

**TESINA PER L'ESAME DI STATO  
A.S. 2017/2018**

*Antropologia Forense*

di Sara Farotto

**La Vitamina C. Una piccola molecola in un grande ruolo**

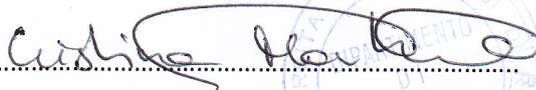
Il presente contributo, elaborato dalla **studentessa Sara Farotto** dell'ITIS Giovanni XXIII di Roma, è connesso alle attività scientifiche e laboratoriali svolte durante lo "**Stage a Tor Vergata**" - promosso dal Piano nazionale Lauree Scientifiche e tenuto presso i laboratori della Macroarea di Scienze MFN dell'**Università degli Studi di Roma Tor Vergata** in due fasi:

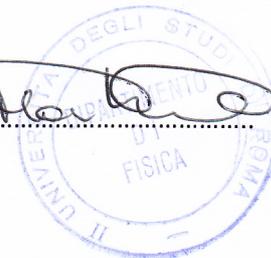
- Stage Estivo dal 12 al 16 giugno 2017;
- Stage Invernale dal 12 al 16 febbraio 2018.

Le attività didattiche previste nel Programma dello Stage sono state realizzate in cinque gruppi di ricerca, guidati da docenti dell'Università di Roma Tor Vergata.

***Il responsabile scientifico del Modulo "Antropologia Forense"***

Prof.ssa Cristina Martinez-Labarga





***Il Direttore degli "Stage a Tor Vergata"***

Prof. Nicola Vittorio





**LA VITAMINA C**  
*“una piccola molecola in un grande ruolo”*

Sara Farotto  
VC



ESAME DI STATO  
2017/2018

Istituto Tecnico Industriale Statale “Giovanni XXIII”  
Articolazione: Chimica, Materiali e Biotecnologie

Roma

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be the initials 'SF'.

# INDICE

Premessa.....	2
Introduzione.....	2
BIOCHIMICA.....	3
<i>Le vitamine</i> .....	3
<i>La vitamina C</i> .....	3
CHIMICA ANALITICA.....	6
<i>Spettrofotometria UV-VIS</i> .....	6
<i>La vitamina C nei frutti</i> .....	6
TECNOLOGIA CHIMICA INDUSTRIALE.....	11
<i>Utilizzo della vitamina C nell'industria alimentare</i> .....	11
<i>Nel settore cosmetico</i> .....	11
<i>Sintesi della vitamina C</i> .....	13
SCIENZE MOTORIE E SPORTIVE.....	14
<i>L'apparato scheletrico</i> .....	14
<i>Gli effetti dell'avitaminosi C sullo scheletro</i> .....	14
INGLESE .....	17
<i>Scurvy: Brought to You By Evolution</i> .....	17
ITALIANO.....	19
<i>I limoni</i> .....	19
<i>Ossi di seppia</i> .....	19
<i>Eugenio Montale</i> .....	19
FONTI.....	22

## Premessa

Durante il corso dei miei studi, mi sono sempre imbattuta in piccole e grandi molecole che hanno caratterizzato intere epoche. Un esempio evidente sono i polimeri che hanno rivoluzionato il commercio del decennio scorso o la penicillina che ha salvato milioni di vite. In particolare, sono stata catturata da una molecola più discreta, quasi invisibile ai nostri occhi, la vitamina C. Grazie ad essa siamo riusciti a passare da “piccoli” a “grandi” viaggi; infatti questa molecola ha avuto il potere di essere la protagonista dell’epoca delle grandi scoperte geografiche e la chiave per la cura e la prevenzione di una malattia come lo scorbuto.

## Introduzione



La vitamina C, anche conosciuta come acido L-ascorbico, oggi, è probabilmente la vitamina più studiata e conosciuta. Essa è indispensabile per la sopravvivenza di molti organismi superiori, una sua assenza causa il sopraggiungere di una terribile malattia oggi conosciuta con il nome di scorbuto.

Lo scorbuto è stato per molto tempo il flagello dei marinai che si avventuravano nei lunghi viaggi alla scoperta di mete allora ignote. Stanchezza e debolezza, gonfiore delle braccia e delle gambe, rammollimento delle gengive, frequenza eccessiva degli ematomi, emorragie dal naso e dalla bocca, dolori muscolari, perdita dei denti, problemi ai polmoni e ai reni: l’elenco dei sintomi dello scorbuto è lungo e molto doloroso. La morte, di solito, sopraggiungeva a causa di una grave infezione come la polmonite o di una qualche altra malattia respiratoria.

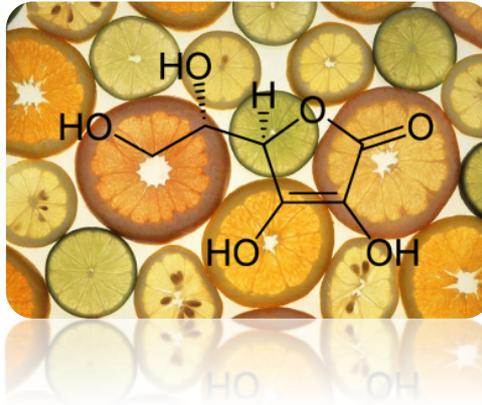
Lo scorbuto è una malattia antica. Si dice che la parola *scorbuto* derivi dal norreno, la lingua dei guerrieri e navigatori vichinghi che, dall’inizio del IX secolo, cominciarono a esplorare le coste europee dell’Atlantico a partire dalla loro patria in Scandinavia. Ma questa malattia sembra essere ancora più antica, alcuni cambiamenti sulla struttura delle ossa osservati in resti umani neolitici sembrano essere compatibili con lo scorbuto, e anche alcuni geroglifici dell’antico Egitto sono stati interpretati come riferimenti a questa malattia. Le vere descrizioni di una malattia identificabile con una certa sicurezza con lo scorbuto risalgono alle crociate (XI-XIII secolo).

Si stima che per secoli lo scorbuto sia stato responsabile di più decessi in mare di tutte le altre cause prese insieme.

Oggi si è a conoscenza che la dieta dei marinai, priva di qualsiasi fonte di vitamina C, fu la causa di ciò. James Cook, capitano della marina britannica, capì la correlazione tra la dieta sbagliata e il sopraggiungere della malattia. Egli impartì al suo equipaggio una dieta ferrea ricca di frutta e verdura freschi. Infatti, nei suoi lunghi viaggi nessun uomo del suo equipaggio morì a causa dello scorbuto. Cook viene così associato alla scoperta degli antiscorbutici, ovvero tutti quegli alimenti che sono associati alla cura dello scorbuto.

# BIOCHIMICA

## *Le vitamine* & *La vitamina C*



*(acido ascorbico)*

Attraverso gli alimenti che costituiscono la nostra dieta assumiamo macronutrienti e micronutrienti. I macronutrienti sono tutte quelle sostanze che, attraverso il cibo, devono essere assunte in grandi quantità. Fanno parte dei macronutrienti i carboidrati, i lipidi e le proteine; essi rappresentano la principale fonte delle calorie che consumiamo e, nella quasi totalità dei casi, rappresentano il peso quasi totale del cibo.

I micronutrienti sono invece, tutte quelle sostanze che vengono richieste in piccole quantità. Fanno parte di questo gruppo le vitamine e i sali minerali. I micronutrienti sono importati antiossidanti e a differenza dei macronutrienti non apportano calorie.

*Le vitamine*, sono sostanze organiche eterogenee dal punto di vista chimico, indispensabili per la funzionalità delle cellule, per l'accrescimento e l'integrità degli organismi viventi. Alcune di esse, entrano a far parte di cofattori enzimatici che catalizzano specifiche reazioni chimiche all'interno del nostro corpo. La maggior parte di esse non sono sintetizzate dagli animali che le devono perciò introdurre con l'alimentazione.

Il fabbisogno giornaliero varia nelle diverse specie animali, da individuo a individuo, a seconda dell'età, dallo stato di salute e dall'alimentazione. In alcuni casi una vitamina risulta essenziale (cioè deve essere introdotta con la dieta) per una specie e non per altre, che sono in grado di sintetizzarla a partire da un precursore chimico. Ne è un esempio la *vitamina C* che risulta essenziale per l'uomo ma non per il cane e il ratto, che sono in grado di sintetizzarla a partire dal glucosio.

Di ogni vitamina si conosce il fabbisogno giornaliero per una persona adulta, stabilito in base alle manifestazioni provocate da una loro assenza completa nella dieta (avitaminosi), un ridotto apporto (ipovitaminosi) o anche una introduzione eccessiva (ipervitaminosi).

Va inoltre specificato che, alcune vitamine, vengono introdotte nell'organismo come tali (cioè sono attive, possono svolgere subito la loro attività biologica), mentre altre vengono assunte sotto forma di provitamine (cioè sono inattive e non possono svolgere la loro attività biologica) che nell'organismo vengono ulteriormente elaborate in vitamine vere e proprie.

*Nel 1911 fu identificata la prima vitamina, la A, ma solo nel 1913, venne coniato il termine dal chimico polacco C. Funk.*

La parola *vitamina* deriva dalla contrazione di due parole: *vitale* (necessaria per la vita, si capì da subito l'importanza che avevano per la prevenzione di alcune malattie) e *ammina* (composto organico contenente azoto: in origine si pensava infatti che tutte le vitamine contenessero almeno un atomo di azoto). Le lettere anteposte dopo la parola "vitamina" specifica in che ordine siano state scoperte. Ad esempio, la C nell'espressione vitamina C indica che questa fu la terza vitamina a essere identificata. Questo sistema terminologico ha in realtà numerose pecche. Le vitamine del gruppo B e la vitamina H sono le uniche a contenere effettivamente azoto. In seguito, si scoprì, che la vitamina B originaria era costituita effettivamente da più di un composto: dalla vitamina B<sub>1</sub>, dalla B<sub>2</sub> ecc. Si trovò che varie vitamine ritenute diverse erano in realtà uno stesso composto.

Come accennato in precedenza, le vitamine presentano strutture chimiche molto diverse tra loro. Vengono dunque divise in due gradi gruppi: vitamine liposolubili e vitamine idrosolubili.

- Le *vitamine liposolubili* vengono assorbite assieme ai grassi alimentari e accumulate nel fegato. La carenza si manifesta quindi in seguito a una mancata assunzione per tempi lunghi. Ne fanno parte la vitamina A, D, E e K
- Le *vitamine idrosolubili* non sono accumulabili nell'organismo e quindi la loro assunzione deve avvenire quotidianamente attraverso l'alimentazione. Si tratta di tutte le vitamine del gruppo B, della vitamina H, PP e C.

In particolare, la *vitamina C*, anche nota sotto il nome di acido L-ascorbico, è un composto organico presente largamente in natura e, come accennato in precedenza, è classificata come vitamina idrosolubile ed è essenziale per l'uomo poiché non la sintetizza. Il motivo per cui alcuni mammiferi, compresa la specie umana, non riescono a produrre autonomamente la vitamina C risiede nella mancanza dell'ultimo enzima della catena metabolica responsabile della sintesi di tale molecola: la L-gulonolattone ossidasi (GLO).

La vitamina C spesso si ritrova, all'interno dell'organismo, in forma salina (ascorbato) dove svolge molteplici funzioni. L'acido ascorbico riveste un ruolo importante quale antiossidante. La sua presenza nel nostro corpo aumenta l'assorbimento di ferro, calcio e acido folico, riduce le reazioni allergiche, potenzia il sistema immunitario oltre ad essere di fondamentale importanza per la sintesi di collagene. Il collagene è la più importante proteina strutturale che costituisce, insieme ad altre sostanze, ossa, denti, cartilagini, pelle, vasi sanguigni e muscoli.

I primi tentativi per isolare e identificare la struttura chimica di questa molecola non ebbero buon esito. Uno fra i problemi principali consiste nel fatto che, benché l'acido ascorbico sia presente in quantità apprezzabile nel succo di agrumi, la sua separazione dai molti altri zuccheri e sostanze simili presenti in tale succo è molto difficile. Infatti, il primo campione di acido ascorbico puro è stato isolato non da piante bensì da una fonte animale.

Nel 1928 il medico e biochimico ungherese Albert Szent-Györgyi, che lavorava all'Università di Cambridge in Inghilterra, pensò di avere isolato un nuovo ormone simile a uno zucchero, per il quale suggerì il nome di *ignose* ("ignosio", dove *-osio* è la desinenza usata per comunemente per i nomi di zuccheri, mentre il prefisso *ign-*, dal latino *i[n]-[g]notus*, significava che la struttura della sostanza era ignota). Quando la redazione del *Biochemical Journal* rifiutò anche il secondo nome da lui proposto, *Godnose*, Szent-Györgyi optò per il nome di *acido esurónico*. Il campione ottenuto da Szent-Györgyi era abbastanza puro da permettere a un'accurata analisi chimica di mostrare sei

atomi di carbonio. Quattro anni dopo si vide che l'acido esuronico e la vitamina C erano, come frattanto Szent-Györgyi era giunto a sospettare, la stessa cosa.

Il passo successivo fu la determinazione della sua struttura. Szent-Györgyi dopo aver isolato una quantità sufficiente di vitamina C portò i campioni al suo collaboratore, Norman Haworth, professore di chimica all'Università di Birmingham. Egli poté così iniziare la determinazione della struttura della molecola di quello che Szent-Györgyi e Haworth chiamarono ora *acido ascorbico*. Riconosciuta nel 1937 l'importanza di questa molecola da parte della comunità scientifica, Szent-Györgyi ricevette il premio Nobel per la medicina per le sue ricerche sulla vitamina C e Haworth ricevette il premio Nobel per la chimica.

La dose giornaliera raccomandata di vitamina C per un adulto è in generale di 6 milligrammi. Questa dose è variata nel corso del tempo e in diversi paesi. Vi è una raccomandazione sull'aumento della dose durante la gravidanza e l'allattamento al seno. Una dose giornaliera maggiore è inoltre raccomandata anche per le persone più anziane poiché tutt'oggi lo scorbuto non è ignoto tra di loro.

Una dose giornaliera di 15 milligrammi di acido ascorbico corrisponde in generale a un livello di saturazione, e un'ulteriore assunzione non determina un accrescimento sensibile del contenuto di acido ascorbico nel sangue.

Nonostante più di settant'anni di ricerche, non si è ancora completamente capito i ruoli che l'acido ascorbico svolge nell'organismo umano. Esso, come precedentemente detto, ha un'importanza vitale per la produzione del collagene. La mancanza di questa molecola spiega alcuni fra i primi sintomi dello scorbuto: gonfiore agli arti, le gengiviti e la perdita dei denti.

Ricerche in aree svariate come l'immunologia, l'oncologia, la neurologia e la nutrizione stanno scoprendo ancora oggi il coinvolgimento dell'acido ascorbico in molti percorsi biochimici.

Proseguono, inoltre, le ricerche sul ruolo della vitamina C su più di quaranta diverse malattie; se si considera la quantità di malattie che si cerca di curare attraverso l'acido ascorbico si può capire perché a volte viene descritta come la "giovinanza in bottiglia", anche se finora le ricerche non hanno confermato tutti i miracoli che sono stati rivendicati.

# CHIMICA ANALITICA

## Spettrofotometria UV-VIS

&

## La vitamina C nei frutti



(spettrofotometro UV-VIS)

La spettrofotometria (o spettrometria) molecolare UV/visibile si basa sullo scambio di energia che si verifica fra l'energia radiante e la materia. In particolare, la spettrofotometria di assorbimento è interessata a fenomeni di assorbimento delle radiazioni luminose della regione dello spettro elettromagnetico con lunghezza d'onda compresa fra 10 nm e 780 nm. Questa gamma spettrale viene suddivisa in tre regioni principali:

- UV lontano (10-200nm)
- UV vicino (200-380nm)
- visibile (380-780nm)

Dal punto di vista analitico, le regioni più interessanti sono l'UV vicino e il visibile. Al di sotto di 200 nm occorrono particolari accorgimenti, perché l'assorbimento da parte dell'ossigeno atmosferico copre i segnali di altre sostanze.

L'assorbimento di questi tipi di radiazioni da parte delle molecole è in grado di produrre delle transizioni energetiche degli elettroni esterni della molecola, sia impegnati che non impegnati in un legame.

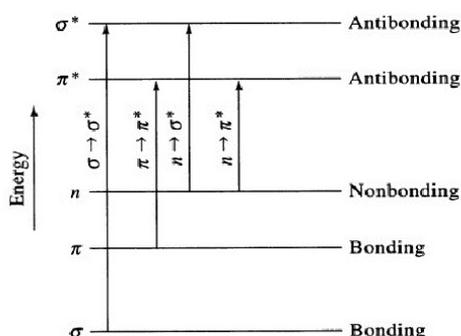
Questi elettroni possono essere:

- di tipo *sigma* ( $\sigma$ ), costituiti da una nube elettronica addensata lungo l'asse di unione dei nuclei degli atomi interessati al legame (i legami semplici sono di tipo  $\sigma$ );
- di tipo *pi-greco* ( $\pi$ ), costituiti da coppie di elettroni la cui maggior densità elettronica è situata al di fuori dell'asse di unione dei nuclei (come accade nei legami doppi o tripli).

L'eccitazione degli ioni di valenza di una molecola richiede energie tanto più elevate quanto più grande è la separazione fra i livelli elettronici di partenza e di arrivo delle transizioni. Per essere più chiari, gli elettroni  $\pi$  sono 'meno legati' e risultano perciò più facilmente eccitabili rispetto ai  $\sigma$ .

### Electron transitions

Infatti, Le più comuni transizioni energetiche (e le corrispondenti lunghezze d'onda) sono:



- transizioni  $\sigma \rightarrow \sigma^*$  (110-135nm circa);
- transizioni  $\pi \rightarrow \pi^*$  e  $n \rightarrow \sigma^*$  (160-255nm circa);
- transizioni  $n \rightarrow \pi^*$  (da 285nm circa in su).

La lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) necessaria alle diverse transizioni è tanto maggiore quanto minore è il dislivello di energia. Inoltre, se in una molecola sono presenti doppi legami coniugati, si verifica una delocalizzazione elettronica con conseguente diminuzione energetica tra un livello e l'altro: per effettuare transizioni occorreranno quindi radiazioni di minor energia, quali ad esempio quelle nel campo visibile.

La delocalizzazione degli elettroni di legame  $\pi$  coinvolge spesso anche gli elettroni  $n$  di non-legame (doppietti liberi).

Un corpo, investito da *luce bianca*, ci appare colorato perché assorbe alcune radiazioni e *trasmette* o *riflette* le altre, le quali ci appariranno con un colore che è la risultante delle radiazioni non assorbite. Come già detto, gli *spettri nel visibile* (che sono *spettri a banda*, giacché queste transizioni sono generalmente accompagnate a transizioni sia vibrazionali che rotazionali, per cui gli assorbimenti sono costituiti da moltissime righe molto vicine tra loro, tanto da apparire un continuo, cioè una *banda*) sono dovuti agli elettroni di legame  $\pi$  più o meno ampiamente delocalizzati; tale delocalizzazione può essere estesa a tutta la molecola oppure può risultare limitata a raggruppamenti particolari, separati fra di loro nella molecola da un insieme di legami completamente saturi che fungono da isolante e che quindi impediscono la delocalizzazione.

Nel primo caso lo spettro di assorbimento è unico e difficilmente interpretabile secondo regole semplici; nel secondo caso, invece, può essere considerato come la somma di assorbimenti dovuti ai vari gruppi insaturi che vengono chiamati *cromofori*.

*Si intende quindi per cromoforo un raggruppamento chimico insaturo responsabile di un assorbimento situato nella regione delle lunghezze d'onda comprese tra 180 e 1000 nm.* I cromofori più semplici sono i gruppi etilenici, acetilenici, carbonilici, carbossilici, nitrici, nitrosi, ed altri.

Con la spettrofotometria UV-visibile si possono effettuare analisi sia di tipo quantitativo che di tipo qualitativo.

### Analisi qualitativa

Per effettuare analisi qualitative si fa uso di raggi policromatici a spettro continuo, poi separati tramite monocromatori nelle varie componenti (radiazioni monocromatiche).

In pratica le singole radiazioni monocromatiche di tale raggio si fanno passare, una alla volta, attraverso la sostanza in esame, la quale assorbirà in modo diverso, cioè con diversa intensità, le diverse radiazioni. Riportando perciò i valori registrati in un grafico lunghezza d'onda-assorbimento, si ottiene lo *spettro di assorbimento* della sostanza esaminata.

Per il fatto che *ogni sostanza ha il suo spettro di assorbimento*, l'esame di tali spettri permette di identificare una sostanza (per confronto diretto con campioni noti o tramite banche dati di spettri) o di controllarne il grado di purezza.

### Analisi quantitativa

Per eseguire analisi quantitative si fa uso di raggi monocromatici, cioè costituiti da radiazioni di una sola frequenza. In pratica, date le difficoltà di avere raggi dotati di questa proprietà, si impiegano fasci di radiazioni comprendenti una banda molto ristretta dello spettro, ossia fasci *quasi* monocromatici.

Le determinazioni quantitative sono basate sul fatto che, quando una radiazione attraversa una soluzione, viene assorbita più o meno intensamente a seconda della concentrazione; in altre parole *l'assorbimento dipende dalla concentrazione*.

Disponendo quindi di strumenti in grado di misurare l'assorbimento si risale facilmente alla concentrazione della soluzione.

Infatti, se si fa passare attraverso una soluzione a concentrazione incognita una radiazione monocromatica (cioè di una determinata  $\lambda$ ) e di intensità  $I_0$ , al di là della soluzione si troverà una radiazione di intensità  $I$ , che sarà minore di  $I_0$  se una parte della radiazione è stata assorbita dalla soluzione stessa, o uguale ad  $I_0$  se non si è verificato alcun assorbimento.

Appositi dispositivi (i rivelatori) sono in grado di misurare l'intensità del flusso luminoso; in particolare vengono misurate:

- $I_0$ : intensità del flusso luminoso all'ingresso della cella con il campione
- $I$ : intensità del flusso luminoso all'uscita della cella con il campione

La frazione di luce trasmessa, rispetto a quella incidente, si definisce **trasmittanza**  $T$ , data da:

$$T = \frac{I}{I_0}$$

Questa grandezza *esprime quale frazione della luce incidente ha attraversato il campione senza essere assorbita*, e può assumere valori compresi tra 0 e 1.

Comunemente si usa però la **trasmittanza percentuale**, che assumerà quindi valori compresi tra 0 e 100:

$$T_{\%} = T * 100$$

- $T_{\%} = 100$ , significa che il raggio non ha subito alcun indebolimento, cioè non vi è stato alcun assorbimento da parte della sostanza
- $T_{\%} = 0$ , significa che il raggio è stato completamente assorbito.

L'entità della radiazione assorbita è detta più comunemente *assorbanza*, detta anche *densità ottica* o *estensione* ( $A$ ), ed è pari al logaritmo del reciproco della trasmittanza:

$$A = -\log T$$

L'assorbanza è molto utilizzata nelle analisi quantitative poiché risulta direttamente proporzionale alla concentrazione.

#### Legge dell'assorbimento (legge di Lambert-Berr)

Prendendo in considerazione una cella, contenente una sostanza in soluzione, attraversata da un raggio di luce monocromatica, si dimostra che

$$A = \varepsilon * b * C$$

Dove:

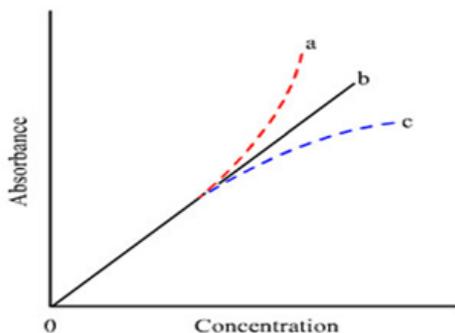
- $A$ = assorbanza (numero puro)
- $\varepsilon$ = coefficiente di assorbimento molare, caratteristico della sostanza ( $L/(mol * cm)$ )
- $b$ = cammino ottico (cm), cioè lo spessore della soluzione attraversata dal raggio
- $C$ = la concentrazione molare della specie che assorbe ( $mol/L$ )

La legge di Lambert-Beer descrive i fenomeni di assorbimento di radiazioni elettromagnetiche ed è valida per radiazioni monocromatiche e soluzioni diluite.

Da notare che il *coefficiente di estinzione molare* indica il valore di assorbanza del composto in esame quando  $[d = 1]$  cm e  $[c = 1]$ , e il suo valore dipende:

- dalla lunghezza d'onda della radiazione assorbita
- dalla natura del solvente
- dal pH
- dalla specie chimica che assorbe

La proporzionalità diretta tra assorbanza e concentrazione permette di effettuare analisi di tipo quantitativo.



L'equazione  $A = \varepsilon * b * C$  rappresenta una retta passante per l'origine degli assi in cui  $K (= \varepsilon * b)$  è il coefficiente angolare della retta (b). A volte però, il grafico sperimentale  $A/C$  presenta un andamento non completamente rettilineo (a,c); in altri termini il valore di  $\varepsilon$ , per una determinata lunghezza d'onda in un determinato solvente, può variare al variare di  $C$  a causa di una serie di valori chimici, fisici e strumentali. Queste deviazioni della linearità teorica hanno importanti conseguenze in campo applicativo.

### Strumentazione

Gli strumenti usati per misurare l'assorbimento di radiazioni da parte di soluzioni sono detti spettrofotometri. Questa denominazione comprende sia i dispositivi più semplici, comunemente detti colorimetri, sia gli spettrofotometri veri e propri, più complessi.

In linea di principio uno spettrofotometro è costituito da:

- una *sorgente*, cioè una lampada che emette radiazioni nell'intervallo spettrale di misura;
- un *monocromatore*, che seleziona le lunghezze d'onda più opportune per la misura;
- un *compartimento celle* o *cuvette*, in cui è posto il campione;
- un *rivelatore*, che misura l'intensità della radiazione;
- un *indicatore* o un *registratore*, che forniscono i valori delle misure di assorbimento.



La figura rappresenta, in modo schematico, la sequenza in cui i dispositivi sono collocati.

legenda:

S= sorgente; M= monocromatore; C= comportamento celle;  
R= rivelatore; I= indicatore.

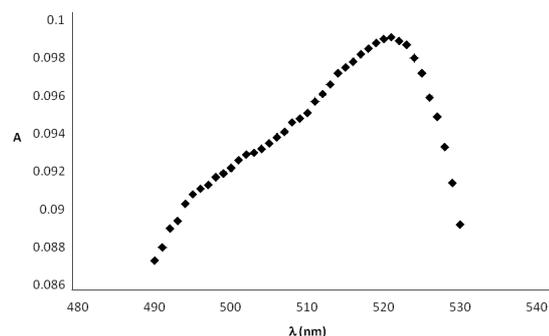
Come già detto, gli esseri umani e altri primati hanno perso la capacità di sintetizzare la vitamina C, quindi vi è la necessità di integrarla attraverso la dieta. L'acido ascorbico, come è noto ormai da molti decenni, è particolarmente abbondante nella frutta fresca, in particolar modo negli agrumi, e nelle verdure.

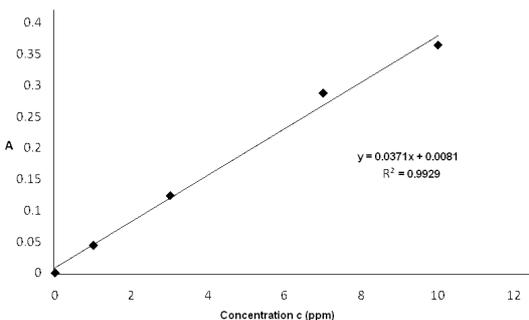
Per un loro migliore utilizzo come alimenti nella nostra dieta, è essenziale una chiara comprensione del loro valore nutrizionale e della stima della quantità di vitamina C in essi contenuta. Si parla di *stima* e non di una quantità *certa*, poiché la quantità di acido ascorbico nei frutti varia notevolmente a causa di molti fattori tra cui: la specie del frutto, la sua maturità, il suolo, il clima, la stagione, ed altri.

Nell'articolo "*Spectrophotometric analysis of total ascorbic acid content in various fruits and vegetables*", edito da *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, è stato determinato il contenuto di tale vitamina all'interno di ventuno campioni di frutta e verdura diversi. Per la determinazione totale della vitamina C all'interno di questi prodotti alimentari, è stato utilizzato un metodo che tenesse conto sia della presenza dell'acido ascorbico sia dell'acido deidroascorbico. Per fare ciò, si sono avvalsi del metodo 2,4-dinitrofenilidrazina (DNPH). Questo è un metodo semplificato per la determinazione per la simultanea determinazione della vitamina C totale che prevede l'impiego della reazione tra il colorante 2,4-dinitrofenilidrazina con la vitamina C seguita dall'analisi spettrofotometrica.

### Massimo assorbimento dell'acido ascorbico

Per determinare il massimo assorbimento, sono state preparate soluzioni standard di acido ascorbico con concentrazione  $3 \text{ mg/mL}$ . Lo spettro della soluzione 2,4-DNPH è stato misurato nella lunghezza d'onda di intervallo 490-530nm.





### Curva di calibrazione

Dopo la determinazione della  $\lambda_{\max}$  del complesso colorato (521nm) si è passato a determinare l'assorbanza di tutti gli standard (convertiti nei complessi colorati) al fine di costruire la curva di calibrazione. La curva di calibrazione è stata tracciata prendendo in esame la concentrazione degli standard e la loro relativa assorbanza.

### Determinazione della vitamina C nei campioni

Il più alto contenuto di acido ascorbico totale ottenuto dal metodo spettrofotometrico è stato trovato in campioni di: nero ribes (184,36 $\mu$ g/mL), rosa canina (168,44 $\mu$ g/mL) e prezzemolo (90,53 $\mu$ g/mL). Il contenuto più basso del totale acido ascorbico è stato trovato in campioni di: more (5,18 $\mu$ g/mL) e cetriolo (3,64 $\mu$ g/mL).

Ciò di cui ci nutriamo in vita lascia dei segni indelebili nel nostro organismo che si possono conservare per millenni. Sulla base di analisi effettuate su resti ossei, gli archeologi e antropologi hanno ipotizzato lo stile di vita e condizioni di salute delle popolazioni antiche e il loro grado di civilizzazione. Inoltre, alcune tecniche analitiche sono state utilizzate per avvalorare svariate ipotesi. Nell'articolo di Hardy e collaboratori dal titolo "*Neanderthal medics? Evidence for food, cooking and medical plants entrapped in dental calculus*", pubblicato nel 2012 nella rivista *Naturwissenschaften*, espone come tecniche di desorbimento termico-gascromatografo-spettrometro di massa (TD-GC-MS) e pirolisi-gascromatografo-spettrometro di massa (Py-GS-MS) siano state usate ai fini di ricerca su resti dell'uomo di Neanderthal ritrovati nel nord della Spagna, nel sito di El Sidrón.

Lo scopo di questo studio è determinare che i neandertaliani non abbiano avuto solo una dieta a base di carne ma che consumassero anche alimenti di origine vegetale e, quindi, che avessero nella loro dieta anche un apporto di vitamine e sali minerali. I risultati ottenuti dalla prima rivelazione molecolare evidenziano presenza di fumo di legno bruciato e l'ingestione di una vasta gamma di alimenti vegetali cotti. La varietà delle piante utilizzate che sono state identificate ha portato alla conclusione che l'uomo di Neanderthal che abitavano nel sito di El Sidrón avessero sofisticate conoscenze sulla vegetazione del territorio che includeva anche la loro abilità di selezionare e usare determinate piante.

Sono stati usati da tre diversi individui tre campioni di tartaro dentale (adulto 2 SD-1427c, adulto 3 SD-1217e, adulto 4 SD 1604) e sono stati analizzati attraverso il TD-GS-MS e Py-GC-MS.

Nell'individuo adulto 2 SD-1427c dai dati raccolti dall'analisi TD/Py-GS-MS si è riscontrata un'elevata quantità di tracce di molecole che riconducono ad un elevato consumo di vegetali cotti e non. Non vi sono però marcatori di proteine indicativi dell'ingestione di carne. Per l'adulto 3 SD-1217e i dati raccolti dall'analisi TD/Py-GS-MS hanno mostrato un basso contenuto di molecole che riconducono ad un consumo di piante. Invece, nell'ultimo campione adulto 4 SD 1604 dai dati raccolti dall'analisi TD/Py-GS-MS si è riscontrata un'elevata presenza di molecole riconducibili alla combustione di piante ma anche del consumo delle stesse.

In definitiva si può affermare, tramite i risultati ottenuti, che anche i neandertaliani attuavano una dieta variegata fatta non solo di carne ma anche di piante e verdure di specie diverse. E chi sa se fra quelle piante e quelle verdure non ci sia stata quella molecola che milioni di anni dopo ha avuto il potere di dominare un'intera epoca.

# TECNOLOGIA CHIMICA INDUSTRIALE

*Utilizzo della vitamina C nell'industria alimentare*

&

*Nel settore cosmetico*



Le proprietà della vitamina C, tra cui la sua spiccata azione antiossidante, e la sua capacità di mantenere stabili le vitamine A, E, l'acido folico e la tiamina fanno sì che essa venga utilizzata in svariati settori industriali. Particolare rilevanza svolge all'interno dell'industria alimentare e nel settore cosmetico dove viene rispettivamente usata come additivo alimentare e come “siero dell'eterna giovinezza”.

All'interno delle industrie alimentari, come accennato in precedenza, essa viene utilizzata come additivo nei cibi (tal quale o sotto forma di sale sodico, potassico e calcico; nel caso di *grassi* si utilizzano i suoi esteri liposolubili con acidi grassi a lunga catena (*ascorbil palmitato o stearato*) ed è utilizzato anche come correttore di acidità e protettore dal botulismo.

Di seguito sono elencati i composti dell'acido ascorbico utilizzati e le sigle identificative che li indicano in etichetta:

- **E 300** Acido ascorbico (approvato come additivo alimentare in EU, USA, Australia e Nuova Zelanda);
- **E 301** Ascorbato di sodio (approvato come additivo alimentare in EU, USA, Australia e Nuova Zelanda);
- **E302** Ascorbato di calcio (approvato come additivo alimentare in EU, USA, Australia e Nuova Zelanda);
- **E 304 (I)** Palmitato di ascorbile (approvato in Australia e Nuova Zelanda);
- **E304 (II)** Stearato di ascorbile.

La presenza di acido ascorbico è prevista in molti prodotti alimentari come birra, succhi di frutta, insaccati (dove impedisce la formazione di nitrosammine) ed altri. La sua presenza è inoltre ammessa all'interno di prodotti per l'infanzia e di panificazione.

Particolare è l'azione della vitamina C all'interno dei succhi di frutta, degli insaccati e dei prodotti di panificazione. In quest'ultimi essa, insieme ad altre sostanze, aiuta ad aumentare la tenacità, l'elasticità e la capacità di assorbimento dell'acqua dell'impasto. All'interno dei succhi di frutta, invece, essa aiuta a ripristinare i valori nutrizionali persi durante la loro lavorazione e impedisce l'imbrunimento dei frutti che generalmente lo subiscono dopo il taglio (mela, banana, pesca, pera,

che sono frutti senza o con poca vitamina C che lo subiscono, mentre gli agrumi e tutti i frutti ricchi di vitamina C non lo subiscono). Nelle carni fresche, l'acido ascorbico previene l'ossidazione con scolorimento durante lo stoccaggio. In particolare, esso inibisce la formazione delle *nitrosammine cancerogene* che si possono formare in presenza di *nitriti*. I nitriti vengono aggiunti nella carne conservata e in altri elementi poiché lo ione nitrito è un potente microbicide che impedisce la crescita di patogeni quali il *Clostridium botulinum*. Tuttavia, lo ione nitrito genera (sia nell'alimento, sia nel corpo umano) il reattivo ione nitrosonio  $\text{NO}^+$  che con le ammine può dare *nitrosammine*, di provata cancerogenità. L'acido ascorbico fa da *scavenger* (letteralmente "spazzino") nei confronti dello ione nitrosonio  $\text{NO}^+$  e riduce il nitrito a monossido di azoto  $\text{NO}$ .



Nel settore cosmetico, invece, l'acido ascorbico, insieme ad alcuni dei suoi derivati, si ritrova in un gran numero di creme e lozioni. La "popolarità" di questa molecola, nel settore della cosmesi, è dovuta alle sue caratteristiche anti-ageing, riduzione della perdita di pigmentazione e per le sue proprietà di antiossidante combinate insieme alla capacità di ridurre le rughe promuovendo la sintesi di collagene. Infatti, esso, insieme ad alcuni dei suoi derivati, rappresenta uno dei

principali ingredienti nei prodotti cosmetici anti-età.

L'acido ascorbico contenuto all'interno di lozioni e creme è suscettibile all'aria e alla luce e subisce generalmente una degradazione ossidativa. La degradazione è influenzata dall'ossigeno, dalla temperatura, dalla viscosità e dal pH dell'ambiente ed è anche catalizzata da ioni metallici, in particolare  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ .

La rapidità della degradazione dell'acido ascorbico (AA, per abbreviare) nei mezzi acquosi è ancora un fattore importante nella formulazione dei prodotti cosmetici.

La stabilità di una formulazione farmaceutica, in particolare, la forma di dosaggio semisolida, dipende dalle caratteristiche della sua formulazione e dalla natura dei principi attivi. Queste caratteristiche sono inoltre influenzate dalla natura e dalla quantità degli eccipienti da aggiungere e la loro sensibilità all'ambiente a cui sono esposti. Nella forma di dosaggio semisolido, bisogna effettuare un'attenta selezione di basi tra cui olio in acqua e acqua in olio, agenti emulsionanti, umettanti, emollienti ed altri al fine di fornire anche una stabilità fisica alla formulazione e migliorare la durata di conservazione del prodotto. Nella selezione di questi ingredienti bisogna prendere in considerazione la natura dell'ingrediente attivo e il possibile effetto che gli eccipienti possono avere sul suo profilo di stabilità.

Per aumentare la stabilità di questa molecola sono stati adottati vari approcci come l'uso di antiossidanti, stabilizzanti, sinergizzanti, altre vitamine e formulazione di emulsioni multiple, nanosospensioni, microincapsulazione, ed altri. Questi approcci combinati con il controllo di pH medio, polarità e viscosità prolungano la durata di conservazione di AA in preparazioni cosmetiche e ne aumentano significativamente la stabilità.

## *Sintesi della vitamina C*

Oggigiorno la quasi totalità della vitamina C presente sul mercato, è ricava per estrazione da piante, per sintesi chimica, per fermentazione e da processi che prevedono reazioni di fermentazioni combinati con reazioni di sintesi. Industrialmente, i metodi più utilizzati per la sua sintesi sono due: il processo Reichstein e il processo di fermentazione a due stadi.

Generalmente, la preparazione della vitamina C inizia dall'ossidazione del sorbitolo ( $C_6H_{14}O_6$ ) in sorbosio ( $C_6H_{12}O_6$ ) attraverso un processo di fermentazione. Questa prima fase si ritrova in ambedue i metodi sopracitati. Inoltre, per questo primo step, entrambi i processi, utilizzano micro-organismi simili.

*Il metodo Reichstein* implica una reazione di fermentazione combinata con sintesi chimica. Fu utilizzato per la prima volta nel 1933 e tutt'oggi viene adoperato da grandi aziende come la BASF, la Roche e la Takeda. Una volta ottenuto il sorbosio, come suddetto, esso viene trasformato in acido di-acetonechetogluconico (DASK) in un processo chimico a due stadi. Il primo stadio implica una reazione con l'acetone. Si otterrà così il di-acetone sorbosio, che sarà poi ossidato attraverso l'utilizzo di cloro e idrossido di sodio per la produzione del DASK.

Il DASK, così ottenuto, viene disciolto in un solvente organico e, tramite l'utilizzo di un catalizzatore acido, la sua struttura subisce un processo di riarrangiamento che porterà alla formazione della vitamina C. L'ultimo stadio del processo Reichstein prevede la purificazione della vitamina C attraverso una cristallizzazione.

Molte modifiche tecniche e chimiche sono state apportate al processo di Reichstein per ottimizzare e abbreviare i tempi di reazione. Attualmente, la resa complessiva di vitamina C dal glucosio è circa il 60%.

*Processo di fermentazione a due stadi* è il processo più recente ed è stato sviluppato in Cina. Tutte le industrie cinesi sfruttano questo metodo per produrre la vitamina C. L'80% dell'acido ascorbico di sintesi viene prodotto in Cina. Inoltre, l'uso del processo è stato concesso in licenza a un certo numero di produttori occidentali, tra cui Roche e un'impresa comune con BASF e Merck. Questo processo prevede costi nettamente inferiori rispetto a quelli richiesti per il metodo Reichstein (riduzione di circa un terzo).

Nel processo di fermentazione a due stadi, la seconda fermentazione riprende i reagenti chimici utilizzati per la produzione dal DASK. Questa fermentazione porta alla formazione di un diverso intermedio, il KGA. Tutto il processo utilizza gli stessi microrganismi impiegati nel metodo Reichstein. Gli ultimi due stadi necessari alla formazione della vitamina C sono del tutto identici a quelli sopra descritti per il metodo Reichstein.

Facendo un confronto tra i due metodi si può evidenziare che, il processo di fermentazione a due stadi, comporta l'utilizzo di minor quantità di solventi e reagenti altamente inquinanti. Sulla base di ciò si può anche comprendere il motivo per cui la fermentazione a due stadi risulta essere economicamente più vantaggiosa.

# SCIENZE MOTORIE E SPORTIVE

## *L'apparato scheletrico*

&

## *Gli effetti dell'avitaminosi C sullo scheletro*



L'apparato scheletrico è il risultato dell'unione di più strutture chiamate ossa.

Alla nascita, lo scheletro presenta circa 300 ossa che si andranno a saldare durante la fase della crescita fino a ridursi a circa 206 ossa presenti in un individuo adulto. Questo numero non è preciso poiché alcuni individui possono presentare ossa soprannumerarie o ossa saldate tra loro.

Le ossa presentano gradi di rigidità ed elasticità tali che le rendano resistenti agli urti ed estremamente funzionali. La rigidità delle ossa è conferita dalle sostanze inorganiche di cui è costituito (come calcio e magnesio) mentre l'elasticità è data dalla presenza di fibre di collagene (matrice organica dell'osso) e acqua. Esse sono inoltre leggere al fine di agevolare la locomozione dell'individuo. La leggerezza è dovuta dalla struttura dell'osso stesso. La sua parte interna, infatti, è costituita da una sostanza spugnosa dove una fitta rete di cellette sono disposte in maniera tale da formare una leggera ma solida impalcatura. La parte esterna, detta corticale, è invece compatta e nella cavità delle ossa è presente il midollo osseo responsabile della produzione del sangue.

L'apparato scheletrico svolge molteplici funzioni: *di sostegno* (rappresenta in sostegno del capo, del tronco e degli arti); *di protezione* (protegge diversi organi e strutture interne); *di movimento* (i muscoli scheletrici, inserendosi nelle ossa tramite i tendini, consentono il movimento dell'intero corpo o parti di esso); *di riserva* (le ossa sono un importante deposito di sali minerali); *di emopoiesi* (alcune ossa presentano il midollo osseo, responsabile della produzione e maturazione delle cellule del sangue).

Le ossa presentano nomi differenti e la loro conformazione esterna è molto irregolare e difficile da definirsi, vengono perciò classificate in base alla loro forma. Le si possono quindi classificare in tre grandi gruppi: ossa lunga, ossa corte e/o irregolari e ossa piatte.

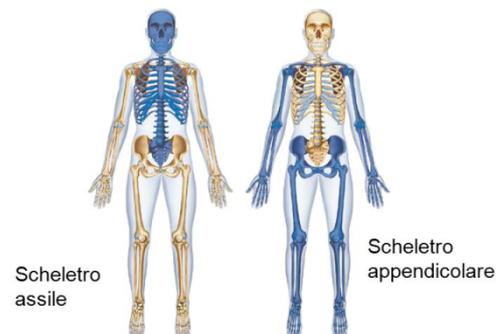
- Ossa lunghe: sono tutte quelle ossa la cui lunghezza supera lo spessore e la larghezza, ne sono un esempio la tibia, il femore ed altri. Al loro interno vi si trova una cavità midollare contenente il midollo osseo e vasi sanguigni. Il loro corpo, inoltre, è diviso in una diafisi (corpo centrale dell'osso) e due epifisi (una prossimale e una distale, che rappresentano le estremità dell'osso). Nei subadulti, tra la zona mediana e le zone periferiche, esiste una zona di transizione costituita da cartilagine di coniugazione detta metafisi. La metafisi rappresenta la zona di accrescimento in lunghezza dell'osso, che avviene attraverso la loro

graduale ossificazione. Una volta l'ossificazione della metafisi è completa, lo sviluppo della statura del subadulto si arresta.

- Ossa corte e/o irregolari: sono tutte quelle ossa la cui lunghezza, larghezza e spessore si equivalgono ne sono un esempio le ossa del carpo. Rientrano nella categoria delle ossa irregolari quelle per le quali non è possibile stabilire con certezza il rapporto tra le varie dimensioni. Un esempio di queste ossa sono le vertebre.
- Ossa piatte: sono tutte quelle ossa la cui larghezza e lunghezza sono quasi equivalenti. Hanno generalmente funzione di protezione (scapola, ossa del cranio ed altre).

Le ossa sono inoltre raggruppate in due gruppi secondo la loro localizzazione: lo scheletro assile e lo scheletro appendicolare.

- Lo scheletro assile, composto da 80 ossa, comprende le ossa della testa, del rachide e del torace;
- Lo scheletro appendicolare, composto da 126 ossa, contiene le ossa degli arti superiori e inferiori, del cingolo scapolare e pelvico.



Ma lo scheletro non è solo un insieme di ossa. Esso è una fonte di informazioni biologiche, come ad esempio sesso ed età, ma anche culturali, in quanto è possibile ritrovare, sulle ossa, dei segni che ci possono ricondurre all'attività svolta in vita dall'individuo. Nonostante si rimodellino continuamente, le ossa conservano tracce di processi naturali, come crescita e invecchiamento, e patologici o traumi che eventualmente hanno interessato l'individuo durante l'arco della sua vita.

Importanti patologie possono lasciare segni indelebili sulle ossa, un esempio è l'avitaminosi C (assenza totale di vitamina C).

L'avitaminosi C si presenta quando, nella dieta, l'apporto di acido ascorbico è insufficiente. La vitamina C è di fondamentale importanza per la sintesi di collagene.

Il collagene è la più importante proteina strutturale ed è quindi responsabile del corretto sviluppo osseo e della resistenza dei tessuti molli dell'organismo. L'assenza o l'insufficiente presenza di collagene spiega la manifestazione di alcuni sintomi dello scorbuto.

L'assenza della vitamina C, quindi provoca frequenti emorragie nei tessuti molli; formazione delle ossa difettosa o assente, con problematiche relative al corretto sviluppo dello scheletro; debolezza e dolore muscolare (nell'adulto) e anemia nei bambini.

Lo scheletro, per sopperire al sanguinamento dei tessuti, crea nuovo tessuto osseo. Inoltre, l'organismo di un adulto reagisce in modo diverso rispetto a quello di un bambino soprattutto a livello scheletrico. Ciò è anche dovuto dal fatto che lo scheletro di un individuo adulto non presenta punti di accrescimento (metafisi) che invece sono numerosi in un subadulto. Nonostante ciò, i problemi legati alla cavità orale sono uguali per ambedue gli individui.

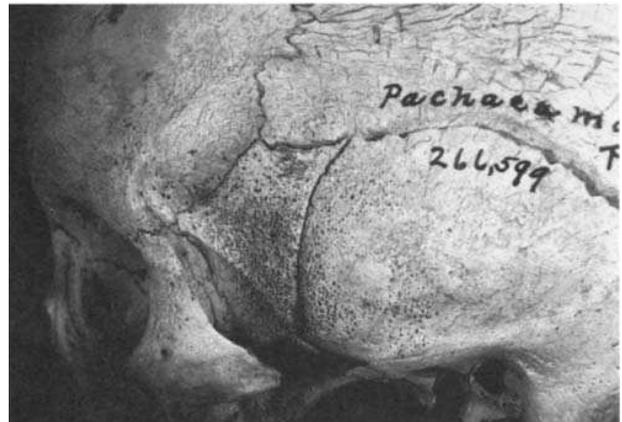
In particolare, negli adulti, a livello scheletrico, il collagene difettoso diminuisce l'aderenza del periostio all'osso che lo rende suscettibile a emorragie di dimensioni modeste anche a seguito di piccoli traumi, si possono verificare anche emorragie intra-articolare e, in genere, le ossa più colpite sono quelle degli arti inferiori. Invece, nei bambini il periostio è nettamente separato dall'osso e l'attaccamento è così fragile che piccoli traumi provocano emorragie di vaste dimensioni. Nei

bambini raramente vi è coinvolgimento delle articolazioni ma nei casi più gravi si può riscontrare una separazione completa della metafisi dall'epifisi. Le ossa più colpite sono quelle degli arti superiori. Mentre, nella cavità orale, le complicanze derivanti dallo scorbuto coinvolgono soprattutto le gengive che risultano più fragili e soggette a sanguinamento. Ciò comporta un coinvolgimento dei denti che non sono più saldamente ancorati negli alveoli e quindi tendono a cadere precocemente.

Come accennato precedentemente, a causa della sintesi errata del collagene, la cartilagine non si ossifica e permane espandendosi nella zona di calcificazione dando origine a strutture radio-opache visibili attraverso le radiografie e prendono il nome di "linee bianche di Fraenkel". Attraverso l'individuazione, su reperti scheletrici, di tracce discriminatorie come, ad esempio la presenza di tessuto osseo in eccesso sulle ossa lunghe, delle "linee bianche di Fraenkel", di tracce di malattie paradontali e di lesioni di tipo poroso su aree localizzate del cranio (in particolare sulla grande ala dello sfenoide e sulle zone adiacenti) dovute potenzialmente a emorragie dei vasi sanguigni, possono aiutare gli antropologi forensi a diagnosticare possibili casi di scorbuto.



*Linee bianche di Fraenkel*



*Lesioni di tipo poroso nella zona temporale del cranio*



*Tessuto osseo in eccesso*

## INGLESE

### *Scurvy: Brought to You By Evolution Use It Or Lose It*



*Members of Sir Robert F. Scott's expedition to the south pole*

The scurvy was for a long time the affliction of all the sailors who started a long journey to discover unknown destinations. But it was not just the marine that suffered the effects of this disease, it afflicted all the explorers who, unaware, did not take the right amount of vitamin C.

In fact, in *The Worst Journey in The World*, a true account of Robert F. Scott's 1910-1913 Antarctic expedition, the disease began described as scurvy, which was caused by a lack of Vitamin C in the tinned foods expedition members were eating.

The Antarctic is an inhospitable place, and it seems unsurprising that humans would struggle to survive in a land of snow and ice that is in darkness for nearly half the year. However, the Antarctic is still rich in other animal life. Sea birds, marine mammals, and fish are plentiful in the Antarctic and none of them suffer from scurvy. In fact, humans are among a handful of species including some fish, birds, guinea pigs, fruit bats, and primates that are susceptible to scurvy because they have lost the ability to make their own Vitamin C.

The Antarctic explorer's cure for scurvy came to the dinner table in the form of either fresh meat or citrus juice and all of those species that are unable to produce Vitamin C instead absorb it from the insects, fruit and meat they eat. Plants synthesize Vitamin C in their fruits, and vertebrates like seals, penguins, whales, and fish all have the ability to synthesize Vitamin C in their livers, meaning it can be a simple matter to incorporate this nutrient into your diet.

It seems like an open and shut case of evolutionary use-it-or-lose-it. If your food provides you with more than enough Vitamin C, it is a waste of energy to produce your own and not worth the damaging cellular effects of the hydrogen peroxide that is a by-product of its synthesis. By extension, losing this ability would be beneficial in an evolutionary sense and would have been selected for in any organism that has a diet rich in Vitamin C. However, it is simply not true! If you look more closely at the patterns of evolution it appears that the loss of Vitamin C production is what is referred to as a neutral trait. Neutral traits are not actively selected for or against during evolution and change more-or-less randomly. There are many species with high Vitamin C diets that still make their own supply, and while it is possible for lineages to regain the ability to make Vitamin C there is no trend to suggest that losing the ability again is more beneficial than not.

To find the reason behind Vitamin C's neutral trait status you have to think small, all the way down to the level of metabolism in a single cell. The way a vertebrate species loses the ability to make Vitamin C is remarkably similar across bird, fish and mammals. All those species that can't synthesize Vitamin C have mutations in a single gene called *GLO*, which codes for a protein that

catalyzes the final step in Vitamin C biosynthesis. The GLO protein has no other function, so a mutation in this gene only stops vitamin C biosynthesis and doesn't have any negative or positive effects on any other part of the organism's metabolism. In species that have a diet rich in Vitamin C, a random mutation that inactivates *GLO* has little or no effect, and likewise a mutation to reactivate it doesn't change the organism's likelihood of survival. But what about those species with low dietary Vitamin C intake, like birds that eat only seeds? For these species, it is essential to make your own Vitamin C, and mutants lacking the ability are completely unknown. In the case of Vitamin C, 'use it or lose it' is more like 'use it or maybe lose it, but you could get it back again and either way you won't notice'. Or in the case of Scott and his crew, you won't notice until you undertake an Antarctic expedition.



## ITALIANO

*I limoni*

*Ossi di seppia*

*Eugenio Montale*



*Ascoltami, i poeti laureati  
si muovono soltanto fra le piante  
dai nomi poco usati: bossi ligustri o acanti.  
Io, per me, amo le strade che riescono agli  
erbosi  
fossi dove in pozzanghere  
mezzo seccate agguantano i ragazzi  
qualche sparuta anguilla:  
le viuzze che seguono i ciglioni,  
discendono tra i ciuffi delle canne  
e mettono negli orti, tra gli alberi dei limoni.*

*Meglio se le gazarre degli uccelli  
si spengono inghiottite dall'azzurro:  
più chiaro si ascolta il susurro  
dei rami amici nell'aria che quasi non si  
muove,  
e i sensi di quest'odore  
che non sa staccarsi da terra  
e piove in petto una dolcezza inquieta.  
Qui delle divertite passioni  
per miracolo tace la guerra,  
qui tocca anche a noi poveri la nostra parte  
di ricchezza  
ed è l'odore dei limoni.*

*Vedi, in questi silenzi in cui le cose  
s'abbandonano e sembrano vicine  
a tradire il loro ultimo segreto,*

*talora ci si aspetta  
di scoprire uno sbaglio di Natura,  
il punto morto del mondo, l'anello che non  
tiene,  
il filo da disbrogliare che finalmente ci metta  
nel mezzo di una verità.  
Lo sguardo fruga d'intorno,  
la mente indaga accorda disunisce  
nel profumo che dilaga  
quando il giorno più languisce.  
Sono i silenzi in cui si vede  
in ogni ombra umana che si allontana  
qualche disturbata Divinità.*

*Ma l'illusione manca e ci riporta il tempo  
nelle città rumorose dove l'azzurro si mostra  
soltanto a pezzi, in alto, tra le cimase.  
La pioggia stanca la terra, di poi; s'affolla  
il tedio dell'inverno sulle case,  
la luce si fa avara – amara l'anima.  
Quando un giorno da un malchiuso portone  
tra gli alberi di una corte  
ci si mostrano i gialli dei limoni;  
e il gelo del cuore si sfa,  
e in petto ci scrosciano  
le loro canzoni  
le trombe d'oro della solarità.*

*I limoni* è un componimento di Eugenio Montale, scritto nel 1922, e può essere letto come un manifesto poetico del giovane poeta. Ed è la seconda poesia della prima sezione di *Ossi di seppia*, intitolata *Movimenti*.

La raccolta *Ossi di seppia*, la prima in assoluto del poeta, è dedicata alla descrizione della sua infanzia in Liguria. Il paesaggio delle Cinque Terre, luogo dove il poeta trascorreva le estati, incide molto sulle caratteristiche delle sue prime poesie, in cui confluiscono sia lo sperimentalismo dei Crepuscolari che il classicismo.

Essa rappresenta, infatti, il percorso di formazione del poeta: dalle estati trascorse da bambino, il poeta cresce e prende coscienza della condizione di infelicità dell'uomo. Inoltre, esprime il programma di Montale: come il mare abbandona sulla spiaggia i relitti levigati dalle onde, così, le sue poesie esprimono verità negative con un linguaggio semplice e coerente. I temi sono il male di vivere, la mancanza di certezze, la ricerca del "varco" come fuga dalla regola ferrea dell'universo, il miracolo, laico, che permetta di scorgere la verità rilevando il significato della vita. Montale affida il compito di riflettere sui problemi esistenziali a una poetica degli oggetti: le loro immagini rispecchiano le situazioni emotive e psicologiche dell'io lirico divenendone i "correlativi oggettivi". L'aridità del paesaggio ligure (le Cinque Terre) nella stagione estiva rispecchia lo stato d'animo del poeta oppresso dallo sconforto, per il quale si accende solo una speranza proveniente dal mare, simbolo di vita. Il tentativo di aprire un varco nei momenti di gioia del passato è destinato al fallimento. Alla tematica del male di vivere e della disarmonia dell'esistenza corrispondono il verso disadorno, le rime imperfette e l'asprezza dei suoni. Il lessico è preciso, spesso tecnico e rigoroso. Il tono è colloquiale e prostatico, talvolta ironico.

Nella poesia *I limoni*, Montale esprime il suo desiderio di cogliere nella realtà quotidiana l'improvvisa rivelazione del mistero dell'esistenza. Egli non vuol essere distante dalla vita dei comuni mortali, non pretende di rivelare verità superiori, ma semmai di intravedere nel quotidiano quel "filo da disbrogliare" che ci faccia cogliere una qualche verità.

Il poeta si allontana dall'atmosfera rarefatta dei "poeti laureati", densa di nomi altisonanti, per descrivere una realtà fatta di cose comuni. I limoni sono simbolo di una speranza di vita tutta terrena, semplice e vitale.

In essa è possibile ritrovare il desiderio del poeta di scostarsi dal dannunzianesimo, allora predominante, attraverso espliciti riferimenti. Basti pensare all'incipit della poesia "Ascoltami", il poeta attraverso un linguaggio colloquiale, chiede al lettore di ascoltarlo; un incipit opposto dal "Taci" con cui D'Annunzio esordiva nel suo componimento *La pioggia nel pineto*.

### Sviluppo tematico: la ricerca della verità

Montale, ne *I limoni*, si trova immerso in un paesaggio ligure asciutto dove ci sono piante comuni e semplici, diverse da quelle celebrate dai poeti laureati.

Nella condizione miracolosa, di silenzio, di sospensione si ha l'impressione che sta per avvenire la rivelazione sul senso della vita da parte della natura, grazie all'uso dei sensi e ai limoni.

Si è vicini alla rivelazione, manca pochissimo, ma il momento magico si spezza: Montale viene riportato alla realtà grazie alla pioggia, la luce offuscata, le "cimase" (cioè i cornicioni dei palazzi) e capisce che ha perso definitivamente l'occasione. Però un giorno la comprensione sarà possibile grazie ad uno spiraglio, ma senza garantire che avverrà la rivelazione.

## La forma e lo stile

Il componimento è suddiviso in quattro strofe, per lo più di endecasillabi e settenari, con un misurato impiego delle rime. Il lessico e, più in generale, lo stile non riguardano semplicemente l'aspetto formale, ma sono i temi stessi della lirica, che si pone come un'enunciazione di poetica: Eugenio Montale dichiara a chiare lettere che il suo linguaggio si discosta da quello dei poeti laureati, quindi l'impiego di parole più prossime alla lingua comune diventa una scelta di campo e una prospettiva privilegiata per indagare la realtà. A ben guardare, tuttavia, Montale desume da D'Annunzio la ricchezza del vocabolario, sempre vario e sorprendente, nonostante il poeta ligure privilegi forme meno auliche e dalla musicalità dissonante (*pozzanghere, viuzze, gazzarre, ciuffi di canne, s'affolta, disunisce, disbroglia...*). Nello stesso tempo alcuni vocaboli rari e caratterizzati dall'estrema precisione denotativa, in particolare in ambito botanico e naturalistico (*cimase, ciglioni, anguilla, bossi, ligustri, acanti*) sembrano rimandare al Pascoli di *Myrica*.

## Le scelte stilistiche

Il nucleo tematico riguarda contemporaneamente il piano estetico e quello etico. Per quanto riguarda le scelte stilistiche, la presa di distanza dai poeti laureati, in particolare da D'Annunzio (ma in una certa misura anche Carducci e Pascoli), si manifesta nella scelta di un lessico più prossimo alla realtà delle cose, di un linguaggio scarno ed essenziale, talora dall'andamento prosastico, che fa meno uso di parole ricercate e auliche. Nello stesso tempo, sul piano etico Montale rifiuta il "disimpegno" di D'Annunzio e la visione estetizzante della letteratura, per proporre una poesia che si faccia carico delle domande fondamentali sull'esistenza e sul destino dell'uomo. In questa prospettiva i limoni assumono una valenza simbolica del tutto nuova: oltre all'insolito ruolo di protagonisti nel discorso poetico, diventano un simbolo di speranza e di riscatto, segnando un cambio di passo decisivo nella poesia della prima metà del Novecento. Proprio perché Montale li predilige alle più nobili *piante / dai nomi poco usati*, i limoni diventano l'emblema dello *sbaglio di natura, dell'anello che non tiene* e riescono a rompere la catena deterministica dell'esistenza, in cui si alternano angoscia e inquietudine, prigionie dell'umanità: il loro profumo e il loro giallo intenso sono dei veri e propri miracoli, e svelano aspetti della realtà che l'uomo non era stato in grado di cogliere.

## Montale testimone del Novecento

Eugenio Montale (Genova 1896- Milano 1981) scrisse la prima raccolta, *Ossi di seppia*, negli anni Venti, quando il fascismo stava imponendo un regime totalitario. A questo modello lo scrittore contrapponeva l'austerità di una poesia che rappresenta il dolore della vita e la consapevolezza di non poter indicare alcuna parola certa. Il suo disagio storico investiva anche la mancanza di certezze del secondo Novecento e la condizione umana nella sua totalità. Finita la Seconda guerra mondiale, le sue aspirazioni a un'Italia liberale ed europea furono deluse dallo scontro tra schieramenti politici contrapposti. Dopo la "guerra fredda" (a Ovest il mondo capitalista e liberista, dominato dagli Stati Uniti d'America, a Est il mondo comunista, dominato dall'Unione Sovietica), la minaccia di un conflitto atomico e lo sviluppo tecnologico e consumistico gli confermarono la concezione disarmonica dell'esistenza.

## FONTI

### ❖ *Bibliografia:*

- *I bottoni di Napoleone*, P. Le Couteur e J. Burreson.
- Libri di testo scolastici adottati

### ❖ *Sitografia:*

#### ➤ Biochimica

- <http://www.epicentro.iss.it/problemi/vitamine/vitamine.asp>
- <http://www.sapere.it/sapere/approfondimenti/alimentazione/sapermangiare/abc-alimentazione/vitamine-cosa-sono-cosa-servono.html>
- <https://www.macrolibrarsi.it/speciali/le-vitamine-cosa-sono-e-a-cosa-servono.php>
- <http://www.italiaatavola.net/articolo.aspx?id=9993>
- [http://sapermangiare.mobi/12/per\\_saperne\\_di\\_piu\\_che\\_cosa\\_sono\\_e\\_a\\_che\\_cosa\\_servono\\_le\\_vitamine.htm](http://sapermangiare.mobi/12/per_saperne_di_piu_che_cosa_sono_e_a_che_cosa_servono_le_vitamine.htm)
- <http://online.scuola.zanichelli.it/fanti-files/vitamine.pdf>
- <http://www.polisportriveneto.it/file%20pdf/tabella%20vitamine.pdf>
- <http://clinchem.aaccjnls.org/content/43/4/680>

#### ➤ Chimica analitica

- <http://pmf.unsa.ba/hemija/glasnik/files/Issue%2038/38%20-%208-Kapur.pdf>

#### ➤ Tecnologie chimiche industriali

- [https://www.sysrevpharm.org/sites/default/files/2-4\\_0.pdf](https://www.sysrevpharm.org/sites/default/files/2-4_0.pdf)
- <https://pdfs.semanticscholar.org/acca/798b1069532eccf1515cb75cc12338ca8ec6.pdf>
- [http://users.unimi.it/ECEA/didattica/materiale\\_anal/Acido%20Ascorbico%20per%20corso.pdf](http://users.unimi.it/ECEA/didattica/materiale_anal/Acido%20Ascorbico%20per%20corso.pdf)
- <http://silviadgdesign.altervista.org/blog/vitamina-c-uso-topico-per-una-pelle-piu-sana-piu-giovane-piu-luminosa/>

#### ➤ Scienze motorie e sportive

- [https://www.gastroepato.it/apparato\\_scheletrico.htm](https://www.gastroepato.it/apparato_scheletrico.htm)
- <http://omero.humnet.unipi.it/matdid/281/Paleopatologia%20Lezione%2015%20Malattie%20metaboliche%20ed%20endocrine.pdf>

#### ➤ Italiano

- <http://www.studiarapido.it/limoni-di-eugenio-montale-analisi-e-commento/#.Wu76pO-FOM->
- <http://www.orlandofurioso.com/grandi-autori/novecento/eugenio-montale/ossi-di-seppia/3953/i-limoni-di-eugenio-montale-testo-parafrasi-e-commento/3/>

#### ➤ Inglese

- <https://biophilesblog.wordpress.com/2015/06/09/scurvy-brought-to-you-by-evolution/>