

МИКРОГРАВИТАЦИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

Нарышкин А. А., студент 1 курса
факультета ветеринарной медицины и биотехнологий
Научный руководитель – Фролова Т.А., старший преподаватель
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: клетка, подвижность, микрогравитация, радиация.

Работа посвящена изучению воздействия микрогравитации на клетку. Установлено, что подвижные клетки более устойчивы в космосе, от микрогравитации зависит химический состав и проводимость бактерии, но не ее способность к репарации ДНК.

Гравитация может оказывать на объект два воздействия в зависимости от его массы: смещение и/или деформацию. В присутствии гравитации, будут происходить одна или обе эти реакции, которые можно проанализировать. Обычно вес не считается переменной, которой можно манипулировать экспериментально. Без значительного равного и противоположного сопротивления, необходимого для придания веса, находящийся на орбите объект просто испытывает непрерывное состояние свободного падения, вызванного гравитацией вокруг Земли. Это состояние называют «микрогравитацией», что связано с относительной системой отсчета, в которой объект кажется «плавающим» внутри космического корабля.

Выявлено, что подвижность клеток может быть ключевой переменной, ответственной за несопоставимость результатов исследований клеток в космосе. Классифицируя результаты с точки зрения подвижности клеток было обнаружено, что в экспериментах проведенных с неподвижными бактериями наблюдались видимые различия в кинетике роста, в то время как эксперименты с подвижными штаммами говорили об отсутствии эффектов микрогравитации. При отсутствии подвижности жидкость, окружающая клетку, остается недвижимой, что уменьшает перенос массы между взвешенной клеткой и ее основной средой. Это

может привести к изменению химического состава жидкости, окружающей клетку, что вызывает специфическую биологическую реакцию.

Численный анализ определяет роль гравитации в клетке на субклеточном уровне. Исследования характеризуют силы и траектории внешнего массопереноса, которые взвешенные частицы испытывают в зависимости от их размера и плотности, от скорости вращения в биореакторе. Это подчеркивает важность возникающих сил конвекции, которые зависят от силы тяжести и диффузии.

Для одноклеточных микробов внутриклеточные компоненты имеют достаточную однородную плотность и небольшой размер, чтобы они не испытывали какое-либо физическое воздействие достаточной величины для прямого ощущения гравитации. Однако броуновское движение, создавая кумулятивный эффект, может привести к изменению условий окружающей среды клетки, что влияет на микробный метаболизм.

Подобные косвенные эффекты определяются как те, которые связаны с каскадом причинно-следственных событий во внеклеточной среде, управляющие клеточным поведением. Суспензионные культуры оседают вниз под действием гравитационного притяжения, испытывая некоторую силу сдвига, пока они движутся через вязкую жидкость. По достижению дна контейнера культура начинает опираться на другие клетки, создавая кумулятивную локальную среду побочных продуктов и усиление конкуренции за питательные вещества в пограничном слое над клетками. Космическая среда с пониженной гравитацией устраняет массовую конвекцию, что ограничивает внеклеточный перенос молекул на поверхность клетки с диффузией, а также может изменять пропускную способность мембранной транспортировки веществ.

В дополнение к внешним силам, действующим на клетку и/или ее окружение, подвижность также может оказывать влияние на локальную жидкость, окружающую клетку, из-за смешивания, возникающего в результате действия жгутиков, и выведения клетки из ее неподвижного положения. Наличие жгутиков нивелирует эффект микрогравитации, поскольку обе группы клеток испытывают сходное смещение на уровне локальной среды.

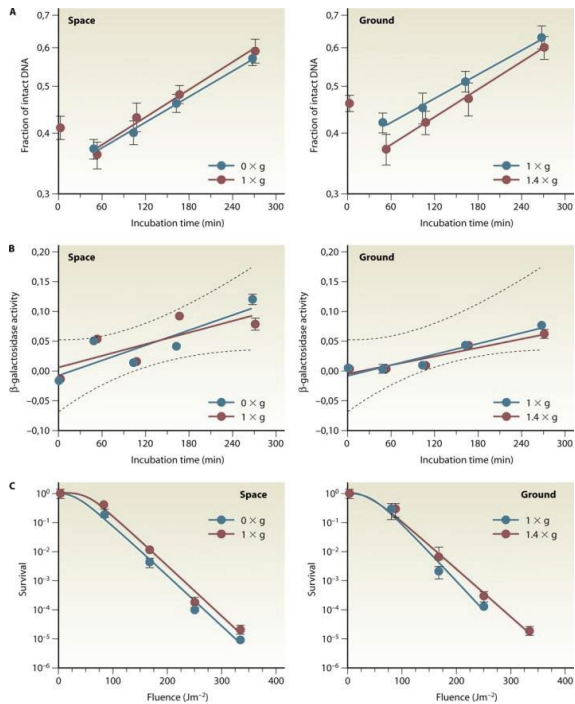


Рис. 1 – Кинетика репарации культур при микрогравитации и силы тяжести после облучения

Выходя за пределы начального триггера гравитации, клеточная мембрана, изолирующая внутренние компоненты от окружающей среды, является следующим логическим шагом для изучения каскадного причинно-следственного пути. Гравитация может влиять на раскрытие пор в реконструированных мембранах в условиях свободного падения (в капельной башне) и гипергравитации (в центрифуге). Это показывает, что мембранный барьер между биологическим и физическим мирами может быть затронут в зависимости от уровня гравитации, что приведет к изменению скорости поглощения или выделения. Обнаружено увеличение проводимости мембран бактерии *E. coli* при их культивировании в условиях моделируемой микрогравитации. Однако есть предположение, что повышенная проводимость в условиях

микрогравитации может быть причиной повышенной устойчивости к лекарствам.

Было высказано предположение, что микрогравитация мешает работе клеточных процессов восстановления ДНК, поврежденной радиацией, что приводит к увеличению радиационного фона во время космического полета. Первые исследования воздействия радиации на репарацию клетки привели к результатам, что при облучении в условиях микрогравитации способность восстановления участков ДНК снижается в два раза. Однако последующие исследования и сравнения образцов в космосе и на земле показали существенной разницы в их ферментативных реакциях восстановления.

Космические исследования воздействий различных факторов, в том числе микрогравитации, на живые клетки нацелены на коммерческие фармацевтические применения в будущем, такие как производство вторичных метаболитов (антибиотиков), контроль распространения устойчивых к лекарственным средствам патогенов и разработка вакцин, а также напостроение экосистемы с функцией жизнеобеспечения на борту: разложение отходов, регенерация воды, производство пищи и кислорода.

Библиографический список:

1. Space Microbiology / Gerda Horneck, David M. Klaus, Rocco L. Mancinelli // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2010. Pages 121-156.

2. Venturing into new realms? Microorganisms in space / Christine Moissl-Eichinger, Charles Cockell, Petra Rettberg // *FEMS Microbiology Reviews*, 2016. Pages 722–737.

MICROGRAVITY IN SPACE MICROBIOLOGY

Naryshkin A.A.

Keywords: *cell, mobility, microgravity, radiation.*

The work is devoted to studying the effect of microgravity on the cell. It has been established that motile cells are more stable in space; the chemical composition and conductivity of a bacterium depends on microgravity, but not its ability to repair DNA.