

Медведева Дарья Владимировна, студентка,
Уральский государственный медицинский университет
Medvedeva Daria Vladimirovna, student,
Ural State Medical University

Сердитова Анастасия Максимовна, студентка,
Уральский государственный медицинский университет
Serditova Anastasia Maksimovna, student,
Ural State Medical University

Сафьяник Михаил Артемович, студент,
Уральский государственный медицинский университет
Safyanik Mikhail Artemovich, student,
Ural State Medical University

**ПАРАЗИТЫ В КОСМОСЕ: МОГУТ ЛИ ОНИ ВЫЖИТЬ
И АДАПТИРОВАТЬСЯ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ?
PARASITES IN SPACE: CAN THEY SURVIVE
AND ADAPT IN A WEIGHTLESS ENVIRONMENT?**

Аннотация. Проблема выживания и адаптации паразитических организмов в условиях космического полёта приобретает всё большее значение в связи с развитием длительных орбитальных миссий и перспективами межпланетных экспедиций. В условиях микрогравитации изменяются физические свойства среды, характер переноса питательных веществ, интенсивность межклеточных взаимодействий и направление эволюционных процессов. Это отражается на жизнедеятельности микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и микроскопические грибы, способные выступать как паразиты или патогены. Цель статьи – проанализировать, могут ли паразиты сохранять жизнеспособность и адаптироваться в невесомости, а также рассмотреть основные механизмы таких изменений. На основе данных экспериментов с *Salmonella typhimurium*, бактериофагами T7 и *Escherichia coli*, а также грибом *Aspergillus fumigatus* показано, что многие паразитические формы не только выживают в космосе, но и способны изменять вирулентность, скорость заражения и генетические характеристики.

Abstract. The problem of survival and adaptation of parasitic organisms in space flight is becoming increasingly important due to the development of long-term orbital missions and the prospects for interplanetary expeditions. In microgravity, the physical properties of the medium, the nature of nutrient transfer, the intensity of intercellular interactions, and the direction of evolutionary processes change. This affects the vital activity of microorganisms, including bacteria, viruses, and microscopic fungi that can act as parasites or pathogens. The purpose of the article is to analyze whether parasites can remain viable and adapt in zero gravity, as well as to consider the main mechanisms of such changes. Based on data from experiments with *Salmonella typhimurium*, T7 and *Escherichia coli* bacteriophages, as well as the fungus *Aspergillus fumigatus*, it has been shown that many parasitic forms not only survive in space, but are also capable of altering virulence, infection rate, and genetic characteristics.

Ключевые слова: Паразиты, космос, микрогравитация, невесомость, адаптация, микроорганизмы, вирулентность, мутации, космическая биология.

Keywords: Parasites, space, microgravity, weightlessness, adaptation, microorganisms, virulence, mutations, space biology.



Вопрос о возможности существования паразитов в космосе долгое время рассматривался преимущественно как теоретический. Однако развитие космической биологии и проведение экспериментов на орбитальных станциях показали, что микроорганизмы, обладающие паразитическими свойствами, способны не только сохраняться в условиях невесомости, но и менять особенности своего функционирования. Для человека эта проблема особенно важна, поскольку длительные космические миссии связаны с ослаблением иммунной системы, ограниченными возможностями медицинской помощи и замкнутой средой обитания, где любые патогенные агенты могут представлять повышенную опасность.

Следует отметить, что термин «паразиты» в широком биологическом смысле охватывает разнообразные формы жизни, использующие организм хозяина как источник питания и среду существования. В контексте космических исследований особый интерес представляют микроорганизмы и микроскопические патогены, поскольку именно они легче всего переносятся в космическую среду вместе с человеком, оборудованием и биологическими материалами. К ним можно отнести патогенные бактерии, вирусы, бактериофаги как модель паразитизма на уровне микроорганизмов, а также некоторые грибки [1].

Одним из наиболее известных примеров является бактерия *Salmonella typhimurium*. Американские исследователи установили, что в условиях, имитирующих микрогравитацию с помощью биореактора с вращающейся стенкой, эта бактерия более эффективно заражает трёхмерные модели тканей кишечника человека, чем в нормальных земных условиях. Причина такого эффекта связывается с изменением экспрессии белков, необходимых для проникновения бактериальной клетки в клетку хозяина. Данный результат имеет принципиальное значение: он показывает, что невесомость не обязательно ослабляет патоген, а в некоторых случаях может усиливать его способность к заражению. Следовательно, паразитические микроорганизмы в космосе сохраняют не только жизнеспособность, но и потенциал к функциональной перестройке [2].

Не менее важны исследования взаимодействия бактериофагов и бактерий в условиях Международной космической станции. В экспериментах с фагом T7 и *Escherichia coli* было показано, что в микрогравитации заражение бактериальных клеток происходит медленнее, чем на Земле, однако сам процесс не прекращается. Более того, как вирусы, так и бактерии накапливают мутации, причём характер этих изменений отличается от наземного. Фаги приобретают мутации, улучшающие прикрепление к поверхности бактериальных клеток, а бактерии, в свою очередь, демонстрируют генетические изменения, связанные с повышением устойчивости к заражению и общей адаптацией к условиям невесомости. Эти данные свидетельствуют о том, что космическая среда не просто изменяет скорость паразитических взаимодействий, но и становится фактором направленного отбора, формирующего новые эволюционные траектории.

Особое место среди потенциально опасных организмов занимают микроскопические грибки. Исследования спор *Aspergillus fumigatus* на борту МКС показали, что невесомость почти не влияет на их способность вызывать инфекционный процесс. Было зафиксировано лишь незначительное повышение заразности и летальности в экспериментах на лабораторных животных, однако исследователи связывают это скорее с естественными колебаниями вирулентности штаммов, чем с радикальными клеточными изменениями, возникшими в космосе. Тем не менее сам факт сохранения патогенных свойств после пребывания на орбите подтверждает, что подобные организмы способны переживать космический полёт без критической утраты биологических функций [3].

Причины, по которым паразиты могут адаптироваться к невесомости, связаны прежде всего с изменением физических характеристик окружающей среды. На Земле важную роль в жизнедеятельности микроорганизмов играет гравитация, определяющая движение жидкостей,



распределение питательных веществ и удаление продуктов обмена. В условиях микрогравитации конвекционные потоки ослабевают, а диффузионные процессы начинают доминировать. Это приводит к локальному накоплению метаболитов, изменению плотности контактов между клетками и иной организации микросреды. Для паразитов такие изменения означают необходимость перестройки физиологических механизмов, включая метаболизм, экспрессию генов и способы взаимодействия с клетками хозяина.

Дополнительным фактором является стрессовое воздействие космической среды. Перепады радиационного фона, ограниченность пространства, изменение температурных режимов и микрогравитация создают условия, в которых микроорганизмы испытывают повышенную нагрузку. Стресс нередко сопровождается ростом частоты мутаций и активацией защитных механизмов, что, в свою очередь, может ускорять процессы адаптации. В эволюционном отношении это означает, что космос способен выступать своеобразной лабораторией ускоренного отбора, где преимущество получают наиболее устойчивые и пластичные формы паразитов [4].

Важно подчеркнуть, что выживание паразитов в космосе представляет не только теоретический интерес, но и серьёзную практическую проблему. Во время длительных полётов организм человека испытывает комплекс неблагоприятных воздействий, включая снижение иммунной реактивности, изменение микробиома и стресс [5]. В таких условиях даже микроорганизмы с умеренной патогенностью могут представлять повышенный риск. Если же учесть возможность изменения вирулентности и ускоренной адаптации, становится очевидной необходимость постоянного микробиологического контроля на космических станциях и кораблях. Кроме того, понимание поведения паразитов в микрогравитации может быть полезно для земной медицины. Исследования бактериофагов, например, открывают перспективы разработки новых методов борьбы с устойчивыми бактериальными инфекциями [6].

Таким образом, современные данные позволяют сделать вывод, что паразиты и паразитические микроорганизмы в условиях невесомости в целом способны выживать и адаптироваться. Их жизнедеятельность в космосе отличается от земной: изменяются скорость заражения, физиологические реакции, особенности взаимодействия с хозяином и направления эволюционных преобразований. Эксперименты с *Salmonella typhimurium*, системой фаг T7 – *E. coli* и грибом *Aspergillus fumigatus* подтверждают, что микрогравитация не устраняет паразитизм как биологическое явление, а лишь переводит его в новые условия существования. Следовательно, при планировании длительных космических миссий необходимо учитывать не только технические и физиологические аспекты пребывания человека в космосе, но и возможную динамику патогенных и паразитических организмов в замкнутых орбитальных экосистемах.

Список литературы:

1. Kaur J., Kaur J., Nigam A. Extremophiles in Space Exploration // Indian Journal of Microbiology. 2024. № 2 (64). P. 418–428.
2. Horneck G. Encyclopedia of Astrobiology. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014. P. 985.
3. Slade D., Radman M. Oxidative stress resistance in *Deinococcus radiodurans* // Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2011. № 1 (75). P. 133–191.
4. do Nascimento N.C. DFurosemide-induced systemic dehydration alters the proteome of rabbit vocal folds // Journal of Proteomics. 2022. № 252. P. 104-131.
5. Dobney W. Evaluation of deep space exploration risks and mitigations against radiation and microgravity // Frontiers in Nuclear Medicine. 2023. № 3. P. 1225-1234.
6. Loeffelholz J. An evaluation of thermal tolerance in six tardigrade species in an active and dry state // Biology Open. 2024. № 10 (13). P. 604-685.

