

ANNALES

PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF BOLOGNA

CLASS OF PHYSICAL SCIENCES



ANNALES

PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF BOLOGNA
CLASS OF PHYSICAL SCIENCES

1



Board of Governors of the Academy of Sciences of Bologna

President: Prof. Luigi Bolondi

Vice-President: Prof.ssa Paola Monari

Secretary of the Class of Physical Sciences: Prof. Lucio Cocco

Vice-Secretary of the Class of Physical Science: Prof. Aldo Roda

Secretary of the Class of Moral Sciences: Prof. Giuseppe Sassatelli

Vice-Secretary of the Class of Moral Sciences Prof. Riccardo Caporali

Treasurer: Prof. Pierluigi Contucci

Annales. Proceedings of the Academy of Sciences of Bologna Class of Physical Sciences

Editor in Chief

Pierluigi Contucci

Editorial Board

Daniele Bonacorsi (Physics)

Luca Ciotti (Astronomy)

Matteo Guidotti (Chemistry)

Pier Luigi Martelli (Biology)

Alberto Parmeggiani (Mathematics)

Susi Pelotti (Medicine)

Nicola Rizzo (Medicine)

Marco Rocchetti (Computer science)

Cesare Saccani (Engineering)

Editorial Consultant of the Academy of Sciences of Bologna

Angela Oleandri

Fondazione Bologna University Press

Via Saragozza 10, 40123 Bologna

tel. (+39) 051 232 882 – fax (+39) 051 221 019

ISSN: 2975-2302

ISBN: 979-12-5477-324-6

ISBN online: 979-12-5477-325-3

DOI: 10.30682/annalesps2301

www.buponline.com

info@buponline.com

Copyright © the Authors 2023

The articles are licensed under a Creative Commons Attribution CC BY-NC-SA 4.0

Cover: Pellegrino Tibaldi, *Odysseus and Ino-Leocothea*, 1550-1551,
detail (Bologna, Academy of Sciences)

Layout: Gianluca Bollina-DoppioClickArt (Bologna)

First edition: December 2023

Table of contents

Prefazione , <i>Luigi Bolondi</i>	1
Introduzione/Introduction , <i>Pierluigi Contucci</i>	3
Scienza e Pace <i>Giorgio Parisi</i>	7
A biomedical tale linked to the Academy of Sciences of Bologna Institute <i>Lucio Ildebrando Maria Cocco</i>	15
Some specific historical elements on the evolution of “Mathematics Education” as a research discipline <i>Bruno D’Amore</i>	23
Stream-of-consciousness thoughts on language and AI <i>Marina Frasca-Spada</i>	35
“Dal cervello impariamo cosa è dolce e cosa è amaro”. Sapori, odori e neuroscienze <i>Andrea Stracciari</i>	51
Sensi chimici. La scienza degli odori e dei sapori <i>Silvano Fusco</i>	65
How the first two decades of the twenty-first century are reshaping the science world. The perspective of synthetic organic chemistry <i>Claudio Trombini</i>	75
The endless war: the long-term impact on health and environment of armed conflicts <i>Matteo Guidotti, Andrea Leisewitz, Massimo C. Ranghieri</i>	91

Evoluzione della Tavola Periodica: un ciclo di conferenze supportato da ParliamoneOra e ospitato dall'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna	105
<i>Margherita Venturi</i>	
Neutralità climatica e transizione energetica: il ruolo delle città intelligenti e delle comunità energetiche	119
<i>Carlo Alberto Nucci</i>	
Galaxy Clusters and the <i>Euclid</i> mission	141
<i>Gianluca Castignani, Giulia Despali, Carlo Giocoli, and Lauro Moscardini, on behalf of the SWG Galaxy Clusters of the Euclid Consortium</i>	

Sensi chimici

La scienza degli odori e dei sapori

Silvano Fuso

Dottore di Ricerca in Scienze Chimiche, Chimico e Divulgatore

Contributo presentato da Aldo Roda

Abstract

Our chemical senses are the sense of smell and the sense of taste. These are called chemical senses because they rely on detecting chemical compounds. Through these specialised senses, chemical information in the surrounding environment is captured by chemosensory receptors, located in the mouth and nasal cavity.

Keywords

Sense, Smell, Taste, Scent, Flavour.

1. Introduzione

Il mio libro *Sensi chimici. La scienza degli odori e dei sapori* [1] è dedicato all'affascinante mondo del gusto e dell'olfatto e il presente contributo vuole esserne una breve sintesi. Parlando del libro, non posso non ricordare con commozione due persone che hanno avuto un ruolo importante nella sua realizzazione e che ci hanno da poco lasciato.

Il primo è Piero Angela, che ho avuto la fortuna di conoscere e frequentare per molti anni, il quale ha scritto per il mio libro una bellissima Prefazione, che io considero il suo ultimo regalo che mi ha voluto lasciare. Vorrei riportarne di seguito un breve brano:

Parecchi anni fa, alla fine degli anni '80, feci il viaggio più fantastico che ogni persona curiosa vorrebbe fare: un viaggio all'interno del corpo umano.

La mia riduzione alle dimensioni di un microbo era virtuale, ma i paesaggi incontrati erano veri, e straordinari, grazie alle immagini di microscopia elettronica a scansione realizzate dal professor Pietro Motta, direttore dell'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Roma.

Questo viaggio televisivo mi è tornato in mente leggendo il bel libro di Silvano Fuso *I sensi chimici*, perché una delle puntate era dedicata proprio al gusto e all'olfatto.

Seguendo il racconto di Fuso ho "rivisto" quei paesaggi che all'epoca mi avevano così colpito. Infatti, visti a livello microscopico sembra quasi incredibile che quelle praterie di cellule che assomigliano a uno scenario di fantascienza, in realtà siamo noi, nel più intimo. Ed è qui che avvengono quelle reazioni chimiche e nervose che il cervello interpreterà come gusti, odori, sapori, profumi e anche puzze.

La seconda persona che voglio ricordare è Ennio Verderio: decano di tutti i *flavourist* italiani, era una vera enciclopedia vivente e mi ha fornito preziosissimi consigli durante la stesura del libro.

2. Gusto e olfatto

In generale gli organi di senso sono le finestre attraverso le quali interagiamo con la realtà esterna. Ciò che chiamiamo realtà è infatti inevitabilmente mediata dagli organi di senso. Si capisce quindi che i sensi abbiamo ispirato molti artisti che ne hanno fornito rappresentazioni allegoriche. Tra queste opere ricordiamo quelle dei celebri pittori fiamminghi Jan Brueghel il Vecchio (1568-1625) e Peter Paul Rubens (1577-1640) che, tra il 1617 e il 1618, collaborarono per la realizzazione di una serie di dipinti dedicati proprio ai cinque sensi. Tutti e cinque i dipinti sono conservati al Museo del Prado di Madrid. Ricordiamo in particolare *Il senso dell'olfatto* (1617-1618) che ritrae le figure di Venere e Cupido in un frutteto paradisiaco con una grande varietà di fiori, tra cui gigli, rose, malvarose e tulipani. La loro fragranza trionfa sull'odore sgradevole dello zibetto, rannicchiato accanto a Venere. Nemmeno il naso fine del cane sembra accorgersi della sua presenza (<https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-sense-of-smell/adff981e-a317-4152-9e04-05ada13be226>).

Il senso del gusto (1618) mostra invece un satiro che versa il nettare degli dèi (ambrosia) in un sontuoso calice sorretto da una ninfa appoggiata su una tavola colma di cibo. È evidente l'allusione al gusto e al suo rapporto con l'idea di abbondanza. Una ghirlanda di fiori e tre dipinti sullo sfondo hanno un significato morale e cristologico, contrapposto allo scenario principale, apparentemente pagano e lussuoso. *L'Offerta a Cibele* rivela una sproporzionata predilezione per l'abbondanza e la ricchezza; la *Cucina Abbondante*, vicino al piano, allude alla debolezza umana di fronte alla gola; la *Cucina Rustica* e le *Nozze di Cana* danno un'idea di maggiore moderazione (<https://www.museodelprado.es/en/the-collection/art-work/the-sense-of-taste/2a722256-2d07-4082-8a32-7caee0a04b95>).

Il gusto e l'olfatto agiscono attraverso l'interazione chimica tra le nostre terminazioni nervose (della cavità orale e del naso rispettivamente) e le molecole esterne che vengono a contatto con esse.

Nel caso del gusto, il cibo che assumiamo, tramite la masticazione, rilascia sostanze che interagiscono con la saliva e determinate molecole vanno a eccitare i recettori delle papille gustative presenti nella bocca.

Nell'olfatto, invece, molecole allo stato gassoso si introducono nel nostro naso e, se posseggono determinate caratteristiche strutturali, interagiscono chimicamente con le sue cellule nervose. Anche durante la masticazione alcune molecole volatili possono raggiungere le terminazioni olfattive per via retronasale.

Nei primi due capitoli del libro fornisco qualche elemento di base sulla chimica, l'anatomia e la fisiologia dell'olfatto e del gusto.

3. Illusioni olfattive

Dicevamo che gli organi di senso sono le finestre attraverso le quali interagiamo con la realtà esterna. Come è noto, tuttavia, essi ci possono ingannare creandoci percezioni illusorie. Le illusioni più comuni sono sicuramente quelle visive, ma anche olfatto e gusto possono ingannarci.

In uno studio realizzato nel 2001 [2], ad esempio, è stato dimostrato come la classificazione preventiva di un odore nell'ambito di una certa categoria possa influenzare il giudizio di gradevolezza o meno che un soggetto fornisce.

Nello studio, 80 studenti universitari volontari (metà maschi e metà femmine) dovevano annusare odori che erano stati precedentemente etichettati e fornirne un giudizio su di essi. I risultati mostrarono che lo stesso odore veniva giudicato in modo completamente differente a seconda di come era stato etichettato. Ad esempio, una stessa miscela di acido isovalerico e acido butirrico era giudicata un profumo gradevole se veniva etichettato come "formaggio parmigiano". Ma veniva giudicata una puzza disgustosa se etichettato come "vomito".

4. Illusioni gustative

Anche il gusto può essere soggetto a inganni. Un'esperienza che è sicuramente capitata a tutti è quella che riguarda il cosiddetto contrasto. Se, ad esempio, abbiamo appena mangiato un

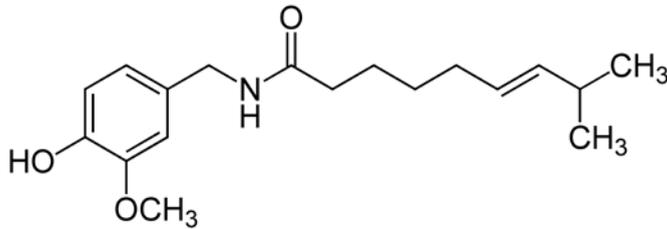


Fig. 1. Struttura molecolare della capsaicina.
(<https://www.cephamls.com/wp-content/uploads/2019/02/Capsaicin.png>)

cibo molto salato, giudicheremo insipido un altro cibo mangiato successivamente, anche se quest'ultimo ha un contenuto di sale assolutamente nella norma (un effetto analogo si verifica anche per altri organi di senso: ad esempio, un colore ci appare più chiaro se è su sfondo scuro, un ambiente ci appare più caldo se proveniamo da un ambiente freddo, ecc.).

Le sensazioni chemestetiche derivano invece da una sorta di inganno con cui determinate molecole attivano recettori solitamente sensibili a stimoli fisici.

Ad esempio, la capsaicina (contenuta nei peperoncini) (Fig. 1) è in grado di ingannare i recettori TRPV1 producendo un'intensa sensazione di calore. (La capsaicina è una sostanza lipofila, si scioglie cioè nei grassi, ma non in acqua. Per questo motivo è inutile bere acqua per alleviare il bruciore di un peperoncino. Molto più efficace risulta il latte che, avendo una parte grassa, riesce a solubilizzare la capsaicina. Un'alternativa al latte può essere l'olio.)

Inoltre molto spesso confondiamo sapori e odori e attribuiamo al gusto sensazioni che in realtà ci provengono dall'olfatto (basta tapparsi il naso per rendersene conto).

Diversi studi hanno poi dimostrato come anche altri nostri sensi e la nostra psicologia possano influenzare le nostre sensazioni gustative.

In uno studio realizzato in Gran Bretagna nel 2010 [3], un campione di soggetti era invitato ad assaggiare tre diversi succhi di frutta. Essi avevano un sapore assolutamente identico, ma presentavano colorazioni diverse. I succhi di color rosso e rosa intenso sono stati percepiti come più dolci e zuccherosi di quelli di altri colori. Gli autori hanno ipotizzato che il cervello combini insieme, in una sola percezione multisensoriale, gli stimoli provenienti dai diversi organi di senso.

È stato dimostrato che l'importanza del colore del cibo era già nota agli Egizi che aggiungevano coloranti ai loro piatti e al loro vino. Anche gli chef attuali lo sanno bene.

Terminata la parte introduttiva, il mio libro accompagna il lettore, in una sorta di viaggio esperienziale, in diversi ambienti, esplorandone odori e sapori, con un occhio di riguardo agli aspetti chimici, vista la mia formazione.

5. Odori e sapori dell'ambiente marino

Da ligure non potevo che iniziare dall'ambiente marino, ricco di odori e sapore. Parlando di sapori, non possono non venire in mente i versi della celeberrima canzone di Gino Paoli "Sapore di sale/Sapore di mare". Tra i numerosi sali presenti nell'acqua marina, il principale è il cloruro

di sodio. Il sale ha da sempre avuto un'importanza cruciale nella storia. In Grecia divenne merce di scambio e a Roma i soldati venivano retribuiti con razioni di sale, indicate con il nome di *salarium*, da cui deriva il nostro "salario". I Romani costruirono addirittura strade principalmente dedicate al trasporto del sale e la via Salaria, che collegava Roma con Porto d'Ascoli sul mare Adriatico, deve proprio a questo il suo nome.

In epoca più recente, in India, il Mahatma Ghandi (1869-1948) organizzò, tra il 12 marzo e il 5 aprile 1930, la famosa marcia del sale. La manifestazione era una protesta non violenta contro la tassa sul sale, imposta dal governo britannico a tutti i sudditi residenti in India. Migliaia di manifestanti marciarono per oltre duecento miglia (320 km) a piedi da Ahmedabad a Dandi, nello stato del Gujarat, sull'Oceano Indiano, per compiere un gesto simbolico: raccogliere una manciata di sale dalle saline. L'evento ebbe grande risonanza e provocò l'arresto di 80.000 persone, tra cui lo stesso Ghandi. La manifestazione terminò con la liberazione del Mahatma e con la convocazione di una tavola rotonda per negoziati, che tuttavia non produssero i risultati sperati.

Riguardo all'odore caratteristico del mare, spesso esso viene attribuito allo iodio. In realtà nell'aria di mare iodio ce n'è ben poco. Le cose sono un po' più complicate e ciò che noi percepiamo attraverso il nostro naso in prossimità del mare è dovuto all'azione simultanea di diverse sostanze.

Un primo responsabile è il dimetilsolfuro (DMS). Si tratta di una semplice molecola, appartenente alla categoria dei tioeteri (il prefisso *tio* significa zolfo, dal greco θείον). Un atomo di zolfo centrale è legato a due gruppi metile, formati ciascuno da un atomo di carbonio legato a tre idrogeni.

Nel mare questo composto viene prodotto dall'azione di batteri che digeriscono fitoplancton e alghe morte e deriva a sua volta dal dimetilsolfoniopropionato (DMSP), sostanza presente nelle cellule di alcune specie di tali organismi.

Oltre al DMS anche altre sostanze contribuiscono all'odore del mare. Una prima categoria è costituita dai bromofenoli. Sono composti costituiti da un anello benzenico nel quale gli idrogeni sono sostituiti con almeno un gruppo ossidrilico (-OH) e con almeno un atomo di bromo (Br).

I bromofenoli sono caratterizzati da un odore intenso simile a quello dello iodio, che si può percepire anche nei pesci, nei molluschi e nei crostacei. Questi animali marini in realtà non producono questi composti, ma a loro volta li assumono mangiando vermi marini, alghe e altri organismi che vivono sui fondali. Questi ultimi organismi sembra che producano bromofenoli come repellenti chimici per difendersi dall'attacco di altre specie: una sorta di pesticidi naturali o dissuasori di attacco.

La terza categoria di composti che contribuisce al profumo del mare è quella dei dictiop-tereni (Fig. 2). Si tratta di un gruppo di composti, chimicamente differenti, accomunati però dalla presenza di strutture cicliche e da catene laterali con doppi legami. In comune hanno inoltre l'origine. Come mostrarono alcune ricerche condotte negli anni sessanta e settanta, si tratta di molecole che fungono da messaggeri sessuali nella riproduzione delle alghe brune (*Feoficee*).

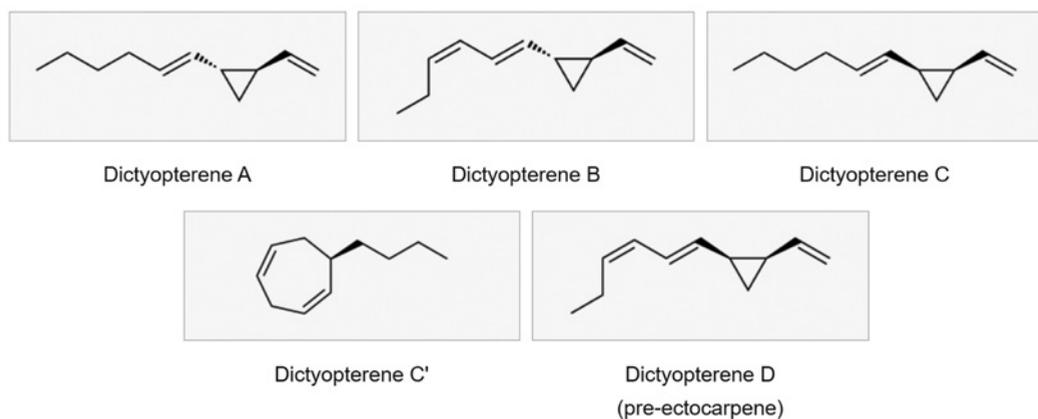


Fig. 2. struttura molecolare di alcuni dictyoptereni.
(<https://en.wikipedia.org/wiki/Dictyopterene>)

Uno studio [4] ha anche dimostrato che è plausibile l'ipotesi secondo la quale alcuni uccelli (come la Berta maggiore) si orientino grazie a una mappa olfattiva che sfrutta gli odori presenti nell'ambiente marino.

6. Odori e sapori dell'ambiente boschivo

Se ci avviciniamo in prossimità di un bosco, magari dopo che ha piovuto, veniamo assaliti da un vero profluvio di odori. Dopo la pioggia l'odore più caratteristico che raggiunge le nostre narici è quello della terra bagnata. Diversi studi hanno consentito di comprendere abbastanza bene quali siano le sostanze responsabili di questo particolare odore.

Nel 1964, due ricercatori australiani, la chimica Isabel "Joy" Bear (1927-2021) e il mineralogista e biochimico Richard Grenfell Thomas (1901-1974), cercarono per primi di comprendere cosa generasse l'odore della terra bagnata. Analizzando l'argilla bagnata, isolarono un liquido giallo oleoso che presentava un forte odore caratteristico. Lo chiamarono petricore, coniando un neologismo derivante dal greco πέτρᾱ, (pétrā) = "pietra, macigno", e ἰχώρ (ichōr) = "linfa o icore" (nome attribuito dalla mitologia al sangue degli dèi).

In realtà, studi successivi mostrarono che l'odore che noi percepiamo dopo la pioggia è costituito da diversi componenti. Innanzitutto l'ozono, dal caratteristico odore agliaceo, che si forma durante i temporali. Poi la geosmina (Fig. 3) [dal greco γεῶ (geō) = "terra" e ὀσμῆ (osmē) = "odore"]. Alcuni microrganismi [alghe blu-verdi (cianobatteri, tra cui le specie *Anabaena*, *Phormidium* e *Planktothrix*) e alcuni batteri filamentosi nella classe *Actinomyces* (principalmente *Streptomyces*)], durante i periodi di siccità, producono spore che restano nel terreno. Più dura il periodo secco e più aumenta la concentrazione di queste spore. Durante la produzione delle spore viene secreta la geosmina. Il nome venne coniato nel 1965 dalla biochimica americana Nancy N. Gerber (1929-1985) e dal biologo franco-americano Hubert A. Lechevalier (1926-2015).

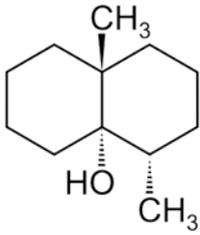


Fig. 3. Struttura molecolare della geosmina.

(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2a/Geosmin_Structural_Formulae.svg/255px-Geosmin_Structural_Formulae.svg.png)

Abbiamo poi la 2-isopropil-3-metossi-pirazina (IPMP), un membro della grande famiglia delle metossipirazine, tutte caratterizzate da un odore particolare. L'IPMP viene prodotta, ad esempio, dalla coccinella asiatica (*Harmonia axyridis*), come agente difensivo, e dall'actinomicete *Streptomyces*. L'odore dell'IPMP può essere rilevato dall'uomo a concentrazioni estremamente basse di soli 2 nanogrammi per litro.

L'IPMP venne isolata negli anni settanta dalla stessa biochimica americana Nancy Gerber, che coniò il termine geosmina. Infine all'odore del bosco contribuiscono i cosiddetti Composti Organici Volatili Biogenici (BVOC). Si tratta di un insieme piuttosto eterogeneo di molecole che svolgono una vasta gamma di funzioni. Esse rappresentano una sorta di linguaggio con il quale le piante comunicano tra di loro, con i loro ospiti, con i loro nemici e con l'ambiente.

Una famiglia importante di BVCO è costituita dai cosiddetti terpeni. Si tratta di molecole che nella loro struttura presentano una ripetizione di una unità base chiamata isoprene o 2-metil-1,3-butadiene. In ciò che il bosco produce si possono poi ritrovare anche moltissimi sapori: nel volume ne descrivo alcuni (funghi, tartufi, castagne, ecc.).

7. Odori e sapori dell'orto

Nell'orto molte varietà vegetali vengono appositamente coltivate per il loro aroma il loro sapore. Vi sono categorie vegetali accomunate dal punto di vista chimico, oltre che botanico. Ad esempio, aglio, cipolla, porro, scalogno e erba cipollina appartengono tutti e cinque al genere botanico *Allium*. I bulbi di queste piante sono tutti caratterizzati da un particolare aroma, dovuto a diverse sostanze, tra cui allicina, alliina (Fig. 4), ajoene, trisolfuro di diallile, tetrasolfuro di diallile e solfuro di diallile. Si tratta di composti contenenti zolfo e un particolare radicale organico chiamato allile, che prende il nome proprio da *allium*. Due radicali allile possono legarsi tra loro attraverso un legame a ponte, creato da un atomo di zolfo, formando il solfuro di allile. Gli atomi di zolfo possono anche essere due (R-S-S-R), tre (R-S-S-S-R) o più e si parlerà allora di disolfuro, trisolfuro, ecc.

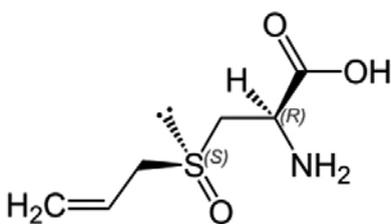


Fig. 4. Struttura molecolare della alliina.

(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6e/Alliin_Structural_Formula_V.1.svg/330px-Alliin_Structural_Formula_V.1.svg.png)

Quando i bulbi di tali piante sono integri, alcune delle precedenti sostanze non sono presenti. Quando però il bulbo viene intaccato da qualche parassita, o quando siamo noi a tagliarlo, si innesca una serie di reazioni chimiche che sprigionano sostanze che hanno lo scopo di respingere l'attacco. Si tratta quindi di un meccanismo di difesa adottato dalla pianta che spiega perché tagliando tali bulbi proviamo un forte bruciore agli occhi che ci fa lacrimare.

8. Odori e sapori in cucina

La cucina è una vera e propria cucina finalizzata a produrre odori e sapori. In tutte le preparazioni gastronomiche intervengono numerose trasformazioni chimiche. La più importante è sicuramente la cosiddetta reazione di Maillard, scoperta dal medico e biochimico francese Louis-Camille Maillard (1878-1936). Si tratta di una particolare reazione che può avvenire tra gli amminoacidi delle proteine e gli zuccheri presenti nelle cellule. Essa è responsabile del profumo e del gusto delle bistecche ai ferri, della tipica fragranza della crosta del pane, della crostata o di altri dolci, della doratura nei soffritti di cipolla e dei cibi fritti, come le patatine o la classica cotoletta alla milanese.

L'aroma del pane appena sfornato è una delle sensazioni più piacevoli che si possa provare. In esso sono stati individuati ben 540 composti volatili e questo fornisce un'idea della sua complessità. Tuttavia, solamente una porzione relativamente piccola dei composti volatili contribuisce alle proprietà aromatiche che determinano la qualità del prodotto finale.

Le sostanze che svolgono un ruolo importante nel contribuire al sapore della crosta di pane di grano sono principalmente le seguenti: 2-acetil-1-pirrolina (il cui odore è stato descritto simile a quello dei popcorn caldi e imburriati), alcune aldeidi come l'(E)-2-nonenale, la 3-metilbutanale, la metionale e la (Z)-2-nonenale e un chetone, il 2,3-butandione. In particolare, la 2-acetil-1-pirrolina (Fig. 5) sembra essere determinante nel produrre l'odore della crosta ed è considerata responsabile anche dell'odore dei cracker e di prodotti simili.

Molti di questi composti derivano anch'essi dalla reazione di Maillard tra i gruppi amminici liberi degli amminoacidi delle proteine e gli zuccheri riducenti presenti.

Anche il colore che caratterizza la tipica doratura della crosta deriva da composti bruni originati dalla reazione di Maillard e a una caramellizzazione degli zuccheri.

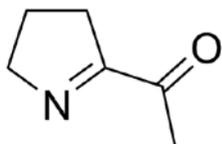


Fig. 5. Struttura molecolare della 2-acetil-1-pirrolina.
(<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bc/2-Acetyl-1-pyrroline.png/440px-2-Acetyl-1-pyrroline.png>)

9. Un giretto in profumeria

I profumi producono sensazioni ed emozioni profonde negli esseri umani. Lo scrittore tedesco Patrick Süskind (n. 1949), nel suo romanzo *Il profumo (Das Parfum - Die Geschichte eines Mörders)* [5] del 1985 scrive:

[...] poiché il profumo era fratello del respiro. Con esso penetrava negli uomini, ad esso non potevano resistere, se volevano vivere. E il profumo scendeva in loro, direttamente al cuore, e là distingueva categoricamente la simpatia dal disprezzo, il disgusto dal piacere, l'amore dall'odio. Colui che dominava gli odori, dominava i cuori degli uomini.

Il numero delle fragranze è enorme ed è estremamente difficile procedere a una loro classificazione.

Tradizionalmente vengono considerate diverse famiglie olfattive, in base al loro tema dominante. Secondo la *Société Française des Parfumeurs* (Società Francese dei Profumieri) sono riconosciute 7 famiglie olfattive e 47 sottocategorie in totale. Le famiglie sono le seguenti: agrumata, floreale, *fougère*¹, ciprata, legnosa, orientale e cuoiata.

Il numero di sostanze odorose, naturali o sintetiche, che trovano impiego in profumeria è sconfinato. Tra esse ricordiamo i terpeni, i fenoli, gli alcoli, le aldeidi, i chetoni, gli esteri, i lattoni, gli eteri, ecc. Molte sostanze sono di origine naturale, molte altre sintetiche.

Riguardo a queste ultime, va osservato che la sintesi chimica ha consentito di salvaguardare molte specie viventi. È il caso delle sostanze di origine animale. Alcuni principi utilizzati in passato in profumeria avevano questa origine. Ne sono esempi il muschio, l'ambra grigia, lo zibetto e il castoreum. Da tempo diversi movimenti di pensiero sollevano obiezioni contro lo sfruttamento degli animali per scopi che non siano strettamente indispensabili alla nostra sopravvivenza, ma decisamente voluttuari come i profumi. Le conoscenze chimiche che l'umanità ha saputo sviluppare possono fornire in tal senso un aiuto importante, consentendo di ottenere per sintesi sostanze identiche a quelle presenti in natura in scarse quantità.

La chimica spesso viene ingiustamente additata come nemica della natura. A parte il fatto che la natura è piena di chimica, l'ottenimento per via sintetica di determinate sostanze può evitare un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali, a tutto vantaggio dell'ambiente e delle altre specie viventi.

10. Conclusioni

Come dicevo in apertura sono davvero numerosissimi gli aspetti che ruotano intorno ai sensi dell'olfatto e del gusto. Questi due sensi rappresentano un vero universo, affascinante e complesso, di cui sappiamo già parecchie cose, ma di cui ignoriamo ancora moltissimo. La ricerca in questo campo ha quindi dinnanzi a sé enormi praterie inesplorate. Nell'attesa che le nostre conoscenze progrediscano, possiamo però continuare a goderci la straordinaria quantità di odori e sapori che è possibile ritrovare in ogni angolo del mondo e che lo rendono indubbiamente più piacevole e interessante.

¹ Il termine *fougère* letteralmente significa felce. Viene usato in profumeria, in modo convenzionale, per indicare accordi olfattivi a base di lavanda aromatica, muschio di quercia e fava tonka dolce e speziata.

Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare l'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna e, in particolare, il Presidente Prof. Luigi Bolondi per aver organizzato il 29 aprile 2023 il Convegno *La scienza degli odori e dei sapori*.

Bibliografia

1. Fuso, S. *Sensi chimici. La scienza degli odori e dei sapori*. Carocci: Roma, 2022.
2. Herz, R.S.; von Clef, J. The Influence of Verbal Labelling on the Perception of Odors: Evidence for Olfactory Illusions?. *Perception* 2001, 30, 381-391.
3. Spence, C.; Levitan, C.; Shankar, M.U.; Zampini, M. Does food color influence taste and flavor perception in humans?. *Chemosens. Percept.* 2010, 3, 68-84.
4. Reynolds, A.M.; Cecere, J.G.; Paiva, V.H.; Ramos, J.A.; Focardi, S. Pelagic seabird flight patterns are consistent with a reliance on olfactory maps for oceanic navigation. *Proc. R. Soc. B.* 2015, 282 (1811), 20150468. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2015.0468>.
5. Süskind, P. *Das Parfum - Die Geschichte eines Mörders*. Diogenes Verlag AG: Zürich, 1985.