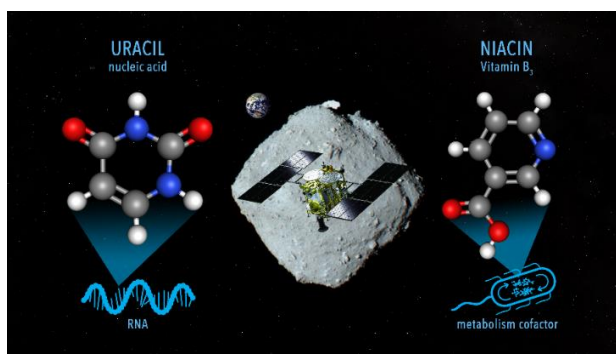


URACILE E VITAMINA B3 NEI CAMPIONI DI RYUGU

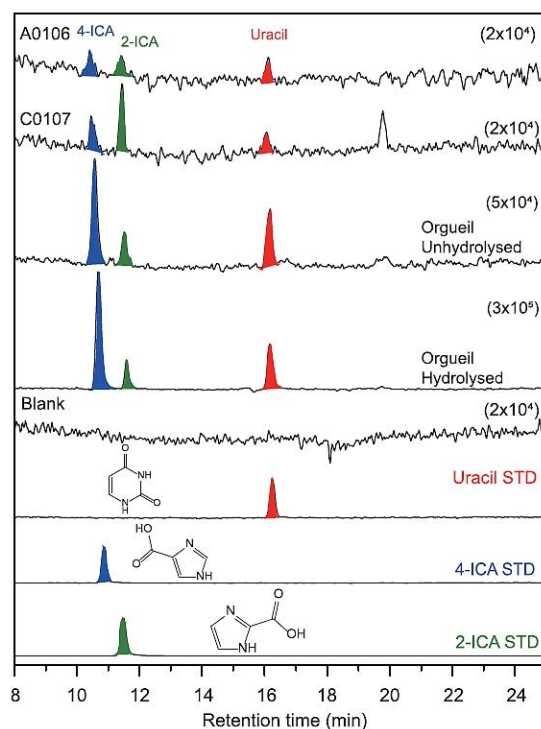
Gli asteroidi carbonacei si confermano incubatrici di molecole prebiotiche. Le analisi chimiche condotte sui campioni dall'asteroide Ryugu, raccolti dalla sonda giapponese Hayabusa2 e riportati sulla Terra nel 2020 [v. Nova 1867 del 7 dicembre 2020], hanno mostrato la presenza di composti organici azotati, tra cui l'uracile, una delle cinque molecole alla base dei nucleotidi – i “mattoni” che compongono l'Rna e il Dna, le molecole della vita. Da MEDIA INAF del 21 marzo 2023 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbonegnani.



Schema concettuale del campionamento di materiali sull'asteroide Ryugu contenenti uracile e niacina raccolti dalla sonda Hayabusa2. Crediti: Nasa Goddard/Jaxa/Dan Gallagher

Il 6 dicembre 2020 la sonda giapponese **Hayabusa2** ha riportato sulla Terra 5,4 grammi di **campioni incontaminati** raccolti durante due operazioni di atterraggio fatte sull'asteroide *near-Earth* di tipo C (**162173**) **Ryugu**, un oggetto che si muove attorno al Sole su un'orbita di tipo Apollo e con dimensioni di circa 900 metri. In base alla analisi spettroscopiche, mineralogiche e delle composizioni elementali e isotopiche i campioni hanno rivelato una certa somiglianza con le condriti carbonacee di tipo Ivuna (CI), una meteorite caduta nel 1938 in Tanzania del peso di 705 grammi: sono stati ritrovati un'ampia gamma di composti organici come amminoacidi di tipo racemico non proteico, acidi carbossilici, idrocarburi policiclici aromatici e azoto eterociclico.

Tuttavia, se Ryugu ha davvero in comune un corpo progenitore con le condriti di tipo CI, ci si aspettava di trovare altre classi di composti organici nei suoi campioni, in particolare le **basi azotate**: queste importanti molecole stanno alla base dei **nucleotidi**, i “mattoni” delle lunghe molecole di Dna e Rna alla base degli esseri viventi. Infatti, in studi precedenti, era stata rilevata la base azotata nota come **uracile** nella meteorite carbonacea di Orgueil, una massa di 14 kg caduta il 14 maggio 1864 in Francia. Nel caso di Ryugu le analisi non si sono mostrate semplici, per via della piccola massa dei campioni riportati a Terra. Per questo motivo il team internazionale guidato da **Yasuhiro Oba** (Hokkaido University) ha sviluppato un metodo analitico per il rilevamento e l'identificazione su piccola scala di basi azotate con concentrazioni comprese fra **parti per miliardo** (ppb) a **parti per trilione** (ppt), utilizzando una cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata con uno spettrometro di massa ad alta risoluzione. Come test per la metodologia sviluppata sono stati usati estratti acquosi del meteorite Murchison, sul quale sono stati effettuati studi intensivi sui suoi composti organici fin dalla sua caduta avvenuta nel 1969. Nei campioni di Murchison il team di Oba ha rilevato con successo tutte e cinque le basi azotate canoniche: **adenina**, **guanina**, **citosina**, **timina** e **uracile**, con concentrazioni comprese tra 4 e 72 ppb, pubblicando un paper nel 2022. In generale l'uracile è usato nell'Rna, mentre per motivi di stabilità nel Dna è sostituito dalla timina, anche se ci sono forme di vita che usano l'uracile nel Dna, come i fagi ossia i virus che infettano i batteri.



La molecola dell'uracile (C₄H₄N₂O₂) con i loro isomeri strutturali rilevati nei campioni A0106 e C0107 di Ryugu e nella meteorite di Orgueil. Crediti: Yasuhiro Oba *et al.*, *Nature Communication*, 2023

Il team ha analizzato i campioni **A0106** e **C0107**, raccolti dal primo e dal secondo sito di atterraggio sull'asteroide Ryugu. I campioni, con una massa di circa 10 mg, sono stati sottoposti ad estrazione con acqua calda a 105 °C per 20 ore, seguita da idrolisi acida. Come campione di riferimento è stato usato l'estratto di acqua calda dal meteorite Orgueil così da poter confrontare il contenuto di nucleobasi. L'uracile è stato trovato nei due campioni A0106 e C0107 in piccole quantità, nell'intervallo **6-32 ppb**, mentre la **vitamina B3** era più abbondante, 49-99 ppb. Nei campioni sono state trovate anche altre **molecole biologiche**, tra cui una selezione di **amminoacidi**, ammine e acidi carbossilici, che si trovano rispettivamente nelle proteine e nei processi metabolici. I composti rilevati sono simili, ma non identici a quelli precedentemente scoperti nelle meteoriti carbonacee.

Il team ipotizza che la differenza nella concentrazione dell'uracile nei due campioni sia dovuta alla diversa esposizione ai raggi Uv e cosmici, che ne degraderebbero in misura maggiore o minore le molecole a seconda della profondità. Considerato che la molecola di uracile ha la forma di un anello esagonale, con formula chimica C₄H₄N₂O₂, hanno ipotizzato che si sia, almeno in parte, formata a partire da molecole più semplici come l'**ammoniaca**, la **formaldeide** e l'**acido cianidrico**. Anche se queste molecole non sono state rilevate nei campioni, è noto che sono presenti nel ghiaccio cometario, e Ryugu potrebbe essere una cometa estinta, o derivare da un corpo progenitore formatosi in ambienti a bassa temperatura. Un altro possibile candidato per la sintesi dell'uracile potrebbe essere l'**urea**, ossia la molecola NH₂CONH₂. Infatti l'urea è abbondante nelle meteoriti carbonacee e, sebbene non sia stata rilevata dal team di Oba, la sua presenza su Ryugu è stata suggerita da un'altra ricerca.

Già nel passato i ricercatori avevano trovato basi azotate e vitamine in alcune meteoriti carbonacee, ma c'è sempre stato il problema della possibile **contaminazione** dovuta all'esposizione all'ambiente terrestre. Poiché la sonda Hayabusa2 ha raccolto due campioni direttamente da Ryugu e li ha riportati sulla Terra in **capsule sigillate**, la contaminazione in questo caso può essere esclusa.

La scoperta dell'uracile nei campioni di Ryugu dà forza all'attuale teoria sull'origine delle basi azotate che sarebbero state portate sulla Terra primordiale grazie alla collisione con gli asteroidi carbonacei che avrebbero agito da "incubatori" di molecole prebiotiche. Quest'anno la missione **Osiris-Rex** della Nasa riporterà i campioni raccolti dall'asteroide **(101955) Bennu**, anch'esso un corpo primitivo di tipo C, e uno studio comparato della composizione di questi asteroidi potrebbe fornire ulteriori dati a supporto di questa teoria.

Albino Carbognani

<https://www.media.inaf.it/2023/03/21/uracile-ryugu/>

Yasuhiro Oba *et al.*, "Uracil in the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu", *Nature Communications*, 14, Article number: 1292 (2023)

