For citation: Komissarova D.V., Priputnevich T.V., Muravieva V.V., Bairamova G.R., Baihuzer Dalal Khaled, Ilyin V.K. [Probiotic capsules based on autologous *Lactobacillus* spp strains as countermeasures against vaginal dysbiosis of female volunteers in the annual isolation experiment "SIRIUS-23"]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2025; 23(4): 61–69 (in Russian).

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.04.61-69

For correspondence: Komissarova Daria Valerievna, e-mail: d.komissarova@yandex.ru

Funding. The work was carried out within the framework of the fundamental scientific research topics FMFR-2024-0035.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 29.09.2025.

Введение

В современных условиях особое внимание уделяется изучению влияния длительных периодов изоляции на организм человека. Многочисленные исследования демонстрируют, что продолжительное нахождение в изолированных условиях приводит к существенному снижению защитных функций организма [1]. При этом наблюдается комплексное негативное воздействие на все ключевые системы человеческого тела: респираторную систему, кожные покровы, желудочно-кишечный тракт и полость рта. Особенно актуальным является вопрос изменения microbiota женских половых органов, поскольку недавние исследования убедительно показали ухудшение состояния microbiota влагалища и цервикального канала в условиях длительной изоляции [2].

В связи с растущей проблемой поддержания здоровья человека в условиях изоляции особую актуальность приобретает разработка инновационных методов профилактики и коррекции возникающих нарушений. Одним из перспективных направлений является использование аутопробиотических препаратов, которые создаются на основе собственных микроорганизмов. Процесс их производства включает отбор индивидуальных штаммов, наращивание биомассы и последующую лиофилизацию с использованием стабилизирующих криозащитных сред, что позволяет сохранить их жизнеспособность и получить высокоэффективный персонализированный препарат. Существенное преимущество аутопробиотиков заключается в их лучшей приживаемости, редком возникновении побочных эффектов и повышенной эф-

фективности по сравнению со стандартными пробиотическими препаратами [3].

Результаты предшествующих исследований убедительно демонстрируют эффективность аутопробиотиков в различных клинических ситуациях. Так, было доказано положительное влияние препаратов на основе аутоштаммов *Lactobacillus* spp. и *Enterococcus* spp. на восстановление нормальной микрофлоры кишечника в условиях изоляции [4]. Кроме того, местные препараты, содержащие аутопробиотики, показали значительно более высокую эффективность в защите влагалища и цервикального канала от дисбиотических нарушений в составе микробиоты по сравнению с традиционными пробиотическими средствами, содержащими *Lactobacillus acidophilus* [5].

Цель настоящего исследования — оценить эффективность аутопробиотических препаратов интравагинального применения, созданных на основе собственных штаммов лактобацилл, выделенных из вагинального биотопа участниц годового изоляционного эксперимента «SIRIUS-23», для профилактики и коррекции дисбиотических нарушений микробиоты влагалища. Важным аспектом работы являлась оценка стабильности и сохранения эффективности разработанного препарата при длительном хранении в условиях стандартного температурного режима (+4 °C).

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

1. Разработка инновационного препарата из аутоштаммов лактобацилл, предназначенного для профилактики и коррекции дисбиотических нарушений микробиоты влагалища.
2. Проведение динамического мониторинга изменений в составе микробиоты влагалища участниц эксперимента в условиях длительной изоляции.
3. Комплексная оценка эффективности разработанного препарата, в том числе после длительного хранения при температуре +4 °C.

Таким образом, данное исследование представляет собой важный шаг в развитии персонализированной медицины и создании эффективных методов поддержания здоровья человека в условиях длительной изоляции.

Материалы и методы исследования

Эксперимент был одобрен биоэтической комиссией ГНЦ РФ — ИМБП РАН (протокол № 643 от 7 июля 2023 года).

В исследовании принимало участие 4 участницы, которые входили в состав экипажа из 6 человек изоляционного эксперимента «SIRIUS-23», продолжительностью 365 суток. Исследование направлено на изучение механизмов адаптации человека к условиям длительной изоляции в гермообъекте с искусственной средой обитания, имитирующей пилотируемый космический полёт. В рамках эксперимента реализована комплексная программа исследований, включающая несколько ключевых этапов.

Разработка инновационного препарата на основе аутоштаммов вагинальных лактобацилл, предназначенного для профилактики и коррекции дисбиотических нарушений микробиоты влагалища участниц, проводилась в ФГБУ «НМИЦ АГП имени В.И. Кулакова» Минздрава России. На первом этапе из вагинального отделяемого участниц был выделен доминирующий вид лактобацилл, которым у всех участниц оказался *L. crispatus*. После накопления и лиофилизации чистых культур лактобацилл был создан персонализированный препарат в форме желатиновых капсул, содержащих 107 КОЕ (колониеобразующих единиц) *L. crispatus*.

Применение препарата проводилось в два этапа: в течение первых 30 дней изоляции и за 30 дней до её завершения. График приёма капсул подбирался индивидуально с учётом менструального цикла каждой участницы, при этом использование капсул временно приостанавливалось во время менструации.

Для мониторинга состояния микробиоты было организовано систематическое взятие биообразцов вагинального отделяемого. Всего проведено девять отборов биоматериала: один — до начала изоляции («ДО»), семь — во время её проведения (на 36-й, 64-й, 102-й, 123-й, 186-й, 256-й и 339-й дни), и один — через десять суток после завершения изоляции («После»). Первый отбор осуществлялся специалистами клинко-диагностического центра ФГБУ «НМИЦ АГП имени В.И. Кулакова» Минздрава России. Последующие образцы участницы отбирали самостоятельно согласно предварительно проведённому инструктажу под руководством врача-гинеколога. Биоматериал собирали стерильным дакроновым тампоном из влагалища, помещали в транспортную среду Эймса (Medical Wire, Англия) и доставляли в лабораторию молекулярной микробиологии ФГБУ «НМИЦ АГП имени В.И. Кулакова» Минздрава России в течение 48 часов согласно инструкции.

Культуральное исследование проводили на селективных питательных средах с учётом специфики различных групп микроорганизмов. Лактобациллы культивировали в СО₂-инкубаторе (Joan, Франция) на среде лактобакагар (ФГУН «ГИЦПМ и Б», Оболенск, Россия). облигатно-анаэробные микроорганизмы выращивали в бескислородной среде на прeredуцированном агаре Шедлера (Oxoid, Великобритания) с необходимыми добавками в условиях анаэробного бокса (Whitley DG 250 Anaerobic Workstation, Великобритания) в специальной газовой смеси (N₂ — 80%, CO₂ — 10%, H₂ — 10%). Факультативно-анаэробные микроорганизмы культивировали на различных средах, включая колумбийский агар, хромогенную прозрачную среду Brilliance (Oxoid, Великобритания), маннит-солевой агар (Himedia, Индия), энтерококковый агар, среду Эндо и агар Сабуро (ФГУН «ГИЦПМ и Б», Оболенск, Россия) [6].

Идентификацию микроорганизмов проводили с помощью современного метода MALDI-TOF-MS анализа на времяпролётном масс-спектрометре Microflex LT с программным обеспечением Maldi BioTyper (Bruker Daltonics, Германия) версии 4.0.

Статистическая обработка полученных данных включала кластерный анализ, дискриминантный анализ, а также применение непараметрического критерия Фридмана, проводившихся в программе STATISTICA 12 [7].

Результаты исследования и обсуждение

По результатам дискриминантного анализа выявлено достоверное различие по количеству факультативно-анаэробных условно-патогенных микроорганизмов (ФА-УПМ) на разных сроках тестирования (рис. 1).

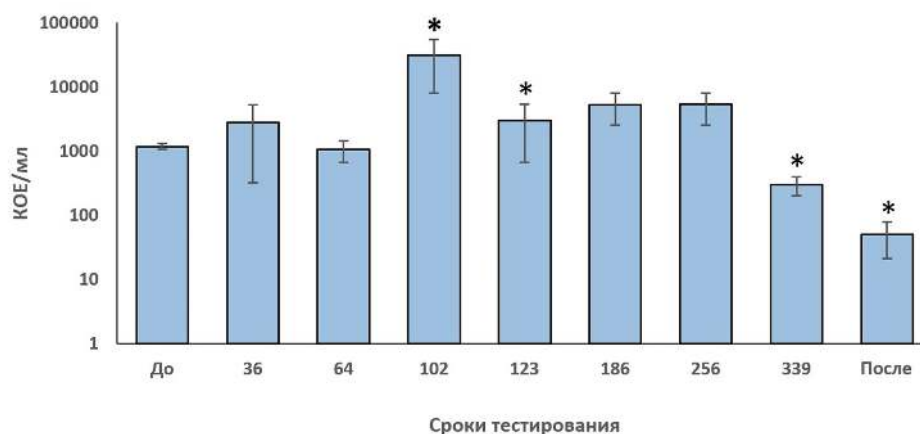


Рис. 1. Динамика количественных показателей (KOE/мл) ФА-УПМ в вагинальном биотопе испытательниц эксперимента SIRIUS-23. * — статистически значимые отличия от предыдущего срока тестирования, $p < 0,05$.

Как видно из рисунка, отмечено резкое увеличение количества ФА-УПМ на 102-е сутки изоляции с последующим снижением на 123-и сутки. Достоверное снижение количества ФА-УПМ отмечено также на 339-е сутки (по сравнению с 186-и и 256-и сутками) и на +10 сутки после окончания изоляции (по сравнению со всеми точками отбора биоматериала).

При оценке динамики численности отдельных микроорганизмов с использованием непараметрического критерия Фридамана достоверные различия отмечены для следующих УПМ: *Gardnerella vaginalis* (*G. vaginalis*), *Streptococcus anginosus* (*S. anginosus*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Staphylococcus epidermidis* (*S. epidermidis*) и *Staphylococcus haemolyticus* (*S. haemolyticus*). Так, к 64-м суткам произошла полная элиминация *G. vaginalis*, однако уже на 102-е сутки данный микроорганизм снова обнаруживали в вагинальном биотопе. Также пик численности *G. vaginalis* отмечен на 339-е сутки с аналогичной последующей элиминацией на +10 сутки после окончания изоляции.

Количество *S. anginosus* варьировалось на протяжении всей изоляции: увеличение численности отмечено на 102-е и 186-е сутки с последующим снижением на 123-и и 339-е сутки соответственно. Также достоверное уменьшение количества *S. anginosus* наблюдалось после окончания изоляции на +10 сутки.

В течение изоляции отмечено также два пика численности *E. coli*. Первый пик пришёлся на 102-е сутки (при этом достоверное увеличение количества данного микроорганизма наблюдалось уже на 64-е сутки после полной элиминации на 36-е сутки). Второй пик отмечался на 256-е сутки, однако к 339-м суткам количество *E. coli* достоверно снизилось, а после изоляции данный микроорганизм не был выявлен вовсе.

Количество *S. epidermidis* достоверно снизилось к 36-м суткам, а затем отмечен пик на 102-е сутки изоляции с последующим снижением численности данного УПМ на 123-

и сутки, увеличением на 186-е сутки и вновь уменьшением количества после окончания изоляции на +10 сутки.

Достоверные различия по количеству *S. haemolyticus* отмечены только в конце изоляции. Так на 256-е сутки и на +10 сутки после окончания изоляции зарегистрировано достоверное снижение численности данного микроорганизма.

При оценке динамики количественных показателей протективных микроорганизмов достоверные различия отмечены для *L. crispatus* (рис. 2) и *L. vaginalis* (рис. 3).

Как видно из рис. 2, достоверные различия по численности *L. crispatus* в вагинальном биотопе отмечены на 102-е сутки (снижение), 123-и сутки (увеличение) и на +10 сутки после окончания изоляции (увеличение).

Количество *L. vaginalis* в вагинальном биотопе также колебалось в течение изоляции (рис. 3): на 36-е сутки отмечено достоверное увеличение численности данного микроорганизма с последующим снижением на 64-е сутки и элиминацией на 102-е сутки изоляции. Затем на 123-и сутки *L. vaginalis* высевался в количестве 104–105 КОЕ/мл и вновь элиминировался к 186-м суткам. Позднее он был обнаружен на 339-е сутки, однако после изоляции на +10 сутки — не высевался.

Полученные данные также использованы для проведения кластерного анализа по следующим группам микроорганизмов: *Actinomyces* spp., *Corynebacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp.,

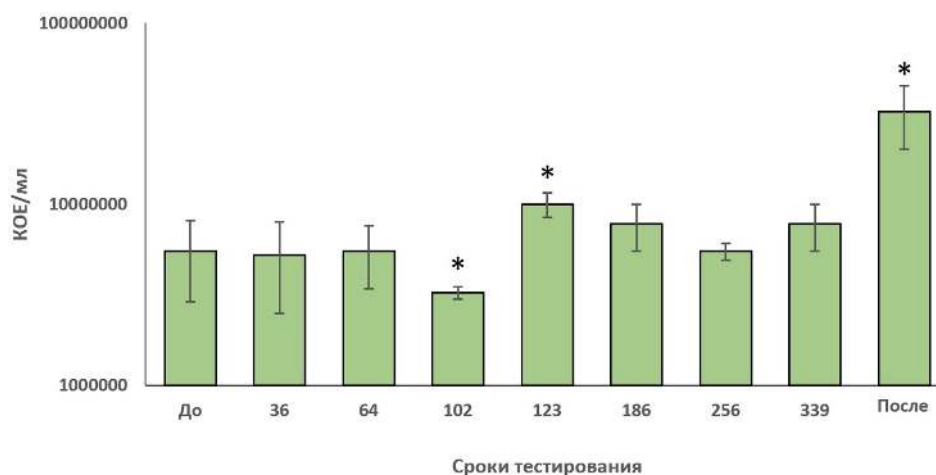


Рис. 2. Динамика численности (КOE/мл) *L. crispatus* в вагинальном биотопе испытуемых эксперимента SIRIUS-23. * — статистически значимые отличия от предыдущего срока тестирования, $p < 0,05$.

суммарно по ФА-УПМ, ОА-УПМ (облигатно-анаэробные условно-патогенные микроорганизмы).

Максимально близкими по количеству *Actinomyces* spp. были точки до начала изоляции, 64-е, 123-и и 186-е сутки изоляции, а наиболее отличной — точка 102-е сутки.

По количеству *Streptococcus* spp. кластеризация также произошла, в первую очередь, по группам «До» и 64-е сутки, группа «После» наиболее близка к группам 123-и и 339-е сутки. Наибольшее отличие от этих групп наблюдалось в группах 102-е, 186-е и 256-е сутки.

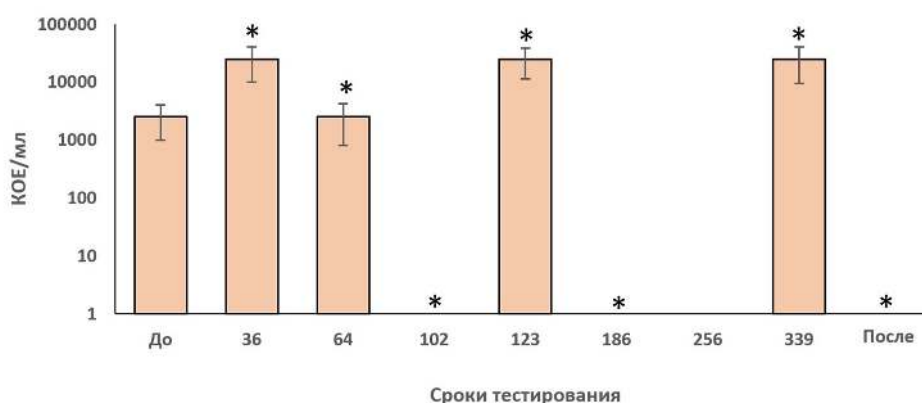


Рис. 3. Динамика численности (КOE/мл) *L. vaginalis* в вагинальном биотопе испытуемых эксперимента SIRIUS-23. * — статистически значимые отличия от предыдущего срока тестирования, $p < 0,05$.

При использовании кластерного анализа для оценки количества *Corynebacterium* spp. выявлено, что наиболее близкими оказались точки до начала изоляции, 256-е и 339-е сутки, также сгруппировались точки — 36-е, 102-е и 186-е сутки, а наиболее отличными были точки после окончания изоляции и 123-и сутки.

Как видно из **рис. 4**, наиболее близкими друг к другу по результатам кластерного анализа количественных показателей *Lactobacillus* spp. оказались группы 102-е и 123-и сутки, а также группы 186-е и 339-е сутки.

По количеству *Staphylococcus* spp. кластеризация отличалась: наиболее близкими оказались группы — «До», 64-е сутки и «После», а более всего от них отличалась группа 102-е сутки.

Кроме попытки кластеризации по отдельным микроорганизмам, также выполнен кластерный анализ по группам УПМ (**рис. 5, 6**).

Установлено, что по ОА-УПМ максимальные отличия наблюдались между группами «До» и 36-е сутки, в то время как по ФА-УПМ — между группами «До», «После» и 102-е сутки.

При анализе результатов в целом необходимо учитывать циклограмму эксперимента. На 1–2-е и 31–32-е сутки у экипажа проводились сеансы суточной депривации сна, что, естественно, оказало неблагоприятное воздействие на психоэмоциональную атмосферу в коллективе. К 64-м суткам также отмечалось достоверное снижение численности других УПМ: *S. anginosus*, *S. epidermidis*, однако количе-

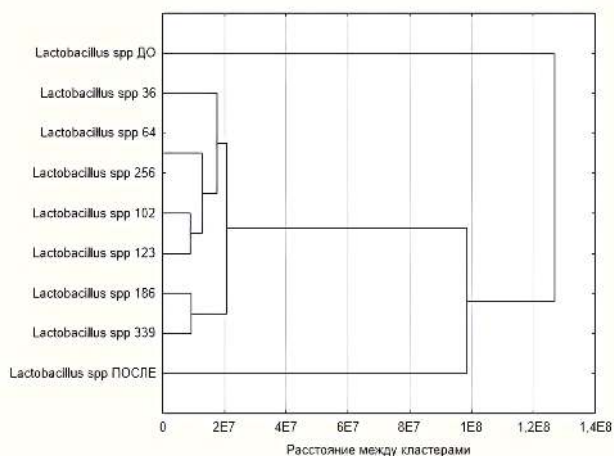


Рис. 4. Результаты кластеризации количества *Lactobacillus* spp. по различным точкам отбора проб.

ство *E. coli* увеличилось с зеркальным снижением количества *L. vaginalis*. Вероятнее всего, данные два вида микроорганизмов существуют в конкурентном взаимодействии, поэтому активное размножение одного вида влечёт за собой снижение активности другого.

В целом, приём аутопробиотических капсул оказал стабилизирующее воздействие на микробиоту влагалища, поскольку активного увеличения популяции УПМ и снижения протективных *Lactobacillus* spp. после острого периода адаптации и двух стрессовых си-

виртуальной реальности, так и высоким психоэмоциональным напряжением.

Необходимо отметить, что пик количественного роста УПМ пришёлся на 102-е сутки изоляции. Он сопровождался зеркальным снижением количества *Lactobacillus* spp. Наиболее логичным объяснением является то, что с 95-х по 114-е сутки изоляции у экипажа была нештатная ситуация, связанная с ограничением количества еды и воды в связи с задержкой отправки «грузового корабля» к лунной станции. Согласно полученным психологическим данным, к 102-м суткам у экипажа достоверно снизилась внимательность, активность, ощущение радости, возросла усталость и чувство тоски.

К концу изоляции в точке, предшествовавшей началу второго курса приёма аутопробиотических капсул (339-е сутки), отмечено достоверное снижение ряда УПМ, кроме *G. vaginalis*, и увеличение количества *L. vaginalis*. Точка отбора пробы после окончания изоляции соответствовала +10 суткам, т.е. с момента выхода из изоляции и прекращения приёма аутопробиотических капсул, прошло 10 суток. В этой точке отмечено достоверное снижение количества всех УПМ и увеличение популяции вида *L. crispatus* — основного действующего компонента аутопробиотика. Необходимо отметить, что в 8-месячной изоляции после окончания эксперимента наблюдалась прямо противоположная ситуация: количество большинства УПМ достоверно увеличилось, а количество протективных лактобацилл — уменьшилось [2]. Таким образом, профилактический при-

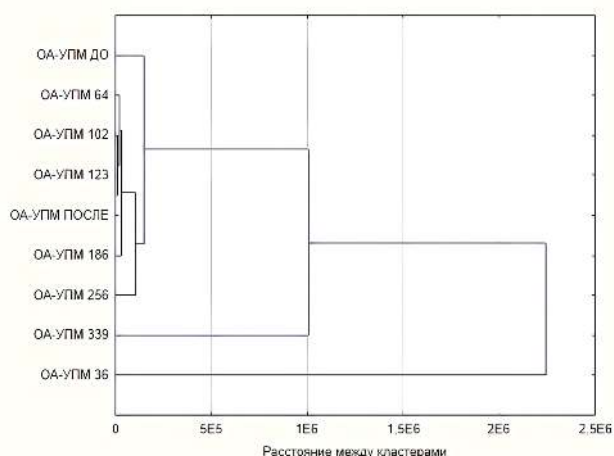


Рис. 5. Результаты кластеризации количества ОА-УПМ по различным точкам отбора проб.

туаций, связанных с депривацией сна, не последовало, а действие капсул, по-видимому, сохранялось как минимум до 64 суток. Важно отметить, что 64-е сутки изоляции совпали с выполнением экипажем напланетной деятельности, которая сопровождалась как изменённым режимом гигиены, связанным с использованием специального оборудования и одежды для выхода на «поверхность» и имитации внекорабельных работ с помощью

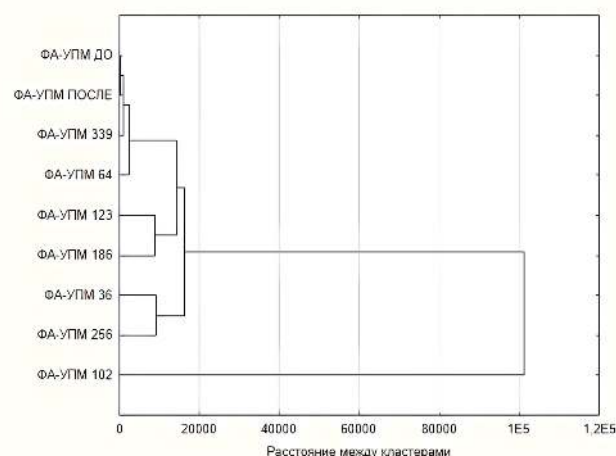


Рис. 6. Результаты кластеризации количества ФА-УПМ по различным точкам отбора проб.

ём аутопробиотических капсул на последнем этапе изоляции перед выходом из гермообъекта оказался эффективным в предотвращении развития дисбиотических нарушений микробиоты влагалища.

По данным кластерного анализа, наиболее близкими друг к другу по количеству облигатно-анаэробной условно-патогенной микрофлоры оказались группы 102-е и 123-и сутки (это нашло отражение в анализе по критерию Фри-

дмана, который выявил пик количества УПМ на 102-е сутки), по факультативно-анаэробным УПМ — «До», «После» и 339-е сутки (что может свидетельствовать об эффективности аутопробиотических капсул в поддержании стабильности микробиоты влагалища).

По *Lactobacillus* spp. также наблюдалась наибольшая близость групп 102-е и 123-и сутки (что, вероятно, также отражает уже описанное снижение количества данных бактерий на 102-е сутки), также по количеству данного рода микроорганизмов близки друг к другу 186-е и 339-е сутки, при этом группа «После» сначала кластеризуется со всеми группами, что, вероятнее всего, связано с количественным снижением *L. vaginalis*, и уже затем объединяется в единый кластер с группой «До».

По отдельным УПМ важно отметить, что чаще всего наиболее отличающимися от других групп были 102-е и 123-и сутки, а также 186-е и 256-е сутки.

Важно отметить, что до этапа приёма аутопробиотических капсул перед выходом из гермообъекта препарат хранился в течение года в условиях стационарного холодильника (+4 °C) и при этом, согласно данным, полученным на +10 сутки после окончания эксперимента, сохранил свою эффективность.

Таким образом, испытательницам как в длительных космических полётах, так и в наземных длительных изоляционных экспериментах, рекомендуется использовать аутопробиотические капсулы в начале эксперимента, во время возникновения стрессовых ситуаций, а также перед окончанием изоляции для снижения рисков дисбиотических нарушений микробиоты влагалища.

Выводы

1. Аутопробиотические капсулы на основе вагинальных лактобацилл показали высокую эффективность в поддержании стабильности вагинальной экосистемы в течение первых 64 суток изоляции, профилактируя дисбиотические нарушения микробиоты влагалища, и сохраняли протективную активность как минимум в течение 10 суток после завершения их приема.
2. Выявлено конкурентное взаимодействие между *E. coli* и *L. vaginalis*: увеличение численности одного вида сопровождалось снижением количества другого вида, что может свидетельствовать о наличии антагонизма между этими бактериями.
3. Определены критические точки в динамике микробиоты: на 102-е сутки изоляции приходится пик численности УПМ и снижение количества нормофлоры (*Lactobacillus* spp.); к 339-ым суткам на фоне

общего снижения численности УПМ отмечено достоверное увеличение популяции вида *G. vaginalis*, ассоциированного с бактериальным вагинозом; после окончания изоляции (+10 суток) микробиота влагалища достигает нормы, в первую очередь, за счёт стабильно высокой численности вида *L. crispatus*, использованного в составе аутопробиотических капсул.

4. Совпадение негативных изменений в составе микробиоты влагалища, сопровождавшихся увеличением количества УПМ и снижением количества лактобацилл, с эпизодами психоэмоционального напряжения испытательниц во время эксперимента свидетельствует о возможной чувствительности микробиоты влагалища к стрессовым ситуациям.
5. Доказана эффективность аутопробиотических капсул на основе вагинальных лактобацилл в поддержании стабильности микробиоты влагалища, в том числе после хранения препарата при +4 °C в течение года.

Таким образом, аутопробиотические капсулы на основе вагинальных лактобацилл продемонстрировали способность поддерживать здоровую вагинальную микробиоту и предотвращать развитие дисбиотических состояний, в том числе после длительного хранения при стандартном режиме охлаждения, что может использоваться впоследствии в длительных космических миссиях или на лунной базе.

Авторский вклад

Комиссарова Д.В. — участие в организации исследований в изоляционном эксперименте, микробиологическая оценка вагинальной микробиоты, статистическая обработка данных, описание данных, написание основного текста статьи; Припутневич Т.В. — анализ данных и корректировка текста статьи; Муравьёва В.В. — организация производства и наращивания биоматериала для аутопробиотических капсул, проведение масс-спектрометрического анализа для видовой идентификации микроорганизмов, анализ полученных данных и корректировка текста статьи; Заруцкая Э.К. — решение оперативных организационных вопросов по отбору и транспортировке проб, описание данных; Байрамова Г.Р. — отбор биоматериала на начальном этапе исследования, консультация испытательниц по методике самозабора образцов вагинальной микробиоты; Базухейр Даляль Халед — организация производства и наращивания биоматериала для аутопробиотических капсул; Ильин В.К. — составление дизайна эксперимента, описание данных.

Список литературы

1. Ponomarev S., Kalinin S., Sadova A., Rykova M., Orlova K., Crucian B. Immunological Aspects of Isolation and Confinement. *Front. Immunol.* 2021; 12: 697435. DOI: 10.3389/fimmu.2021.697435
2. Комиссарова Д.В., Ильин В.К., Усанова Н.А., Морозова Ю.А., Припутневич Т.В., Муравьёва В.В., Байрамова Г.Р., Миханюшина Н.В. Состояние микробиоты влагалища и цервикального канала

- женщин-участниц изоляционных экспериментов различной продолжительности. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2023; 57(6): 52–57. DOI: 10.21687/0233-528X-2023-57-6-52-57
3. *Probiotics, Prebiotics, and Postbiotics in Human Health and Sustainable Food Systems*. Ed.: A. Vilela, A. Ines. eBook; 2025. 262 p. DOI: 10.5772/intechopen.1007733 Available at: <https://www.intechopen.com/books/13874> Retrieved: 07.07.2025
4. Ильин В.К., Суворов А.Н., Кирюхина Н.В., Усанова Н.А., Старкова Л.В., Бояринцев В.В., Карасева А.Б. Аутопробиотики как средство профилактики инфекционно-воспалительных заболеваний у человека в искусственной среде обитания. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2013; 2: 56–62.
5. Ильин В.К., Комиссарова Д.В., Афонин Б.В., Усанова Н.А., Морозова Ю.А., Муравьева В.В., Байрамова Г.Р., Припутневич Т.В. Влияние приёма пробиотиков в составе напитка брожения на микрофлору кишечника, слизистых оболочек и состояние желудочно-кишечного тракта человека. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2022; 56(3): 47–53. DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-3-47-53
6. Анкирская А.С., Муравьева В.В. Интегральная оценка состояния микробиоты влагалища. Диагностика оппортунистических вагинитов. *Акушерство и гинекология. Новости, мнения, обучение*. 2020; 8(1): 69–76. DOI: 10.24411/2303-9698-2020-11009
7. Кулаичев А.П. *Методы и средства комплексного статистического анализа данных*. Москва: ИНФРА-М, 2017. 484 с.

References

1. Ponomarev S., Kalinin S., Sadova A., Rykova M., Orlova K., Crucian B. Immunological Aspects of Isolation and Confinement. *Front. Immunol.* 2021; 12: 697435. DOI: 10.3389/fimmu.2021.697435
2. Komissarova D.V., Ilyin V.K., Usanova N.A., Morozova Yu.A., Pripitnevich T.V., Muravyova V.V., Bayramova G.R., Mikhannoshina N.V. [The state of the vaginal and cervical microbiota of women participating in isolation experiments of varying duration]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina [Aerospace and Environmental Medicine]*. 2023; 57(6): 52–57. DOI: 10.21687/0233-528X-2023-57-6-52-57 (in Russian)
3. *Probiotics, Prebiotics, and Postbiotics in Human Health and Sustainable Food Systems*. Ed.: A. Vilela, A. Ines. eBook; 2025. 262 p. DOI: 10.5772/intechopen.1007733 Available at: <https://www.intechopen.com/books/13874> Retrieved: 07.07.2025
4. Ilyin V.K., Suvorov A.N., Kiryukhina N.V., Usanova N.A., Starkova L.V., Boyarintsev V.V., Karaseva A.B. [Autoprobiotics as a means of preventing infectious and inflammatory diseases in humans in an artificial environment]. *Vestnik Rossiyskoi akademii meditsinskikh nauk [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]*. 2013; 2: 56–62. (in Russian)
5. Ilyin V.K., Komissarova D.V., Afonin B.V., Usanova N.A., Morozova Yu.A., Muravyova V.V., Bayramova G.R., Pripitnevich T.V. [The effect of probiotic intake as part of a fermented drink on the intestinal microflora, mucous membranes and the condition of the human gastrointestinal tract]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina [Aerospace and Environmental Medicine]*. 2022; 56(3): 47–53. DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-3-47-53 (in Russian)
6. Ankirskaya A.S., Muravyova V.V. [Integral assessment of the vaginal microbiota. Diagnosis of opportunistic vaginitis]. *Akusherstvo i ginekologiya. Novosti. Mneniya. Obucheniye [Obstetrics and gynecology. News, Opinions, Training]*. 2020; 8(1): 69–76. DOI: 10.24411/2303-9698-2020-11009 (in Russian)
7. Kulaichev A.P. [Methods and tools for complex statistical data analysis]. Moscow: INFRA-M, 2017. 484 p. (in Russian)

Сведения об авторах:

Комиссарова Дарья Валерьевна — кандидат биологических наук, заведующая лабораторией эколого-гигиенических факторов обитаемости Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук; <https://orcid.org/0000-0001-6374-4515>

Припутневич Татьяна Валерьевна — доктор медицинских наук, доцент, член-корреспондент РАН, директор Института микробиологии, антимикробной терапии и эпидемиологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национального медицинского исследовательского центра акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0002-4126-9730>

Муравьева Вера Васильевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института микробиологии, антимикробной терапии и эпидемиологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0003-0383-0731>

Байрамова Гюльдана Рауфовна — доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, профессор кафедры акушерства и гинекологии департамента профессионального образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач высшей категории; <https://orcid.org/0000-0003-4826-661X>

Базухейр Даляль Халед — научный сотрудник отделения клинической фармакологии антимикробных и иммунобиологических препаратов Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0006-6059-6258>

Ильин Вячеслав Константинович — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделом санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания, заведующий лабораторией микробной экологии человека Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук; <http://orcid.org/0000-0003-3896-5003>