

# Kemia

*fascino e complessità della chimica*

DIDATTICA E STUDI

I

*Direttore*

Margherita VENTURI  
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

*Comitato scientifico*

Paola AMBROGI  
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Paola GOVONI  
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Nick SERPONE  
Concordia University

# Kemia

*fascino e complessità della chimica*

DIDATTICA E STUDI



Là dove la natura finisce di produrre le sue specie, l'uomo comincia, utilizzando le specie della natura, e in armonia con la natura stessa, a creare una infinità di specie.

— LEONARDO DA VINCI

Tutti i processi che sostengono la vita sono basati su reazioni chimiche, e tutto ciò che viene utilizzato quotidianamente è la risultante di composti chimici, naturali o artificiali. Negli ultimi cento anni lo studio della materia ha apportato enormi benefici all'umanità dando forte impulso all'attuale progresso scientifico e tecnologico: ha fornito potenti fonti di energia; ha prodotto vaccini e farmaci capaci di prevenire e curare molte malattie; ha contribuito a sviluppare materiali con proprietà eccezionali come polimeri, materie plastiche e semiconduttori; in agricoltura, ha introdotto fertilizzanti e molto ancora.

*Kemia* pubblica monografie e saggi che permettono al lettore di intraprendere un meraviglioso viaggio nel mondo degli atomi e delle molecole alla scoperta della bellezza e dei misteri della natura.

La sezione "Didattica e studi" privilegia gli aspetti di base della chimica senza però tralasciare i risvolti più innovativi, anche per quanto riguarda l'approccio metodologico-didattico.

La sezione "Divulgazione e ricerca" ha, invece, l'obiettivo di presentare, in modo scientificamente rigoroso ma adatto a qualsiasi lettore curioso, i temi d'avanguardia e i risvolti sociali della ricerca chimica.



Giorgio Molteni

**Introduzione all'analisi  
strumentale degli alimenti**

II edizione





Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXVIII  
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.giacchinoonoratieditore.it](http://www.giacchinoonoratieditore.it)  
[info@giacchinoonoratieditore.it](mailto:info@giacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20  
00020 Canterano (RM)  
(06) 4551463

ISBN 978-88-255-1512-1

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: marzo 2013  
II edizione: maggio 2018

- 9 *Introduzione*
- 11 **Capitolo I**  
*Nozioni generali*  
1.1. Introduzione, 11 – 1.2. Frodi e contraffazioni degli alimenti, 12 – 1.3. Qualità, certificazione, etichettatura, 17 – 1.4. Metodi per l'analisi degli alimenti, 19 – 1.5. Definizioni in campo alimentare, 21.
- 25 **Capitolo II**  
*Cromatografia*  
2.1. Introduzione, 25 – 2.2. Cromatografia su colonna, 26 – 2.3. Cromatografia su strato sottile, 30 – 2.4. Gascromatografia, 34 – 2.4.1. *Colonne e fase stazionaria*, 35 – 2.4.2. *Introduzione e preparazione del campione*, 37 – 2.4.3. *Fase mobile*, 39 – 2.4.4. *Eluizione*, 39 – 2.4.5. *Rivelatore*, 40 – 2.4.6. *Schema complessivo*, 42 – 2.5. Cromatografia liquida, 43 – 2.6. Oli e grassi: applicazioni della cromatografia, 47 – 2.6.1. *Sostanze saponificabili*, 48 – 2.6.2. *Sostanze non saponificabili*, 50 – 2.6.3. *Analisi cromatografica degli acidi grassi*, 52 – 2.6.3.1. *Analisi degli acidi grassi in posizione 2-*, 55 – 2.6.4. *Analisi della frazione non saponificabile*, 55.
- 59 **Capitolo III**  
*Spettrometria di massa*  
3.1. Introduzione, 59 – 3.2. Lo spettro di massa, 59 – 3.3. Lo spettrometro di massa, 65 – 3.3.1. *Sistema d'introduzione del campione*, 66 – 3.3.2. *Sorgente di ioni*, 67 – 3.3.3. *Analizzatore*, 70 – 3.3.4. *Rivelatore di ioni*, 73 – 3.3.5. *Risoluzione dello spettrometro*, 74 – 3.4. Accoppiamento cromatografia-massa, 78 – 3.5. Analisi MS di alimenti, 79 – 3.5.1. *Oli e grassi*, 80 – 3.5.2. *Miele*, 81 – 3.5.3. *Tè e caffè*, 83 – 3.5.4. *Clorofille*, 86 – 3.5.5. *Inquinanti organici persistenti (POPs)*, 88.
- 93 **Capitolo IV**  
*Spettroscopia ultravioletta*  
4.1. Introduzione, 93 – 4.2. Lo spettro ultravioletto, 96 – 4.2.1. *Transizioni ultraviolette*, 100 – 4.2.2. *Regole di Woodward-Fieser*, 104 – 4.3. Lo spettrofotometro UV, 105 – 4.3.1. *Sorgente*, 106 – 4.3.2. *Monocromatore*, 107 – 4.3.3. *Comparto celle*, 109 – 4.3.4. *Rivelatore*, 109 – 4.3.5. *Sistema di elaborazione dati*, 110 – 4.4. Analisi UV di alimenti, 110 – 4.4.1. *Analisi UV di oli*, 110 – 4.4.2. *Analisi UV di acque*, 113 – 4.4.3. *Determinazione della caffeina*, 114 – 4.4.4. *Proprietà UV della vitamina E*, 115.

117 **Capitolo V**

*Spettroscopia infrarossa*

5.1. Introduzione, 117 – 5.2. Infrarosso medio, 118 – 5.2.1. *Lo spettro infrarosso*, 125 – 5.2.2. *Calcolo approssimato di  $\bar{\nu}$* , 138 – 5.2.3. *Lo spettrofotometro IR*, 140 – 5.2.3.1. *Sorgente*, 140 – 5.2.3.2. *Comparto celle e preparazione del campione*, 141 – 5.2.3.3. *Monocromatore e rivelatore*, 145 – 5.2.4. Infrarosso in trasformata di Fourier, 145 – 5.2.5. *Analisi di alimenti nell'IR medio*, 147 – 5.3. Infrarosso vicino, 150 – 5.3.1. *Lo spettrofotometro nell'IR vicino*, 156 – 5.3.2. *Analisi di alimenti nell'IR vicino*, 158.

165 **Capitolo VI**

*Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare*

6.1. Introduzione, 165 – 6.2. Lo spettro NMR, 165 – 6.2.1. *Lo spin nucleare*, 166 – 6.2.2. *Il chemical shift*, 169 – 6.2.3. *Struttura del segnale NMR*, 177 – 6.3. Esempi di spettri NMR protonici, 187 – 6.4. Spettri NMR al carbonio, 196 – 6.4.1. *Chemical shift e costanti d'accoppiamento*, 197 – 6.5. NMR bidimensionale, 201 – 6.5.1. *Lo spettro COSY*, 202 – 6.5.2. *Spettro di correlazione eteronucleare*, 204 – 6.6. Lo strumento NMR, 205 – 6.7. Analisi NMR di alimenti, 209 – 6.7.1. *Carboidrati*, 210 – 6.7.2. *Lipidi*, 211 – 6.7.3. *Vini e birre*, 216 – 6.7.4. *NMR e analisi delle componenti principali*, 218.

223 **Capitolo VII**

*Problemi*

7.1. Introduzione, 223 – 7.2. Problemi, 223 – 7.3. Soluzioni dei problemi, 227

245 **Capitolo VIII**

*Procedure sperimentali*

8.1. Introduzione, 245 – 8.2. Precipitazione delle caseine del latte, 245 – 8.3. Verifica della gessatura del vino, 248 – 8.4. Estrazione del licopene dal pomodoro, 253 – 8.5. Separazione dei pigmenti degli spinaci, 257.

263 *Bibliografia*

## Introduzione

Il campo dell'alimentazione umana presenta numerose sfaccettature che riguardano sia gli aspetti scientifici che quelli edonistici. Sul versante della conoscenza scientifica attinente alla nutrizione si annoverano contributi a carattere medico, biologico, chimico e fisico. Non deve quindi stupire che, in un campo tanto vasto ed articolato, il numero delle pubblicazioni sia elevatissimo e riguardi praticamente ogni sorta di alimento conosciuto ed ogni sua caratteristica. Questa situazione vale, ovviamente, anche nel caso dei numerosi ottimi testi disponibili sull'analisi chimica degli alimenti. Di solito si tratta di volumi piuttosto ponderosi, la maggior parte dei quali viene pubblicata in lingua inglese, pensati per un corso annuale a livello di dottorato o dedicati alla consultazione specialistica. Tali testi sono adattabili con difficoltà ai corsi di laurea italiani tenendo conto che l'analisi chimica degli alimenti occupa normalmente meno di un semestre di lezioni. Il presente volume, di dimensioni volutamente ridotte, si rivolge a tutti gli Studenti dei corsi di laurea non chimici che intendano avvicinarsi al settore dell'analisi strumentale degli alimenti. In tutti i capitoli che costituiscono il presente testo si è badato anzitutto ad offrire una panoramica accessibile sui principali metodi chimico-analitici a carattere strumentale di ampio utilizzo nell'analisi alimentare. La mia speranza è che lo Studente, dopo avere acquisito i principi fondamentali dell'analisi chimica strumentale, sia in grado di apprezzarne l'utilità e la versatilità nelle applicazioni all'analisi degli alimenti. A questo scopo risultano utili le esercitazioni svolte in laboratorio, alcune delle quali sono riportate nel capitolo 8.

Per la seconda edizione del testo "Introduzione all'Analisi strumentale degli Alimenti" ho ritenuto opportuno mantenere la struttura della prima edizione, che ha avuto un buon riscontro tra gli Studenti del corso di Laurea magistrale di "Biologia applicata alle Scienze della

Nutrizione”. Nonostante questa premessa, ho operato tutte le modifiche che si rendono necessarie ad una nuova edizione; correzione degli errori, aggiornamenti e, soprattutto, costante revisione del testo in vista di una sua migliore leggibilità e comprensibilità. L’aggiunta del capitolo 7, dedicato ai problemi, rappresenta una novità che mi auguro possa essere d’aiuto per rendere consapevoli gli Studenti della diffusione e generalità dei metodi strumentali di analisi degli alimenti.

Devo un ringraziamento agli Studenti del corso di Laurea di “Biologia applicata alle Scienze della nutrizione”, che mi aiutano a capire quanto l’insegnamento possa risultare interessante da entrambi i lati della cattedra, e a mia moglie, Giulia, per il suo appoggio costante.

Dato che qualsiasi attività umana è perfettibile, il testo conterrà certamente ancora molti errori di cui, come sempre, solo l’autore può farsi carico.

## Nozioni generali

### 1.1. Introduzione

La determinazione della composizione degli alimenti rappresenta una tappa fondamentale nella scienza e nella tecnologia alimentare a qualsiasi livello, sia accademico che industriale. Nel corso del tempo sono state pertanto sviluppate numerose metodologie analitiche con l'intento di coprire l'intero campo delle analisi alimentari. In linea di principio si riconoscono due grandi aree entro cui operano le analisi chimiche in campo alimentare.

La prima di queste aree riguarda l'individuazione e la quantificazione di sostanze estranee all'alimento o addirittura nocive per la salute umana. A tale scopo sono state codificate numerose procedure analitiche standard che servono per determinare la qualità di base dell'alimento. Queste analisi riguardano le proprietà nutrizionali in senso lato perché, per definizione, l'alimento non dev'essere nocivo per la salute umana. Ne sono esempi la ricerca di particolari classi di sostanze caratterizzate da tossicità o cancerogenicità provata o presunta quali pesticidi, metalli pesanti, allergeni, tossine e numerosissime molecole potenzialmente pericolose per la salute umana.

La seconda area è volta alla determinazione di eventuali frodi perpetrate al fine di commercializzare prodotti di scarsa qualità; in questo caso l'analisi dev'essere in grado di rivelare la variazione dei rapporti di sostanze o prodotti normalmente presenti nell'alimento. Possono essere determinate l'aggiunta di saccarosio ai vini al fine di aumentarne il grado alcolico, oppure la presenza di aromi come la vanillina, ottenuta per via sintetica, in luogo della vaniglia naturale. In entrambi questi esempi è facile intuire il vantaggio economico implicito nella produzione e nella successiva commercializzazione dell'alimento

adulterato. Le analisi chimiche in grado di identificare questo tipo di frodi non riguardano solo le qualità nutrizionali dell'alimento in linea generale, dato che la salute del consumatore non viene messa a repentaglio, ma sono anche connesse con l'aspetto "gustativo" dello stesso alimento.

La crescente consapevolezza del consumatore nei confronti dell'alimentazione ha comportato un continuo affinamento delle tecniche di analisi chimica, che oggi sono spesso in grado di individuare addirittura la provenienza geografica dei cibi, consentendo il riconoscimento dei prodotti a marchio D.O.C. o D.O.P. Nel seguito del presente capitolo si prenderanno brevemente in considerazione:

- le definizioni di frode alimentare od adulterazione degli alimenti,
- le nozioni sulla certificazione e l'etichettatura degli alimenti,
- la classificazione dei metodi chimici in uso per l'analisi alimentare.

In ciascuno dei capitoli seguenti saranno discusse in maggior dettaglio le principali tecniche utilizzate attualmente per l'analisi chimico-strumentale degli alimenti.

## 1.2. Frodi e contraffazioni degli alimenti

In linea di principio, qualsiasi prodotto commerciale può essere contraffatto. Per rendersene conto è sufficiente sfogliare un qualsiasi quotidiano alla ricerca di articoli riguardanti questo argomento. Il problema della frode o contraffazione diventa necessariamente evidente e particolarmente rilevante nel caso degli alimenti. Al fine di proteggere il consumatore dalle frodi, dalle più grossolane alle più sofisticate, esiste in ogni Paese un *corpus* di norme e leggi che, pur essendo differenti da Paese a Paese, sanziona essenzialmente due comportamenti:

- la messa in commercio di alimenti di scarsa qualità attraverso una certificazione o descrizione fasulla,
- la concorrenza sleale tra produttori.

Le norme legali a tutela del consumatore sono volte inoltre a preservarne e mantenerne la fiducia impedendo ai produttori il venir meno della qualità dell'alimento.

È opportuno ripercorrere brevemente l'evoluzione storica delle frodi alimentari constatando come il progredire della tecnologia e, più in

particolare, delle metodologie analitiche, abbia contribuito allo smascheramento di frodi via via più sofisticate.

Nell'antichità e nel medio evo venivano praticate frodi grossolane quali ad esempio l'annacquamento del latte, dei vini e della birra. In Mesopotamia, la prima tra le regioni produttrici di birra, la punizione riservata all'adulteratore era tanto esemplare quanto disumana, comportando la morte per affogamento nello stesso prodotto adulterato. Ma a prescindere da questo tipo di punizione, la caratteristica delle frodi alimentari perpetrate nell'antichità consisteva essenzialmente nell'assoluta mancanza di tutela nei confronti del consumatore. Va detto che, oggigiorno, le adulterazioni grossolane menzionate poco sopra sono praticate assai raramente, per quanto il controllo sia pur sempre necessario.

Verso l'inizio del XVIII secolo ebbero inizio i primi controlli su particolari tipologie di alimenti quali bevande alcoliche, birra, vino e tè. Anche in questo caso, tuttavia, i controlli venivano esercitati solo a scopo fiscale, prescindendo dai possibili effetti nocivi a danno del consumatore. Nel secolo successivo si ebbe l'avvento degli strumenti ottici nell'analisi di prodotti ad elevato valore commerciale. Risale infatti al 1861 l'utilizzo del microscopio ottico nella determinazione della qualità del caffè. Durante lo stesso secolo, nel 1875, il Regno Unito fu il primo Paese a stabilire una serie di regole volte alla definizione di frode alimentare. In particolare, si convenne di considerare adulterato un alimento qualora:

- fossero contenute sostanze atte a renderlo dannoso alla salute umana,
- fossero contenute sostanze atte ad aumentarne in modo abnorme la massa od il volume omettendone la dichiarazione all'atto della vendita al pubblico,
- uno o più componenti fondamentali per la composizione dell'alimento fossero eliminati anche parzialmente omettendone la dichiarazione al momento della vendita al pubblico,
- costituisse una contraffazione, ossia venisse posto in commercio con la denominazione dell'alimento originale.

Durante il XX secolo si è assistito al perfezionamento delle norme anti frode ed anti contraffazione in campo alimentare introducendo criteri più stringenti, severi e precisi. Così, nel 1931, in USA vennero emanate le norme dell'FDA (Food and Drug Administration) seguite

dall'Unione Europea, nel 1962, con il *Codex Alimentarius Commission*. È interessante entrare un po' più nel dettaglio di quest'ultimo insieme di regole pur considerando che esse stesse possono variare nell'ambito di ogni singolo Paese UE. Come si vedrà, le seguenti norme regolamentano la composizione sia in riferimento alla contaminazione batterica o all'uso di additivi sia riguardo l'etichettatura dei prodotti. In linea di massima, nella maggior parte dei Paesi, si considera adulterato un alimento nel caso in cui:

- contenga residui animali o vegetali in stato di decomposizione o putrefazione, oppure sia infestato da insetti o microrganismi patogeni,
- sia stato confezionato o conservato in condizioni che violino le norme igieniche vigenti, oppure sia stato imballato utilizzando materiali tossici,
- contenga sostanze tossiche o nocive, additivi vietati dalla legge o presenti in quantità superiore ai limiti di legge,
- sia stato addizionato con componenti di natura e qualità inferiore al dichiarato oppure siano stati rimossi alcuni componenti,
- sia di qualità diversa od inferiore a quanto dichiarato,
- mostri descrizioni od etichettature false o fuorvianti.

Attualmente le frodi alimentari sono perpetrate principalmente nei confronti dei generi ad alto valore commerciale e possono comportare contraffazione, adulterazione, sofisticazione e alterazione dell'alimento. In tutti questi casi, in Italia, si tratta di reati di rilevanza penale.

La *frode alimentare* si verifica producendo o commercializzando un alimento che non corrisponde alla normativa in vigore, oppure nell'alterazione delle informazioni su provenienza, qualità, composizione e caratteristiche dell'alimento.

La *contraffazione alimentare* consiste nel produrre o commercializzare un alimento con l'apparenza della genuinità benché prodotto con sostanze diverse, per qualità o quantità, da quelle che normalmente concorrono a formarlo. Si sono avuti numerosi esempi di contraffazione, volendo limitarsi a quelli principali si ricordano: acque gassate o bibite analcoliche addizionate con glicerina o con anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), margarina contenente idrocarburi di origine minerale, olio di semi spacciato per olio d'oliva.

L'*adulterazione alimentare* consiste nella sostituzione, in tutto o in parte, di uno o più componenti dell'alimento genuino con altri ad esso

estranei. Si ha adulterazione anche aumentando arbitrariamente la quantità di uno o più dei suoi componenti. Le adulterazioni alimentari possono avere ricadute sull'aspetto nutrizionale dell'alimento e, in alcuni casi, sono caratterizzate da grave pericolo per la salute pubblica, si ricordi ad esempio l'adulterazione del vino con il metanolo.

La *sofisticazione alimentare* consiste nell'aggiungere all'alimento sostanze estranee che ne alterano la composizione naturale. Solitamente vengono aggiunte sostanze di qualità e valore inferiori allo scopo di simulare la genuinità dell'alimento, migliorarne l'aspetto o coprirne i difetti. La produzione di burro con sostanze grasse che non derivano dal latte oppure di mozzarella di bufala con latte di vacca sono esempi di sofisticazioni alimentari, così come lo sbiancamento della mozzarella con perossido di benzoile  $(\text{PhCOO})_2$  ed il trattamento della salsiccia fresca con anidride solforosa al fine di renderla di colore rosso.

L'*alterazione* di un alimento si verifica qualora la sua composizione originaria si modifichi a causa di fenomeni degenerativi spontanei, determinati da errate modalità o eccessivo prolungamento dei tempi di conservazione. Il problema dell'alterazione è stato rinvenuto nel caso di uova infestate da larve d'insetto ma comunque impiegate nell'industria dolciaria o nella produzione di liquori.

La grande industria produce attualmente alimenti confezionati ed immagazzinati secondo standard precisi. Le frodi grossolane dovrebbero dunque essere scongiurate perchè la disponibilità di metodi analitici univoci ed affidabili permette di smascherarle facilmente. Oltretutto queste analisi sono utilizzate anche dalle stesse industrie produttrici a garanzia e tutela del consumatore. In questo modo il potere nutrizionale dell'alimento dovrebbe sempre risultare garantito. Tuttavia, le frodi attuali possono essere anche molto sofisticate in quanto pensate e realizzate per aggirare i criteri di origine controllata; può accadere che prodotti presenti naturalmente nell'alimento siano rimpiazzati con additivi sintetici. Le frodi alimentari più praticate in Italia riguardano vino, latte, mozzarelle, olio d'oliva, pesce, carni, pane e pasta.

Vino: la frode più comune consiste nell'aggiunta di zuccheri diversi da quelli provenienti dall'uva, allo scopo di aumentare il grado alcolico. È anche diffusa l'aggiunta di mosto concentrato. Altre frodi sono legate all'aggiunta di uve da tavola non adatte alla vinificazione.

Latte: dalla più antica frode che prevede l'annacquamento del latte si è passati in tempi recenti alla neutralizzazione del latte inacidito con alcali, oppure alla ricostituzione del latte in polvere con l'aggiunta di

acqua. Sono da considerare vere e proprie adulterazioni anche i trattamenti chimici illegali volti alla riduzione della carica batterica, per esempio con l'aggiunta di acqua ossigenata, o la presenza di ormoni della crescita come la somatropina, utilizzato per incrementare la produzione del latte nell'animale.

Mozzarelle: la loro produzione realizzata con caseine industriali magre o latte in polvere per uso zootecnico è un esempio evidente di frode; lo è anche l'utilizzo del comune latte vaccino in luogo di quello di bufala, di capra o di pecora.

Olio d'oliva: il seguente esempio dà un'idea sia del tipo di frodi perpetrate attualmente che delle difficoltà che si possono incontrare nello smascherarle. L'olio viene sofisticato con l'aggiunta di oli di semi vari scadenti, oppure viene completamente contraffatto utilizzando oli di semi vari colorati con clorofilla detta anche, gergalmente, "verdone" o con  $\beta$ -carotene. L'olio adulterato viene poi presentato in commercio come "extravergine di frantoio". Una sofisticazione più difficile da scoprire è l'aggiunta in percentuali inferiori al 20% di olio di semi di nocciola di provenienza turca o spagnola.

Pesce: la vendita di prodotti scongelati spacciati per freschi rappresenta la frode più comune riscontrata nei prodotti della pesca. Altre frodi riguardano la vendita di prodotti di allevamento commercializzati come prodotti pescati in mare, oppure di specie ittiche diverse dal dichiarato. Costituiscono frodi alimentari anche la vendita di prodotti trattati con additivi per mascherare un preesistente stato di alterazione, l'immissione sul mercato di molluschi non sottoposti a depurazione o allevati in acque non pulite, la vendita di pesce di provenienza extraeuropea scaduto durante il periodo di stoccaggio e poi riconfezionato e rietichettato.

Carni: è illegale la commercializzazione di carni provenienti da animali trattati con ormoni tireostatici. Si tratta di molecole che limitano la biosintesi degli ormoni T3 e T4 causando una forte ritenzione idrica nell'animale. È pure illegale il trattamento dell'animale con altri tipi di ormoni, quali ad esempio gli ormoni della crescita, o medicinali il cui utilizzo non sia stato dichiarato. In tutti questi casi esiste necessariamente un consistente rischio sanitario.

Pane e pasta: la commercializzazione di pane con un tasso di umidità molto superiore al normale rappresenta una tipica frode dovuta al tempo di cottura troppo breve o alla temperatura di cottura troppo bassa. In questo caso il peso del pane è costituito in buona parte da acqua.

È illegale anche la vendita di pasta di semola di grano duro ottenuta dalla miscelazione di sfarinati di grano tenero.

### 1.3. Qualità, certificazione, etichettatura

Secondo la norma UNI EN ISO 9000:2000, il concetto di qualità è legalmente espresso come “la capacità di un insieme di caratteristiche inerenti un prodotto, sistema o processo di ottemperare ai requisiti richiesti dai clienti e da altre parti interessate.” Una successiva formulazione della stessa norma esprime il medesimo concetto come “grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche del prodotto soddisfano i requisiti richiesti”. In campo alimentare le definizioni di qualità e certificazione sono correlate strettamente; la certificazione si può infatti definire come un atto o una procedura attraverso cui una *parte terza* indipendente attesta con un livello di approssimazione accettabile che un certo prodotto o processo è conforme ad una data norma. In quest’ultima definizione la conformità del prodotto si pone necessariamente in relazione alla sua qualità. Le *parti terze* che concorrono alla certificazione di un alimento sono enti di certificazione intesi come laboratori e centri di taratura presso cui si devono verificare le caratteristiche e la qualità dell’alimento. Le parti interessate sono invece le aziende produttrici ed i consumatori. Se i laboratori e i centri di taratura appena menzionati svolgono essenzialmente il compito di certificare un alimento, è altrettanto vero che concorrono alla certificazione dell’azienda produttrice. Certificare un’azienda significa garantire al mercato che quella stessa azienda rispetta le normative vigenti. In questo senso gli enti certificatori rappresentano gli organismi atti alla verifica della corretta applicazione delle norme nell’ottica, tra l’altro, di ridurre l’incertezza del consumatore.

Per quanto riguarda l’etichettatura degli alimenti, attualmente vige il Regolamento 1169/2011 entrato in vigore il 13 dicembre 2011. I principali motivi che hanno portato a questa nuova legislazione si riassumono:

- nella necessità di realizzare una normativa comune a livello europeo applicata in tutti gli Stati membri,
- nella semplificazione e armonizzazione della struttura normativa,
- nel riscontro delle esigenze dei produttori,
- nell’aumento della tutela e dell’informazione del consumatore.

L'etichettatura nutrizionale è obbligatoria per tutti i prodotti e si configura come una tabella che dev'essere riportata in un unico campo visivo, Figura 1.1. L'etichettatura nutrizionale non si applica agli integratori alimentari e alle acque minerali. Gli alimenti confezionati devono mostrare una tabella nutrizionale in cui figurino le seguenti sette voci i cui valori, compreso il contenuto energetico, devono essere riferiti a 100 g o 100 ml di prodotto:

- contenuto energetico (espresso in kcal o kJ),
- grassi,
- acidi grassi saturi,
- carboidrati,
- proteine,
- zuccheri,
- sale.

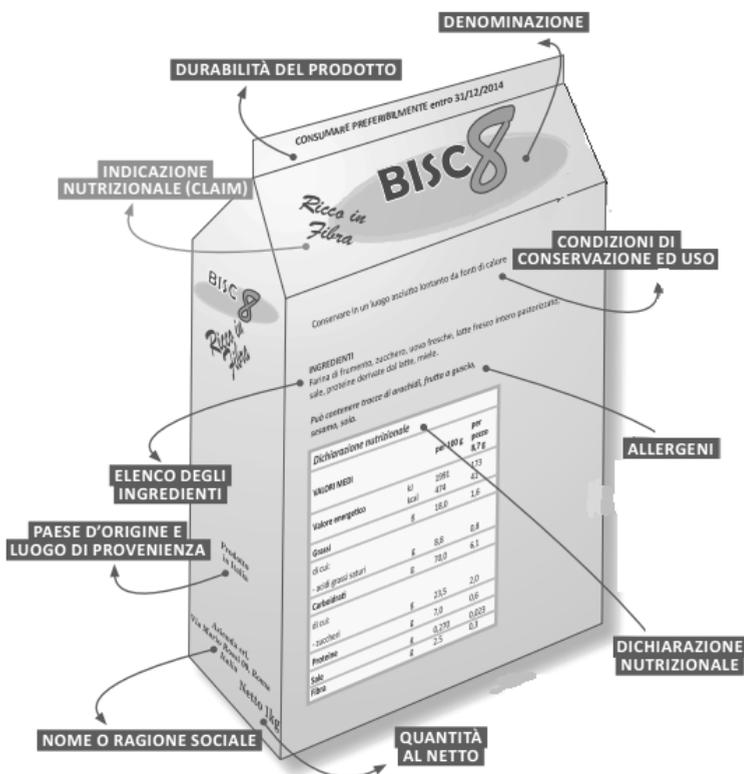


Figura 1.1. Esempio di etichettatura per alimenti.

La dichiarazione nutrizionale obbligatoria può essere integrata con l'indicazione delle quantità di uno o più dei seguenti elementi:

- acidi grassi monoinsaturi,
- acidi grassi polinsaturi,
- polioli,
- amido,
- fibre,
- sali minerali o vitamine se presenti in quantità significativa.

Possono essere inoltre indicati valori riferiti a singole porzioni e alle percentuali giornaliere raccomandate o indicative.

#### **1.4. Metodi per l'analisi degli alimenti**

La presenza di sostanze chimiche estranee all'alimento viene generalmente evidenziata attraverso procedure analitiche standard. Le tecniche chimico-analitiche classiche, che verranno brevemente elencate nel prossimo paragrafo, comportano la determinazione della composizione chimica dell'alimento con l'obiettivo di stabilirne il potere nutritivo e la rispondenza a dati criteri nutrizionali quali, ad esempio, il contenuto percentuale d'acqua, carboidrati, ceneri o sostanze azotate. Queste tecniche rivelano la qualità di base dell'alimento e possono svelare eventuali frodi grossolane; sono standardizzate in metodi ufficiali che consentono la certificazione dei risultati.

Normalmente le analisi chimiche condotte con metodi classici sono anche rivolte alla determinazione di sostanze del tutto estranee all'alimento o da esso normalmente assenti quali residui di pesticidi, tossine da contaminazione fungina o batterica, oppure contaminazioni biologiche. È evidente come tali analisi riguardino ancora l'aspetto nutrizionale dell'alimento dato che, è bene ribadirlo, lo stesso alimento non dev'essere nocivo.

La prevenzione della messa in commercio di alimenti di qualità differente dal dichiarato implica di solito l'esecuzione di un'analisi in grado di smascherare l'eventuale falsa dichiarazione apposta sull'alimento. In questa fase risulta evidente l'importanza assunta dall'etichettatura dei prodotti commerciali ad uso alimentare. A seguito della sempre maggior consapevolezza del consumatore di fronte al mondo alimentare ed i suoi prodotti, buona parte delle metodologie analitiche

attuali devono affrontare esplicitamente l'aspetto "gustativo" del cibo. Con quest'ultimo termine ci si riferisce, sia pure indirettamente, ad analisi volte alla determinazione di sostanze che non mettono in discussione la composizione chimica grezza dell'alimento, ovvero il suo potere nutrizionale o la sua pericolosità. Facendo riferimento all'esempio dell'olio d'oliva adulterato con la clorofilla, esistono procedimenti in grado di determinarne sia la presenza che la quantità. In questo caso si possono dunque effettuare sia analisi qualitative che quantitative. Va da sé che, se presente in dosi ragionevolmente piccole, la clorofilla non altera le proprietà nutrizionali dell'olio d'oliva né lo rende un alimento pericoloso. Le analisi chimico-strumentali sono dunque chiamate al compito, non sempre facile, di determinare eventuali variazioni nei rapporti di sostanze normalmente presenti nell'alimento, oppure mettere in luce la presenza di sostanze normalmente contenute nell'alimento ma di origine biologica diversa. Ne sono esempi:

- l'aggiunta di zucchero ai vini per aumentarne il grado alcolico, che è una pratica legale e dunque consentita solo entro certi precisi limiti,
- l'aggiunta di componenti aromatici di sintesi ai vini ed alle bevande alcoliche. Tali sostanze aromatiche estratte da fonti naturali hanno prezzi assai maggiori dei corrispondenti prodotti di sintesi nonostante la composizione chimica sia ovviamente la medesima,
- l'ottenimento dell'olio d'oliva per pressatura meccanica oppure per estrazione con solventi.

I metodi strumentali per l'analisi degli alimenti sono standardizzati in procedure ufficiali, spesso automatizzate. Tali procedure sono accettate per la certificazione.

I metodi tradizionali dell'analisi si possono distinguere in fisici, chimici e strumentali.

- Metodi fisici. Ne fanno parte misure di parametri fondamentali quali il peso specifico, l'indice di rifrazione ed il potere ottico rotatorio. La misura dell'indice di rifrazione è utile nel caso di alimenti liquidi quali oli o succhi di frutta. La determinazione del potere ottico rotatorio si utilizza ad esempio nell'analisi degli zuccheri contenuti nei vini. Altri metodi fisici utilizzati in campo alimentare sono le microscopie, che permettono l'esame istologico di componenti animali o vegetali. Particolare rilevanza assu-