

Applicazioni in campo alimentare

L'analisi degli isotopi stabili è molto importante soprattutto negli studi di autenticità degli alimenti e quindi del vino. Essa, sulla base dei differenti rapporti isotopici, permette di riconoscere molecole, presenti in alimenti, aventi la stessa struttura chimica ma provenienti da materie prime diverse o elaborate con processi diversi, per esempio per sintesi biologica o industriale

Si possono distinguere:

- gli aromi naturali (es. vanillina) da quelli di sintesi
- l'acido acetico proveniente dalla fermentazione acetica da quello ottenuto industrialmente
- i salmoni selvatici da quelli di allevamento (in base ad un lipide caratteristico)
- l'aggiunta di zuccheri diversi da quelli presenti naturalmente
- l'annacquamento del latte
- la provenienza geografica di alimenti

Applicazioni in campo alimentare



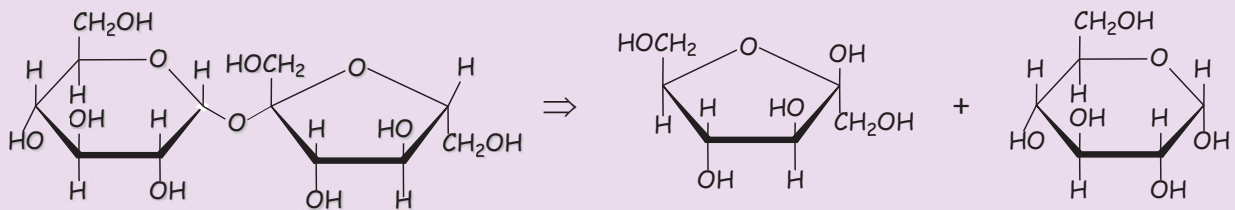
L'analisi isotopica in enologia

La ricerca di sofisticazioni in enologia si può effettuare con le tecniche isotopiche:

- sofisticazione del vino per aggiunta di zuccheri diversi da quelli presenti nell'uva (bietola, canna, mais), una pratica illecita in Italia
- annacquamento del vino

Inoltre si può stabilire con discreta approssimazione la zona di provenienza di un vino

Per chiarire l'importanza dell'introduzione di queste tecniche va considerato che prima del loro avvento, i metodi esistenti per scoprire le sofisticazioni erano abbastanza inefficaci. L'aggiunta di saccarosio ai mosti genera rapidamente per idrolisi fruttosio e glucosio, zuccheri già presenti nell'uva e quindi indistinguibili:



Le molecole di fruttosio e glucosio introdotte fraudolentemente hanno però una traccia della loro origine, nascosta nella distribuzione isotopica degli elementi che li costituiscono (carbonio, idrogeno e ossigeno). Questa distribuzione è diversa a seconda dell'origine del saccarosio o del trattamento cui è stato sottoposto

Gli isotopi

Isotopi di uno stesso elemento hanno uguale numero di protoni (e quindi di elettroni) ma diverso numero di neutroni



hanno lo stesso numero atomico (Z) ma un diverso numero di massa (A)

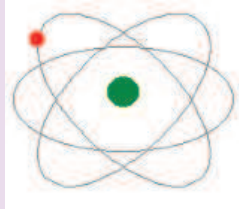


massa differente

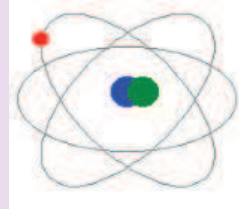
Gli isotopi di uno stesso elemento hanno quindi proprietà chimiche simili, in ragione dello stesso numero di protoni, ma proprietà fisiche diverse, in ragione della massa differente. Tutti gli elementi (tranne 12) esistono in almeno due forme isotopiche

Esempio: l'idrogeno

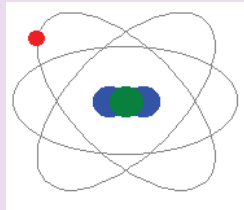
Idrogeno
1 elettrone (rosso)
1 protone (verde)



Deuterio
1 elettrone (rosso)
1 protone (verde)
1 neutrone (blu)



Tritio
1 elettrone (rosso)
1 protone (verde)
2 neutroni (blu)



Il Tritio è artificiale e quindi non di interesse in questa tecnica che si basa sui soli isotopi stabili

Distribuzioni isotopiche

La distribuzione isotopica stabile (non considerando, cioè, gli isotopi artificiali) degli elementi dipende strettamente dall'origine e dall'evoluzione biogeochimica dei composti di cui fanno parte. Quindi due composti aventi la stessa formula, es. il biossido di carbonio CO_2 , possono avere differente composizione isotopica se la loro origine e/o la loro storia sono diverse

Le proporzioni degli isotopi stabili nei vari composti sono approssimativamente quelle medie esistenti sulla terra, tuttavia le piccole deviazioni dalla media sono la chiave per differenziare un campione dall'altro

Nell'elenco seguente sono indicate le distribuzioni medie di alcuni elementi; le cifre indicate in rosso sono quelle che contengono l'informazione discriminante

- 1H : 99.984% 2H o D: 0.01557%
- ^{12}C : 98.89 % ^{13}C : 1.11140%
- ^{14}N : 99.64% ^{15}N : 0.36630%
- ^{16}O : 99.76% ^{17}O : 0.04% ^{18}O : 0.20004%
- ^{32}S : 95.02% ^{33}S : 0.75% ^{34}S : 4.21500% ^{36}S : 0.02%

Per poter mettere in risalto le differenze tra le distribuzioni isotopiche di un elemento in due campioni diversi è necessaria una tecnica in grado di misurare masse atomiche e molecolari con grandissima accuratezza e precisione. La tecnica in questione è la spettrometria di massa

Espressione dei risultati

I rapporti isotopici sono usualmente espressi in termini di valori δ che esprimono le deviazioni, in parti per mille, da un materiale di riferimento:

$$\delta X = \left(\frac{R_{\text{campione}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$$

o l'espressione equivalente:

$$\delta X = \left(\frac{R_{\text{campione}} - R_{\text{standard}}}{R_{\text{standard}}} \right) \times 1000$$

dove R = rapporto massa isotopo pesante/massa isotopo leggero (es. $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)

- $\delta X > 0$ indica un arricchimento dell'isotopo pesante nel campione rispetto allo standard
- $\delta X < 0$ indica un impoverimento dell'isotopo pesante o un arricchimento dell'isotopo leggero rispetto allo standard

Standard di riferimento

Elemento	Isotopi stabili	Abbondanza naturale media (%)	Valori dei rapporti standard	Standard di riferimento internazionale
Idrogeno	^1H	99.985	$^2\text{H}/^1\text{H} =$	V-SMOW (Vienna -Standard Mean Ocean Water)
	^2H	0.015	0.000316	
Carbonio	^{12}C	98.892	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C} =$	V-PDB (Vienna-Pee Dee Belemnite) Carbonato di calcio fossile
	^{13}C	1.108	0.0112372	
Azoto	^{14}N	99.6337	$^{15}\text{N}/^{14}\text{N} =$	AIR (Azoto dell'aria)
	^{15}N	0.3663	0.007353	
Ossigeno	^{16}O	99.7587	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O} =$	V-SMOW (Vienna -Standard Mean Ocean Water)
	^{18}O	0.2039	0.0039948	
Zolfo	^{32}S	95.02	$^{34}\text{S}/^{32}\text{S} =$	V-CDT (Canyon Diablo Troilite)
	^{34}S	4.22	0.0450045	

N.B. la distribuzione isotopica nei materiali standard di riferimento è differente da quella naturale media!