



Analisi Sensoriale e strumentale degli Alimenti

Prof. Giuseppe GAMBACORTA



**Dipartimento di Scienze del Suolo, delle Piante e degli
Alimenti (DiSSPA)**

AA 2013-14

Testi consigliati:

E. Pagliarini – Valutazione sensoriale: aspetti teorici, pratici e metodologici. Hoepli editore, Milano, 2002.

P. Cabras, C.I.G. Tuberoso - Analisi dei prodotti alimentari. Piccin Nuova Libreria, Padova, 2014. 1

Analisi sensoriale

È una disciplina scientifica che valuta le caratteristiche di un prodotto di qualsiasi natura attraverso l'uso dei sensi (vista, olfatto, gusto, tatto e udito).

Perché si fa

Nel caso degli alimenti lo scopo dell'analisi sensoriale è quello di:

- 1) studiare la relazione tra le caratteristiche sensoriali e le sensazioni che queste suscitano sia sotto il profilo qualitativo (definizione della sensazione) che quello quantitativo (intensità della sensazione percepita);
- 2) delineare un profilo sensoriale in grado di descrivere in modo univoco ed obiettivo quel prodotto.

Nel campo degli alimenti l'analisi sensoriale ha assunto una grande importanza per i seguenti motivi

Nelle industrie alimentari è sempre più richiesto l'impiego di un gruppo di assaggiatori selezionati (panel) abili a descrivere oggettivamente le caratteristiche organolettiche di un prodotto e di valutarne l'intensità sia in termini assoluti che rispetto ad altri prodotti simili.

Il ruolo del panel può essere anche quello di anticipare i pareri del consumatore, esprimendo pareri edonistici e quindi soggettivi, allo scopo di prevedere l'accettabilità del prodotto sul mercato.

Il panel viene impiegato per lo sviluppo di un nuovo prodotto o per il miglioramento di un prodotto già sul mercato o per verificare le conseguenze di una variazione nella produzione o per il controllo di qualità e per verificare la stabilità e la conservabilità di un prodotto.

Anche i consumatori possono essere impiegati in prove di analisi sensoriale per valutazioni edonistiche (consumer science).

Metodi per la valutazione della qualità sensoriale degli alimenti

ESAMI CHIMICO-FISICI

(UV/VIS, GC, HPLC, ecc.)

RELAZIONE TRA QUALITÀ SENSORIALE E DATI CHIMICO-FISICI

(Valutazione qualitativa dei composti individuati e gruppi di composti: misura delle soglie di percezione e correlazioni statistiche)

ANALISI SENSORIALE DISCRIMINANTE + DESCRITTIVA = METROLOGIA

(Panel test)

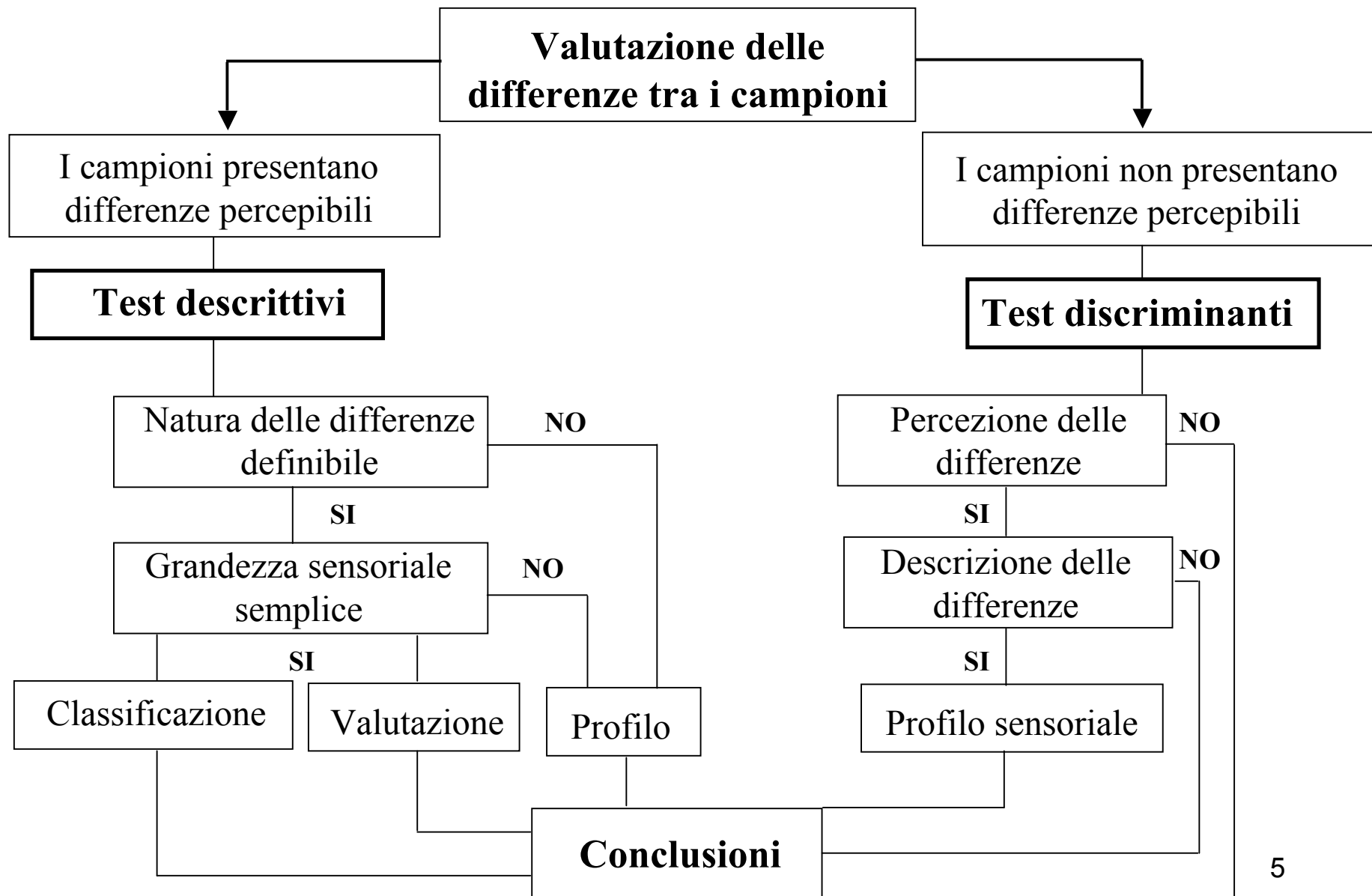
RELAZIONE TRA QUALITÀ SENSORIALE DISCRIMINANTE/DESCRITTIVA E PREFERENZA

(Correlazioni statistiche)

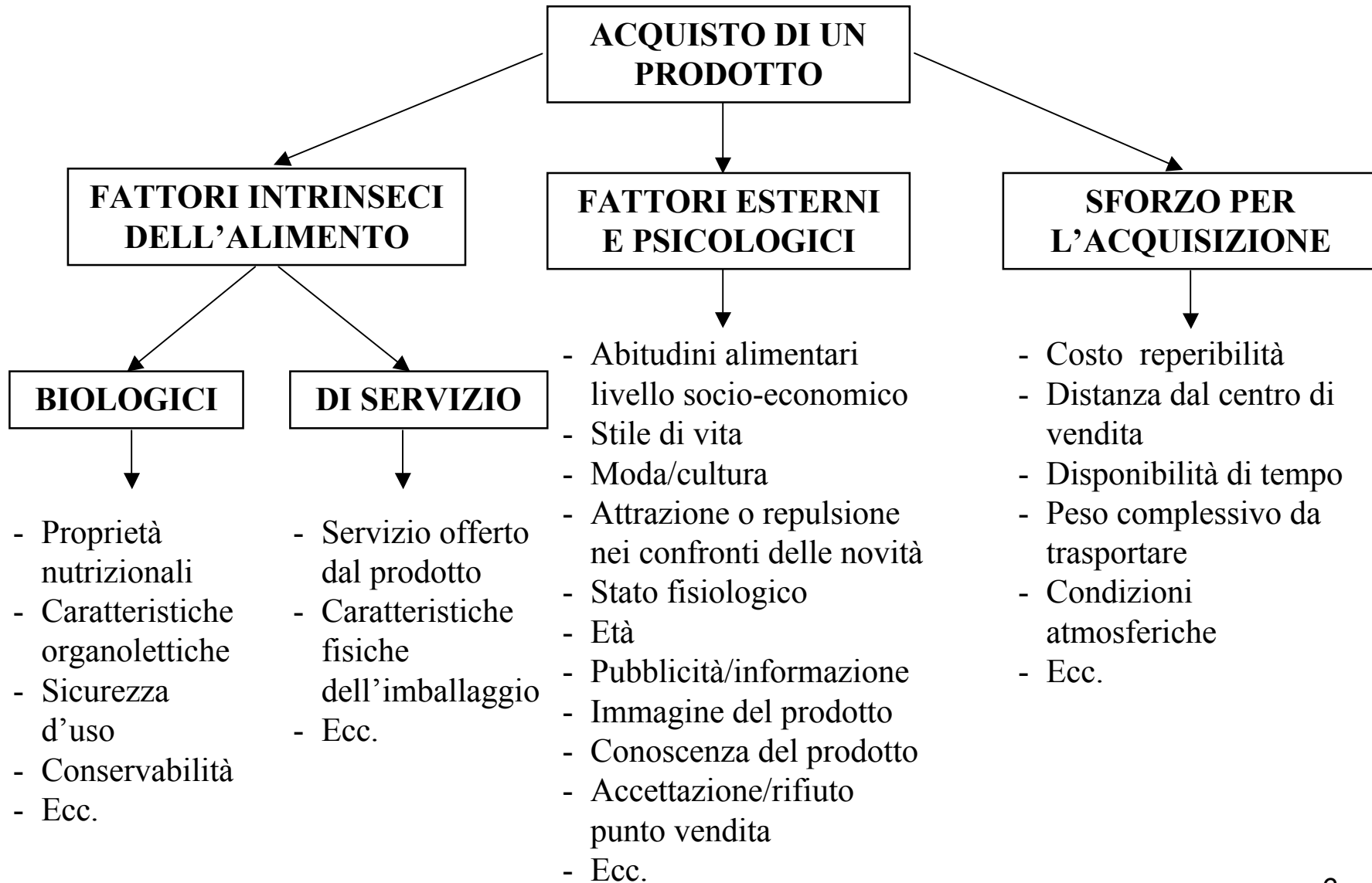
ANALISI SENSORIALE EDONISTICA

(Panel test e responso dei consumatori)

Logica dei test analitici discriminanti e descrittivi nell'analisi sensoriale (Stringler, 1998)



Motivazioni che determinano l'acquisto di un prodotto alimentare



Scopi dell'analisi sensoriale

- Studiare la relazione fra le caratteristiche sensoriali e le sensazioni che queste suscitano, sia sotto il profilo qualitativo (definizione della sensazione) che quello quantitativo (intensità della sensazione percepita)
- Delineare un profilo sensoriale in grado di descrivere in modo univoco ed obiettivo quel prodotto

Applicazioni dell'analisi sensoriale

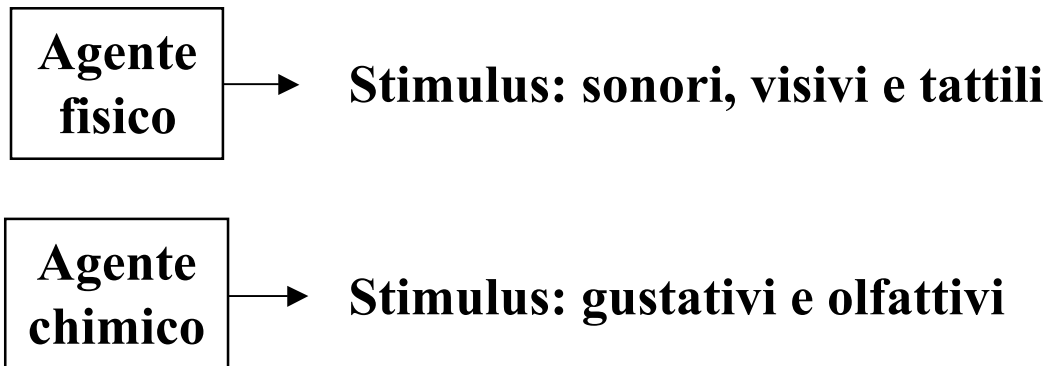
- Controllo di qualità delle materie prime e dei prodotti finiti
- Analisi e sviluppo di nuovi prodotti
- Test di accettabilità e di preferenza da parte dei consumatori
- Test di conservabilità
- Studio dei fattori che influenzano le caratteristiche sensoriali dei prodotti
- Ricerca nel campo dell'aromatizzazione

Fisiologia dei sensi

Uno stimolo è un qualsiasi attivatore chimico o fisico che determina un responso in un recettore: l'occhio è il recettore degli stimoli luminosi, l'orecchio degli stimoli sonori, ecc.

Stimulus sensoriale

Agente fisico o chimico che provoca la stimolazione e/o eccitazione dei recettori specifici dei 5 sensi.

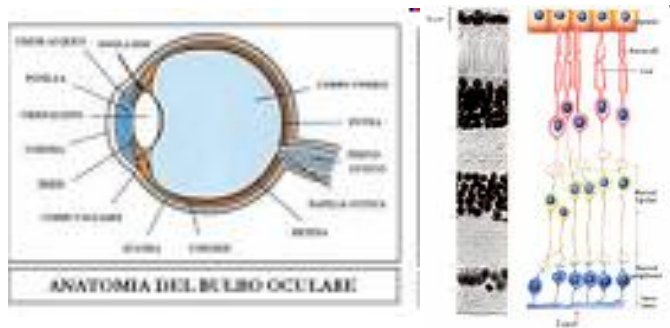


Ogni recettore è specializzato, nel ricevere solo una classe di stimoli che dopo averlo attivato, arrivano al cervello sotto forma di impulsi, dove vengono interpretati e tradotti in sensazioni.

MISURA SENSORIALE	TIPO DI STIMOLO	RECETTORI
VISIVA	Radiazioni luminose	Coni e bastoncelli della retina
OLFATTIVA	Molecole chimiche in fase gassosa	Cellule olfattive della parte alta della cavità nasale
GUSTATIVA	Molecole chimiche in soluzione	Papille gustative distribuite sulla lingua
TATTILE	Pressione meccanica o energia termica	Cellule della pelle e dell'interno della bocca
UDITIVA	Vibrazioni meccaniche	Cellule dell'organo di Corti

Nella valutazione delle caratteristiche sensoriali di un prodotto alimentare tutti i sensi (in molti casi escluso l'udito), hanno un ruolo primario e la relazione tra lo stimolo, in questo caso un alimento, e le proprietà sensoriali, è evidenziata in figura:

STIMOLO	SENSI		PROPRIETÀ SENSORIALE
Alimento	Vista	————→	Aspetto, colore, forma
	Olfatto	→	Aroma Flavour Sapore
	Gusto	→	
	Tatto Udito	→	Consistenza e parametri collegati



VISTA

L'organo principalmente coinvolto nella percezione visiva è l'occhio.

Definizione: formazione di un'immagine reale, rimpicciolita e capovolta sulla retina, stimolazione dei recettori della retina e conduzione dei segnali al cervello, elaborazione di tali segnali con formazione capovolta dell'immagine.

La forma, l'aspetto e il colore sono le caratteristiche degli alimenti che percepiamo.

La vista è un potentissimo strumento sensoriale e il colore è il parametro più importante perché spesso associato alla qualità dei prodotti (es. associazione tra colore e grado di maturazione dei frutti).

La vista è il primo senso a dare informazioni sulla qualità del vino, ed ha per questo una notevole influenza sull'atteggiamento del consumatore.

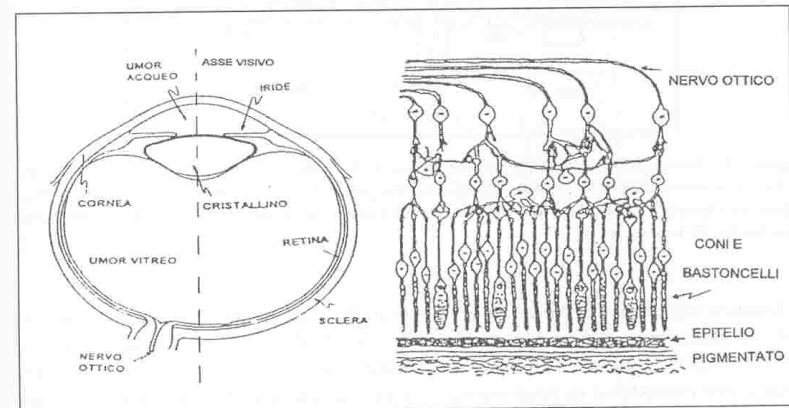


Figura 1.1 - Rappresentazione schematica di un bulbo oculare e dei recettori della retina (modificata da Meilgaard et al., 1999).

Vista

Si è evidenziato che l'associazione psicologica del colore può alterare i rapporti con alcune sensazioni di base del gusto:

- la soglia di sensibilità del **dolce** viene incrementata dal colore verde o diminuita dal colore giallo, mentre il rosso non ha alcun effetto;
- la sensazione di **acido** (acido citrico) è attutita dal giallo e dal verde, mentre gli stessi colori non hanno mostrato alcuna influenza sulla sensazione di amaro;
- la sensibilità del gusto **salato** (NaCl) non subisce cambiamenti significativi con il cambio di colori.

Il colore può influenzare anche il flavour, ma solo in modo qualitativo, pertanto il colore può essere un fattore sensoriale estremamente importante nell'accettabilità del cibo.

Vista

Nel caso del vino due sono gli aspetti interessati da questo senso:

- colore;
- trasparenza.

L'apprezzamento del colore è molto soggettivo:

- per un vino bianco un colore giallo-ambrato può essere considerato un difetto perché viene collegato ai fenomeni di ossidazione;
- per un vino rosso la tonalità del colore può determinare un diverso apprezzamento collegato al periodo di invecchiamento.

La tonalità e la intensità del colore possono fornire indicazioni importanti anche sulle altre caratteristiche sensoriali.

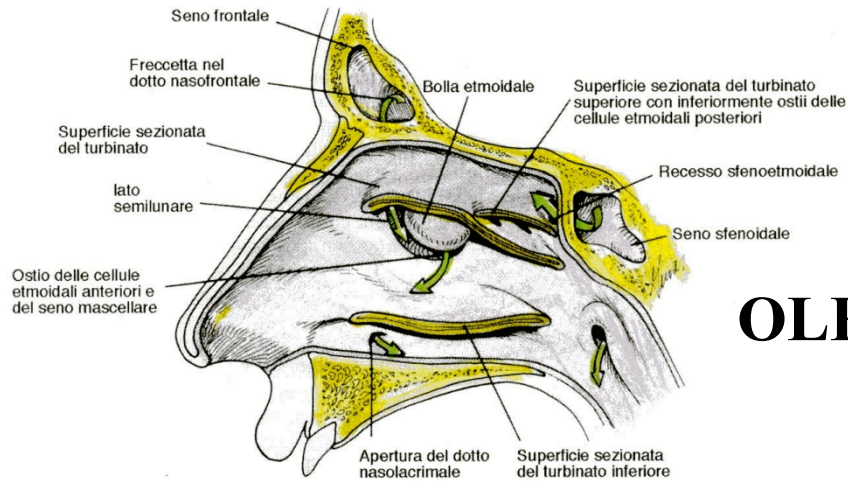
Tonalità: tipo di colore

Intensità: “quantità” di colore presente nel vino

Vista

Il colore apparente è influenzato dalle caratteristiche cromatiche dello sfondo sul quale viene effettuato l'esame e dalla intensità dell'illuminazione; da ciò scaturisce che l'esame deve essere condotto in condizioni ottimali per la determinazione della tonalità e della intensità, e costanti, per eliminare sorgenti di variazione estranee a quelle considerate.

L'altro aspetto del vino legato al senso della vista è la trasparenza; è noto che la presenza di elementi in sospensione è sintomo di problemi che possono essere di varia natura (microbiologica, chimica).



OLFATTO

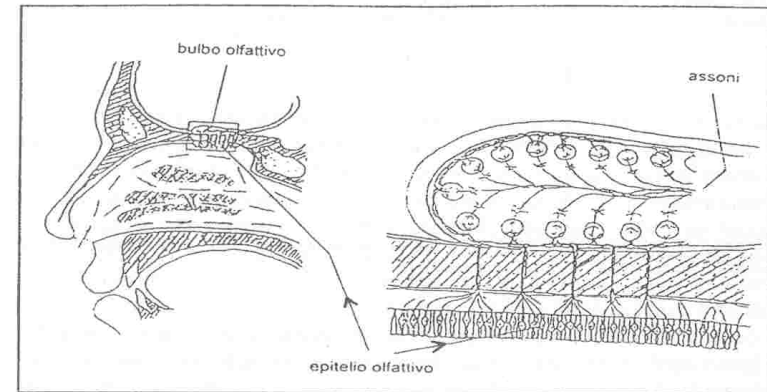


Figura 1.4 - Rappresentazione schematica dell'apparato nasale (modificata da Meilgaard et al., 1999).

L'olfatto è il senso in grado di percepire l'odore.

Odore: proprietà di una sostanza percepita per inalazione attraverso la cavità nasale e orale.

Aroma: sensazione olfattiva percepita annusando un alimento.

Flavour: risultato dell'interazione della sensazione gustativa con la percezione, per via retronasale, dell'aroma.

Olfatto

I recettori olfattivi sono cellule specializzate munite di peli che attraversano la mucosa dell'epitelio nasale. Le fibre nervose collegano queste cellule ai bulbi olfattivi, fino alla zona preposta situata alla base del cervello: è l'assorbimento delle sostanze volatili sui recettori della mucosa olfattiva che provoca la percezione di un odore.

I recettori sono selettivi, infatti è stato dimostrato che ognuno di essi è sensibile solo ad un certo tipo di odori e non ad altri. L'assenza di uno o più recettori (per cause genetiche o accidentali) è causa di anosmia, ovvero della incapacità di percepire alcuni o tutti gli odori.

Il muco, presente nella cavità nasale, è il mezzo attraverso il quale le sostanze responsabili dell'aroma vengono assorbite prima di reagire con i recettori, permettendone così la percezione.

Olfatto

Perché una sostanza venga percepita come odore, è necessario che sia volatile e che un certo numero di molecole raggiungano l'epitelio olfattivo.

Le cilia presenti sull'epitelio, grazie a molecole quali proteine, lipidi, lipoproteine e fosfolipidi, permettono il riconoscimento delle sostanze odorose.

I principali parametri che determinano la formazione del complesso molecola volatile-recettore sono:

- dimensioni
- forma
- peso molecolare del composto
- presenza e posizione dei suoi gruppi funzionali

Olfatto

In generale, le molecole volatili si trovano nell'alimento sottoforma di soluti (S) disciolti in acqua.

Il raggiungimento del recettore olfattivo avviene grazie alla seguente serie di equilibri:



Fattori che influenzano l'equilibrio:

- basso punto di ebollizione
- tendenza a passare allo stato di vapore
- polarità tendenzialmente opposta a quella del mezzo

Olfatto

Le molecole odorose appartengono a svariate classi chimiche di composti:

Idrocarburi. Terpenici: caratteristici degli oli essenziali.

- Citrale (geraniale + γ -terpinene): limone.
- β -pinene e γ -terpinene: tangerino.
- β -felandrene, terpinolene, p-mentatriene-1,3,8 e α -p-dimetilstirene: foglie di prezzemolo.

Alcoli. Alifatici e ciclici, saturi e insaturi, terpenici e non: note odorose molto diversificate.

- Cis-1-esen-3-olo: erbaceo.
- Cis-hepten-4-olo: fruttato di banana.
- Nerolo: agrumato, limone.
- Linalolo: floreale, agrumato, coriandolo.
- Metil-2-iso-borneolo: muffa, marciume, gelsomino.

Olfatto

Composti carbonilici.

- β -ionone: fusti rossi, rosa, viola.
- β -damascenone: lampone, rosa.
- Geraniale e nerale: limone.
- Filbertone: nocciola.

Esteri e lattoni. Responsabili di note fruttate ed erbose.

- Acetato di isoamile: banana.
- Caproato d'allile: ananas.
- Acetato di butile: mela.

Olfatto

Eteri e fenoli. Contribuiscono all'aroma degli alimenti.

- Timolo e carvacrolo: timo ed origano.
- Anetolo: anice.
- 1,8-cineolo: eucaliptus.

Eterocicli. Solitamente generati dalla reazione termica tra composti glicosidici riduttori ed amminoacidi (Maillard). Note odorose di “cotto”.

- Furfurale e maltolo: caramello.
- Iso-butil-2-tiazolo: pomodoro.
- Mentofurano: forte odore di menta.

Olfatto

Mediante una respirazione profonda attraverso le narici “sniffing” si riesce ad aumentare il flusso d’aria che passa attraverso la cavità retronasale rispetto a quella normalmente inalata.

L’odore può giungere nella zona olfattiva anche dalla bocca; infatti grazie alla temperatura più elevata, una certa quantità di composti si volatilizza e si disperde per diffusione attraverso la cavità retronasale.

L’olfatto è un senso straordinariamente sensibile agli odori, ma anche soggetto ad un veloce adattamento, a causa del quale una prolungata esposizione, provoca un innalzamento progressivo della soglia di percezione, con conseguente perdita di sensibilità.

Olfatto

La capacità di memorizzazione dell'olfatto è largamente maggiore rispetto a quella degli altri sensi, compresa la vista, e rappresenta uno degli strumenti più importanti della memoria.

Nell'aroma del vino sono stati identificati qualcosa come:

181	esteri
52	alcol
75	aldeidi e chetoni
22	acetali
18	lattoni
6	acetamidi secondarie
11	fenoli
29	composti azotati
18	composti solforati
2	eteri
11	furani
18	epossidi
ecc.	

Olfatto

Molti di questi componenti aromatici sono suscettibili di modifica durante la maturazione e l'invecchiamento del vino, e ognuno di essi può interagire in modo diverso con tutti gli altri, a seconda delle caratteristiche additive, sinergiche o della capacità di mascherare gli altri composti.

Ciò significa che nel caso del vino, l'apprezzamento sensoriale è dovuto quasi esclusivamente al suo odore e alla infinita varietà delle combinazioni dei suoi componenti; ma significa anche che l'esame olfattivo è estremamente complesso e richiede una grande esperienza.

Ruota sensoriale per il vino

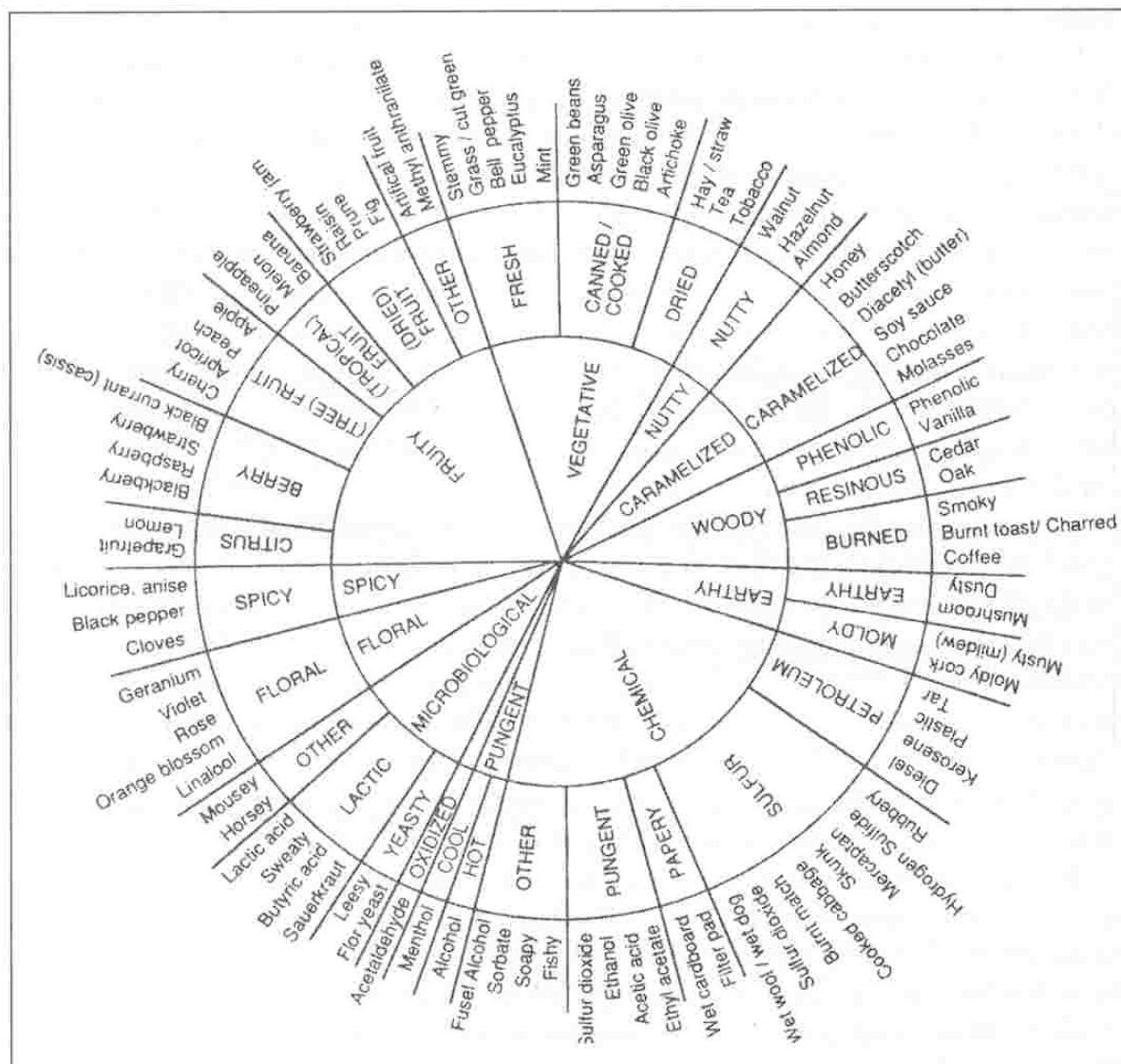


Figura 1.5 - Ruota sensoriale per il vino (tratta da Noble et al.,1987). I termini interni sono categorie più vaste che comprendono i termini esterni, i quali rappresentano note specifiche di aroma.

GUSTO

Il senso del gusto è quasi interamente localizzato sulla lingua, anche se alcuni dei recettori si trovano sul palato, sulla laringe e sulla faringe.

Il gusto è rappresentato da tutte le sensazioni non tattili che vengono percepite quando l'alimento viene messo nella bocca.

Alle sensazioni gustative risultano sempre associate quelle olfattive e tattili:

olfattive: sono determinate dalla evaporazione di sostanze volatili che sprigionatisi nella bocca, arrivano nel naso attraverso la via retronasale.

tattili: sono determinate dall'instaurarsi di aggregazioni tra la saliva e le sostanze non volatili (fenoli, polisaccaridi, ecc.).

Gusto

Le strutture recettrici del gusto sono le gemme o bottoni gustativi contenute nelle papille gustative della lingua, mucosa delle guance, epiglottide, palato molle e faringe.

I recettori (chemorecettori) sono attivati quando le sostanze sapide si disciolgono nei liquidi orali.

Le cellule basali rimpiazzano le cellule gustative degenerate, infatti esiste un “turn-over” permanente delle cellule gustative la cui vita media è di 7-10 giorni (a causa di scottature, fumatori, anziani, ecc.).

Le sensazioni gustative sono dovute solo in parte ai recettori gustativi (chemorecettori), infatti intervengono anche altri fattori: olfattivi, termici, tattili, dolorifici, ecc.

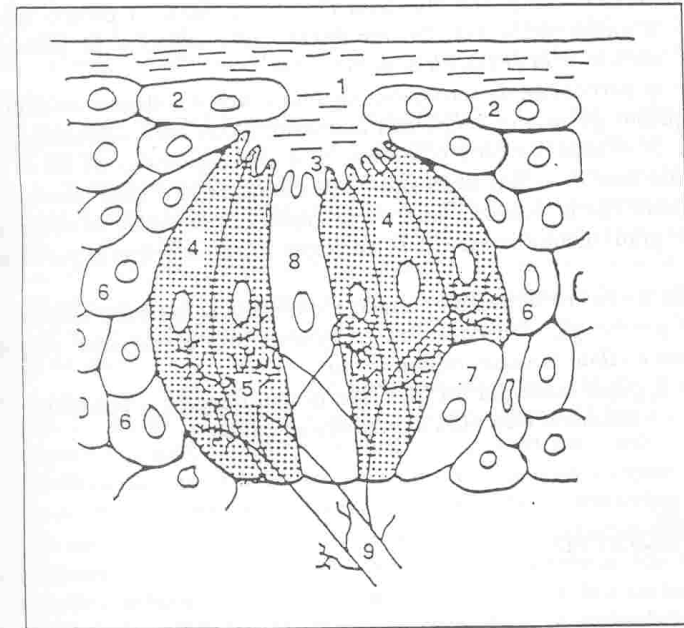


Fig. 3: Gemma gustativa

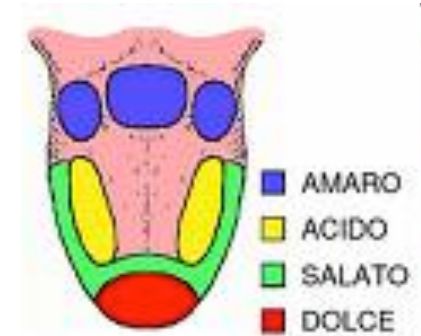
- 1) poro;
- 3) microvilli;
- 5) sinapsi;
- 7) cellule basali;
- 9) fibre nervose;

- 2) cellule epiteliali;
- 4) cellule gustative;
- 6) cellule perigemmalie;
- 8) cellule di sostegno;

Gusto

Sono stati identificati quattro gusti primari, legati a quattro sistemi fisiologici separati, dedicati alla decodificazione dell'informazione inviata dalle papille gustative al cervello:

DOLCE SALATO AMARO ACIDO



La sensazione del dolce è percepita sulla punta della lingua, quella del salato sulla punta e nella zona immediatamente circostante, l'acido lungo i margini laterali e l'amaro alla base della lingua.

Quando nella bocca viene introdotto un alimento, la prima sensazione percepita, se presente, è il dolce, seguita dal salato, l'acido e alla fine l'amaro.

A differenza dell'olfatto, il senso del gusto è piuttosto resistente: rimane praticamente intatto fino ad un'età avanzata.

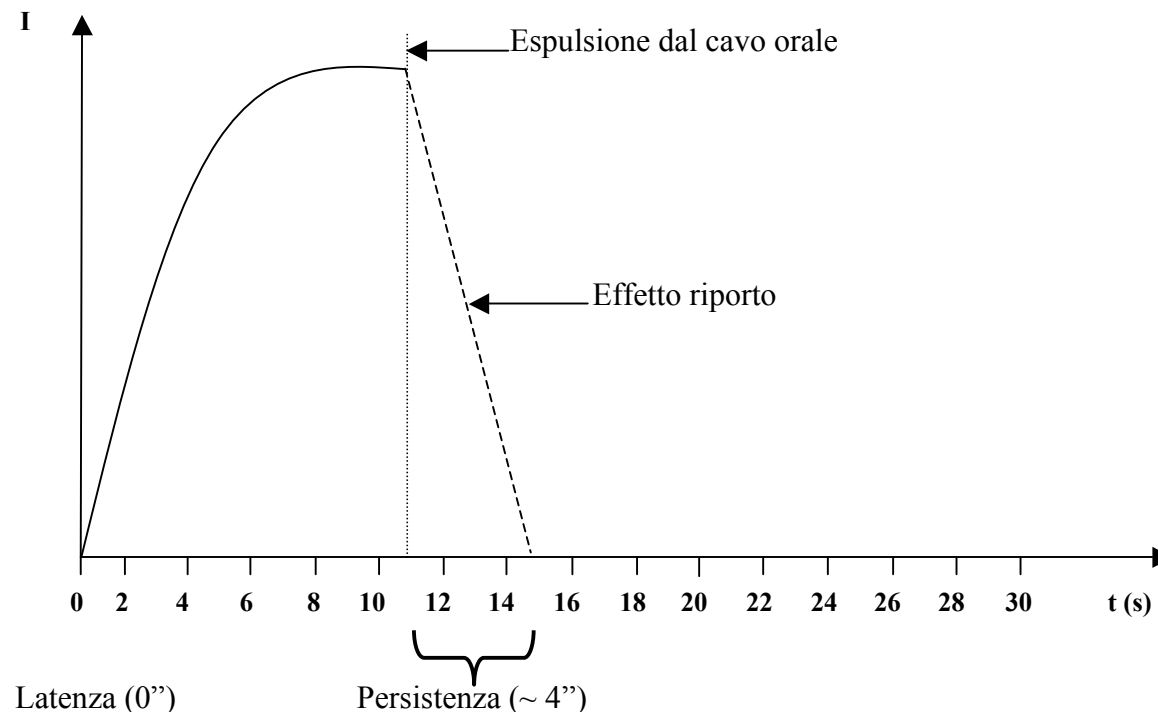
Gusto

Dolce

Nel vino la percezione del dolce è strettamente legata a quella dell'acidità: nei vini a bassa acidità, ad esempio può essere percepita una dolcezza più intensa rispetto a vini con un contenuto analogo di zuccheri, ma con una acidità più elevata.

La determinazione della dolcezza di un vino è ulteriormente complicata dalla:

- variabilità di percezione da individuo a individuo;
- dalla confusione ad opera delle definizioni: “secco”, “demi sec”, “leggermente dolce” e “dolce”.

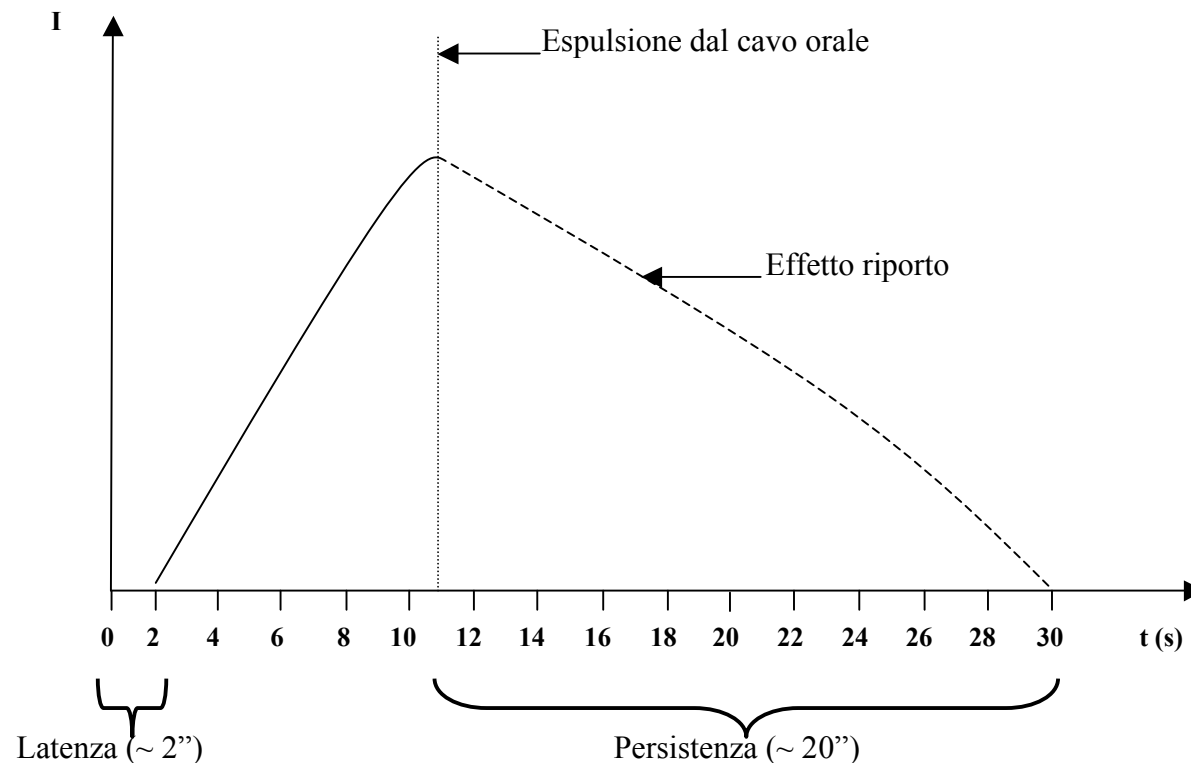


Gusto

Acido

È un gusto attivato solo da acidi e più specificatamente da ioni idrogeno.

Nel caso specifico del vino per acidità si intende il gusto provocato dagli acidi non volatili (tartarico, malico, citrico, ecc.) anche se in effetti, il gusto acido è funzione di un complesso di numerosi fattori chimici (quali ad es. la presenza di tannini, la concentrazione di etanolo e di zuccheri) e fisici (es. temperatura).



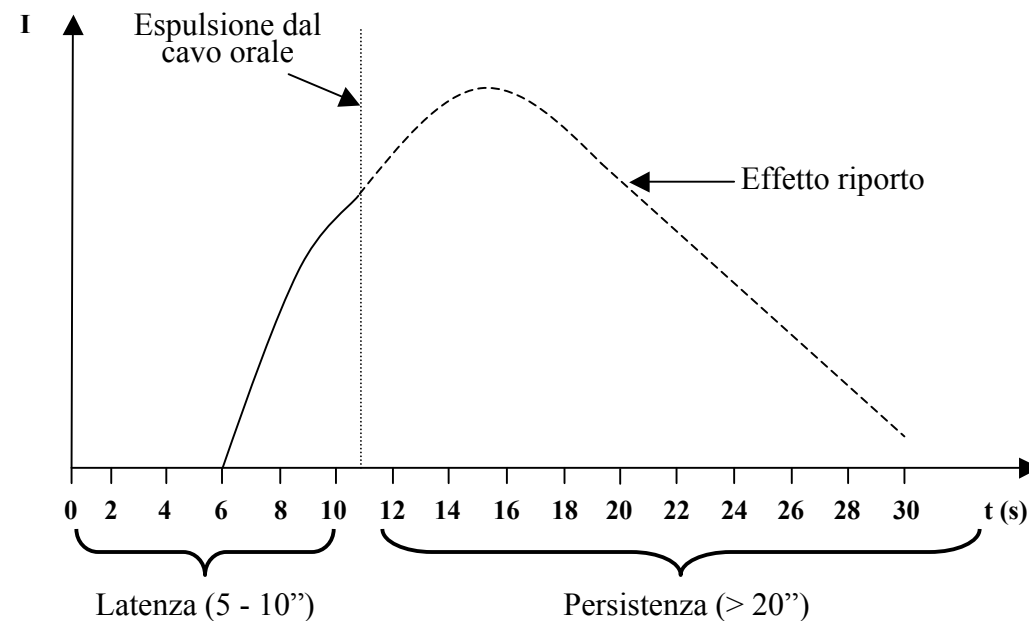
Gusto

Amaro

Questa sensazione non è stata ancora collegata ad una struttura chimica specifica.

È la sensazione più persistente ed anche una delle più complesse da determinare (sotto il profilo qualitativo e quantitativo), a causa della grande variabilità nella percezione tra individui, e della difficoltà di definizione.

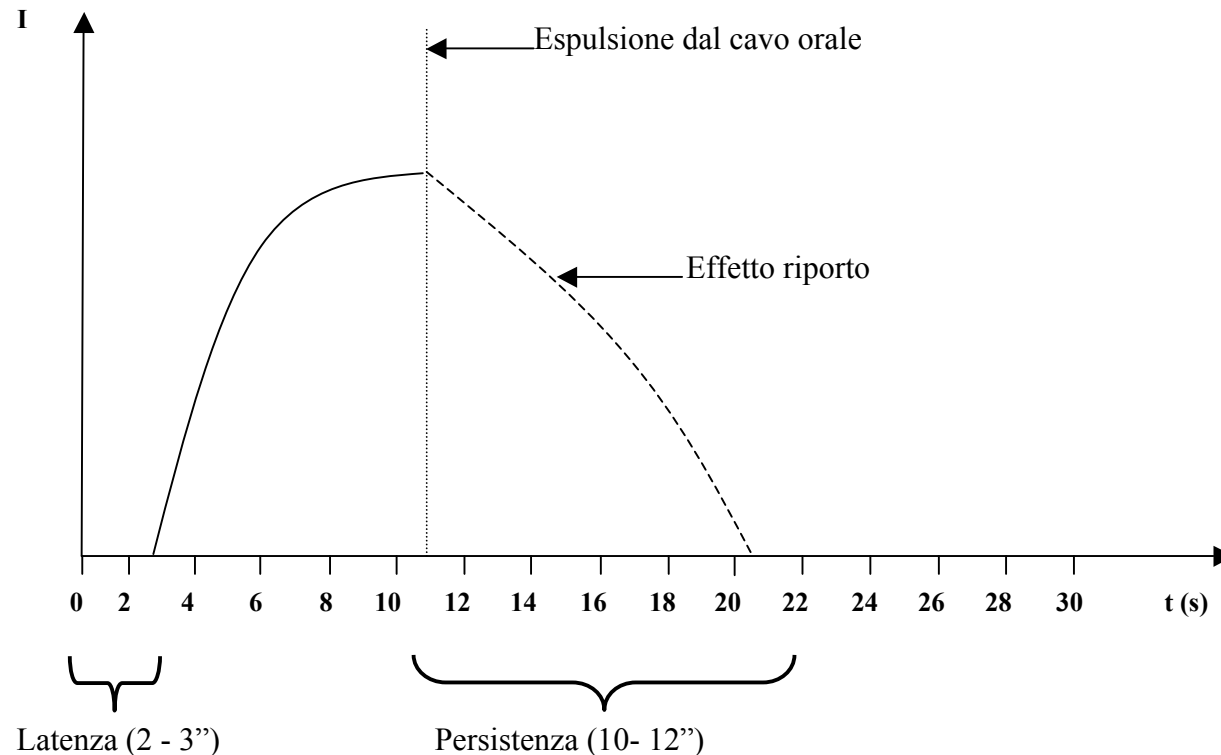
Nel vino la sensazione di amaro non è collegata soltanto ai composti che hanno questo gusto, ma anche alla interazione con altre sensazioni (dolce, acido, astringente) provocate da altri componenti e dal contenuto in alcol.



Salato

Il cloruro di sodio è l'unico a dare una sensazione di salato nettamente riconoscibile perché gli altri composti inorganici provocano altre sensazioni, quale amaro, alcalino e salato in varie combinazioni.

Nel vino il gusto salato ha un interesse limitato, legato a produzioni locali molto particolari, o a trattamenti effettuati in maniera sbagliata.



Gusto

Ultimamente sono state proposte altre categorie di gusto:

- **Umami**
- **Astringente**
- **Metallico**

L'umami è una sensazione orale stimolata dal glutammato di monosodico.

L'astringente è un complesso di sensazioni tattili indotte chimicamente.

Il metallico viene occasionalmente utilizzato come descrittore di alcuni dolcificanti, per esempio l'acetilsulfameK e per descrivere sindromi da scottatura della lingua.

Stimolazione delle cellule gustative

Interazioni molecole sapide – cellule gustative: la reazione è superficiale, le molecole sapide non penetrano nelle cellule gustative, ma dopo essere state adsorbite dai microvilli, instaurano un legame reversibile con i recettori cellulari che sono molto poco specifici.

L'interazione provoca modifiche della cellula recettrice, con conseguente insorgenza di un potenziale generatore (circa 50 mV).

Il potenziale eccita le terminazioni nervose presenti nella cellula recettrice (messaggio gustativo).

Il messaggio gustativo viene condotto al sistema nervoso centrale mediante i nervi cranici (facciale, glossofaringeo e vago).

Gusto

Stimulus gustativi

Ionici:

Sono responsabili del gusto salato (Na^+ , K^+ , ecc.) e acido (H^+).

Non necessitano di recettori: non essendo caratterizzati da forma ma da carica e raggio, agiscono direttamente sugli ionofori senza la presenza di un chemorecettore necessario al riconoscimento di una forma molecolare.

Organici:

Sono molecole responsabili del gusto dolce ed amaro.

Agiscono su recettori: sono proteine che regolano l'apertura e la chiusura dei canali ionici presenti nella membrana delle cellule gustative.

Gusto

Il ruolo della saliva

Anche la saliva è necessaria per la risposta gustativa, sia come portatrice di molecole sapide ai recettori, sia perché contiene sostanze (come sodio e carbonato) in grado di modulare il gusto, in quanto capaci di bloccare gli acidi.

La saliva è un liquido incolore, opalescente, a pH neutro, filante a causa della presenza di circa 2 g/l di mucina (glicoproteina ad alto peso molecolare), che contiene tra le altre cose costituenti minerali ed organici, α -amilasi ed enzimi.

La saliva svolge diversi ruoli:

- 1) Facilita la masticazione;
- 2) Solubilizza i costituenti degli alimenti favorendo il contatto con i recettori gustativi;
- 3) Lubrifica;
- 4) Azione predigestiva sui glucidi;
- 5) Ecc.

TATTO

Il ruolo della bocca nella valutazione sensoriale non è circoscritto alla sola identificazione dei quattro gusti base, ma è molto importante anche nella valutazione delle caratteristiche fisiche e strutturali di un alimento. Il senso del tatto può quindi assumere un ruolo importante.

Oltre alla stima delle caratteristiche propriamente fisiche dell'alimento, il senso del tatto consente di valutare stimoli come durezza, coesione, viscosità, elasticità, adesività, friabilità, ecc.

Il palato duro è la porzione della bocca che presenta una superficie cellulare che gli conferisce una sensibilità tattile.

Tatto

Le sensazioni percepite in bocca oltre al gusto sono:

- il senso tattile: quello percepito sulla lingua, gengive, palato duro e molle;
- il senso cinestetico: cioè quello della radice dei denti e dei muscoli usati nella masticazione.
- le sensazioni trigeminali: quelle percepite dal nervo trigeminale, come il piccante.

Il palato duro presenta una superficie cellulare che gli conferisce una sensibilità tattile: i recettori di questa superficie consentono di determinare le caratteristiche geometriche dei cibi.

Le porzioni soffici della bocca sono fornite di una rete di terminazioni nervose, il cui compito è quello di rilevare leggere pressioni e probabilmente stimoli chimici e termici.

Tatto

Caratteristiche meccaniche		
Primarie	Secondarie	Termine comune
Durezza		soffice, sodo, duro
Coesione	friabilità	friabile, croccante, fragile
	masticabilità	tenero, masticabile, duro
	gommosità	frolloso, farinoso, pastoso, gommoso
Viscosità		viscoso, brodoso
Elasticità		plastico, elastico
Adesività		appiccaticcio, colloso
Caratteristiche geometriche		
Classe		Esempi
Dimensione e forma della particella		sabbioso, granuloso
Forma ed orientamento della particella		fibroso, alveolare, cristallino
Altre caratteristiche		
Primarie	Secondarie	Termine comune
Contenuto di umidità		secco, umido, bagnato, acquoso
Contenuto in grassi	oleosità	olio
	untuosità	grasso

Tab. 4: Classificazione delle caratteristiche strutturali

Tatto

Durezza:	porre il campione tra i molari e comprimere uniformemente valutando la forza richiesta per tale operazione.
Coesione:	porre il campione tra i molari, comprimere e valutare l'entità della deformazione prima della rottura.
Viscosità:	porre il cucchiaino contenente il campione di fronte alla bocca ed aspirare il liquido sulla lingua; valutare la forza necessaria per aspirare il liquido ad una velocità costante.
Elasticità:	porre il campione tra i molari (se è solido) o tra la lingua ed il palato (se semisolido) e comprimere parzialmente; rimuovere la forza e valutare il grado e la velocità di recupero della forma primitiva.
Adesività:	porre il campione sulla lingua e comprimerlo con essa contro il palato; valutare la forza necessaria per rimuoverlo dal palato con la lingua.
Friabilità:	porre il campione tra i molari e comprimere in modo uniforme fino a che esso non si sbricioli o si sfaldi e valutare la forza con cui è proiettato lontano dai denti.
Masticabilità:	porre il campione tra i denti e masticarlo al ritmo di un colpo al secondo con forza costante; valutare il numero di colpi necessari per ridurlo ad una consistenza tale da permetterne la deglutizione.
Gommosità:	porre il campione nella bocca e manipolarlo con la lingua contro il palato; valutare il numero di manipolazioni necessarie prima che l'alimento si disgreghi.

Tab. 5: tecniche per la valutazione sensoriale delle caratteristiche meccaniche della consistenza.

Tatto

Esempio del vino

Nel **caso del vino** le sensazioni tattili che possono essere generate sono quelle legate alla viscosità, all'astringenza e al calore.

La viscosità è prevalentemente dovuta all'etanolo e alla glicerina e nei vini dolci, anche al contenuto in zuccheri. È questa la caratteristica sensoriale che spesso viene definita come il “corpo” dei vini e può essere definita come la forza che il liquido oppone durante il percorso nella bocca prima di essere deglutito.

L'astringenza è una delle sensazioni più rilevanti nei vini ed è normalmente attribuita al contenuto in tannini. Essa è provocata dalla precipitazione delle proteine della saliva, con conseguente diminuzione della lubrificazione delle mucose e sensazione di “allappamento”.

Il calore è un'altra delle sensazioni tattili che più frequentemente vengono stimulate dal vino; essa è legata al contenuto di alcol e sembra che sia il risultato di una sovrastimolazione dei recettori tattili, con conseguente leggera sensazione di dolore (bruciore).

UDITO

Il senso dell'udito viene associato al consumo degli alimenti.

Le vibrazioni provocate dalla masticazione e dalla deglutizione di un prodotto alimentare, che raggiungono l'orecchio interno attraverso il tubo di Eustacchio, completano la percezione della consistenza e vengono associate all'appetibilità, per esempio la croccantezza dei biscotti o delle patatine.

Nell'orecchio interno, e in particolare nella coclea, alloggiano i recettori periferici capaci di accogliere gli stimoli sonori e trasmetterli poi lungo le fibre del nervo acustico sino ai centri nervosi, dove tali stimoli si trasformano in sensazioni uditive.