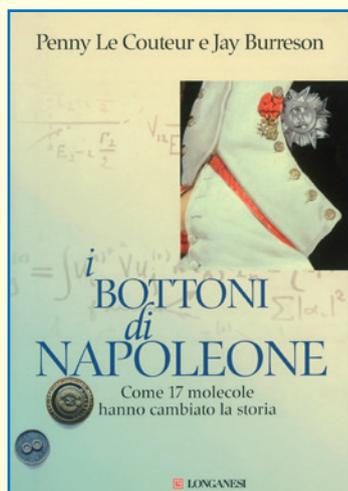


Pagine di scienza

Il sale



Le strutture chimiche hanno svolto un ruolo essenziale, e spesso non riconosciuto, nello sviluppo della civiltà.

(Penny Le Couteur e Jay Burreson *I bottoni di Napoleone. Come 17 molecole hanno cambiato la storia*, Longanesi, 2006)

Gli autori Penny Le Couteur (docente australiana di chimica) e Jay Burreson (chimico industriale statunitense) rivelando gli stupefacenti collegamenti di natura chimica tra fatti apparentemente scollegati, presentano nel libro *I bottoni di Napoleone* 17 gruppi di molecole che hanno cambiato il corso della storia: piperina, acido ascorbico, glucosio, cellulosa, nitroglicerina, fibroina, fenolo, isoprene, indigotina, acido acetilsalicilico, noretindrone, alcaloidi della segale cornuta, morfina-nicotina-cafeina, acido oleico, cloruro di sodio, freon e chinina. I due brani che abbiamo scelto si riferiscono al composto più noto, il cloruro di sodio. Come sappiamo il cloruro di sodio è un composto ionico e quindi il termine molecola è usato dagli autori in modo improprio e solamente per utilità narrativa.

Riportiamo di seguito alcune parti del capitolo 15: *Il sale*.

«La storia del comune sale da cucina – il cloruro di sodio, di formula chimica NaCl – ha un corso parallelo a quello della storia della civiltà umana. Il sale è così apprezzato, così necessario e così importante da avere sempre svolto un ruolo di primo piano non solo nel commercio globale, ma anche in sanzioni economiche e in monopoli, in guerre, nella crescita di città, in sistemi di controllo sociale e politico, in progressi industriali e nella migrazione di popolazioni.

Oggi è una sorta di enigma. Esso è assolutamente essenziale alla vita – senza di esso moriremmo – ma al tempo stesso ci viene detto di limitarne l'assunzione, in quanto potrebbe ucciderci. Oggi costa pochissimo; noi ne produciamo e usiamo quantità enormi. Eppure, per quasi tutta la durata della storia documentata e probabilmente anche per secoli prima che venisse registrato alcun evento storico, era una merce preziosa e spesso molto costosa. Una persona media all'inizio dell'Ottocento avrebbe avuto molta difficoltà a credere che noi oggi spargiamo normalmente

grandi quantità di sale sulle strade per eliminare il ghiaccio o prevenirne la formazione.

Anche il prezzo di molte altre molecole è calato considerevolmente grazie agli sforzi dei chimici, o perché oggi siamo in grado di sintetizzare i vari composti in laboratori e fabbriche (acido ascorbico, gomma, indaco, penicillina), o perché abbiamo la capacità di produrne sostituti artificiali, composti le cui proprietà sono così simili al prodotto naturale (tessuti, plastiche, colori di anilina) da togliergli importanza. Oggi ci affidiamo a sostanze chimiche nuove



Il termine salario deriva dalla antica usanza di pagare i soldati romani delle legioni con una certa quantità di sale. Infatti salario deriva dall'unione del lessema latino *sāl* (sale) con la desinenza *-arium* indicante attinenza. «*Salarius*» era propriamente la razione di sale, poi «*indennità per l'acquisto di sale e di altri generi alimentari concessa ai funzionari della magistratura e dell'esercito*», quindi, nel latino imperiale, «*stipendio, retribuzione*». L'importanza del sale è evidenziata anche dalle cosiddette «*vie del sale*» che sono state nei secoli fondamentali nel tracciare la storia degli uomini. I romani crearono grandi saline a Ostia e intorno al 600 a.C. costruirono una strada per trasportare il sale dalla costa fino a Roma: questa strada ancora oggi si chiama via Salaria.

## Pagine di scienza

per la conservazione dei cibi (refrigeranti), cosicché le molecole di spezie non riescono più a mantenere i prezzi elevati che avevano un tempo. Altri composti chimici – antiparassitari e fertilizzanti – hanno contribuito alla crescita dei raccolti, e quindi alla disponibilità di molecole come il glucosio, la cellulosa, la nicotina, la caffeina e l'acido oleico. Fra tutti i composti, però, il sale è quello che ha avuto probabilmente il massimo aumento nella produzione associato alla più forte diminuzione del prezzo.

### ■ La produzione del sale

Nell'intero corso della storia gli esseri umani hanno raccolto o prodotto sale. Furono usati nell'antichità, e sono in uso ancor oggi, tre metodi principali per la produzione del sale: l'evaporazione dell'acqua di mare, la bollitura di soluzioni saline tratte da sorgenti saline e l'estrazione da giacimenti di salgemma.

L'evaporazione a opera del sole di acqua di mare era (ed è ancora) il metodo più comune nelle regioni costiere tropicali. Il processo è lento ma economico. In origine l'acqua di mare veniva gettata su carboni ardenti e il sale veniva recuperato sotto forma di una crosta, quando il fuoco era spento. Quantità maggiori potevano essere raccolte da avvallamenti rocciosi costieri. Non dovette occorrere molta immaginazione per rendersi conto che laghi artificiali poco profondi, costruiti in aree in cui si poteva usare l'alta marea per riempirli quando era necessario, potevano fornire quantità di sale molto maggiori.

Il sale marino grezzo è di qualità molto inferiore rispetto al sale

delle sorgenti o al salgemma. Benché l'acqua di mare abbia un contenuto del 3,5 per cento di sali in soluzione, solo due terzi di questi sono cloruro di sodio; il resto è un miscuglio di cloruro di magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ) e di cloruro di calcio ( $\text{CaCl}_2$ ). Poiché questi due cloruri sono entrambi più solubili e meno abbondanti del cloruro di sodio, l' $\text{NaCl}$  cristallizza per primo dalla soluzione, cosicché è possibile eliminare la maggior parte dell' $\text{MgCl}_2$  e del  $\text{CaCl}_2$  facendoli scorrere via insieme alla soluzione residua. Ne rimane però abbastanza per dare al sale marino un sapore più forte, che è attribuibile a queste impurità. Tanto il cloruro di magnesio quanto quello di calcio sono deliquescenti, ossia assorbono acqua dall'aria e, quando ciò accade, il sale contenente questi altri cloruri si raggruma e diventa più difficile da spargere con la saliera.

L'evaporazione dell'acqua di mare era particolarmente efficace in climi molto caldi e asciutti, ma anche le sorgenti saline, fonti sotterranee di soluzioni saline altamente concentrate – a volte anche dieci volte più concentrate dell'acqua di mare – erano una fonte eccellente di sale in qualsiasi clima, purché ci fosse legna a sufficienza per fare evaporare per bollitura l'acqua contenuta nelle soluzioni saline. La richiesta di legna per la produzione del sale contribuì a deforestare parti d'Europa. Il sale delle sorgenti saline, non contaminato da cloruro di magnesio e da cloruro di calcio, che ne diminuivano l'efficacia nella conservazione di cibi, era più desiderabile del sale marino, ma anche più costoso.

In molte parti del mondo esi-

stono depositi di salgemma o alite: il nome dell' $\text{NaCl}$  trovato nel suolo come minerale. L'alite (o halite) è formata dai residui essiccati di antichi oceani o mari e viene estratta da secoli, specialmente là dove questi depositi sono vicini alla superficie della terra. Il sale era però così prezioso che, quando le popolazioni dell'Età della Pietra in Europa cominciarono a estrarre il sale, si crearono pozzi profondi, chilometri di gallerie e grandi caverne. Intorno a queste miniere sorsero insediamenti, e la continua estrazione del sale condusse alla fondazione di cittadine e città, che divennero ricche grazie a questa attività.

La produzione o estrazione del sale fu importante in molti luoghi d'Europa per tutto il Medioevo; il sale era così apprezzato da essere noto come «oro bianco». Venezia, che fu per secoli il centro del commercio delle spezie, aveva iniziato la sua esistenza nella forma di una comunità che otteneva le sue entrate principali dall'estrazione di sale dall'acqua delle lagune salmastre della zona. Nomi di fiumi, di cittadine e di città europee – Salisburgo, Halle, Hallstatt, Hallen, La Salle, Moselle – ne ricordano i legami con l'estrazione o la produzione di sale (dalla parola greca *hals* e da quella latina *sal*). Il nome turco per sale, *tuz*, ricorre nella cittadina di Tuzla, in una regione produttrice di sale della Bosnia-Herzegovina, oltre che in comunità costiere turche con nomi simili.

Oggi, attraverso il turismo, il sale è ancora una fonte di ricchezza per alcune di tali antiche cittadine produttrici di sale. A Salisburgo, in Austria, le miniere di sale sono ancora una fra le

## Pagine di scienza

principali attrazioni turistiche, così come a Wieliczka, nei pressi di Cracovia, in Polonia, dove, in grandi caverne svuotate in conseguenza dell'estrazione di sale, sono state realizzate una sala da ballo, una cappella con un altare, statue religiose scolpite nel sale; e oggi un lago sotterraneo vi incanta migliaia di visitatori. Il più grande *salar* (salina) del mondo è quello di Uyuni in Bolivia, dove i turisti possono alloggiare in un vicino albergo fatto interamente di sale.

### ■ Il fabbisogno di sale del corpo

Dai tempi più antichi gli esseri umani riconobbero la necessità di procurarsi sale per la loro dieta, anche quando esso non era necessario per conservare il cibo. Gli ioni forniti dal sale svolgono un ruolo essenziale nel corpo umano, mantenendo l'equilibrio degli elettroliti fra le cellule e il liquido che le circonda. Una parte del processo che genera gli impulsi elettrici, trasmessi lungo neuroni nel sistema nervoso, implica la cosiddetta pompa sodio-potassio. Il numero degli ioni  $\text{Na}^+$  che vengono forzati a uscire da una cellula è maggiore del numero degli ioni  $\text{K}^+$  che vengono pompati in essa, determinando una carica negativa net-

ta del citoplasma all'interno della cellula, rispetto all'esterno della membrana cellulare. Si genera così una differenza di carica – nota come potenziale di membrana – che alimenta impulsi elettrici. Il sale è perciò vitale per il funzionamento dei nervi, e in ultima analisi per il movimento dei muscoli.

Le molecole dei glucosidi cardiotonici, come la digossina e la digitossina presenti nella digitale purpurea, inibiscono la pompa sodio-potassio, determinando la presenza di un livello superiore di ioni  $\text{Na}^+$  all'interno della cellula. Questo fatto accresce la forza delle contrazioni del muscolo cardiaco, spiegando l'attività di queste molecole come stimolanti cardiaci. Anche lo ione cloruro fornito dal sale da cucina è utile nel corpo, dove serve per produrre acido cloridrico, un componente essenziale dei succhi gastrici.

La concentrazione del sale in una persona sana varia entro margini piuttosto ristretti. Il sale perduto va sostituito; il sale in eccesso va escreto. La deprivazione di sale causa perdita di peso e di appetito, crampi, nausea e inerzia e, in casi estremi di perdita di sale corporeo – come nei maratoneti –, può condurre al collasso vascolare e alla morte. Si sa però anche che l'as-

sunzione di ioni sodio in eccesso contribuisce all'ipertensione, un fattore importante nelle cardiopatie, oltre che a malattie dei reni e del fegato.

Il corpo umano medio contiene circa 110 grammi di sale; noi ne perdiamo di continuo, specialmente attraverso la sua escrezione nel sudore e nell'urina, cosicché dobbiamo sostituirlo attraverso assunzioni quotidiane. L'uomo preistorico colmava il suo fabbisogno giornaliero attraverso la carne dei grandi animali erbivori che cacciava, poiché la carne cruda è un'eccellente fonte di sale. Con lo sviluppo dell'agricoltura, quando cereali e verdure divennero parti sempre maggiori della dieta, divenne necessario il sale supplementare. Mentre gli animali carnivori non cercano terreni salati da leccare, gli erbivori ne hanno bisogno. Hanno bisogno di sale supplementare anche gli esseri umani in parti del mondo in cui si mangia poca carne, e coloro che adottano una dieta vegetariana. Il sale supplementare, che divenne necessario non appena gli esseri umani adottarono un modo di vita sedentario fondato sull'agricoltura, doveva essere prodotto localmente o essere ottenuto attraverso il commercio».