

Utilizzo della *Ralstonia detusculanense*

Giuseppe Quartieri*
Piero Quercia**
Pasquale Avino***

* Libera Università L.U.de.S., Lugano

** INFN-LNF, Frascati, Roma

*** DIPIA-ISPEL, Roma

*Il batterio *Ralstonia detusculanense*, scoperto nei laboratori INFN e caratterizzato biologicamente in quelli dell'ENEA, utilizzato come concentratore o biodepuratore di specie radioattive, permette l'individuazione e la "cattura" di quantità anche infinitesimali di sostanza. Si possono avere diversi sensori specifici, ed è allo studio l'estensione dell'uso di questo batterio a tre dei più pericolosi prodotti di fissione dei reattori nucleari (^{135}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr)*

Uses of *Ralstonia Detusculanense*

Ralstonia detusculanense is a bacterium allowing to identify and capture infinitesimal quantities of substance. It was discovered in INFN laboratories, biologically characterised in ENEA's and is used as a concentrator or biopurifier of radioactive species. Different specific sensors can be obtained and the extended use of such bacterium to three of the most dangerous nuclear fission products (^{135}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr) is being studied

La *Ralstonia*

In questo studio si vuole presentare la possibilità di impiego del batterio *Ralstonia detusculanense*, un batterio estremofilo particolarmente adatto a soprav-

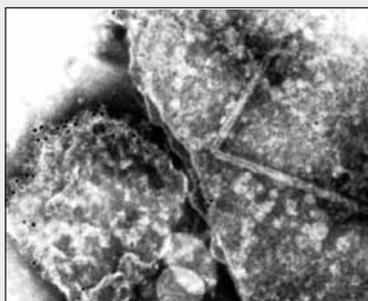


Figura 1
Microfoto della *Ralstonia*
Fonte: US Department of Energy

vivere in ambienti radioattivi e saturi di elementi velenosi (vive nell'acqua pesante). La RDT è un batterio del suolo e la specie simile più conosciuta è la *Ralstonia metallidurans*. La *Ralstonia metallidurans*, per molti aspetti, è una variante "meno resistente" a situazioni ambientali avverse rispetto alla *Ralstonia detusculanense*. Un lavoro sistematico sulle varie specie di *Ralstonia* (figura 1) è stato effettuato dal Department of Energy (DoE, USA) con sequenziamento completo di alcune di esse. Dal punto di vista biologico, la *Ralstonia* è molto duttile ed è capace di adattarsi agli inquinanti più vari. Le *ralstonie* hanno un peculiare sistema di trasmissione dell'informazione tra loro mediante plasmidi (piccoli pezzi di DNA) per cui, quando vengono in contatto con elementi inquinanti, creano un sistema di autodifesa: si auto-ingegnerizzano autonomamente verso le sostanze più inquinanti, tipo metalli pesanti, policlorurati, idrocarburi aromatici, benzeni e altri cancerogeni.

Il biorivelatore *Ralstonia detusculanense*

La *Ralstonia detusculanense* è stata trovata durante un esperimento di fusione fredda nel laboratorio n. 25 dell'INFN di Frascati nel 1999, mentre l'isolamento del batterio e l'individuazione delle attività biologiche sono state eseguite nel laboratorio di biologia del dr. Giacomo D'Agostaro dell'ENEA¹. Il termine *detusculanense* è il risultato della crasi dei termini *Deuterio* e *Tusculum* (in onore del sito in cui per la prima volta sono state scoperte: *Tusculum* è infatti il nome latino di Frascati).

A differenza delle altre *ralstonie*, la *Ralstonia detusculanense* può essere modificata con l'inserimento di un gene *lux* (figura 2), in modo tale che, a contatto delle varie sostanze, in particolare quelle pericolose per l'organismo umano, dia una reazione luminosa ed indichi anche quantità infinitesimali delle sostanze stesse (figura 3), quantità non rivelabili con altre metodologie chimiche e/o biologiche. Esempi ampiamente conclamati di utilizzo di questo batterio, sono come agente da bioaccumulo (e conseguente trasformazione) del tritolo esausto mediante un robot attrezzato con *Ralstonia detuscu-*

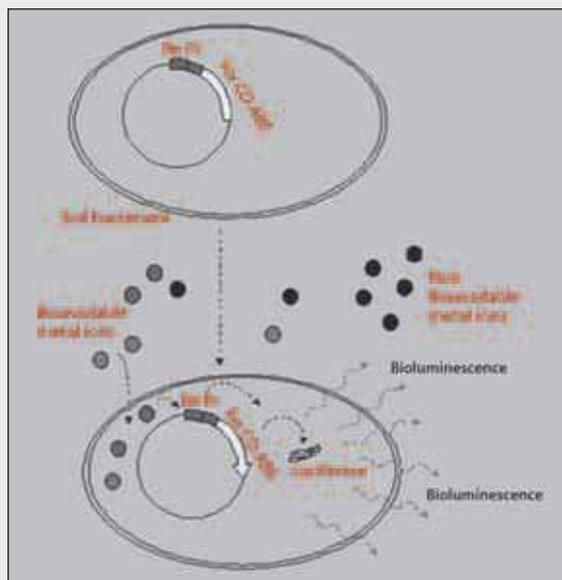


Figura 2
Meccanismo di rilevazione metalli e altro con *Ralstonia*-bioluminescenza
Fonte: Dietrich H. Nies, Ranjit S. Shetty, Angela Ivask et al.

1. G. D'Agostaro et al., National Centre Biology Information: LOCUS AF280433; 1537 bp DNA linear BCT 19 Jan 2002; Definition: *Ralstonia detusculanense*; Organism: *Ralstonia detusculanense*; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>; G. D'Agostaro et al., National Centre Biology Information: Locus AF280434; 535 bp DNA linear BCT 19 Jan 2002; Definition: *Stenotrophomonas detusculanense*; Organism: *Stenotrophomonas detusculanense*; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

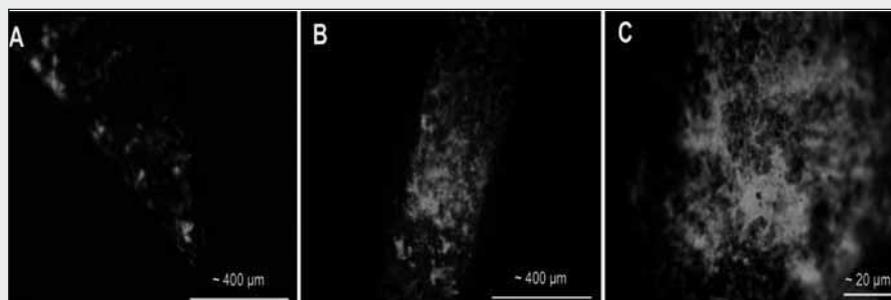


Figura 3
Assorbimento metalli e bioluminescenza a 10-30-70 giorni
Fonte: US Department of Energy

lanense, oppure per la bonifica di alcune zone, teatro di eventi bellici, in cui è stato fatto largo uso del cosiddetto 'uranio depleto' (progetto in via di finanziamento tra ENEA, Università di Roma La Sapienza ed una industria esperta in bio-reattori sotto la completa responsabilità del Ministero della Difesa)².

Nel caso di sostanze radioattive, il metallo pesante (anche radioattivo), quando penetra la parete cellulare e viene assorbito, dà una quantità di luce altamente riproducibile. Il batterio può essere messo in contatto direttamente con il campione da esaminare; è estremamente semplice l'operazione, sia in fase liquida che solida, non servono eccessive preparazioni. Si possono creare molti diversi sensori specifici per coprire, ad esempio, uranio, zinco, cadmio, nichel, cromo, mercurio.

Tale batterio, oltretutto come biosensore, potrebbe essere utilizzato anche come concentratore o bio-depuratore di metalli o sostanze pericolose, alcune delle quali potrebbero essere direttamente metabolizzate e rese inoffensive in loco e altre potrebbero essere raccolte e concentrate, come nel caso dei biofilms per i *ponds* nucleari. In questo caso, parlare di trasmutazioni è sicuramente eccessivo, perché non si vedono reazioni biologico/nucleari evidenti; però, in un certo qual modo, le sostanze vengono sicuramente elaborate. Infatti, ogni organismo che ne ingloba un altro, lo fa per trasformato,

digerirlo e ricavarne energia. Una spiegazione plausibile risiede nella natura stessa dell'organismo: questo archeobatterio, essendo sopravvissuto negli ambienti estremamente radioattivi e nocivi di miliardi di anni fa, potrebbe aver sviluppato sistemi biochimici per utilizzare (o nutrirsi di) radiazioni.

Dal punto di vista applicativo, il batterio *Ralstonia detusculanense* potrebbe essere autoingegnerizzato e coniugato con cellule superiori più efficienti (piante o alghe) che crescono più velocemente dello stesso, che originariamente invece è piuttosto lento, essendo appunto un archeobatterio. Inoltre, ci sono anche evidenze sperimentali che tali batteri possono trasmutare e/o accelerare reazioni di trasmutazione nucleare³. Un esempio di applicazione in campo nucleare⁴ viene dalla Società spagnola Endesa, che ha comunicato nel 2005 di aver trovato un batterio tipo *Ralstonia detusculanense* anche nelle piscine di raffreddamento delle barre di combustibile esausto e ha applicato tale batterio per la bio-concentrazione di particolari metalli, nello specifico isotopi radioattivi: la Endesa ha applicato, con pieno successo, tale tecnica per la bio-concentrazione del ⁶⁰Co e ha brevettato il processo a livello internazionale⁵. Dal 2007 sono in corso ulteriori studi per applicare questo batterio anche a ⁹⁰Sr, ¹³⁵Cs, ¹³⁷Cs, cioè a tre dei più pericolosi prodotti di fissione dei reattori nucleari.

2. S. Martellucci et al., *Fusione Fredda. Storia della Ricerca in Italia*, ENEA 2008.; ISBN 88-8286-162-7; http://www.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2008_14_StoriaFusioneFredda.pdf.

3. V.I. Vysotskii, V.N. Shevel, A.B. Tashirev, A.A. Kornilova, *Successful experiments on utilization of high-activity nuclear waste in the process of transmutation in growing associations of microbiological cultures*, Proceedings of the 10th International Conference on Cold Fusion, 2003, Cambridge, MA).

4. S. Martellucci et al., *Fusione Fredda. Storia della Ricerca in Italia*, ENEA 2008.; ISBN 88-8286-162-7; http://www.enea.it/produzione_scientifica/pdf_volumi/V2008_14_StoriaFusioneFredda.pdf.

5. Il loro lavoro scientifico è stato pubblicato su *International Microbiology* 8, 223-230 (2005).