

АДАПТАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА К УСЛОВИЯМ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Юрова Яна Ивановна

студент Воронежского государственного медицинского института им. Н.Н. Бурденко, РФ, г. Воронеж

Карташова Н.М.

научный руководитель, Воронежский государственный медицинский университет им. И.Н. Бурденко, РФ, г. Воронеж

Чепрасова А.А.

научный руководитель, Воронежский государственный медицинский университет им. И.Н. Бурденко, РФ, г. Воронеж

Парфенова Н.В.

научный руководитель, Воронежский государственный медицинский университет им. И.Н. Бурденко, РФ, г. Воронеж

Аннотация. В статье проводится анализ адаптационных способностей растительных организмов в условиях космического пространства. Представлены результаты ключевых экспериментов, проведенных на космических аппаратах, а также рассмотрено воздействие космической среды на развитие растительных организмов.

Ключевые слова: адаптация, растения, космос.

Адаптация растений в космосе является одним из важнейших вопросов в области астробиологии и космической биологии. Понимание того, как растения могут выживать и развиваться в космосе, имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности во время длительных космических экспедиций.

Главными проблемами для растительных организмов при адаптации к космическим условиям являются микрогравитация, космическая радиация, отсутствие атмосферы, перепады температур, недостаток воды и питательных веществ.

Актуальной задачей для многих исследователей является выявление генов, реагирующих на условия космического полета, а также отбор наиболее устойчивых образцов растений для дальнейших исследований и селекции.

При рассмотрении литературных данных были изучены несколько важных экспериментов, связанных с адаптацией растений в условиях космического полета.

В июле 2019 года был запущен эксперимент по изучению вегетации представителя моховидных *Physcomitrella patens* на Международной космической станции (МКС). Этот вид

мха был выбран в качестве модельного организма благодаря его полностью расшифрованному геному. Это делает его идеальным объектом для изучения генетической регуляции процессов роста и развития в условиях микрогравитации и повышенной радиации.

Выращивание этого вида мха не представляет сложности, что позволяет проводить с ним разнообразные исследования как на Земле, так и в условиях космического полета. *Physcomitrella patens* обладает высокой устойчивостью к различным стрессовым факторам, включая перепады температур, недостаток влаги и ультрафиолетовое излучение. Это делает его потенциальным объектом исследования процессов приспособления к сложным условиям, например, в условиях космического пространства. Данный вид мха способен быстро размножаться вегетативным путем, что позволяет ускорить проведение экспериментов и получение результатов.

Задача эксперимента — рассмотреть, как невесомость влияет на рост и развитие мха. Исследователи изучили, насколько мох способен выживать в экстремальных условиях, например, при низких температурах, которые на Марсе могут достигать $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также проводились эксперименты с разными источниками света, чтобы понять, как мох реагирует на изменение условий освещения и ситуации в космосе. Исследование П. Патенса может помочь выявить новые генетические механизмы, повышающие устойчивость организма к стрессу. Эти механизмы, возможно, будут полезны не только в космосе, но и на Земле, особенно в условиях меняющегося климата и ухудшающейся экологической обстановки.

Исследования, проводимые Университетом штата Северная Каролина в рамках проекта Plant Habitat-3, направлены на изучение влияния микрогравитации на рост и развитие растительных организмов, включая водоросли. Эти исследования необходимы для понимания возможностей поддержания жизненных циклов растений на борту космических аппаратов и в условиях внеземных баз.

Растения являются главным звеном в системе жизнеобеспечения, так как они способны производить кислород, поглощать углекислый газ и служить источником пищи. Однако их поведение в условиях невесомости существенно отличается от поведения на Земле, что делает необходимым проведение детальных исследований.

Один из экспериментов проводился на МКС, где исследователи могли контролировать параметры среды обитания растений, такие как освещение, влажность и уровень углекислого газа. Это давало возможность ученым контролировать реакцию растений на действие различных факторов. Эксперименты продемонстрировали, что некоторые разновидности водорослей могут приспособиваться к условиям микрогравитации, продолжая успешно вегетировать. Однако между видами растений отмечались различия, у некоторых из них наблюдалась задержка роста или нарушения развития.

Исследования в рамках проекта Plant Habitat-3 помогают лучше понять механизмы адаптации растений к экстремальным условиям и разработать новые методы выращивания растений в космосе. Полученные данные станут основой для будущих космических полетов, где автономные системы жизнеобеспечения будут иметь решающее значение.

Также проводились эксперименты с таким видом, как *Lepidium sativum*. Кресс-салат – неприхотливый вид семейства капустные, характеризуется быстрым ростом и очень хорошо подходит для различных исследований. У растений кресс-салата, выращенных в условиях невесомости, наблюдались морфологические изменения в строении вегетативных органов, а также нарушения их ориентации. Кроме того, микрогравитация повлияла на процесс фотосинтеза и обмен веществ растений. Изменения в освещённости и доступе питательных веществ привели к изменениям биохимического состава листьев и стеблей. Также были отмечены изменения на клеточном и тканевом уровнях. Наблюдалось увеличение размера клеток, изменение толщины клеточных стенок. Было обнаружено влияние микрогравитации на молекулярно-генетическом уровне: наблюдались изменения в экспрессии некоторых генов.

Еще одним интересным объектом исследований в области космоса является *Arabidopsis thaliana*, представитель семейства капустных. Эксперименты в условиях космического полета показали, что под действием невесомости происходят изменения в корнях и побегах.

Стрессовые факторы в условиях микрогравитации влияют на экспрессию генов у *Arabidopsis thaliana*, при этом ключевыми механизмами становятся метилирование ДНК и модификации гистоновых белков. Это может указывать на то, что данные растительные организмы морфологически и функционально адаптируются, используя механизмы эпигенетической регуляции. Таким образом, эпигенетические изменения являются важным инструментом адаптации растений к изменяющимся условиям.

Одной из ключевых особенностей адаптации растений является отсутствие гравитационной ориентации, что приводит к изменению привычных моделей роста и необходимости адаптации к новым условиям. Водобмен и фотосинтез также меняются, так как растения начинают использовать альтернативные пути для получения необходимых ресурсов. Свободная от микроорганизмов среда способствует повышению устойчивости растений к болезням и вредителям, что может быть особенно полезно для будущих космических колоний.

Таким образом, исследование механизма физиологической адаптации растений в условиях микрогравитации становятся не просто научной необходимостью, но и важным этапом на пути к пониманию возможности будущего самостоятельного земледелия в космосе. Изучение механизмов, обеспечивающих выживание и развитие растений в условиях космической среды, станет основой для создания устойчивых экосистем.

Список литературы:

1. Беркович, Ю. А. Космические оранжереи: настоящее и будущее / Ю. А. Беркович, Н. М. Кривобок, С. О. Смолянина, А.Н. Ерохин. — М.: Фирма «Слово» - 2005. — 368 с.
2. Звонарёв, С. Н., Демидчик, В. В. *Physcomitrella patens* как модельный организм в экспериментальной биологии растений / С. Н. Звонарёв, В. В. Демидчик // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. - 2018. - С. 39 - 47.
3. Космическая биология и медицина. Медико-биологические эксперименты на ОС «Мир» // Под ред. Григорьева А.И. - 2002. - Т. 2(6). - С. 319-343.
4. Левинских, М. А., Сигналлова, О. Б., Дерендяева, Т. А., Ливанская, О. Г., Нефедова, Е. Л., Сычев, В. Н., Подольский, И. Г. Разработка технологии выращивания и выбор овощных листовых культур для космических оранжерей // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2001. - Т. 35(1). - С. 61-67.
5. Shen Yu., Guo S., Zhao P., Wang L., Wang X., Li J., Bian Q. Research on lettuce growth technology onboard Chinese Tiangong II Spacelab // *Acta Astronautica*. - 2018. - v. 144. - P. 97-102.