

## MOMEDOS

Molecular mechanisms of *Deinococcus radiodurans* survivability in outer space

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP, ASAP 12. Ausschreibung (2015)                           | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.08.2016  | <b>Projektende</b>     | 31.07.2020    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2016 - 2020   | <b>Projektlaufzeit</b> | 48 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | extremophiles, ISS exposure, biochemistry, proteomics, metabolomics |                        |               |

### Projektbeschreibung

Die drastischen Bedingungen des Weltraums – extreme Temperaturänderungen, Mikrogravitation, Hochvakuum und kosmische Strahlung – stellen eine extreme Herausforderung für jede Form von Leben dar. In den zurückliegenden Dekaden hat die Raumfahrttechnologie den Transport und Aufenthalt von Menschen und Versuchslaboren im Weltraum ermöglicht, um in situ Reaktionen von irdischen Lebensformen auf diese Stress-Faktoren zu untersuchen. Während zahlreiche Studien deutlich die Möglichkeit eines mikrobiellen Transfers durch den Raum bewiesen haben und folglich die Existenz dieser Lebensformen auf anderen Planeten nicht auszuschließen ist, fehlt immer noch eine explizite Kenntnis der molekularen Mechanismen, die das Überleben und die Anpassung an Weltraum-Bedingungen erlauben. Die von uns vorgeschlagene Studie zielt unter Verwendung eines integrativen Ansatzes auf die funktionelle Entschlüsselung der durch Weltraumbedingungen induzierten Mechanismen im Hinblick auf die Überlebensfähigkeit von Mikroorganismen. Wir beabsichtigen die molekularen Mechanismen der mikrobiellen Überlebensfähigkeit und DNA/Protein-Schäden von strahlenresistenten Bakterien *Deinococcus radiodurans* nach Exposition in Weltraumumgebung zu untersuchen. Dehydrierte Zellen von *Deinococcus radiodurans* erreichten bereits erfolgreich die außen an dem japanischen Versuchsmodul exponierte Anlage an der Internationalen Raumstation ISS ( $\approx 400$  km) am 26. Mai 2015, wo sie für 1, 2 und 3 Jahre im Rahmen der Tanpopo („Löwenzahn“) Mission exponiert werden (JAXA). Diese Proben werden von uns untersucht. Parallel dazu werden wir die Weltraumsimulationsanlagen des DLR (Köln) nutzen und dehydrierte sowie in Suspension befindliche *D. radiodurans* Kulturen unterschiedlichen Temperatur-, Vacuum- und Mikrogravitationsbedingungen aussetzen. Dadurch können Umweltfaktoren, die im Weltraum in Kombination auftreten, einzeln und mit unterschiedlichen Versuchszeiten untersucht werden. Bei der Analytik der Proben werden modernste Methoden zum Einsatz kommen, z. B. die vergleichende genomweite molekulare Untersuchung von extra- und intrazellulären Proteinen und Metaboliten. In experimentellen Vorarbeiten haben wir bereits die Bodenkontrollprofile von *D. radiodurans* extra- und intrazellulären Proteinen, mRNA-Transkripten und Metaboliten erstellt. Die molekulare Charakterisierung des extrazellulären Milieus von *D. radiodurans* (sekretierte Proteine/Metabolite) ist ein besonderer Schwerpunkt unserer laufenden Experimenten, um die extrazellulären Veränderungen der *Deinococcus* Zellen nach der Raum-Exposition bei einer niedrigen Erdumlaufbahn zu klären. Die Untersuchungen sind essenziell, um das Überleben und die Anpassungsstrategien der Extremophilen an harte Weltraumbedingungen zu verstehen. Die molekulare Charakterisierung der Überlebensfähigkeit von *D. radiodurans* bei niedriger Erdumlaufbahn wird unser Verständnis von Leben im Weltraum fördern.

## Abstract

The drastic, cold and radiation-filled conditions of outer space present an environmental challenge for any form of life. Crossing the border of centuries, space technology has provided tools for transporting terrestrial life to space environment for studying in situ responses to stress conditions of space. While numerous studies have proved significantly the possibility of microbial transfer through the space, we have been still missing an explicit knowledge of molecular mechanisms allowing survival and adaptation in outer space environment. In this context, our proposed study aims at utilizing an integrative approach to functionally decipher space-induced mechanisms of microbial survivability.

We intend to investigate the molecular mechanisms of microbial survivability and DNA/protein damage following exposure of the radioresistant bacterium *Deinococcus radiodurans* to harsh space environment at low Earth orbit. The dehydrated deinococcal cells have already successfully reached the Exposed Facility of the Japanese Experiment Module at the International Space Station ( $\approx 400$  km) on May 26th, 2015, where they will be exposed for 1, 2, and 3 years in frames of the Tanpopo (Dandelion) mission (JAXA assisted). The dehydrated cells of *D. radiodurans* will be long-termly influenced by microgravity, temperature changes, high vacuum, cosmic rays, and wide-range UV light. Furthermore, we will apply the experiences and benefits of the ground-based space simulation facilities at DLR, German Aerospace Center, to expose *D. radiodurans* to simulated space conditions. Here, we have the advantage to test the space factors separately, in combination and with shorter time frames, exposing dehydrated as well as in suspension cultures of *Deinococci* cells. This way we test variable experimental scenarios with respect to exposure time, adaptation processes, etc.

In parallel with genetic techniques, we will employ a system approach of a comparative molecular profiling of extra- and intracellular proteins and metabolites to capture a broad range of cellular alterations of *Deinococci* cells recovering after long-term space exposure and exposure to simulated space conditions. In preliminary experimental work, we have already established the ground control profiles of *D. radiodurans* proteins, mRNA transcripts and metabolites. The molecular content of *D. radiodurans* extracellular milieu (secreted metabolites and proteins) is a special focus of our on-going experiments to elucidate the extracellular alterations caused to *Deinococci* cells after the space exposure at low Earth orbit.

By means of this, our project offers an integrative program for identifying the components of molecular machinery responsible for a survival of *D. radiodurans* in conditions of multiple stress factors of low Earth orbit. The identification of molecular mechanisms of *Deinococci* survivability in outer space environment is essential to understand survival and adaptation strategies of extremophiles to harsh space conditions. Molecular characterization of *D. radiodurans* survivability at low Earth orbit will promote our understanding of supporting and protecting the life in outer space environment.

## Projektpartner

- Universität Wien