



Agrospace Experiments Suite (AES)

Questo esperimento è costituito in realtà da due esperimenti: un esperimento didattico "Space Beans for Students" ed un esperimento di biologia "Seedlings".

1. Space Beans for Students

Lo scopo di questa parte dell'esperimento è di coinvolgere ed interessare i ragazzi in attività scientifiche nello spazio attraverso un costante sfruttamento della tecnologia spaziale e delle sue applicazioni nella vita di tutti i giorni sulla Terra. L'esperimento consiste nel far germogliare contemporaneamente dei semi di fagiolo nello spazio e sulla terra nelle classi degli studenti.

Far germogliare semi nello spazio non è certo cosa nuova, ma adesso lo scopo è quello di ottenere un alto coinvolgimento degli studenti nella missione spaziale e di accrescere la loro conoscenza sullo spazio in termini di cos'è lo spazio e di quali siano le applicazioni potenziali delle tecnologie spaziali.

Molti studenti sanno già che le piante iniziano il loro ciclo di vita quando un seme comincia a germogliare ed il germoglio comincia a crescere. Durante questa attività, gli studenti studieranno sia le condizioni che portano il seme a germogliare e parallelamente potranno osservare i primi stadi del ciclo di vita della pianta sulla Terra e nello spazio.



"Space Beans for Students": La busta di plastica contiene un fazzoletto di carta, dei semi di fagiolo e un contenitore con acqua. (Sorgente: M. Casucci)

Il motivo principale è quello di fornire agli studenti delle risposte alle seguenti domande chiave:

Cosa serve ad un seme per germogliare?

Che cambiamenti si verificano nel seme e nel germoglio durante la germinazione e nelle prime fasi della crescita?

Quali sono le differenze principali tra i semi germogliati sulla Terra e quelli germogliati nello spazio in microgravità?

Come si svolge?

L'esperimento è costituito da una busta di plastica trasparente chiusa ermeticamente. Dentro vi sono un tovagliolino di carta sul quale sono stati disposti con del nastro 6 semi di fagiolo ed un contenitore con dell'acqua.

Durante i 7 giorni in orbita i semi di fagiolo germoglieranno nella busta. Tutto avrà inizio quando l'astronauta aprirà il contenitore dell'acqua dentro la busta. Fin dal primo giorno, tutti i giorni ed alla stessa ora, l'astronauta scatterà una foto digitale ai semi che stanno germogliando per mostrare il progresso di tale processo. Ogni giorno l'astronauta compilerà un semplice modulo rispondendo a domande relative allo stato dei semi, delle radici, della crescita delle foglie.

Le foto saranno inviate sulla Terra appena possibile e saranno pubblicate su di un portale web. Gli studenti coinvolti eseguiranno contemporaneamente l'esperimento nelle loro classi con le stesse modalità, compreso lo scatto delle foto e la compilazione dei moduli. Anche queste foto verranno pubblicate sullo stesso portale web per mostrare le differenze del processo di germinazione nello spazio e sulla Terra.

2. Seedlings

Anche questo esperimento è relativo alla germinazione di piante. La raccolta di germogli d'erbacee (es. soia, broccoli) è largamente diffusa in molti paesi per il loro alto potere nutritivo.

La produzione di questo tipo di germogli è molto veloce (5-7 giorni); richiede solo semi, acqua e delle condizioni ambientali opportune (es. di temperatura, di umidità relativa). Per queste ragioni produrre germogli direttamente sulla ISS potrebbe rappresentare una interessante opportunità per offrire agli astronauti cibo fresco e di alta qualità.



Human Spaceflight
SPACE FOR LIFE

Missione
Soyuz Italiana
ENEIDE



Esperimenti di Biologia

Gli obiettivi dell'esperimento sono: valutare la fattibilità di produrre germogli di vegetali nello spazio per scopi alimentari e studiare l'influenza della microgravità sulla germinazione, sulla crescita e sulla qualità nutrizionale dei germogli stessi.

Gli interrogativi principali sono:

Come influisce la microgravità sulla germinazione, sulla crescita e sulla qualità nutrizionale dei germogli?

Il nostro sistema di produzione potrebbe essere adattato a produrre germogli di vegetali nello spazio pur mantenendo un livello accettabile di qualità dei prodotti?

Come si svolge?

L'esperimento è costituito da due buste di plastica chiuse ermeticamente. Ogni busta contiene 2 grammi di semi di rucola, disposti su un tovagliolino di carta, ed un contenitore con dell'acqua.

L'esperimento si svolgerà durante i 7 giorni in orbita. L'astronauta darà inizio al processo di germinazione aprendo i contenitori dell'acqua dentro le buste. Fin dal primo giorno, tutti i giorni ed alla stessa ora, l'astronauta scatterà una foto digitale ai semi che stanno germogliando per mostrare il progresso di tale processo. Ogni giorno l'astronauta compilerà un semplice modulo rispondendo a domande relative allo stato dei semi, ed alla crescita delle foglie.

Dopo il rientro sulla Terra le buste con dentro i germogli verranno congelate e inviate per effettuare le analisi di qualità (es. vitamina C, carboidrati, nitrati, antiossidanti). La carta di memoria contenente le immagini rientrerà anch'essa sulla Terra.

Membri del Team:

G. Colla ⁽¹⁾, M. Casucci ⁽²⁾

(1) Università della Tuscia
Viterbo, Italia
E-mail: giucolla@unitus.it

(2) AZIMUTH
Roma, Italia
E-Mail: casucci@pisa.intecs.it



Esperimenti di Biologia

Fischer Rat Thyroid Low serum 5% (FRTL5)

Questo esperimento mira ad identificare gli effetti dell'ambiente spaziale (microgravità e radiazioni) su culture in vitro di cellule tiroidee di ratto. Questo sistema unico di analisi permette l'uso di cellule quiescenti (non proliferanti) che possono essere mantenute indefinitivamente senza la necessità di manipolazioni e del cambio del supporto della cultura.

La classe di cellule selezionate si chiama "FRTL5 Rat Thyroid Cell", da cui il nome dell'esperimento. Una delle ragioni per cui è stata scelta questa classe specifica di cellule tiroidee è la loro rilevanza nella fisiologia e nella medicina umana. I tessuti tiroidei costituiscono un target ideale nella ricerca sulle radiazioni nello spazio. La tiroide è un'importante ghiandola endocrina al centro della regolazione ormonale dell'uomo.

I tessuti tiroidei si sono dimostrati estremamente resistenti agli effetti delle radiazioni. D'altra parte, studi su soggetti umani pesantemente esposti alle radiazioni a Hiroshima, a Nagasaki, alle Isole Marshall, e più recentemente a Chernobyl, hanno chiaramente dimostrato che una lunga esposizione dei tessuti tiroidei alle radiazioni porta comunque allo sviluppo di tumori.

Le cellule FRTL5 saranno utilizzate come un sistema biologico per misurare gli effetti dovuti alle radiazioni e alla microgravità. Questo esperimento dovrebbe aiutare a meglio comprendere la correlazione tra la sensibilità di queste cellule ai danni causati dalle radiazioni con il loro ciclo cellulare e con la cinetica delle radiazioni stesse. Inoltre contribuirà a raffinare la nostra conoscenza sugli effetti dell'ambiente spaziale sul corpo umano, specialmente in previsione delle future missioni di lunga durata verso Marte, ad esempio.

Come si svolge?

Le cellule FRTL-5 verranno messe in flaconi per cultura di poliestere trasparente con un'area di cultura di 75cm² e con una superficie specificatamente trattata per favorire l'attaccamento e la crescita delle cellule.

Metà dei flaconi conterrà cellule FRTL-5 in una cultura contenente un ormone tiroideo-stimolante. Questo ormone, normalmente secreto dalla ghiandola pituitaria, stimola le cellule tiroidee a produrre tiroxina. L'altra metà dei flaconi conterrà cellule FRTL5 in una cultura senza la presenza dell'ormone tiroideo-stimolante.



L'esperimento FRTL5. (Sorgente: S. Ambesi)

I flaconi sigillati saranno messi all'interno di una borsa con chiusura a zip e poi messi in un contenitore di plastica. Le culture saranno tenute ad una temperatura costante di 37°C all'interno di un'incubatrice, per tutta la durata della missione.

Il set-up dell'esperimento consente di preservare le cellule per lungo tempo, sia durante la fase di proliferazione durante la quale sono stimolate dall'ormone tiroideo-stimolante, sia nella fase in cui non lo sono. Ciò sarà possibile senza aver bisogno di dover cambiare il supporto delle culture dove le cellule sono inserite e senza alcuna manipolazione aggiuntiva.

Le cellule verranno analizzate dopo il loro rientro sulla Terra per verificare sia i cambiamenti del loro DNA dovuto a radiazioni e campi magnetici, che gli effetti della microgravità nel loro comportamento. Nella valutazione del responso delle cellule verso l'ormone tiroideo-stimolante le cellule verranno analizzate per avere indicazioni su mutazioni e cambiamenti dei comportamenti cellulari complessi come la morte programmata e l'efficienza di duplicazione.

Questi campioni saranno analizzati e comparati con i campioni provenienti da un esperimento analogo condotto contemporaneamente e nelle stesse modalità sulla Terra.

Membri del Team:

F. Curcio, S. Ambesi

Università di Udine
Udine, Italia

E-mail: curcio@dpmc.uniud.it
saverio.ambesi@dpmc.uniud.it



Microbial life in Space: Responso ai fattori ambientali in un veicolo spaziale (MICROSPACE)

I microbi sono ben noti per le loro capacità di sopravvivenza in condizioni estreme, a temperature elevate, ad alti livelli salinità, sotto pressione idrostatica, in presenza di residui tossici. La loro esposizione a radiazioni, al vuoto, ad elettricità ed onde elettromagnetiche è stata studiata nel passato, ma ci sono poche informazioni disponibili sugli effetti dovuti all'ambiente spaziale.

Differenti ceppi microbici voleranno sulla ISS per studiare gli effetti che le radiazioni spaziali e le condizioni di microgravità avranno sulle culture. I ceppi microbici selezionati per l'esperimento non sono pericolosi; alcuni sono d'origine ambientale, mentre altri (*Saccharomyces cerevisiae*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) sono quelli comunemente ospitati dagli esseri umani.



L'hardware: tubi per centrifuga Sigma, cryo-contenitori, smartbutton, cotone microbiologico, busta con chiusura a zip.
(Sorgente: F. Cangarella)

L'esperimento potrebbe far meglio comprendere la biologia di base dei microbi permettendo così di capire la loro tolleranza verso l'ambiente spaziale e determinare come il loro patrimonio genetico possa essere influenzato dalle condizioni interne alla ISS. Inoltre l'esperimento potrebbe far meglio comprendere l'ambiente interno ai moduli spaziali in genere.

Come si svolge?

I microbi saranno esaminati come culture e/o spore liofilizzate al fine di poterne valutare il numero di cellule, la loro attività ed integrità.

I ceppi selezionati saranno trattati come cellule vive ma non attive al fine di ottimizzare le spese, il lavoro sperimentale e per facilitarne l'imballaggio ed il trasporto; non è necessario infine alcun intervento da parte degli astronauti.

Nei laboratori sulla Terra, le culture selezionate verranno coltivate in condizioni ottimali e preservate fino al momento della sperimentazione. A questo punto (T0) le culture e/o spore liofilizzate verranno opportunamente preparate, confezionate e trasportate; parte di queste culture verranno trattenute ed analizzate (conteggio delle cellule, loro attività ed integrità, struttura genetica) come controllo al tempo T0.

I microrganismi verranno messi dentro cryo-contenitori da 2ml, inseriti all'interno in tubi per centrifuga Sigma, alloggiati in borse con chiusura a zip per poi essere facilmente trasportati al sito di lancio.

Un registratore di temperatura, autonomamente alimentato con una batteria al litio da 3V, verrà inserita in ogni borsa. Un filtro di cotone microbiologico verrà inserito in ognuno dei tubi per centrifuga Sigma.

Verranno preparate tre borse contenenti gli stessi campioni in modo che possano essere analizzati in momenti diversi durante la missione. Alla fine di questa missione due borse verranno riportate sulla Terra con la capsula Soyuz, mentre la terza rimarrà sulla ISS fino alla fine della prossima missione.

Una volta rientrati sulla Terra, i campioni verranno analizzati con un microscopio ottico per il conteggio delle cellule, e con il microscopio elettronico per determinarne la morfologia.

Dato che lo stress al quale vengono sottoposte le cellule durante l'arco di tutta la missione può influenzare il genoma dei microbi, un'altra parte dell'esperimento prevede l'analisi totale del DNA attraverso tecniche molecolari.

Un esperimento di riferimento a terra viene eseguito presso il Laboratorio di Microbiologia Agricola ed Ambientale dell'Università della Tuscia ed analizzato seguendo lo stesso protocollo, in modo che si possano confrontare i



Human Spaceflight
SPACE FOR LIFE

Missione
Soyuz Italiana
ENEIDE



Esperimenti di Biologia

risposi dei microbi coltivati nello spazio e sulla Terra.

Le culture microbiche selezionate vengono scelte fra i generi Saccharomyces, Escherichia, Lactobacillus, Bacillus, Pseudomonas, Rhizobium, Enterococcus, Streptococcus, Thermococcus, in modo che il lavoro sperimentale possa essere effettuato su specie di diversa provenienza ambientale, capaci di sopravvivere alla durata della missione ed alle condizioni ambientali medie a bordo della ISS.

Inoltre, altri esperimenti saranno eseguiti usando altre specie batteriche all'interno di un simulatore sulla Terra per studiare gli effetti delle radiazioni spaziali sui batteri.

Membri del Team:

F. Canganella, G. Bianconi, P. Tamantini

Università della Tuscia
Viterbo, Italia

E-mail: canganella@unitus.it



Esperimenti di Biologia

Vine In Near Orbit (VINO)

In passato sono stati condotti molti esperimenti sulla crescita di piante e semi in condizioni gravitazionali alterate. Quest'area di ricerca scientifica ha ricevuto più attenzione nella prospettiva delle missioni di lunga durata, con particolare riferimento alla futura esplorazione dell'uomo su Marte.

Storicamente la coltivazione delle viti ha sempre giocato un ruolo fondamentale nella nostra vita quotidiana. Alcuni ritrovamenti archeologici hanno permesso di datare l'inizio della coltivazione sistematica delle viti già a partire dal 5600 a.c., ed è affascinante pensare che le viti possano accompagnare l'uomo anche nel futuro.

Una nuova idea sperimentale che coinvolge le viti è stata concepita e finanziata da uno sforzo congiunto fra diverse associazioni vinicole toscane, la Provincia di Livorno e Kayser Italia.

Lo scopo dell'esperimento VINO è quello di provare la sopravvivenza e la crescita nello spazio del viticcio di viti proveniente da vigneti di Sassicaia, in Toscana. Il viticcio è un filamento dalla forma arricciata; questi filamenti permettono a piante con struttura a spirale, come la vite e la pianta del cetriolo, di aggrapparsi ad oggetti o piante per sostenersi.



Il contenitore dell'esperimento VINO. (Sorgente: Kayser Italia)

Come si svolge?

I viticci saranno lanciati in orbita in un contenitore metallico pressurizzato e sigillato (18cm x 16cm x 11cm per 1.5kg di peso) per evitare ogni tipo di contaminazione. Dentro il contenitore i viticci si trovano all'interno di buste di plastica.

Una volta raggiunta la ISS, il contenitore viene trasferito nel segmento russo dove vi rimarrà fino al momento del rientro sulla Terra una volta terminata la missione.

Il contenitore dell'esperimento non è equipaggiato con alcun sistema di controllo termico e sarà quindi esposto alle condizioni di temperatura tipiche della capsula Soyuz (durante il lancio ed il volo orbitale) e della ISS, ossia tra i 18°C ed i 28°C.

I viticci si trovano all'interno di buste di plastica dove vi rimarranno fino alla fine della fase in orbita dell'esperimento.

Dopo il rientro sulla Terra i viticci saranno impiantati per verificarne la crescita. I risultati verranno confrontati con quelli dell'esperimento di riferimento svolto a terra.

Tali risultati potrebbero risultare utili riguardo la sopravvivenza di piante durante le missioni di lunga durata, come quelle previste per l'esplorazione umana di Marte ad esempio.

Membri del Team:

V. Zolesi, G. Neri

Kayser Italia S.r.l

Livorno, Italia

E-mail: v.zolesi@kayser.it



Cricket In Space 2 (CRISP-2)

Questo esperimento è la continuazione dell'esperimento CRISP svolto durante la missione Neurolab STS-90 nel 1998. I risultati hanno dimostrato che in microgravità il comportamento nei grilli non ha subito variazioni, diversamente a quanto è stato osservato nella fisiologia di una specifica classe di neuroni correlati alla percezione della postura.

L'esperimento CRISP-2 cercherà di documentare in che modo l'assenza di gravità inciderà nella proliferazione dei neuroni quando la fertilizzazione avviene nello spazio e quali saranno gli impatti sui comportamenti correlati alla gravità.

L'esperimento prevede l'uso di grilli (*Acheta domestica*) perché sono in possesso di neuroni che possono essere inequivocabilmente identificati in ogni singolo esemplare. Questa caratteristica specifica permette lo studio di aspetti dell'anatomia e della fisiologia dei neuroni nel contesto del loro ambiente naturale (il corpo stesso) in una moltitudine di esemplari.

Come si svolge?

Il primo passo nella formazione dei neuroni e delle reti neuronali deve avvenire in assenza di gravità, ed è quindi necessario che la fertilizzazione delle uova avvenga in microgravità.



Uno dei due contenitori dell'esperimento contiene il compartimento per gli esemplari adulti (CC-AC), delle uova (CC-EC) e delle larve che si stanno per schiudere (CC-LC).
(Sorgente: E. Horn)

I 14 esemplari di grillo femmina usati nell'esperimento CRISP-2 saranno inseminati in un laboratorio a terra prima del lancio. Dato che possono trattenere lo sperma per settimane, non si rende necessaria la presenza di esemplari

machili per la fertilizzazione in orbita. Il processo di fertilizzazione avviene immediatamente prima della deposizione delle uova nel terreno.

I 14 grilli femmina verranno alloggiati nei compartimenti per gli esemplari adulti (CC-AC) di due contenitori (CC). Per assicurare che la fertilizzazione non avvenga prima di essere in condizioni di microgravità, le femmine non avranno accesso ai contenitori delle uova (CC-EC) nei due CC, che contengono del terreno. Inoltre, i due CC contengono un compartimento per le larve che si stanno per schiudere (CC-LC).



I contenitori delle uova in configurazione aperta e chiusa.
(Sorgente: E. Horn)

Una volta a bordo della ISS, i contenitori delle uova verranno aperti per due volte durante la missione, consentendo così alle femmine di accedere per depositare le uova nel terreno.

Il primo gruppo di uova avrà il tempo sufficiente per svilupparsi in modo naturale fino al completamento dell'embrione. Il secondo gruppo di embrioni continuerà il processo di sviluppo dopo il rientro sulla Terra in condizioni di gravità normali.

Dopo il rientro sulla Terra, gli esemplari adulti e gli embrioni contenuti nei CC verranno trasferiti ai laboratori preposti per immediate analisi sui comportamenti correlati alla gravità e sulla anatomia neuronale.

Nell'esperimento precedente (CRISP) i comportamenti correlati alla gravità sono stati studiati analizzando i movimenti di compensazione della testa indotti dal rollio laterale dell'animale. Tuttavia, a causa della



Human Spaceflight
SPACE FOR LIFE

Missione
Soyuz Italiana
ENEIDE



Esperimenti di Biologia

struttura delicata degli esemplari, è stato difficile registrare tali informazioni. Per CRISP-2 questa parte dell'esperimento verrà rimpiazzata con il test della "geotassi".

Per "geotassi" si intende l'orientamento rispetto al campo gravitazionale su superfici inclinate. I comportamenti correlati alla gravità dopo il volo verranno analizzati registrando la direzione del cammino dei grilli che procedono su un piano inclinato, per diverse angolazioni del piano stesso.

I test anatomici neuronali prevedono l'analisi della dimensione del corpo cellulare dei neuroni e lo schema di connessione dei dendriti negli embrioni e nelle larve che si stanno per schiudere. I dendriti sono quei filamenti brevi e molto ramificati che trasmettono i segnali verso il corpo cellulare di un neurone.

Gli esemplari femmina potranno depositare le uova per una terza volta in condizioni di gravità normale. Il successo di questa deposizione di uova potrà essere determinato dopo 15 giorni attraverso il conteggio delle larve che si stanno schiudendo e con l'esecuzione di ulteriori analisi concernenti l'anatomia neuronale e di ulteriori studi comportamentali (geotassi).

Membri del Team:

E. Horn

Università di Ulm
Ulm, Germania

E-mail: eberhard.horn@biologie.uni-ulm.de