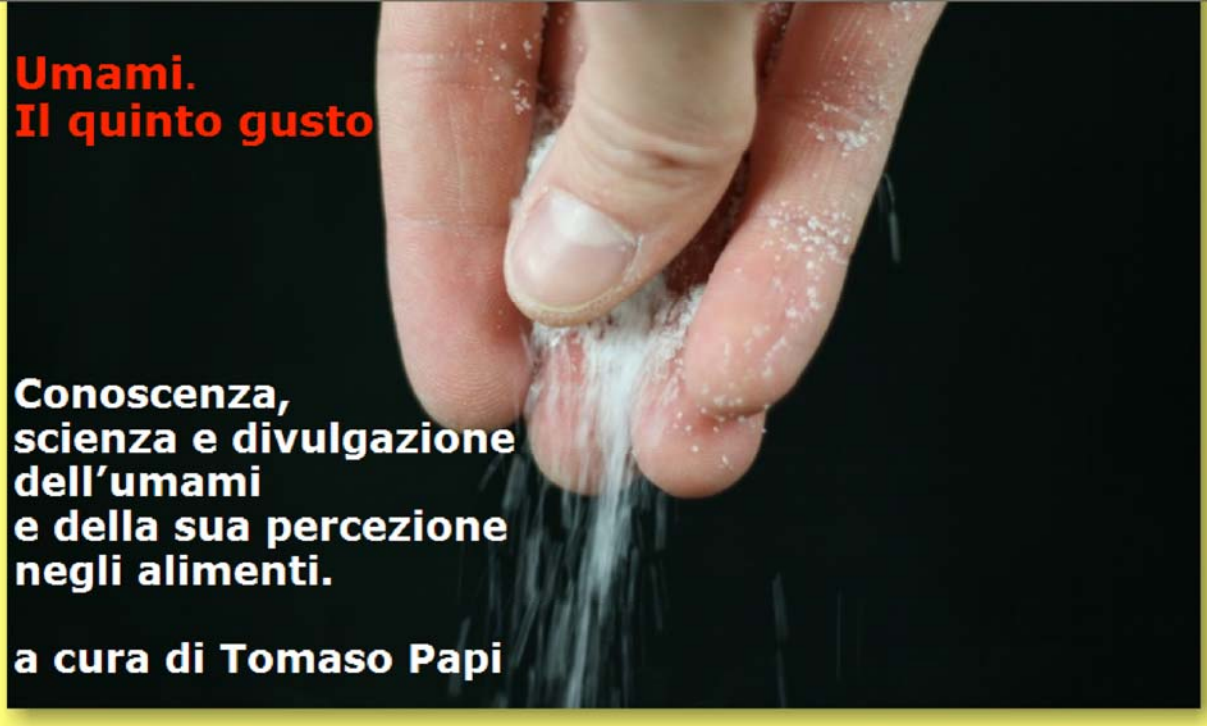


Umami.
Il quinto gusto

**Conoscenza,
scienza e divulgazione
dell'umami
e della sua percezione
negli alimenti.**

a cura di Tomaso Papi

Premessa.
Introduzione e analisi sensoriale.
Umami: cenni storici.
Il Glutammato Monosodico (MSG).
I 5' nucleotidi.
Umami negli alimenti di origine animale.
Umami negli alimenti di origine vegetale.
Effetti nutrizionali.
Recettori sensoriali dell'umami.
Umami nei prodotti ittici - Pesci, molluschi e crostacei - Alghe - Brodo - Condimenti.
Umami in tavola: Cucina orientale e cucina occidentale (italiana).
Considerazioni conclusive.
Bibliografia.

(C) umami.it , 2002-2010 - Tommaso Papi

1. PREMESSA

"…Dopo 20-30 minuti dall'inizio di un pasto al ristorante cinese, il Dr. Kwok avvertiva delle sensazioni di prurito nel collo e sulle braccia, senso di oppressione al petto e mal di testa, disturbi che scomparivano nel giro di qualche ora…"

No, non state leggendo un racconto inedito del maestro della fantascienza Philip K. Dick, e nemmeno la sceneggiatura delle nuove puntate del telefilm "X- Files": quello che ho citato è solo un estratto dall'articolo "Il quinto sapore" di Cristina Barbagli, apparso relativamente di recente sul mensile "Gambero rosso" (Barbagli, 1999).
In questo articolo si parla, appunto, del quinto sapore, ossia un gusto base in più che si aggiunge agli altri quattro che noi tutti conosciamo, cioè il dolce, il salato, l'acido e l'amaro.
Bisogna riconoscere alla Barbagli il pregio di aver messo in evidenza per prima in Italia e, soprattutto in una rivista non scientifica, l'esistenza del quinto gusto; però, leggendo l'intero articolo, più che una certa curiosità nel provare a ricercare negli alimenti questo "nuovo" sapore, il lettore finisce col rimanere pervaso da una certa paura e diffidenza, basti pensare alla citazione che ho riportato.
A mio giudizio, l'errore di fondo della giornalista è stato quello di porre l'attenzione esclusivamente sui presunti effetti negativi (primo fra tutti la cosiddetta *sindrome da ristorante cinese*) esercitati sull'organismo dal glutammato monosodico, sostanza che viene erroneamente definita come la sola a generare il quinto gusto, ma in realtà le cose non sono così semplici.

L'***umami***, come viene chiamato in tutto il mondo e in tutte le lingue il quinto gusto, è il protagonista della mia dissertazione.
La scelta che mi ha guidato verso questo argomento è stata dettata dalla novità del soggetto e dalla curiosità: questo mi ha portato ad affrontare notevoli lacune bibliografiche, in quanto non esistono lavori di ricercatori occidentali, per non parlare di quelli italiani, per cui mi sono appoggiato a ricerche effettuate da scienziati quasi esclusivamente giapponesi.
Lo scopo de "Umami – Il quinto gusto e i prodotti ittici" è molteplice ed è incentrato su tre punti fondamentali.
Anzitutto uno degli obiettivi primari è stato quello di concorrere a fare chiarezza sul glutammato monosodico, dimostrando l'infondatezza di certe paure e certe patologie che non sono assolutamente legate ad esso.
Poi si è preso in esame dettagliatamente l'umami: da quali sostanze è generato, quali aree sensoriali stimola, in quali alimenti comuni è presente, sono solo alcune delle domande alle quali si è cercato di fornire risposte chiare.
Infine, come capitolo più importante per questo corso di laurea, si è studiato l'umami nei prodotti ittici, sia freschi che lavorati, e si sono esaminati diversi tipi di minestre surgelate per un interessante confronto concernente i loro ingredienti.
La mia speranza, forse un po' pretenziosa, è che questo lavoro serva a far conoscere a tutti che i gusti base sono stati sempre cinque e che l'umami non è affatto una novità importata da altri paesi: infatti può sembrare che esso sia un sapore nuovo, con cui non abbiamo mai avuto a che fare tranne che negli ultimi anni in cui, purtroppo, stiamo assistendo a una globalizzazione che tende a far dimenticare i sapori e i cibi tradizionali.
Sembra, quindi, che l'umami sia uno dei tanti e "disgustosi" sapori nuovi che sono approdati nei nostri piatti in nome di chissà quale moda culinaria; invece non è affatto così: proviamo ad accantonare per un attimo tutti quei sapori indistinguibili e omogenei dei fast foods, e proviamo invece a rivolgere l'attenzione, per esempio, ai nostri formaggi e salumi, alle nostre minestre e, soprattutto, ai nostri prodotti ittici.

Temo sia molto difficile, ma, a mio giudizio, è essenziale tornare a sedersi a tavola, riscoprire il piacere di mangiare con calma e, con un po' più di attenzione, emergerà anche l'umami.

2. PARTE INTRODUTTIVA

Lo studio, la percezione e il riconoscimento del gusto umami, il protagonista di questa tesi, si basa quasi esclusivamente sull'analisi sensoriale.
E' perciò necessario spiegare, anche se in modo abbastanza superficiale, le caratteristiche di questa disciplina con cui abbiamo a che fare costantemente in ogni momento della nostra vita, anche se molto spesso non ce ne rendiamo conto.

2.1. ANALISI SENSORIALE

L'analisi sensoriale è una disciplina scientifica che consiste nella valutazione delle caratteristiche di un prodotto (di qualsiasi natura esso sia) attraverso gli organi di senso: la vista, l'udito, l'olfatto, il gusto e il tatto.
Tutti i giorni, inconsapevolmente, facciamo una sorta di analisi sensoriale nel compiere le nostre azioni; ad esempio nell'acquisto di un'automobile, nel riconoscere una canzone, nel riconoscere un cibo che ci piace, ecc… (Porretta, 1992).

E’ però dal punto di vista alimentare che l’analisi sensoriale sta assumendo grande importanza negli ultimi tempi e soprattutto in campo professionale.
Infatti è sempre più richiesto nell’industria alimentare l’impiego di un gruppo di assaggiatori selezionati (panel) che sia in grado di descrivere oggettivamente le caratteristiche organolettiche di un prodotto e di valutarne l’intensità, sia in assoluto, sia per confronto con altri prodotti simili.
A tale gruppo di individui l’azienda committente può richiedere, per quanto da più parti si critichi questo approccio, anche pareri edonistici (soggettivi) su ben determinate caratteristiche del prodotto preso in considerazione (Anon., 1995).
In generale il ruolo del panel è quello di anticipare i pareri del consumatore e di presentargli un prodotto che soddisfi il più possibile le sue esigenze.
Infatti il panel viene impiegato per lo sviluppo di nuovi prodotti, per il miglioramento di un prodotto già sul mercato, per verificare le conseguenze di modifiche apportate alle modalità di produzione, per la riduzione dei costi, per il controllo di qualità e anche per la stabilità di conservazione.
Non bisogna dimenticare, però, il giudizio soggettivo di un alimento, che chiama in causa direttamente i consumatori attraverso prove di assaggio e giudizi espressi in scala edonistica.
Riassumendo, l’analisi sensoriale degli alimenti può essere effettuata con due diversi approcci che non si escludono assolutamente fra loro: un approccio professionale, rappresentato dal giudizio oggettivo da parte del panel e un approccio rappresentato dal giudizio soggettivo-edonistico da parte del consumatore (Stone e Sidel, 1993).

Chiarita in generale l’importanza dell’analisi sensoriale nella vita di tutti i giorni, è importante scoprirne il funzionamento dal punto di vista fisiologico e scoprire più in dettaglio i cinque sensi, con particolare attenzione al gusto, il senso che più ci interessa per la conoscenza e la scoperta dell’umami.

2.1.1. FISIOLOGIA DEI SENSI

Gli organi di senso rappresentano l'interfaccia grazie alla quale l'organismo riceve e traduce informazioni dal mondo esterno.
Gli organi di senso sono cinque: vista, udito, olfatto, gusto e tatto e in tutti il funzionamento si basa su uno stimolo che viene captato da particolari recettori, i quali generano un segnale elettrico che giunge al cervello, dove viene decodificato (Fig. 1).
L'interazione fra lo stimolo e il recettore e il successivo impulso elettrico viene chiamata trasduzione, la quale è caratterizzata da un'alta specificità; infatti ogni recettore risponde ad un ben preciso stimolo, che può essere di natura chimica, per esempio molecole di composti odorosi volatili (olfatto), oppure di natura fisica, come le onde elettromagnetiche aventi una lunghezza d'onda compresa fra 380 e 740 nm e che vengono captate sotto forma di luce dalla vista.
Il segnale elettrico viene successivamente trasferito al cervello in un processo detto trasmissione, tramite un impulso nervoso con velocità e intensità costanti.
Infine vi è una fase detta integrazione, in cui lo stimolo viene identificato e archiviato nella memoria cerebrale grazie a operazioni molte delle quali ancora sconosciute, data la loro complessità di esecuzione (Porretta, 1992).

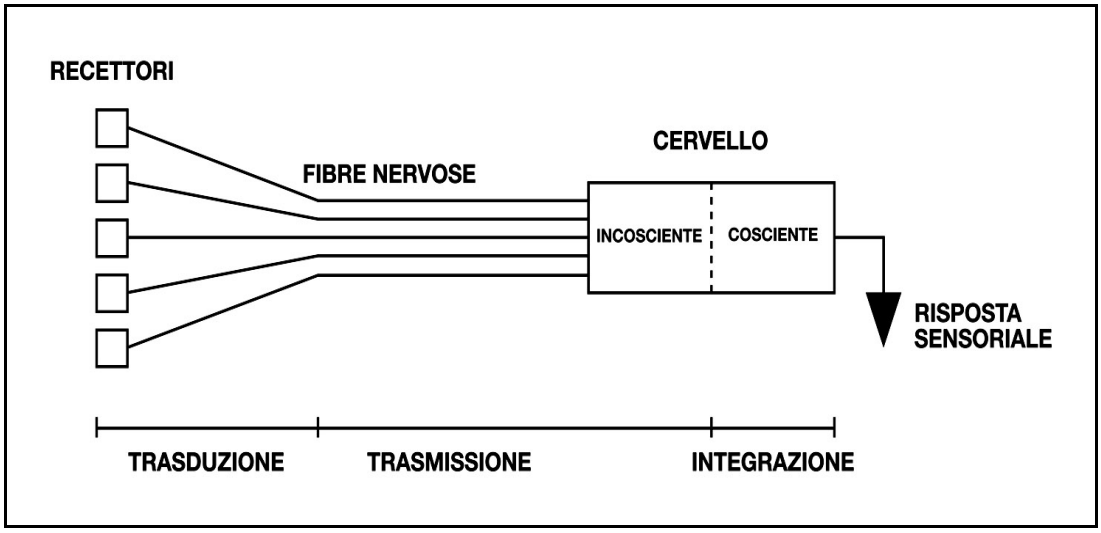


Figura 1. Schema dei meccanismi fisiologici della percezione (Piana e coll., 1995, modif.).

Grazie a questi tre passaggi fondamentali, le informazioni giunte nel cervello forniscono un messaggio globale, sensoriale e affettivo allo stesso tempo, con cui l'individuo è in grado di effettuare l'identificazione di una determinata sostanza, di quantificarla, di descriverla a parole, oppure di generare una risposta di tipo affettivo.
E' essenziale sottolineare quest'ultimo aspetto per l'importanza che presenta nei confronti del gusto umami; infatti è stata scoperta di recente, a livello dell'ipotalamo laterale, una zona che è stata definita *centro del piacere*: in seguito ad una stimolazione elettrica per mezzo di un elettrodo impiantato in un soggetto non anestetizzato, si genera una sensazione di piacere puro (Stone e Sidel, 1993).
Questo fattore è molto importante in quanto i recettori del gusto umami presentano un'azione stimolante proprio di questa area cerebrale, provocando all'individuo una cosiddetta *pleasure sensation* non riscontrabile con gli altri gusti base (Garattini, 2000).
Questo aspetto verrà ripreso più a fondo nel Capitolo 3.2.1. della presente dissertazione relativo al glutammato monosodico, una delle sostanze più importanti nella composizione dell'umami.

2.1.2. I SENSI

Sicuramente il senso ritenuto più importante per la vita dell'uomo è la vista e nell'ambito dell'analisi sensoriale le caratteristiche percepite da essa sono rilevanti per due aspetti fondamentali.
Da un lato rappresentano gli attributi essenziali per la valutazione globale di un prodotto; dall'altro possono influenzare, anche in modo pesante, la percezione da parte degli altri organi di senso: infatti, riguardo agli alimenti, è stato dimostrato che la maggior parte delle persone reagiscono più al colore che all'aroma.
Per quanto riguarda l'olfatto, esso è uno dei sensi maggiormente impiegati in analisi sensoriale.
La risposta olfattiva è prodotta dall'interazione fra le molecole odorose che si liberano nell'aria dal substrato in cui sono contenute e i recettori di membrana presenti nella mucosa olfattiva, per cui fiutando un prodotto si aumenta il flusso d'aria e di conseguenza la percezione olfattiva.
Inoltre le molecole odorose possono giungere alla mucosa olfattiva anche per via retronasale, cioè dal fondo della cavità orale verso l'alto, durante l'atto masticatorio.
Per questo motivo si parla di due diverse percezioni olfattive: *l'odore*, che viene descritto come la sensazione derivante dall'inspirazione nasale e *l'aroma*, che viene invece percepito per via retronasale.
Il senso rappresentato dal tatto prende in considerazione tutte le stimolazioni di tipo meccanico e termico che vengono percepite da recettori presenti sia nella pelle che nelle mucose.
In analisi sensoriale il tatto svolge una importante funzione per la determinazione della *texture* o consistenza del prodotto preso in esame, la quale viene percepita sia dalle mani (per esempio palpando), ma anche dalla sensibilità tattile della mucosa boccale e delle labbra (ad esempio attraverso lo sforzo degli atti masticatori, oppure il numero di atti masticatori necessari prima di poter deglutire).
L'udito è in generale il senso che viene meno utilizzato in analisi sensoriale o, meglio, viene utilizzato solo in ben determinate categorie

di alimenti, quali cibi pronti o semi-lavorati in relazione ai quali è importante descrivere il rumore collegato alla masticazione.
E' il caso dei prodotti da forno (cereali da prima colazione, snack, crackers) in cui un particolare rumore è legato alla freschezza.
Per quanto riguarda gli alimenti ittici, l'udito viene preso in considerazione in prodotti impanati, in cui è importante valutare il grado di croccantezza al momento della masticazione (Porretta, 1992).

2.1.2.1. Il gusto e i quattro gusti principali

Nell'analisi sensoriale degli alimenti, il gusto è senza dubbio il senso preso maggiormente in considerazione.
E' importante sottolineare che comunemente si indica con la parola *gusto* o *sapore* l'insieme delle sensazioni percepibili in bocca, che sono rappresentate dal gusto in senso stretto oppure da sensazioni chimiche, olfattive, tattili e termiche.
Fisiologicamente, il gusto è generato dalle sensazioni che hanno origine nei bottoni gustativi, cioè strutture in cui sono accolti i recettori gustativi e che sono distribuiti in prevalenza sulla superficie della lingua, ma anche sulla mucosa del palato, sul fondo della bocca e sull'epiglottide.
Lo stimolo è prodotto dalle molecole del cibo quando vengono a contatto con i recettori, secondo un meccanismo simile a quello olfattivo.
Le sensazioni gustative vengono tradizionalmente descritte mediante i quattro sapori fondamentali e le loro infinite combinazioni: i quattro gusti fondamentali sono il dolce, il salato, l'amaro e l'acido e vengono percepiti dalla lingua in ben determinate regioni (Fig. 2), la cui sensibilità si basa su differenze quantitative (Stone e Sidel, 1993).

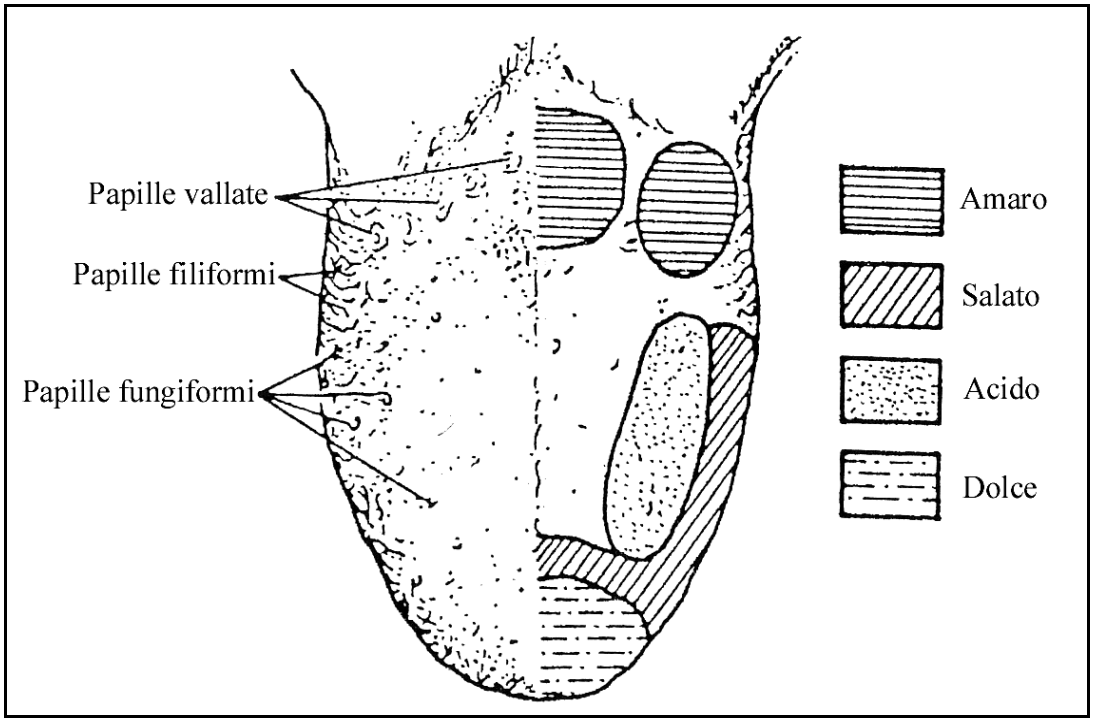


Figura 2. Aree della lingua di maggiore sensibilità rispetto ai 4 gusti fondamentali (Piana e coll., 1995, modif.).

Solo negli ultimi anni è stato scoperto un quinto gusto che si distingue marcatamente dagli altri quattro: l'***umami***.
L'iter che ha portato al riconoscimento di questo quinto sapore come "essenziale" è stato lungo e ancora non si è concluso, in quanto la quasi totalità della popolazione non ne è a conoscenza, oppure presenta grandi difficoltà nel riconoscerlo.
L'umami come gusto è un concetto relativamente nuovo nel mondo occidentale: infatti, fino agli anni '80 era appurato che esistessero solo quattro gusti e che tutti gli altri sapori derivassero dalla combinazione di questi quattro, proprio come accade nelle combinazioni dei colori primari che producono tutti i colori dello spettro.
Invece gli scienziati hanno scoperto che l'umami può essere classificato come "quinto gusto" proprio perché è completamente indipendente dagli altri ed è un elemento essenziale per il nostro apprezzamento del cibo.

L’umami è presente nella nostra alimentazione da secoli, per esempio nelle salse di condimento in Europa, nella pizza in Italia, nel brodo in Giappone, nella salsa d’ostrica in Cina, ecc…
Descritto come un gusto sapido, appetitoso, simile al brodo di carne, l’umami è presente in innumerevoli cibi e condimenti del mondo (Ninomiya, 2002).
Nel successivo capitolo della dissertazione cercherò di presentare, nel modo più divulgativo possibile, le caratteristiche di questo gusto al fine di renderlo “accessibile” al pari degli altri quattro, che siamo abituati a percepire dalla nascita.
Sembrerà molto strano, ma abbiamo sempre convissuto con cinque sapori, eppure siamo stati educati a riconoscerne tradizionalmente solo quattro…

3. UMAMI: IL QUINTO GUSTO

3.1. CENNI STORICI

L'umami è stato scoperto per la prima volta in Giappone da un certo Dr. Ikeda che nel 1908 isolò il *Glutammato* e lo indicò come fonte di sapore di un brodo tipico giapponese preparato con le alghe marine *konbu*, i vegetali che contengono i più alti livelli di glutammato in natura.
Visto il grande successo della scoperta di Ikeda, a partire dal 1909 venne commercializzato in Giappone il sale di sodio del glutammato, il *Monosodio L-Glutammato* (MSG), da utilizzare semplicemente come condimento, proprio come il sale da cucina (NaCl) o lo zucchero.
Nel 1913 il Dr. Kodama, un seguace di Ikeda, esaminò i costituenti del tonno essiccato e riportò che anche il nucleotide *Guanosina 5'-Monofosfato* (GMP), prodotto dalla degradazione biochimica dell'RNA fermentato, aveva le caratteristiche del sapore umami; successivamente il GMP venne scoperto dal Dr. Kuninaka anche nei funghi *shiitake*, ancora oggi largamente usati nella cucina giapponese e cinese.
La scoperta più importante di Kuninaka fu però quella di mettere in risalto la sinergia che si instaura fra il MSG e i 5'-nucleotidi, fra cui anche l'*Inosina 5'-Monofosfato* (IMP), che porta ad una marcata intensificazione dell'intensità del gusto umami: questa è una caratteristica unica, propria solamente del gusto umami.

Proprio la scoperta di questo fatto portò a rivedere la classificazione dei gusti i quali, fino ai primi del ‘900, erano rappresentati in Occidente da dolce, salato, acido, amaro e che in Oriente erano invece rappresentati da ben otto gusti in Cina e cinque in Giappone (dolce, salato, acido, amaro e piccante).
A partire dal 1920 prese il via la moderna ricerca scientifica sul gusto, che culminò nel primo simposio internazionale sull’umami avvenuto alle Hawaii nel 1985, in cui l’umami venne riconosciuto scientificamente come “gusto base” e in cui vennero stabiliti i seguenti criteri di identificazione di un gusto base (Kurihara , 1987):

1- deve essere un gusto chiaramente differente dagli altri gusti base;
2- le proprietà essenziali del gusto devono essere universali nei cibi comuni: le sostanze che hanno un sapore assolutamente caratteristico senza essere universali non devono essere descritte come gusti base;
3- il gusto dovrebbe essere verificabile sulle basi dell’evidenza neurofisiologica; dimostrato ciò, esso può essere riconosciuto come gusto unico, quindi chiaramente differente rispetto agli altri gusti base.

Lo sviluppo da parte degli enti della misurazione in scala multidimensionale, ha permesso lo studio delle caratteristiche dei gusti con maggiore dettaglio: questo approccio ha ora dimostrato che l’umami è un gusto base indipendente, completamente differente dagli altri quattro (Fig. 3).

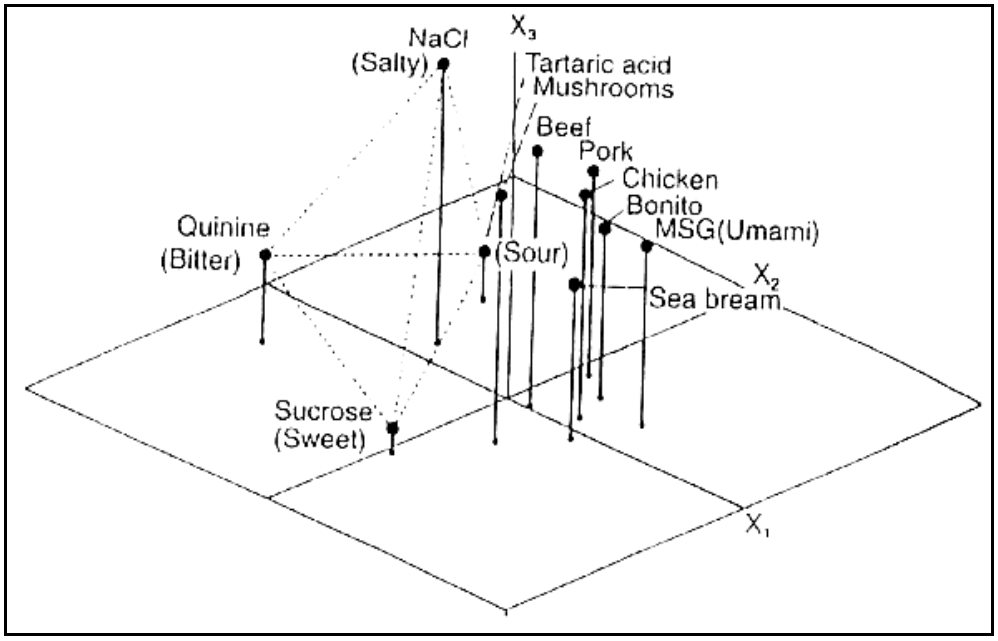


Figura 1. Rappresentazione dei gusti nelle 3 dimensioni dello spazio (Maga, 1998).

L'indipendenza dell'umami dagli altri gusti è stata inoltre dimostrata negli animali attraverso paradigmi comportamentali ed elettrofisiologici (Baylis, 1991), ma soprattutto grazie alla recente scoperta di una proteina che funge da recettore del glutammato, indicando con ciò che c'è un differente, ma soprattutto indipendente, meccanismo di recezione del gusto (Lindeman, 2001).
Per quanto riguarda la nomenclatura, il Dr. Ikeda indicò col nome "umami" il sapore da lui scoperto nel brodo di alghe konbu, mentre nel resto del mondo si chiamò semplicemente "sapore di glutammato".
Solo nel 1982, quando fu istituita in Giappone la Society for Research on Umami Taste (SRUT), il termine umami venne riconosciuto ufficialmente e adottato a livello mondiale per indicare il sapore del glutammato insieme ai 5'-nucleotidi (Ninomiya, 2002).

3.2. SOSTANZE UMAMI

Le sostanze che compongono il gusto umami, estratte, sintetizzate e valutate da numerosi ricercatori, si possono dividere in due gruppi fondamentali: uno è il gruppo degli α-aminoacidi rappresentato dal MSG; l'altro è quello dei 5'-nucleotidi, rappresentato dall' IMP, dal GMP e dai loro derivati.

3.2.1. IL GLUTAMMATO MONOSODICO (MSG)

3.2.1.1. Generalità

Il Glutammato Monosodico (MSG) (Fig. 4) è il sale di sodio dell'Acido L-Glutammico (GA), il quale è uno degli aminoacidi più rappresentati nella maggior parte dei cibi, sia in forma libera, sia combinato in proteine
E' stato calcolato che un uomo adulto di 79 kg ha un apporto giornaliero medio di GA con la dieta di ben 28 g (Fig. 5).

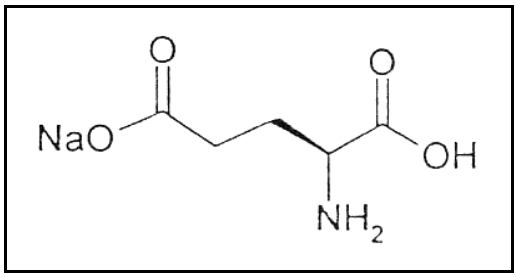


Figura 1. Struttura chimica del Monosodio Glutammato (MSG) (Löliger, 2000).

La funzione fondamentale del GA nell'organismo umano è quella di essere uno dei maggiori eccitanti dei neurotrasmettitori del gusto, facendo pervenire al cervello una rapida trasmissione sinaptica e attivando un terzo di tutte le sinapsi del Sistema Nervoso Centrale.
Una delle più importanti funzioni del MSG è proprio legata a questa peculiarità del GA.

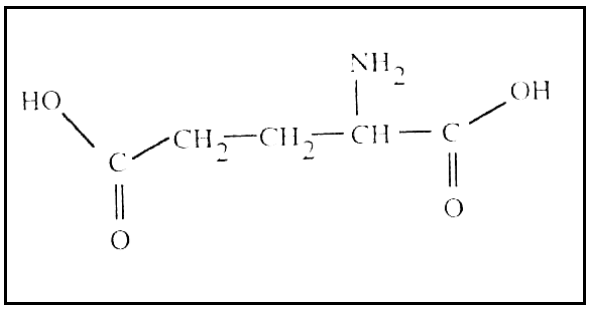


Figura 2 . Struttura chimica dell'Acido Glutammico (GA) (Löliger, 2000).

3.2.1.2. Funzioni nell'organismo

Solo negli ultimi anni, grazie al progresso della scienza, si è potuto indagare in modo approfondito sul ruolo del MSG nell'organismo umano.
Innanzi tutto vi è da mettere in risalto la scoperta del MSG come stimolante di particolari recettori del gusto, fatto che dimostra in modo insindacabile la presenza di un quinto gusto.
Anzi si è sempre creduto che il sapore del MSG derivasse esclusivamente dalla presenza di sodio nella sua composizione chimica; invece è stato dimostrato che vi sono due diversi meccanismi interessati alla traduzione in gusto del MSG e che non sono coinvolti nella recezione dei restanti quattro gusti base.
Questi meccanismi sono stati identificati nelle fibre nervose del timpano e nei recettori presenti nella lingua e stimolano una ben determinata area cerebrale, distinta rispetto a quella coinvolta dagli altri gusti (Garattini, 2000).

Altre funzioni del MSG nell'organismo sono legate direttamente alle proprietà di intensificatore del gusto che il glutammato esercita sui cibi.
Innanzi tutto è stato dimostrato che certe categorie di persone, come gli anziani (in cui vi è un'evidente perdita di percezione dei sapori dovuta all'età) o i soggetti affetti da sindrome di Down (Cocchi, 1994), preferiscono i cibi in cui sia presente il glutammato, proprio grazie al fatto che esso amplifica i sapori e stimola in modo più massiccio i recettori sensoriali, rendendo i cibi più appetibili.
Questo fatto è molto importante perché ha permesso la formulazione di diete che da un lato andassero incontro ai gusti dei soggetti in esame, dall'altro adempissero ai fabbisogni dietetici di queste categorie a rischio.
Anche nei malati di cancro sottoposti a chemioterapia, che presentano una diminuzione della sensibilità ai sapori causato dalla perdita di peso dovuto alle cure, è stata osservata una predilezione per i cibi in cui è presente il glutammato.
In questo caso il MSG esercita un'azione a livello emotivo, nel senso che la maggior parte dei pazienti ha affermato che certi odori e sapori percepiti facevano ricordare loro momenti piacevoli del passato e che quindi erano più stimolati a mangiare (Schiffman, 2000).
Inoltre Schiffman e Warwick (1993) scoprirono che l'intensificazione dei sapori indotto dal MSG nei cibi rinforza le difese immunitarie negli anziani aumentando i livelli di linfociti T e B.
Questo avviene grazie a due fattori fondamentali: il primo perché, essendoci una diretta correlazione fra olfatto e sistema immunitario, sembra che la maggiore stimolazione olfattiva causata dalla presenza di MSG stimoli in modo evidente il sistema immunitario; il secondo perché la piacevolezza dei sapori accresce il buon umore dei soggetti interessati riducendo i livelli di cortisolo, conosciuto come soppressore del sistema immunitario.

3.2.1.3. Ruoli nel cibo

La funzione base del MSG nel cibo è chiaramente attribuita alla sua capacità di accrescere la presenza di altre componenti attivatrici del gusto, creando un complesso di sensazioni di piacere, appetibilità e quell'insieme di sapori corposi che possono essere riscontrati solo nei cibi in cui è presente il glutammato.
Questa funzione viene ulteriormente amplificata dal rapporto sinergico che si instaura con i 5'-nucleotidi (vedi Capitolo 3.2.3.).
Un'altra importante funzione del MSG e che è stata da pochi anni messa in risalto, riguarda la sua utilizzazione come condimento sostitutivo del sale da cucina (NaCl).
Infatti è importante sottolineare che il glutammato contiene il 12,3% di sodio, per cui è comprensibile che i cibi in cui esso è presente possiedano il tipico sapore di sale; inoltre la soglia di percezione del glutammato ($6{,}25 \times 10^{-4}$ mol/L) è uguale rispetto a quella del sale, mentre è diversa per gli altri gusti: più alta rispetto all'amaro e all'acido e più bassa rispetto al dolce.
Yamaguchi e Takashashi (1984) hanno dimostrato che per una uguale percezione di salato, il sodio apportato dal NaCl potrebbe essere ridotto di ben il 30-40% grazie ad un maggior apporto di glutammato(Löliger, 2000).
Questa scoperta è molto importante dal punto di vista dietetico, in particolare nei confronti di quei soggetti che, soffrendo di ben determinate patologie (soprattutto vascolari), non possono fare un utilizzo eccessivo del sale, ma che non vogliono privarsi di un gusto così importante per gli alimenti.
Attualmente i livelli di utilizzo del MSG nella preparazione degli alimenti sono ancora molto bassi, pari a 1/10 rispetto a quelli del NaCl con un apporto di sodio totale pari a circa 1/13; è perciò importante far conoscere alla gente questo prodotto, mettendone in risalto i benefici che può apportare alla salute.

3.2.1.4. Presenza negli alimenti

In natura la presenza del glutammato è molto alta in tutti gli alimenti in quanto, come già evidenziato in precedenza, esso è parte costituente di proteine e complessi proteici.
Per questo motivo non deve sorprendere il fatto che questo componente si può riscontrare in grandi quantità in tutti i cibi (specialmente nella forma legata a proteine), in particolare nella carne, nel pesce, ma anche nel latte e nelle verdure.
Nella Tabella 1 sono riportati i valori di glutammato (mg/100 g di alimento) presente in forma complessa (legato a proteine) nei cibi più diffusi: da notare l'altissimo livello (9,8 mg/100 g) presente nel Parmigiano Reggiano.

Concentrazione di Glutammato in forma complessa	
Latte e derivati	**mg/100g**
Latte umano	229
Latte vaccino	819
Parmigiano Reggiano	9847
Prodotti avicoli	
Uova	1583
Carne di pollo	3309
Carne di oca	3636
Carne	
Suina	2325
Bovina	2846
Pesce	
Merluzzo	2101
Salmone	2216
Sgombro	2382
Verdure	
Peperoni verdi	120
Cipolle	208
Carote	218
Pomodori	238
Barbabietole	256
Spinaci	289
Mais	1765
Piselli	5583

Tabella 1. Contenuto di Glutammato negli alimenti freschi. I valori sono espressi in mg/100 g di alimento (Löliger, 2000).

Una cosa importante da sottolineare è che i livelli di glutammato e degli aminoacidi liberi in generale, aumentano notevolmente in seguito alla maturazione o alla stagionatura di certi alimenti come ad esempio il pomodoro, i formaggi o le carni stagionate (Yamaguchi, 1998).

Per quanto riguarda i formaggi, è l'aumento della presenza degli aminoacidi (fra cui il glutammato) dovuto alla lunga stagionatura, ad essere responsabile delle concentrazioni di gusto e texture che altrimenti non ci sarebbero.
Basti pensare agli alti livelli di MSG presenti nel Parmigiano Reggiano, uno dei formaggi a più lunga stagionatura (Resmini e coll., 1988).

3.2.1.5. Consumo nella popolazione

Nella Tabella 2 sono riportati i consumi medi di MSG (g/die) nella dieta delle diverse popolazioni: colpisce in particolare il valore elevatissimo della Corea e in generale i valori molto alti dei paesi Orientali rispetto a quelli Occidentali.
Questo è dovuto in particolare alla tradizione culinaria di certi Paesi che contempla un largo uso di condimenti, come la salsa di soia, ricchi in glutammato (Löliger, 2000).

Consumo giornaliero di MSG	
Paese	**Consumo di MSG in g/die**
Corea	1,57
Thailandia	1,50
Giappone	1,42
Olanda	0,66
Indonesia	0,60
USA	0,55
Malaysia	0,37

Tabella 2. Consumo medio giornaliero di MSG nei diversi paesi del mondo (Löliger, 2000).

3.2.1.6. Valutazione della sicurezza del MSG

Ritengo che questo della sicurezza sia un capitolo fondamentale, soprattutto per sfatare i numerosi pregiudizi sul glutammato che ne hanno limitato l'uso fino ad oggi, ma anche per dimostrare l'infondatezza delle accuse di tossicità che gli sono state mosse.
Allo scopo di valutare gli additivi alimentari a livello mondiale, la responsabilità è stata affidata al Joint FAO/WHO Export Commitee on Food Additives (JECFA) che fu istituito a metà degli anni '50 dalla Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) e dalla World Health Organization (WHO).
Il MGS è stato preso in considerazione per la prima volta al 14° meeting del JECFA nel 1970, in cui è stata presentata una limitata documentazione scientifica sulla sicurezza del MSG legata ai bambini.
In questo meeting fu deciso di stabilire in 0-120 mg/Kg di peso corporeo il limite massimo di assunzione giornaliera di MSG ("Acceptable Daily Intake" – ADI) per i bambini fino ai 12 mesi.
Nel 1972 fu deciso dal JECFA di abolire totalmente gli additivi dai cibi per bambini fino alle 12 settimane di età perché si pensava potessero causare danni al cervello, ma le cose cominciarono a cambiare a partire dal 1973, quando, al 17° meeting del JECFA molti scienziati fallirono nel dimostrare gli effetti negativi del MSG (Yamaguchi e Ninomiya, 1998).
Nel 1987 il JECFA organizzò il terzo convegno sulla valutazione della sicurezza del MSG in cui vennero coinvolti 237 scienziati fra chimici, biochimici, fisiologi e tossicologi e si giunse alla conclusione che il MSG potesse essere catalogato fra gli additivi che possiedono un ADI non specificato e che non presentano particolari restrizioni per i bambini (JECFA, 1987).
Gli studi del JECFA rivolsero l'attenzione in particolare sulla possibile neurotossicità del MSG, in particolare nei bambini e su una patologia chiamata *Sindrome da Ristorante Cinese*.
Per quanto riguarda la neurotossicità, la commissione studiò le relazioni di 59 studi condotti su topi, ratti, anatre, conigli, cani e primati

sottoposti a somministrazione di MSG per via intravenosa e per via orale.
Negli esperimenti in cui il glutammato veniva somministrato per via intravenosa, si osservarono lesioni a livello dell'ipotalamo solo nei roditori e soltanto dopo alcune ore di somministrazione, mentre non si osservò alcuna lesione nei primati.
Nel caso della somministrazione per via orale (1000 mg/kg di peso corporeo) si osservò una sola lesione, precisamente in quei topi privati del cibo e alimentati solamente con una soluzione contenente dal 5 al 10% di MSG; nessuna lesione è stata osservata in seguito a somministrazioni di MSG pari al 10% della dieta e non sono stati osservati aumenti di MSG nel plasma.
La *Sindrome da Ristorante Cinese* è una patologia che prende il nome proprio dal fatto che scaturisce in genere dopo l'ingestione di cibi cinesi e, come responsabile di questa malattia, è sempre stato indicato il Glutammato, poiché per tradizione è presente in modo massiccio nella cucina cinese.
I sintomi che la contraddistinguono sono: vampate di calore, oppressione al petto, difficoltà di respirazione (broncocostrizione negli asmatici), senso di oppressione facciale, nausea, palpitazioni, sonnolenza, formicolio e debolezza nella parte superiore del corpo.
Il JECFA, a tal proposito, cercò di capire se ci fosse una possibile intolleranza idiosincrasiaca del MSG da parte dell'uomo e analizzò numerosi studi effettuati da volontari affetti da questi sintomi: tutti gli studi fallirono nel dimostrare che il MSG fosse la causa scatenante dei sintomi sopra citati.
Inoltre furono condotti doppi studi incrociati a insaputa dei pazienti che portarono ad un'unica e insindacabile conclusione da parte del JECFA: non c'è nessuna relazione fra la Sindrome da Ristorante Cinese e il consumo di MSG; inoltre, esso non ha dimostrato di provocare alcuna broncocostrizione negli asmatici.
Alla luce di queste considerazioni si possono trarre due ipotesi sulla natura della sindrome da ristorante cinese: può essere definito un disturbo di natura psicosomatica; oppure, ipotesi più plausibile, può essere causato dagli olii e dai cibi eccessivamente fritti.

Infatti è importante ricordare che la cucina dei ristoranti e delle rosticcerie cinesi a cui siamo abituati noi occidentali è ben lontana dalla tipica cucina orientale, che predilige cibi cotti al vapore o addirittura crudi, rispetto ai menù che ci vengono presentati, in cui il 90% dei cibi viene fritto.

La valutazione completamente positiva sulla sicurezza del MSG ha permesso al JECFA di concludere che l'apporto totale di Glutammato nella dieta, derivante dalla presenza naturale negli alimenti oppure dall'aggiunta intenzionale durante la lavorazione, non rappresenta un pericolo per la salute; per questo motivo per il MSG non è specificato l'ADI, proprio al pari di altre sostanze di uso comune come il potassio e il calcio.
Nel 1991 anche lo Scientific Committee of Food of the Commission of the European Communities (SCF) e nel 1995 la Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB) si dedicarono allo studio della sicurezza del MSG ed entrambi giunsero alle stesse conclusioni del JEFCA (Walker e Lupien, 2000).

3.2.2. I 5'-NUCLEOTIDI: INOSINA 5'- MONOFOSFATO (IMP) E GUANOSINA 5'- MONOFOSFATO (GMP)

3.2.2.1. Generalità

Il gruppo dei 5'-nucleotidi è composto da quelle sostanze che vengono prodotte in seguito alla degradazione degli acidi nucleici (Yamaguchi, 1998).
Le sostanze che più ci interessano in questa sede sono rappresentate dall' IMP (Fig. 6) e dal GMP (Fig. 7) e in minor parte dall' *Adenosina Monofosfato* (AMP): sono sostanze che hanno una funzione fondamentale nel determinismo del gusto umami grazie alla creazione di un rapporto sinergico con il glutammato.
I nucleotidi sono composti essenziali per il metabolismo dell'uomo e sono componenti fondamentali nel nostro corpo(Ninomiya, 2002).

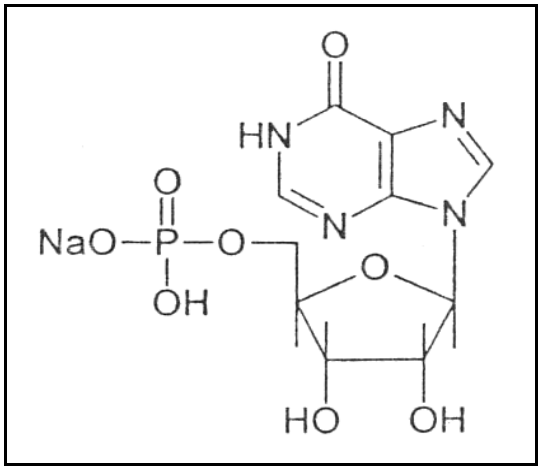


Figura 1. Struttura chimica dell'Inosina 5'-Monofosfato (IMP) (Löliger, 2000).

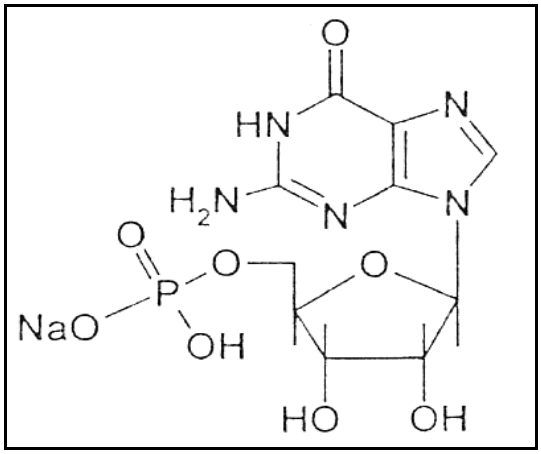


Figura 2. Struttura chimica della Guanosina 5'-Monofosfato (GMP) (Löliger, 2000).

3.2.2.2. Presenza negli alimenti

Sia l'IMP che il GMP sono largamente diffusi in numerosi alimenti: come si può notare dalla Tabella 3, l'inosina è presente in particolare nelle carni, la guanosina è più abbondante nei vegetali, mentre l'adenosina è abbondante nei pesci e nei crostacei.

Presenza dei 5'-nucleotidi negli alimenti (mg/100 g)			
Alimento	**IMP**	**GMP**	**AMP**
Manzo	70	4	8
Maiale	200	2	9
Pollo	201	5	13
Tonno	286	0	6
Calamaro	0	0	184
Gamberetto	5	4	32
Cappasanta	0	14	172
Pomodoro	0	0	21
Pisello	0	0	2
Fungo Shiitake essiccato	150	0	0
Funghi porcini essiccati	10	0	0

Tabella 1. Contenuto dei 5'-nucleotidi negli alimenti (Yamaguchi e Ninomiya, 2000, modif.).

3.2.2.3. Valutazione della sicurezza dei 5'- nucleotidi

I 5'-nucleotidi hanno ricevuto una prima classificazione come " additivi ad ADI non specificato" dal JEFCA nel 1975 e dall'SCF nel 1990.

Successivamente il JEFCA riprese in considerazione la sicurezza del IMP e del AMP nel 1993, ma confermò ulteriormente la classificazione espressa la prima volta (Yamaguchi, 1998).

3.2.3. SINERGIA FRA MSG, IMP & GMP

Il fenomeno della sinergia fra il glutammato e i 5'-nucleotidi è estremamente importante perché è solo grazie alla relazione fra essi che scaturisce il gusto umami negli alimenti.
Il primo che si accorse dell'importanza di questo fenomeno sinergico fu Kuninaka che pubblicò uno studio nel 1960 e sempre nello stesso anno, fu Toi a mettere in risalto il rapporto fra IMP e MSG sottolineando che a seconda delle loro rispettive concentrazioni in soluzione, il gusto assumeva una maggiore o minore intensità.
Solo Yamaguchi, nel 1967, riuscì a rappresentare graficamente il rapporto fra IMP e MSG: nella Figura 8 è rappresentata l'intensità del gusto in una soluzione di MSG + IMP = 0,05g/dl rispetto alle diverse concentrazioni di IMP.

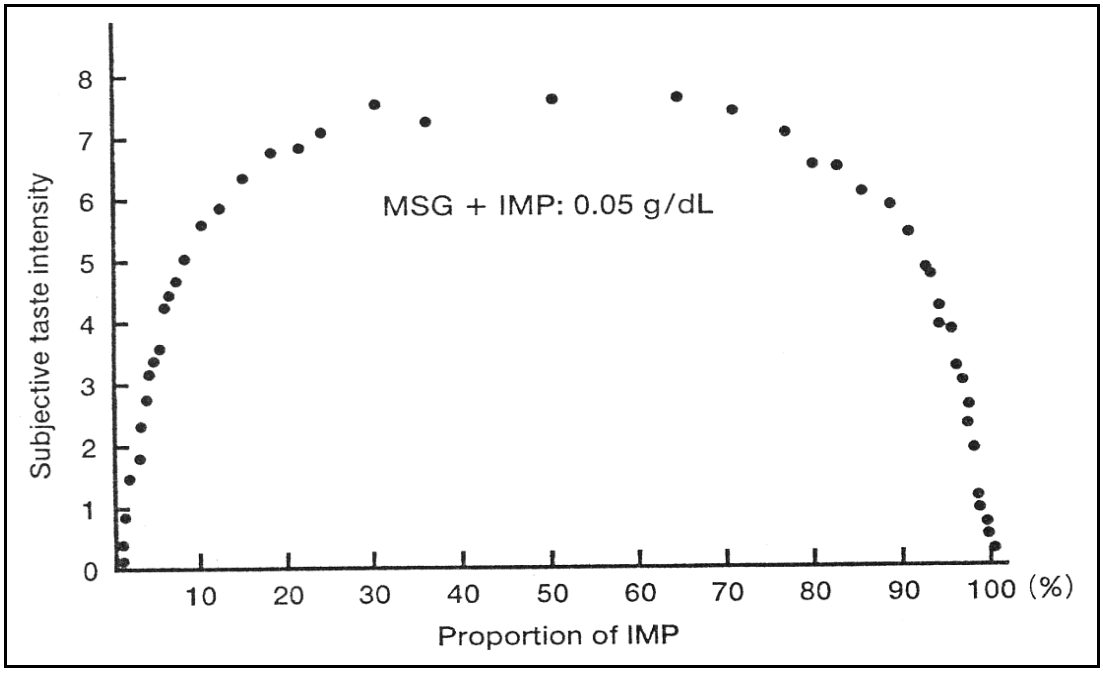


Figura 3. Relazione che intercorre fra l'intensità del gusto umami e le differenti concentrazioni di MSG e IMP (Yamaguchi e Ninomiya, 2000, modif.).

Inoltre, sempre Yamaguchi mise a punto una formula in grado di rappresentare la sinergia fra IMP e MSG:

$y = u + \gamma v$

dove:
u = [MSG] g/dL
v = [IMP] g/dL
γ = costante = 1218
y = [MSG] g/dL, cioè concentrazione di MSG da solo che avrebbe creato la stessa intensità di gusto umami nella soluzione (Yamaguchi e Ninomiya, 2000).
Dalla formula, notando il valore molto alto della costante γ, si deduce la notevole importanza dell'IMP nel determinismo del gusto umami e quindi l'importanza dell'effetto sinergico fra il '5 – nucleotide e il MSG.

Lo stesso Yamaguchi studiò il GMP e dimostrò che esso, a parità di concentrazione, possiede un'azione di intensificazione del gusto 2,3 volte maggiore rispetto a quella del IMP (Yamaguchi, 1998).

Grazie a questi studi e grazie alle scoperte legate all'intensificazione del gusto legato ai fenomeni sinergici fra Glutammato e 5'-nucleotidi, si è riusciti a formulare il rapporto ottimale di sostanze adatto a creare il miglior sapore di umami.
In particolare si è riusciti a diminuire l'utilizzo di MSG durante i processi di lavorazione dei cibi, mantenendone inalterato il sapore.
Per esempio, è stato scoperto che in quei processi di lavorazione in cui è previsto un utilizzo di 100 g di MSG, questo può essere ridotto a soli 17 g grazie all'impiego di 0,9 g di una miscela IMP:GMP (= 50:50).
In questo modo ci sarebbe una sensibile diminuzione dei costi (pari al 25-30%) senza cambiamenti organolettici o gustativi del prodotto finito (Loliger, 2000).

3.2.4. PRODUZIONE INDUSTRIALE E COMMERCIALIZZAZIONE DELLE SOSTANZE UMAMI

La produzione e il commercio del MSG fu avviata in Giappone nel 1909, subito dopo le scoperte del Dr. Ikeda.
Oggi il MSG è prodotto da aziende in tutto il mondo in particolare attraverso processi di fermentazione della melassa di canna da zucchero: la produzione mondiale di MSG è stata stimata nel 1997 in 650.000-900.000 tonnellate e viene commercializzato sottoforma di piccoli cristalli bianchi (simili a quelli del sale) che si sciolgono rapidamente nell'acqua; inoltre non è igroscopico e non cambia qualità o forma se mantenuto a lungo a temperatura ambiente.

La produzione industriale dei 5'- nucleotidi cominciò dopo gli studi di Kuninaka (vedi Capitolo 3.1.) e oggi vi sono svariati metodi di produzione basati quasi esclusivamente sulla fermentazione (Hayashi e coll., 1997).
La produzione di nucleotidi utilizzati come additivi per gli alimenti è concentrata in Giappone e in Corea ed è stata stimata nel 1996 in 5.000 tonnellate.
Al contrario del MSG, i 5'- nucleotidi sono igroscopici e non sono stabili ad alte temperature, per cui vengono conservati generalmente fra lo 0° e i 4°C.

La domanda mondiale delle sostanze umami è stimata intorno alle 800.000 tonnellate e, secondo l'Umami Manufacturers Association of Japan, questa cifra è destinata a crescere grazie alla sempre maggiore richiesta da parte della Cina e al cambiamento di gusti culinari da parte dei paesi Occidentali (Yamaguchi, 1998).

3.3. UMAMI NEGLI ALIMENTI

In questo capitolo saranno esaminati i vari cibi, ad esclusione di quelli ittici che verranno presi in considerazione successivamente, allo scopo di scoprire se in essi è presente, e con quale intensità il gusto umami; inoltre saranno messe in evidenza le funzioni di questo gusto nell'alimento e anche nella dieta.
Come abbiamo visto in precedenza, il quinto gusto è prodotto da un insieme di sostanze che interagiscono sinergicamente fra loro; perciò per scoprire se, e in che quantità, l'umami è presente nei vari alimenti è essenziale esaminare tutta una serie di sostanze rappresentate da: aminoacidi liberi, fra cui in particolare l'acido glutammico (*glu*); 5'-nucleotidi e in minor parte minerali e acidi organici (Komata, 1962).
I dati riportati provengono da studi effettuati dalla Umami Manufacturers Association of Japan (Ninomiya, 1998).

3.3.1. ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE

3.3.1.1. Carne fresca e conservata

Nella Tabella 4 sono rappresentati i cambiamenti dei livelli degli aminoacidi liberi e dei metaboliti dell'ATP nelle carni di bovine, suine e di pollo dopo due possibili durate di frollatura.

Nella carne bovina si nota un incremento abbastanza evidente di alcuni aminoacidi, quali cisteina (+ 100%), alanina (+ 19%), taurina (+ 18,9%), leucina (+ 66,6%), serina (+ 44,1%), valina (+ 54,3%) e acido glutammico (+ 61,6%); nella carne suina tutti gli aminoacidi liberi, ad esclusione della taurina (- 7,4%), subiscono un incremento, in particolare l'alanina (+ 19,4%), la serina (+ 117,2%) e l'acido glutammico (+ 160%).
Nella carne di pollo durante la frollatura delle carni aumentano tutti gli aminoacidi e il maggior incremento si nota per la serina (+ 95,8%), alanina (+ 55,5%), leucina (+ 180%) e acido glutammico (+ 72,3%): in particolare è proprio quest'ultimo a presentare la maggior concentrazione con 22,4 mg/100 g.
Per quanto riguarda i metaboliti dell'ATP, si nota un decremento di AMP e IMP, mentre aumentano inosina e ipoxantina in tutti e tre le carni prese in considerazione (Ninomiya, 2002).

	Carne bovina		Carne suina		Carne di pollo	
	4	12	1	6	0	2
mg/100 g						
ADP	19,2	18,8	19,2	17,9	12,3	15,3
AMP	2,0	0,3	0,7	0,4	1,0	0,0
IMP	90,2	79,6	260,0	225,5	283,9	231,0
INOSINE	51,8	56,0	66,8	85,8	56,0	93,3
HYPOXANTHINE	20,1	38,3	5,6	11,1	1,2	8,1
XANTHINE	2,6	5,6				
ASP	1,2	2,0	0,9	2,0	3,6	6,1
THR	5,0	6,9	3,3	5,1	6,9	10,0
SER	6,8	9,8	2,9	6,3	7,2	14,1
ASN	3,0	4,5	1,9	4,2	2,8	4,8
GLU	6,0	9,7	3,5	9,1	13,0	22,4
GLN	61,2	58,2	18,9	19,0	12,4	18,6
PRO	3,9	4,1	3,5	4,0	4,8	6,8
GLY	10,3	11,4	8,9	11,0	5,5	8,9
ALA	32,0	38,1	18,0	21,5	10,8	16,8
VAL	5,7	8,8	4,7	6,6	3,0	6,6
CYS	0,7	1,4	0,2	0,7	0,7	1,0
MET	2,8	5,8	1,3	4,2	1,6	4,8
ILE	4,3	6,8	3,0	4,9	1,8	4,7
LEU	7,5	12,5	4,7	8,5	3,5	9,8
TYR	4,2	7,0	2,7	5,4	3,8	7,6
PHE	4,1	7,1	2,5	5,0	2,5	5,3
LYS	8,8	11,2	3,8	6,3	6,7	9,8
HIS	3,7	5,1	1,9	2,8	1,2	3,4
ARG	7,5	9,2	2,6	5,9	6,6	9,8
TAU	38,7	46,0	32,2	29,8	14,3	21,8

Tabella 1. Variazione nei livelli dei metaboliti dell' ATP e degli aminoacidi liberi durante la frollatura a 4°C della carne bovina, suina e di pollo. La durata della frollatura è espressa in giorni, mentre i valori in tabella sono espressi in mg /100 g di alimento. (Ninomiya, 2002, modif.).

Per quanto riguarda la carne conservata, è stato preso in esame il prosciutto iberico che deriva da cosce di suini iberici, secondo il metodo tradizionale di produzione che prevede non meno di 18 mesi di stagionatura.

Nei primi quattro mesi le cosce sono mantenute a bassa temperatura e con una umidità ambientale volutamente alta (circa il 70%); nei restanti 14 mesi invece, sono mantenute in ambienti confinati naturali situati nelle montagne spagnole.
Durante questo lungo periodo di stagionatura, il prosciutto iberico, ma in generale tutti i prosciutti, sono contraddistinti da un'elevata idrolisi proteica a carico della parte muscolare (Ninomiya, 1998).
Infatti dalla Tabella 5 si nota un elevatissimo incremento degli aminoacidi liberi durante le varie fasi di stagionatura; in particolare nel prodotto finito si notano i valori molto alti della lisina, glicina , leucina, alanina e, soprattutto dell'acido glutammico (+ 5717%) (Cordoba, 1994).

	PROSCIUTTO IBERICO STAGIONATO						
Stagionatura	0gior.	15gior.	60gior.	5mesi	7mesi	12mesi	18mesi
mg/100 g							
ASP	1,7	2,0	7,8	10,6	20,1	36,0	67,9
THR	1,6	2,7	7,7	11,8	34,6	50,3	109,1
SER	1,5	1,6	9,1	14,8	31,4	57,4	114,8
ASN	0,5	0,9	1,1	6,7	5,0	7,1	9,0
GLN	1,7	2,0	7,2	14,3	62,5	129,8	147,3
GLU	5,8	11,1	34,6	45,8	142,2	206,8	337,4
PRO	3,4	4,5	18,5	27,6	41,2	84,5	116,5
GLY	2,6	3,0	5,0	7,4	38,0	52,1	106,8
ALA	6,4	7,8	16,2	25,9	56,8	145,4	209,2
VAL	1,7	2,4	14,1	29,3	69,6	99,9	132,0
MET	1,5	2,5	5,8	7,5	30,8	41,9	73,1
ILE	1,6	2,4	4,8	14,6	68,3	114,5	148,0
LEU	2,5	3,6	4,7	17,0	73,0	127,7	219,4
TYR	1,7	2,2	8,9	14,9	61,2	105,5	151,9
PHE	1,9	3,3	10,1	17,6	42,5	97,0	119,1
TRP	0,1	0,2	0,6	4,3	15,8	56,0	96,0
LYS	2,0	3,9	14,0	21,0	83,2	149,5	226,4
HIS	2,5	3,3	10,4	12,1	12,7	13,4	19,1
ARG	2,6	3,1	12,0	17,8	35,5	54,1	83,9

Tabella 2. Variazione nei livelli di aminoacidi liberi durante la stagionatura del prosciutto iberico (Cordoba, 1994, modif.).

3.3.1.2. Latte

L'acido glutammico è il più abbondante fra gli aminoacidi liberi presenti nel latte dei primati: nel latte umano l'acido glutammico è presente con una quantità pari fino a 53,7 mg/ dl, mentre in quello vaccino è pari a 1-2 mg/ dl.
Anche la quota totale di aminoacidi liberi è maggiore nel latte dei primati rispetto a quello delle altre specie: per esempio nel latte vaccino la quantità totale di aminoacidi è circa lo 0,8%, mentre in quello umano è circa il 5%.
A parte l'acido glutammico, gli aminoacidi più rappresentati nel latte delle diverse specie sono in particolare l'alanina e la glutammina, soprattutto nel latte di cammello e di capra (Ninomiya, 1998).
Come si nota dalla Tabella 6, nel latte umano sono presenti tutti gli aminoacidi liberi "possibili" e di questi più del 50% è rappresentato dall'acido glutammico.
Sembra che sia proprio questa grande quantità di glutammato a conferire al latte di donna quel gusto così apprezzato dai neonati umani (Steiner, 1987).
Steiner giunse a questa importante conclusione dopo aver effettuato studi approfonditi sulle espressioni facciali dei neonati come risposta alla stimolazione con diverse categorie di gusti.
Osservò in particolare che i neonati rispondevano con espressioni di disgusto (naso corrugato, labbra protese in avanti o spalancate, occhi chiusi, testa scrollata) con cibi acidi o amari; mentre con alimenti come il brodo di verdure arricchito con glutammato notò espressioni facciali di compiacimento, esattamente uguali a quelle che appaiono in seguito all'allattamento.
Steiner dimostrò, perciò, che il motivo per cui il latte di donna piace tanto ai bambini deriva dal fatto che contiene elevate quantità di glutammato e che, di conseguenza, il primo gusto conosciuto dai neonati è rappresentato dall'umami (Ninomiya, 2002).

	Ratto	Topo	Gatta	Cavalla	Vacca	Scimpanzè	Donna
Momento di prelievo	0-2gior.	>3gior.	>7gior.	>7gior.	7gior.	>7gior.	>7gior.
mg/100 g							
ASP	1,0	0,0	0,0	0,5	0,2	2,5	0,6
THR	0,9	0,7	0,8	1,6	0,2	0,5	1,0
SER	1,1	0,6	2,0	1,8	0,4	1,5	1,1
GLN	1,0	0,0	3,1	7,1	0,2	0,4	2,9
GLU	2,2	1,0	2,6	8,4	1,0	38,9	18,7
GLY	0,9	0,6	2,6	0,8	1,3	1,3	0,8
ALA	1,8	0,2	0,9	0,9	0,3	1,7	1,8
VAL	1,1	0,1	0,1	0,5	0,4	0,5	0,6
CYS	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	1,1	1,3
MET	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
ILE	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
LEU	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,5	0,3
TYR	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
PHE	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	0,2
LYS	0,8	0,0	0,0	0,4	0,4	0,2	0,2
HIS	0,0	0,1	0,0	0,7	0,1	0,9	0,4
ARG	0,6	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,1
TAU	7,9	23,9	44,5	0,4	3,8	3,3	4,2

Tabella 3. Livello di aminoacidi liberi nel latte di diversi mammiferi (Ninomiya, 2002, modif.).

3.3.1.3. Formaggi

La Tabella 7 illustra il contenuto di aminoacidi liberi dei formaggi Emmenthal, Parmigiano Reggiano e Cabrales, provenienti rispettivamente da Svizzera, Italia e Spagna e tutti contraddistinti da lunga stagionatura, anche se ognuno con differenti modalità.
La stagionatura dei formaggi è un processo complesso che produce nella massa casearia svariati cambiamenti fisico-chimici, distinguibili in primari e secondari.
I cambiamenti primari sono quelli prodotti da microrganismi (già presenti o immessi dai produttori durante la lavorazione) che portano alla formazione di caratteristiche tipiche delle varietà di formaggi.

I cambiamenti secondari, invece, sono prodotti da enzimi: entrambi i processi portano ad un accumulo di acido lattico, acidi grassi e soprattutto aminoacidi liberi.
Proprio prendendo in considerazione questi ultimi, si nota quanto sia elevata la loro presenza nei formaggi, rispetti ad altri alimenti, come le già citate carni.
Per esempio il Parmigiano Reggiano, uno dei più rinomati e famosi formaggi del mondo, presenta un contenuto totale di aminoacidi liberi pari a 8457 mg/ 100 g di cui ben 1200-1600 mg/100 g sono rappresentati da acido glutammico.
Anche nel Cabrales e nell'Emmenthal si nota un elevatissimo livello di presenza del glutammato, seguito da grandi concentrazioni di leucina e lisina (Ninomiya, 1998).

	EMMENTHAL	PARMIGIANO REGGIANO	CABRALES
mg /100 g			
ASP	9,8	414,0	288,0
THR	73.6	212,0	303,9
SER	43,2	561,0	79,0
ASN	n.d.	n.d.	55,8
GLU	307,5	1680,0	760,5
PRO	160,0	884,0	n.d.
GLY	30,3	297,0	104,2
ALA	49,0	253,0	189,4
VAL	131,2	671,0	450,4
MET	43,1	212,0	269,6
ILE	58,9	535,0	412,4
LEU	209,9	695,0	752,5
TYR	47,6	240,0	334,0
PHE	103,4	435,0	440,6
TRP	9,4	n.d.	65,7
LYS	203,2	1130,0	763,5
HIS	29,8	236,0	140,3
ARG	n.d.	2,0	28,2

Tabella 4. Livello di aminoacidi liberi in diversi tipi di formaggio (Ninomiya, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

La Tabella 8 mostra l'evoluzione degli aminoacidi liberi nel formaggio inglese Cheddar: da notare, in soli 8 mesi di stagionatura, il notevole aumento di fenilalanina, leucina, valina, isoleucina e acido glutammico, che passa dai 10 ai 182 mg/100 g (+ 1635%) (Weaver e coll., 1978; Puchades e coll., 1989).

	FORMAGGIO CHEDDAR								
Stagionatura (mesi)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
mg/100 g									
ASP	3,3	5,8	8,8	13,8	16,6	26,7	31,4	35,2	42,8
GLU	10,5	21,9	35,6	54,1	77,8	111,6	121,1	160,4	182,2
PRO	6,1	7,4	9,0	14,3	13,6	34,1	29,0	22,8	33,9
GLY	0,2	1,1	1,9	4,2	4,8	10,5	12,0	14,4	19,0
ALA	2,2	4,6	6,7	9,7	12,7	17,0	21,0	25,7	29,0
VAL	1,6	4,8	10,4	19,6	23,7	42,1	51,7	58,6	74,2
MET	0,3	3,0	9,4	12,9	13,9	20,4	24,3	28,0	34,0
ILE	0,2	1,0	2,7	4,3	7,1	12,4	18,5	16,7	23,8
LEU	2,3	13,0	29,2	52,3	77,4	110,0	128,9	170,0	195,9
TYR	3,8	5,5	7,5	11,7	15,7	26,2	29,6	35,8	45,5
PHE	2,7	9,7	20,9	34,6	48,0	64,2	75,5	91,8	104,2
LYS	11,6	20,5	35,0	65,9	67,1	111,4	114,2	138,9	155,4
HIS	2,7	3,0	3,4	5,6	4,6	12,0	12,5	12,0	20,3
ARG	0,4	0,9	2,3	7,7	10,3	17,3	18,1	26,1	41,1

Tabella 5. Variazione nei livelli di aminoacidi liberi durante la stagionatura del formaggio Cheddar (Ninomiya, 2002, modif.).

3.3.2. ALIMENTI DI ORIGINE VEGETALE

3.3.2.1. Verdure

Nella Tabella 9 sono riportati i valori degli aminoacidi liberi presenti in alcune fra le più diffuse verdure in commercio.
In un passato recente era stata illustrata la presenza di elevate quantità di acido glutammico e di 5'-nucleotidi nelle patate e si riteneva che la presenza di queste sostanze avesse una importantissima funzione per il sapore di questa derrata.
Successivamente si è scoperto che le patate crude possiedono una quota bassissima di 5'-nucleotidi e nessuna presenza di 5'-GMP e che queste sostanze aumentano di concentrazione in seguito a reazioni enzimatiche durante la cottura: infatti la concentrazione di GMP nelle patate bollite passa da 0 a 64,4 mmol/kg.
Prendendo in considerazione la lattuga, si può notare dai valori presenti in tabella che la concentrazione di aminoacidi liberi varia notevolmente a seconda della sezione presa in esame: per esempio la parte centrale è la più ricca di glutammina e asparagina, seguite da acido glutammico e serina mentre le foglie più esterne sono in generale molto povere di aminoacidi liberi (Ninomiya, 1998).

	Lattuga esterno	Lattuga interno	Cavolfiore	Spinaci	Patata	Carota	Granturco
mg/100 g							
ASP	2,0	3,0	33,0	24,0	28,0	12,0	28,0
THR	3,0	7,0	39,0	3,0	12,0	7,0	13,0
SER	2,0	10,0	68,0	10,0	17,0	6,0	21,0
ASN	51,0	66,0	n.d.	21,0	n.d.	86,0	5,0
GLN	73,0	282,0	n.d.	116,0	n.d.	76,0	21,0
GLU	7,0	10,0	46,0	48,0	10,0	8,0	106,0
PRO	n.d.	n.d.	163,0	46,0	5,0	5,0	30,0
GLY	n.d.	n.d.	18,0	1,0	3,0	0,0	8,0
ALA	2,0	5,0	174,0	7,0	25,0	11,0	111,0
VAL	0,0	5,0	84,0	9,0	41,0	6,0	13,0
CYS	n.d.	n.d.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MET	n.d.	n.d.	5,0	1,0	15,0	1,0	3,0
ILE	2,0	7,0	51,0	5,0	19,0	3,0	4,0
LEU	1,0	7,0	53,0	8,0	9,0	2,0	9,0
TYR	n.d.	n.d.	32,0	4,0	3,0	1,0	13,0
PHE	1,0	4,0	37,0	4,0	15,0	1,0	10,0
TRP	n.d.	n.d.	13,0	n.d.	2,0	n.d.	0,0
LYS	0,0	n.d.	38,0	5,0	25,0	1,0	15,0
HIS	0,0	3,0	31,0	2,0	16,0	2,0	7,0
ARG	1,0	5,0	92,0	3,0	65,0	29,0	3,0

Tabella 1. Contenuto in aminoacidi liberi dei vegetali più diffusi in commercio (Ninomiya, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

Il pomodoro, una delle verdure più importanti e presenti sulle nostre tavole (il consumo in Italia è stimato intorno ai 60 kg pro-capite/anno), è anche quella che contiene la maggior quantità di aminoacidi liberi.
Nella Tabella 10 è messo in risalto l'incremento dei valori aminoacidici durante la maturazione dei pomodori e si nota in particolare l'aumento vertiginoso della concentrazione di acido glutammico che passa dai 20 mg/100 g dei pomodori verdi, ai ben 175 mg/100 g (+ 775%) dei pomodori maturi (Ninomiya, 2002).

	POMODORO		
Stadio di maturazione (colore)	verde	rosa	rosso
mg/100 g			
ASP	54,9	26,1	51,5
SER + THR + GLN + ASP	109,1	59,9	53,8
GLU	20,0	74,0	175,0
GLY	3,2	1,6	1,8
ALA	1,3	4,2	7,4
VAL	7,6	1,6	1,4
MET	1,2	1,3	1,4
ILE	8,4	2,5	2,6
LEU	3,7	3,3	4,2
TYR	11,9	6,3	5,8
PHE	22,7	16,6	20,6
LYS	11,3	7,8	8,8
HIS	5,2	3,6	4,2
ARG	4,2	4,2	6,0

Tabella 2. Variazioni dei livelli di aminoacidi liberi durante la maturazione dei pomodori (Ninomiya, 2002, modif.).

3.3.2.2. Funghi

I funghi meritano un paragrafo a parte nella categoria dei vegetali, in quanto rappresentano uno degli ingredienti più importanti della cucina cinese e giapponese, in particolare per quanto riguarda i funghi *shiitake* sia freschi che essiccati: è proprio grazie ad un uso massiccio di questi funghi che si può ritrovare il gusto umami in numerosissime pietanze di entrambi i paesi.
Infatti gli shiitake, soprattutto quelli essiccati, contengono grandi quantità di IMP (150 mg/100 g) e GMP (128 mg/100 g) e, per quanto riguarda gli aminoacidi liberi, una elevatissima quota di acido glutammico, pari a 1060 mg/100 g, seguito da alte concentrazioni di treonina, serina, lisina, alanina, arginina e acido aspartico (Tab. 11) (Yoshida, 1998).

Confrontando i funghi shiitake con i funghi porcini, molto diffusi nella nostra tradizione culinaria, si nota una notevole differenza soprattutto a livello dell'acido glutammico che è presente nei porcini con una concentrazione molto bassa (77 mg/100 g), mentre sono molto più alti i livelli di serina, glicina e alanina (quest'ultimo pari a 354 mg/100 g rispetto a 90 mg/100 g degli shiitake).

mg/100 g	**Shiitake** essiccati	**Porcini** essiccati	**Shiitake** freschi	**Champignon** freschi
IMP	150	10	0	0
ASP	70,0	106,0	8,0	11,0
THR	100,0	116,0	49,0	25,0
SER	80,0	194,0	39,0	19,0
GLU	1060,0	77,0	71,0	42,0
PRO	30,0	67,0	12,0	16,0
GLY	40,0	189,0	38,0	16,0
ALA	90,0	354,0	44,0	146,0
VAL	40,0	73,0	26,0	23,0
CYS	20,0	11,0	15,0	17,0
MET	30,0	51,0	3,0	5,0
ILE	20,0	46,0	17,0	20,0
LEU	30,0	64,0	28,0	35,0
TYR	70,0	25,0	15,0	12,0
PHE	50,0	38,0	21,0	30,0
TRP	20,0	27,0	11,0	19,0
LYS	140,0	62,0	33,0	19,0
HIS	120,0	27,0	21,0	21,0
ARG	230,0	188,0	64,0	7,0

Tabella 3. Presenza di IMP e di aminoacidi liberi in diversi tipi di funghi freschi ed essiccati (Yoshida, 1998, modif.).

3.3.2.3. Frutta

Come si può notare dalla Tabella 12, la concentrazione di aminoacidi liberi nella frutta è nettamente più bassa rispetto alle altre categorie di vegetali.
In particolare si nota come l'acido glutammico non sia l'aminoacido dominante, rappresentando in media soltanto il 5% della quota aminoacidica totale.
Prendendo in considerazione le mele, si nota una netta prevalenza di acido aspartico con circa 30 mg/100 g, seguito dall'asparagina, dal glutammato e dalla serina.
La predominanza di acido glutammico nella frutta è stata riscontrata soltanto nella papaia (Ninomiya, 2002).

	Mela	Uva	Kiwi	Avocado
mg/100 g				
ASP	10,0	4,0	4,7	36,0
THR	0,3	22,0	1,6	13,0
SER	1,0	8,0	0,6	25,0
ASN	30,2	n.d.	n.d.	n.d.
GLN	0,3	n.d.	n.d.	n.d.
GLU	4,0	5,0	4,7	18,0
PRO		3,0	0,1	15,0
GLY	0,1	2,0	0,3	12,0
ALA	0,8	51,0	1,1	26,0
VAL	0,1	3,0	0,9	19,0
CYS	0,2	0,0	0,8	1,0
MET	0,1	0,0	0,8	4,0
ILE	0,4	1,0	1,2	13,0
LEU	0,1	3,0	1,3	22,0
TYR	n.d.	1,0	0,8	5,0
PHE	0,1	2,0	3,3	8,0
TRP	n.d.	n.d.	n.d.	3,0
LYS	0,2	1,0	0,6	19,0
HIS	0,1	2,0	0,2	7,0
ARG	0,1	53,0	19,6	13,0

Tabella 4. Contenuto di aminoacidi liberi in diversi tipi di frutta (Ninomiya, 2002, modif.); n.d. = valore non determinato.

3.3.2.4. Condimenti

Attualmente nel mondo, ma in particolare nell'estremo oriente, vengono utilizzati in cucina numerosi condimenti a base di pasta o salsa di legumi, prodotti dalla fermentazione di un mix fra legumi, cereali e funghi con aggiunta di sale: la presenza del sale aiuta la degradazione proteica da parte dei funghi e favorisce di conseguenza la formazione di maggiori quantità di aminoacidi liberi.
Una delle più antiche ricette di pasta e di salsa di legumi (chiamate rispettivamante "*chi*" e "*jiang*") è stata scoperta nel "Chimin Yaoshu", un libro cinese di agricoltura risalente al 6° secolo: il "chi" veniva

prodotto con sale mescolato a cereali e legumi fermentati, da cui si ricavava un liquido che veniva chiamato "jiang" o salsa di legumi.
Sicuramente al giorno d'oggi la salsa più utilizzata al mondo è la salsa di soia (Tab. 13) che viene comunemente utilizzata come condimento in numerosissimi paesi del mondo, Italia compresa.
La produzione della salsa di soia avviene in paesi orientali, in particolare in Cina, Giappone e soprattutto Corea.
Come si nota dalla Tabella 13, la quantità di aminoacidi liberi che essa contiene è elevatissima: da notare in particolare la concentrazione di acido glutammico.
Proprio grazie a queste elevate concentrazioni di aminoacidi liberi e alle elevate concentrazioni di 5'-nucleotidi (non riportate in tabella), la salsa di soia è in grado di conferire il tipico gusto umami ai cibi in cui viene inserita (Yoshida, 1998).

	SALSA DI SOIA			
	Corea	Cina	Giappone	Filippine
g/100 g				
NaCl	20,2	22,3	25,4	n.d
mg/100 g				
ASP	632,0	430,0	495,0	247,0
THR	255,0	180,0	235,0	79,0
SER	345,0	290,0	344,0	104,0
ASN	0,0	n.d	19,0	n.d.
GLU	1264,0	960,0	782,0	412,0
PRO	349,0	290,0	291,0	107,0
GLY	278,0	220,0	184,0	89,0
ALA	404,0	370,0	348,0	96,0
VAL	299,0	240,0	336,0	92,0
CYS	0,0	n.d	12,0	n.d.
MET	43,0	70,0	92,0	20,0
ILE	259,0	220,0	300,0	89,0
LEU	453,0	490,0	450,0	158,0
TYR	99,0	100,0	91,0	44,0
PHE	156,0	260,0	234,0	94,0
TRP	n.d	0,0	n.d	0,0
LYS	275,0	220,0	213,0	118,0
HIS	136,0	90,0	104,0	53,0
ARG	331,0	290,0	253,0	122,0
TAU	14,0	n.d	23,0	n.d.

Tabella 5. Contenuto in NaCl e in aminoacidi liberi nella salsa di soia prodotta in diversi paesi Orientali (Yoshida, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

3.3.3. EFFETTI NUTRIZIONALI DELL'UMAMI NELLA DIETA: RAPPORTO FRA APPETIBILITA' ED EQUILIBRIO ENERGETICO

Assodato l'effetto esercitato dai componenti chiave alla base dell'umami (MSG e 5'-nucleotidi) sull'appetibilità degli alimenti che li contengono, è rimasto da chiarire un quesito molto importante: l'incremento di appetito causato dall'umami può influenzare le abitudini alimentari e l'apporto energetico della dieta?
Questa è una domanda di importanza cruciale, soprattutto tenendo conto che il sovrappeso e l'obesità stanno aumentando in modo vertiginoso nei paesi occidentali e in teoria, se l'apporto di MSG causa un aumento di appetito, dovrebbe aumentare di conseguenza anche la quantità di cibo ingerito.
In effetti è stato dimostrato chiaramente in alcuni studi effettuati sull'uomo e sugli animali che una maggiore appetibilità del cibo comporta un aumento di ingestione dello stesso e perciò un aumento di peso corporeo.
Tuttavia studi recenti effettuati sull'uomo hanno portato ad altre importanti considerazioni: l'incremento di assunzione di cibo derivante dall'aggiunta di sostanze umami che hanno lo scopo di renderlo più appetitoso, si ha solo durante i primi giorni.
Trascorsi questi intervengono meccanismi regolatori corporei che riportano i livelli energetici introdotti a quelli originari.
Quindi, non solo le sostanze umami introdotte artificialmente nei cibi non causano problemi di bilancio energetico, ma possono essere utilizzate per aumentare l'appetito in soggetti a rischio, quali gli anziani, come già ricordato in precedenza, o pazienti che soffrono di disturbi dell'alimentazione come l'anoressia (Bellisle, 1998).

3.3.4. LOCALIZZAZIONE DEI RECETTORI DELL'UMAMI

Non ci sono molti dati riguardo alla localizzazione dei recettori dell'umami, a parte alcuni studi effettuati da Cairncross & Sjöström (1948) e Maeda (1960): i primi misero in evidenza che il MSG provoca una leggera stimolazione della gola e della parte posteriore della bocca; mentre il secondo sottolineò l'esistenza di una parte della lingua più sensibile all'umami (Yamaguchi, 1998).
Maruyama e Yamamuchi (1994) studiarono in modo approfondito le localizzazioni dei recettori dei gusti base nella lingua e li suddivisero in cinque zone fondamentali: 1) la punta; 2) la parte laterale 2cm dietro alla punta; 3) l'area in cui originano le papille filiformi; 4) l'area centrale, 1 cm posteriormente alla punta; 5) l'area centrale, 3 cm posteriormente alla punta (Fig 9) (Maruyama e Yamamuchi, 1994).
Per stimolare le varie aree recezione usarono la carta da filtro impregnata di varie sostanze che rappresentassero i cinque gusti base e scoprirono che la soluzione 40mM di MSG + IMP (la tipica soluzione usata per percepire l'umami) stimolò chiaramente la zona 3, mentre le altre zone non erano stimolate significativamente.

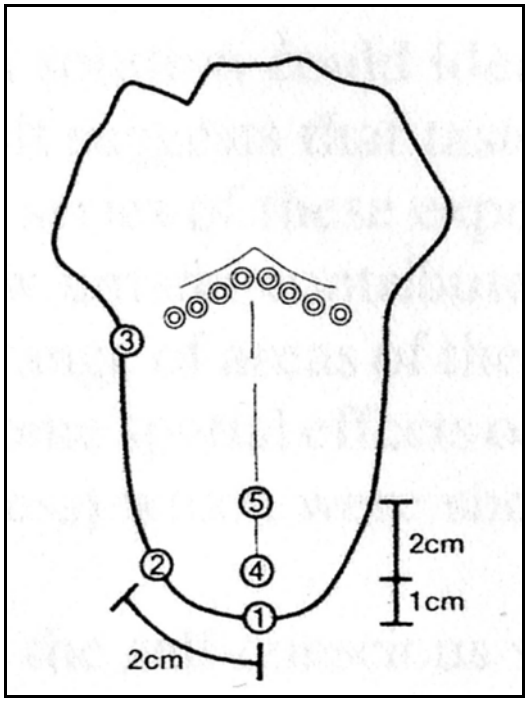


Figura 1. Localizzazione sensoriale dei gusti base nella lingua secondo Maruyama e Yamamuchi (Yamaguchi, 1998).

Sempre gli stessi ricercatori misero in evidenza un'importante considerazione riguardo all'umami, cioè che la percezione di questo gusto è legato alle sue cosiddette "proprietà temporali", ovvero che l'umami non è un gusto immediatamente percepibile, ma lo diventa dopo qualche tempo che è presente in bocca o, ancor più, dopo la deglutizione.
Riguardo a questa importante scoperta, vi è da sottolineare che in precedenza, nel 1990, i ricercatori Horio & Kawamura dimostrarono proprio che un grande numero di recettori dell'umami vengono stimolati sia durante la masticazione, sia dopo la deglutizione, dai residui di saliva presenti nella bocca (Horio e Kawamura, 1990).
Dunque non desta meraviglia se l'umami non viene riconosciuto immediatamente dalle persone o se viene descritto molto spesso come un retrogusto (Yamaguchi, 1998).

4. UMAMI NEI PRODOTTI ITTICI

Le sostanze che contribuiscono a formare il gusto umami sono presenti in modo massiccio anche negli alimenti ittici e concorrono a formarne il sapore, insieme ad altre sostanze come aminoacidi liberi (in particolare alanina, metionina, valina, prolina), ioni sodio e potassio, nonchè acido fosforico (Komata, 1990).
Vi è però da mettere in risalto la scarsità di informazioni riguardo all'umami negli alimenti ittici: se sugli alimenti presi in considerazione nei capitoli precedenti (carni di mammiferi terrestri, frutta, verdura e formaggi) c'è una certa completezza bibliografica, riguardo agli alimenti ittici, come pesci, crostacei e molluschi, i riscontri scientifici scarseggiano.
Questa mancanza è sicuramente da imputarsi all'argomento trattato, relativamente recente, ma anche al fatto che in generale gli alimenti ittici non vengono presi in considerazione nella maniera dovuta: in questo caso, invece, sarebbero proprio questi ultimi a presentare importanti caratteristiche, prima fra tutte il ruolo essenziale dell'IMP prodotto dal deterioramento delle carni *post mortem*.
Perciò, in questo capitolo, è essenziale anzitutto spiegare alcuni importanti fenomeni tipici degli alimenti ittici, dopodiché sarà analizzato approfonditamente l'umami, la sua importanza nei prodotti ittici (sia freschi che lavorati), il consumo nelle diverse realtà mondiali e infine saranno confrontate, per gli ingredienti, alcune fra le più diffuse minestre surgelate per mettere in risalto se, e in che misura, abbiamo a che fare con il quinto gusto (forse ancora in modo inconsapevole) nella vita di tutti giorni.

4.1. DETERIORAMENTO *POST MORTEM* DEGLI AROMI DEL PESCE

Una delle caratteristiche tipiche dei prodotti ittici è la grande rapidità di deterioramento delle loro carni successivamente alla morte, ed è una delle variabili da tenere maggiormente in considerazione in campo commerciale per cercare di garantire al consumatore un prodotto sempre fresco e di ottima qualità.
Alcuni fra i primi aromi che cambiano dopo la morte del pesce sono dovuti a processi autolitici prodotti dall'azione di enzimi presenti nei tessuti che continuano la propria azione anche dopo la morte dell'organismo (Lindsay, 1994; Morioka e coll., 1999).
I nucleotidi vengono degradati da enzimi endogeni nei muscoli durante i primi stadi di conservazione del pesce e, dopo una serie di reazioni, si verifica la conversione di *adenosina-5'-trifosfato* (ATP) in *ipoxantina* (Hx).
Al trascorrere del tempo, entrano in azione meccanismi di degradazione di tipo microbico che contribuiranno a degradare ulteriormente le carni e che porteranno alla formazione dei caratteristici odori e aromi di "pesce marcio" (Imm e Lee, 1999).
A noi, però, interessano più in particolare gli aromi legati a due sostanze in particolare: l'IMP e l'Hx.
Nel caso delle carni del pesce, come si può notare dalla Figura 10, l'IMP è un prodotto intermedio della degradazione dell'ATP e viene ritenuto come una sostanza di tipo "desiderabile" proprio per le sue dimostrate capacità di esaltatore dei sapori dovuto all'importante rapporto sinergico con l'MSG (vedi Capitolo 3.2.3.).

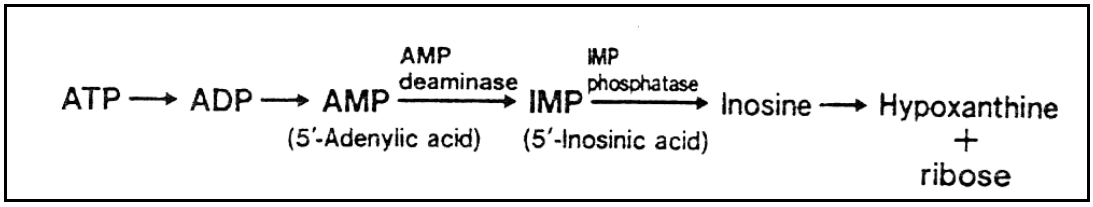


Figura 1. Degradazione enzimatica post mortem dell'ATP (Komata, 1990, modif.).

L'IMP presenta il suo massimo picco di concentrazione dopo circa due giorni dalla morte del pesce conservato a 4°C, dopodiché decresce rapidamente facendo affiorare sapori sgradevoli dovuti all'aumento di ipoxantina (Fletcher e Statham, 1988).
Questo rappresenta l'ultimo stadio della degradazione dell'ATP e, come dimostrato da vari ricercatori, apporta alle carni di pesce un tipico e sgradevole sapore amaro.
In altre parole, l'IMP è una sostanza altamente desiderabile, che apporta notevoli benefici al gusto del pesce e che è caratteristica del pesce fresco; al contrario l'ipoxantina è una sostanza sgradevole che indica la perdita di freschezza da parte del pesce considerato.
Non a caso dal rapporto fra la concentrazione di ipoxantina e degli altri nucleotidi rispetto a quella dell'IMP, si calcola il *K-value*, ossia un coefficiente che indica in modo oggettivo e molto preciso il grado di freschezza delle derrate e che da tempo viene utilizzato con successo (Maruyama e Yamaguchi, 1994) .
Visto il ruolo essenziale che presenta l'IMP nel sapore del pesce, è importante illustrare il rapporto fra IMP e Hx in quanto ha una notevole importanza per la formazione del gusto umami nei prodotti ittici.
A questo proposito è utile riportare in sintesi uno studio del 1990 di Fletcher, il quale effettuò un test di tipo edonistico su un panel composto da undici persone a cui sottopose ben settantuno campioni di pesce di otto diverse specie, selezionati a seconda della concentrazione di IMP e Hx.
Fletcher dimostrò appunto che i giudizi di gradimento più elevati venivano assegnati ai campioni contenenti un'elevata concentrazione di IMP, in genere fra 5 e 6 μmol/ g di alimento dopo una conservazione di due giorni a 4°C, mentre a giudizi altamente negativi corrispondevano elevate concentrazioni di Hx (almeno 2 μmol/g) (Fletcher e coll., 1990).

4.1.1. PRESENZA DI IMP NEI PRODOTTI ITTICI

Alla luce di quanto detto in precedenza, è importante stabilire se e in quale entità è presente IMP nelle diverse specie ittiche: la tabella successiva illustra, appunto, la concentrazione di IMP in alcuni fra i più diffusi prodotti ittici.

Alimento fresco	IMP (mg/100 g)	Alimento essiccato	IMP (mg/100 g)
Bonito	**285**	**Sardina**	**863**
Sgombro	**215**	**Bonito**	**687**
Sardina	**193**	**Sardina** (stadio giovanile)	**439**
Tonno pinne blu	**188**		
Gamberetto	**92**		

Tabella 1. Livelli di IMP negli alimenti ittici di origine marina, sia freschi che essiccati (Komata, 1990, modif.).

Confrontando i valori riportati in tabella si notano due realtà: la notevole differenza fra la concentrazione di IMP sia fra alimento fresco ed essiccato, sia fra vertebrati e invertebrati, rappresentati in tabella dal gamberetto comune (*Plesiopenaeus edwardsianus*).
Per quanto riguarda la prima situazione, essa si può spiegare attraverso tutti quei meccanismi di idrolisi proteica che avvengono durante l'essiccazione, enunciati nei capitoli precedenti, che portano ad un notevole accumulo di aminoacidi liberi e di IMP: per esempio nella sardina (*Sardina pilchardus*) vi è un aumento di IMP di ben il 347%.
L'elevata differenza di concentrazione di IMP fra vertebrati e invertebrati marini è invece dovuta ad un importante fattore di natura biochimica nelle reazioni di degradazione dell'ATP (Yamanaka e Shimada, 1996).
Infatti, mentre i vertebrati presentano l'enzima AMP deaminasi che converte l'AMP in IMP, gli invertebrati convertono l'AMP direttamente

in inosina attraverso l'adenosina deaminasi tralasciando, perciò, quella reazione intermedia che porta alla produzione e all'accumulo di IMP (vedi reazione A, Fig. 11) (Komata, 1990).

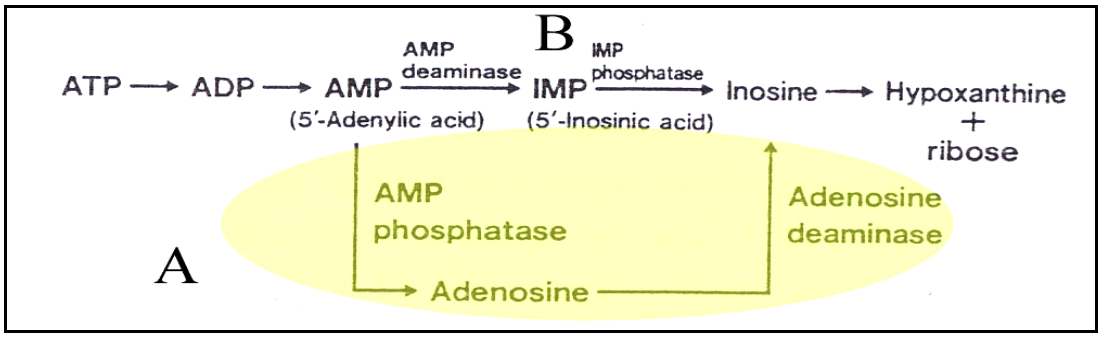


Figura 2. Degradazione enzimatica *post mortem* dell'ATP. In evidenza la reazione che avviene negli invertebrati (A), rispetto ai vertebrati (B) (Komata, 1990, modif.).

4.2. PRESENZA DI UMAMI NEGLI ALIMENTI ITTICI E DERIVATI

4.2.1. PESCI, MOLLUSCHI E CROSTACEI

Per la compilazione di questa parte, sono affiorati numerosi problemi di natura bibliografica che dimostrano la scarsità e incompletezza di informazioni inerenti gli alimenti ittici, a cui avevo accennato all'inizio di questo capitolo.
In particolare vi sono due gravi lacune: la prima, che è sicuramente la più importante, è che non sono stati effettuati studi sui contenuti aminoacidici liberi dei pesci, ma solo su molluschi e crostacei; eppure le notizie bibliografiche sono molto recenti.
Infatti i pesci vengono presi in considerazione solo come componenti essenziali di brodi o zuppe, oppure di particolari condimenti, come per esempio la pasta d'acciughe o il bonito essiccato.
La seconda lacuna è invece da considerarsi più come un errore da parte degli autori: infatti ho riscontrato che sono state analizzate molte specie, fra molluschi e crostacei, assolutamente sconosciute alla nostra realtà europea e di cui, non essendone stata riportata la denominazione in latino, non si è potuto far altro che trascriverli in inglese, riconoscendone soltanto la classe di appartenenza.
"Errori" del genere, tuttavia, appaiono giustificabili, in quanto le notizie bibliografiche da cui ho attinto provengono esclusivamente da studi effettuati da ricercatori giapponesi ed è quindi ovvio che abbiano preso in considerazione alimenti vicini alla loro tradizione culinaria, che non sono mai stati prima d'ora analizzati e discussi da ricercatori italiani ed europei.

Dopo queste necessarie precisazioni, è importante esaminare i contenuti di aminoacidi liberi e di nucleotidi in alcuni alimenti di origine marina: nella tabella 15 sono presenti alcuni fra molluschi bivalvi, echinodermi e

crostacei che hanno maggiore successo commerciale in Giappone, come la cappasanta (*Pecten jacobaeus*), la short necked clam ovvero un tipo di vongola a noi sconosciuta, il riccio di mare (*Strongylocentratus franciscanus*), lo snow crab (*Chionoecetes opilio*), cioè un crostaceo simile al *Carcinus* e i due comunissimi gamberi white shrimp (*Penaeus vannamei*) e kuruma prawn (*Penaeus japonicus*).

	Cappasanta	Short necked clam	Riccio di mare	Snow crab	White shrimp	Kuruma prawn
Nucleotidi						
mg/100 g						
IMP	n.d.	n.d.	2,0	5,0	0,0	n.d.
GMP	14,0	n.d.	2,0	4,0	n.d.	n.d.
AMP	172,0	28,0	10,0	32,0	87,0	n.d.
Aminoacidi liberi						
mg/100 g						
ASP	4,0	18,0	4,0	10,0	2,0	3,0
THR	16,0	5,0	68,0	14,0	n.d.	10,0
SER	8,0	7,0	130,0	14,0	21,0	25,0
ASN	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19,0
GLU	140,0	90,0	103,0	19,0	20,0	115,0
PRO	51,0	3,0	26,0	327,0	169,0	456,0
GLY	1925,0	180,0	842,0	623,0	368,0	816,0
ALA	256,0	74,0	261,0	187,0	73,0	66,0
VAL	8,0	4,0	154,0	30,0	19,0	20,0
CYS	4,0	0,0	12,0	n.d.	n.d.	n.d.
MET	3,0	3,0	47,0	19,0	12,0	11,0
ILE	2,0	3,0	100,0	29,0	12,0	8,0
LEU	3,0	5,0	176,0	30,0	19,0	16,0
TYR	n.d.	n.d.	158,0	19,0	20,0	15,0
PHE	2,0	3,0	79,0	17,0	8,0	5,0
TRP	n.d.	3,0	39,0	10,0	n.d.	n.d.
LYS	5,0	6,0	215,0	25,0	22,0	15,0
HIS	2,0	3,0	54,0	8,0	68,0	15,0
ARG	323,0	53,0	316,0	579,0	439,0	629,0
TAU	784,0	555,0	105,0	243,0	72,0	87,0

Tabella 1. Contenuto di nucleotidi e di aminoacidi liberi in diversi alimenti di origine marina (Ninomiya, 2002); n.d.= valore non determinato.

Tra i valori in tabella vi è da sottolineare in particolare il riccio di mare che presenta ben undici aminoacidi in relazione ai quali la frazione libera supera i 100 mg/100 g: glicina, arginina, alanina, lisina, leucina, tiroxina, serina, valina, taurina, isoleucina e acido glutammico.
Inoltre vi è da mettere in evidenza l'attività di IMP e GMP, essenziali per la formazione del gusto umami, che sono presenti entrambi con una concentrazione pari a 2 mg/100 g.
Nella short necked clam, la taurina e la glicina sono gli aminoacidi con la concentrazione maggiore, anche se vi è da rilevare una notevole presenza di acido glutammico e di AMP per quanto concerne i nucleotidi (Ninomiya, 2002).
Nella tabella 16a e 16b sono invece confrontate diverse specie di crostacei cotti in acqua bollente, alcune delle quali sconosciute a noi occidentali.
Sono infatti rappresentati il blue crab, che è conosciuto in Italia come *Carcinus* ed è uno dei crostacei decapodi più presenti nei mercati ittici (in particolare il *Carcinus mediterraneus*), lo snow crab (*Chionoecetes opilio*), l'horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*), il king crab (*Paralithodes camtschatica*) e l'Alaska king crab che è una varietà di king crab presente solo in Alaska ed esportato all'estero, soprattutto in Giappone.
Come si può notare da entrambe le tabelle, sono stati analizzati gli aminoacidi liberi presenti in diversi siti corporei: in tutti i campioni è stato analizzato il muscolo adduttore (m) mettendo a confronto i valori reperiti in maschi (M) e femmine (F); inoltre sono stati presi in considerazione l'epatopancreas (e) e l'ovaia (o), come nel caso dello snow crab dell'Alaska king crab (Konosu e coll., 1978).
E' interessante sottolineare come in tutte e cinque le specie considerate non vi sia una grande presenza di glutammato, mentre è più spiccata la concentrazione di altri aminoacidi, quali prolina, glicina, alanina e taurina.
Inoltre, osservando le figure 12, 13 e 14, si nota che nello snow crab vi è una spiccata differenza di concentrazione aminoacidica fra i sessi (a tutto vantaggio del maschio), mentre nel blue crab e nel king crab non si

notano particolari differenze, se si esclude il valore molto alto di arginina nella femmina di king crab (Ninomiya, 1998).

	Snow crab				Blue crab		Horsehair crab		
	m (M)	m (F)	e	o	m (M)	m (F)	m (M)	m (F)	e
mg/100 g									
ASP	10,0	6,0	8,0	5,0	15,0	19,0	10,0	19,0	18,0
THR	14,0	4,0	18,0	8,0	24,0	36,0	12,0	13,0	44,0
SER	17,0	3,0	19,0	8,0	23,0	37,0	23,0	18,0	50,0
ASN	n.d.	10,0	44,0	32,0	147,0	133,0	34,0	113,0	118,0
GLU	19,0	11,0	22,0	16,0	43,0	47,0	22,0	31,0	90,0
PRO	327,0	154,0	85,0	40,0	251,0	192,0	383,0	529,0	102,0
GLY	623,0	253,0	172,0	101,0	444,0	454,0	894,0	575,0	411,0
ALA	187,0	74,0	114,0	52,0	144,0	175,0	158,0	141,0	152,0
VAL	30,0	6,0	51,0	12,0	48,0	59,0	14,0	12,0	89,0
MET	19,0	5,0	30,0	8,0	49,0	44,0	13,0	17,0	57,0
ILE	29,0	5,0	48,0	9,0	29,0	36,0	5,0	5,0	69,0
LEU	30,0	8,0	67,0	13,0	59,0	76,0	9,0	9,0	36,0
TYR	19,0	5,0	50,0	55,0	23,0	28,0	10,0	19,0	88,0
PHE	17,0	5,0	50,0	17,0	20,0	27,0	7,0	6,0	115,0
TRP	10,0	n.d.	12,0	105,0	6,0	9,0	n.d.	n.d.	37,0
LYS	25,0	8,0	80,0	53,0	44,0	52,0	10,0	11,0	140,0
HIS	8,0	5,0	11,0	10,0	23,0	33,0	11,0	13,0	28,0
ARG	579,0	292,0	224,0	277,0	329,0	386,0	786,0	663,0	271,0
TAU	243,0	156,0	148,0	118,0	214,0	183,0	550,0	487,0	328,0

Tabella 2a. Contenuto di aminoacidi liberi in alcune varietà di crostacei (Konosu e coll., 1978, modif.); n.d. = valore non determinato (vedi testo per ulteriori spiegazioni).

	King crab			Alaska king crab			
	m (M)	m (F)	o	m (M)	m (F)	e	o
mg/100 g							
ASP	7,0	8,0	7,0	10,0	3,0	20,0	5,0
THR	31,0	47,0	13,0	35,0	52,0	35,0	12,0
SER	46,0	66,0	20,0	17,0	58,0	30,0	17,0
ASN	143,0	136,0	49,0	255,0	204,0	109,0	34,0
GLU	75,0	80,0	75,0	72,0	55,0	38,0	30,0
PRO	319,0	370,0	32,0	502,0	226,0	75,0	72,0
GLY	741,0	700,0	293,0	611,0	412,0	136,0	190,0
ALA	176,0	187,0	74,0	186,0	180,0	128,0	72,0
VAL	56,0	62,0	16,0	54,0	64,0	60,0	16,0
MET	43,0	52,0	8,0	38,0	43,0	30,0	11,0
ILE	48,0	65,0	14,0	31,0	54,0	44,0	14,0
LEU	72,0	105,0	25,0	63,0	86,0	86,0	26,0
TYR	50,0	49,0	23,0	56,0	37,0	56,0	17,0
PHE	42,0	53,0	20,0	54,0	49,0	60,0	19,0
TRP	14,0	15,0	14,0	n.d.	n.d.	13,0	24,0
LYS	45,0	63,0	27,0	56,0	66,0	77,0	53,0
HIS	n.d.	20,0	15,0	31,0	29,0	21,0	14,0
ARG	10,0	527,0	170,0	775,0	529,0	201,0	173,0
TAU	363,0	356,0	245,0	372,0	264,0	513,0	283,0

Tabella 16b. Contenuto di aminoacidi liberi in due crostacei strettamente parenti fra loro (Konosu e coll., 1978, modif.); n.d. = valore non determinato (vedi testo per ulteriori spiegazioni).

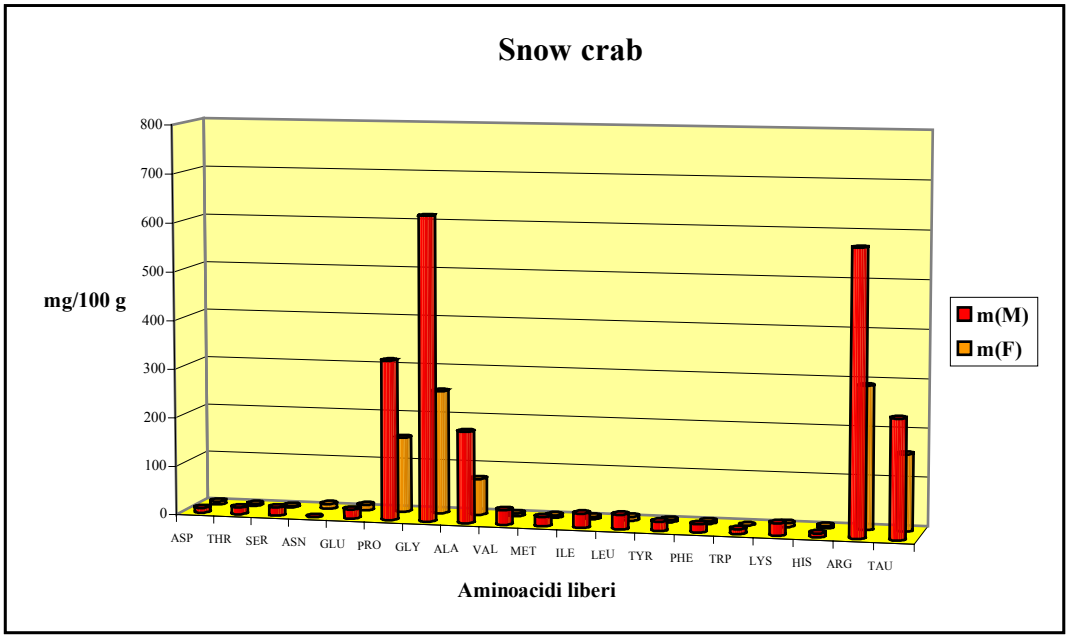


Figura 1. Confronto fra il contenuto di aminoacidi liberi nel muscolo adduttore maschile (M) e femminile (F) dello snow crab (*Chionoecetes opilio*).

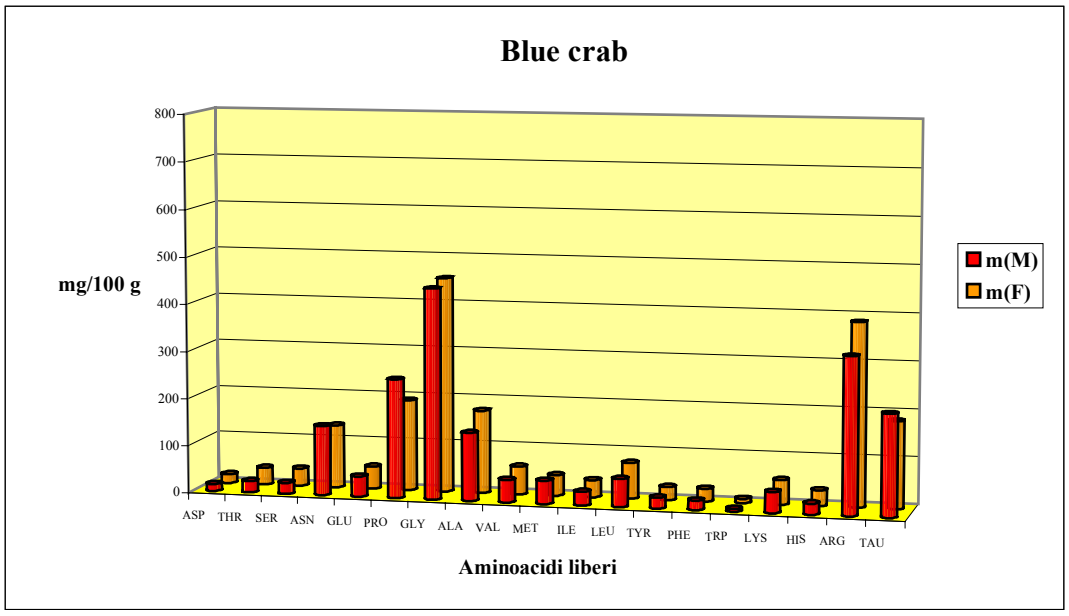


Figura 2. Confronto fra il contenuto di aminoacidi liberi nel muscolo adduttore maschile (M) e femminile (F) del blue crab (*Carcinus spp.*).

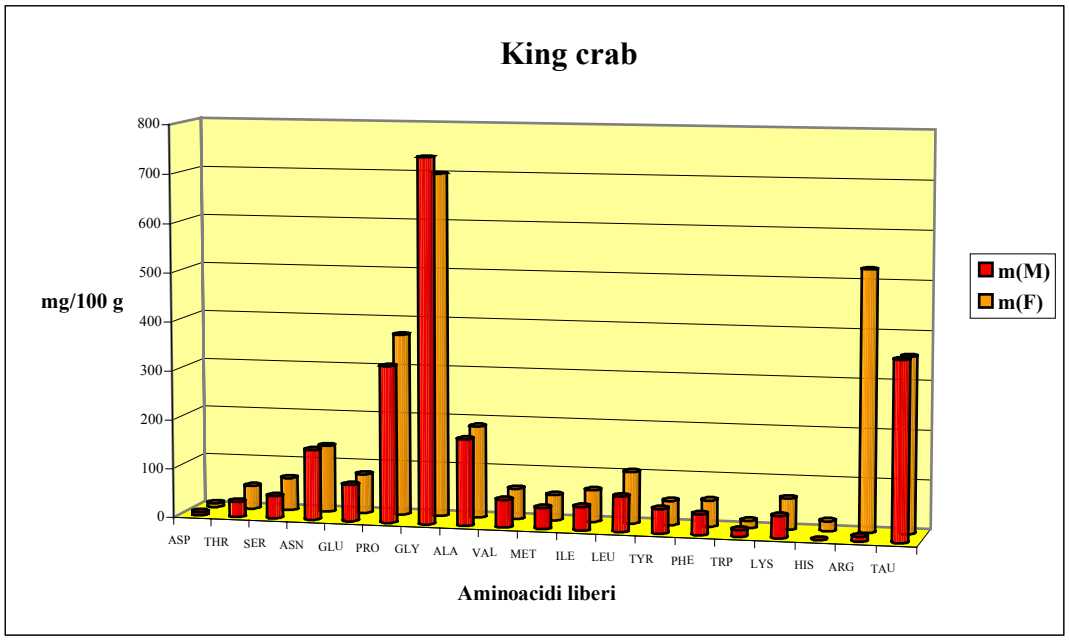


Figura 3. Confronto fra il contenuto di aminoacidi liberi nel muscolo adduttore maschile (M) e femminile (F) del king crab (*Paralithodes camtschatica*).

4.2.2. ALGHE

Le alghe fanno parte degli alimenti vegetali largamente usati nella cucina tradizionale giapponese, ma che non trovano impiego nel mondo occidentale, salvo alcune pietanze della cucina macrobiotica in cui vengono utilizzate spesso sotto forma di estratti essiccati.
Nella tabella successiva sono rappresentate le specie di alghe più diffuse: la *konbu* (*Lamineria japonice*) e la *wakame* (*Undaria pinnetifida*) come alghe fresche, mentre la *nori* (*Porphyra*) vi compare come alga essiccata (Otsuka, 1998).

	Nori essiccata		Konbu fresca	Wakame fresca
Nucleotidi				
mg/100 g				
IMP	8,5		n.d.	n.d
GMP	12,5		n.d.	n.d.
Aminoacidi liberi				
mg/100 g				
ASP	310,0		823,3	0,5
THR	38,0		3,3	8,7
SER	41,0		10,7	6,2
GLU	1378,0		1608,0	8,6
PRO	n.d.		49,0	15,0
GLY	20,0		4,0	43,7
ALA	1754,0		52,0	59,2
VAL	37,0		6,7	1,1
CYS	n.d.		n.d.	0,5
MET	5,0		2,0	0,2
ILE	16,0		4.3	1,1
LEU	35,0		4,0	1,9
TYR	4,0		5,0	1,0
PHE	17,0		3,0	0,9
TRP	n.d.		n.d.	0,6
LYS	12,0		4,3	3,3
HIS	16,0		0,3	0,2
ARG	11,0		4,7	3,5
TAU	1569,0		n.d.	1,1

Tabella 1. Contenuto di nucleotidi e di aminoacidi liberi in diverse specie di alghe fresche ed essiccate (Otsuka, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

Dai valori riportati in tabella si nota immediatamente nella konbu il valore molto elevato dell'acido glutammico che rappresenta ben il 60% degli aminoacidi totali; mentre l'altra alga fresca, la wakame, è ricca in glicina e alanina.
Nella nori, l' unica alga essiccata presa in considerazione, vi sono valori molto elevati di acido glutammico, alanina, taurina (1569 mg/100 g) e vi è da menzionare la presenza di nucleotidi come l'IMP e GMP.

4.2.3. BRODO

Diciamo innanzi tutto che il brodo può essere considerato come una via di mezzo fra un condimento e un vero e proprio alimento, e può essere preparato sia con vegetali che con carne (Otsuka, 1998).
Nel nostro caso vengono presi in esame due brodi preparati con altrettanti prodotti di origine marina, utilizzati in dose pari a 150 g/3000 ml di acqua: il bonito essiccato (*Katsuwonus pelamis*), ossia una varietà di tonno molto diffuso in Giappone e il cui brodo prende il nome di *katsuobushi* e le sardine essiccate (*Sardina pilchardus*) da cui si prepara un brodo che in Giappone chiamano *niboshi* (Yoshida, 1998).
La tabella 18 mostra il contenuto di nucleotidi e aminoacidi liberi nel brodo di bonito e in quello di sardine.
Nel primo si nota un elevato valore (414 mg/100 g) di IMP, che denota la grande importanza di questo brodo come attivatore dell'umami, nel caso venga utilizzato come condimento in altri cibi che contengono una certa quota di glutammato.
Anche nel brodo di sardine l'IMP è presente con un'alta concentrazione e presenta una quota di GMP leggermente superiore al brodo di bonito.
In entrambi i tipi di brodo, gli aminoacidi liberi presenti in maggior quantità sono rappresentati da istidina, prolina, lisina, alanina, fenilalanina e arginina (quest'ultima in particolare nel brodo di sardine) (Ninomiya, 1998).

	Katsuobushi Bonito essiccato	Niboshi Sardine essiccate
Nucleotidi		
mg/100 g		
IMP	414,0	118,0
GMP	19,0	21,0
Aminoacidi liberi		
mg/100 g		
ASP	9,0	5,0
THR	12,0	6,0
SER	10,0	4,0
GLU	24,0	16,0
PRO	21,0	21,0
GLY	22,0	7,0
ALA	49,0	18,0
VAL	20,0	8,0
MET	10,0	3,0
ILE	10,0	5,0
LEU	17,0	8,0
TYR	8,0	4,0
PHE	23,0	11,0
LYS	79,0	19,0
HIS	30,0	122,0
ARG	5,0	16,0

Tabella 1. Livelli di nucleotidi e aminoacidi liberi nel brodo preparato con due differenti prodotti di origine marina (Otsuka, 1998, modif.).

4.2.4. CONDIMENTI

In questo capitolo, a mio giudizio uno dei più interessanti e "curiosi" dell'intera dissertazione, infatti saranno presi in considerazione alcuni fra i più diffusi condimenti a base di pesce e crostacei, di cui, come al solito, sarà rilevato il contenuto di aminoacidi liberi e, come vedremo, si metterà in evidenza che essi sono fra gli alimenti che contengono la maggior quantità di acido glutammico.
Purtroppo vi è da sottolineare che nessun ricercatore ha esaminato le concentrazioni dei nucleotidi, per cui vi è una grossa lacuna dal punto di vista scientifico che speriamo possa essere colmata in un futuro abbastanza prossimo.
Molti dei condimenti che saranno esaminati fanno parte di culture culinarie tradizionali, la maggior parte delle quali provenienti dall'estremo oriente, in particolare da paesi come Tailandia, Corea, Cina e Giappone, per cui non bisogna stupirsi se la quasi totalità dei nomi risultano a noi sconosciuti.
Una cosa molto importante e curiosa è che nel mondo occidentale l'unico condimento esistente a base di pesce è rappresentato dalle nostre acciughe sott'olio e dalla pasta d'acciughe, sua "parente stretta": non esiste alcun altro condimento a base di prodotti ittici, se si escludono quelli importati dall'Oriente (Yoshida, 1998).
Eppure la nostra tradizione gastronomica in questo ambito è ben radicata.
Infatti, è stato scoperto che il primo condimento a base di pesce fermentato nacque in Italia nel II secolo A.C. in epoca romana, quando venne "inventato" il *liquamen* (chiamato *garum* in Grecia), ossia una salsa prodotta dal pesce fermentato al sole che veniva usata in ben l'80% dei cibi per aggiungere, inconsapevolmente, il gusto umami.
Il procedimento di preparazione del liquamen era piuttosto semplice: venivano utilizzate interiora di pesce ricoperte di sale e inserite in pentole, veniva aggiunto il pesce (generalmente acciughe o sgombri) e il tutto veniva lasciato al sole per accelerare la fermentazione.

Successivamente il pesce fermentato veniva filtrato attraverso un colino e il liquido ricavato era appunto chiamato liquamen, mentre il residuo solido restante, detto *allec*, veniva valorizzato come antipasto (Ranzini, 2002).
Il liquamen era prodotto inizialmente solo a Pompei ma, visto il notevole successo, in breve tempo venne prodotto anche in altri paesi, come la Grecia, la Turchia e la Spagna (Tannahill, 1988).
L'equivalente moderno, per quanto assai più blando, del liquamen è rappresentato dalla pasta d'acciughe che, come vedremo nel capitolo riguardante i prodotti ittici surgelati, viene attualmente utilizzata in modo massiccio come esaltatore di sapidità e per conferire il gusto umami ai cibi.
Tornando ai nostri giorni, i condimenti derivanti da prodotti ittici in cui è presente umami si possono dividere in due categorie: i prodotti della fermentazione di pesce o crostacei e i cosiddetti estratti concentrati, come, ad esempio, l'estratto di bonito essiccato giapponese (Yoshida, 1998).

4.2.4.1. Prodotti della fermentazione di pesce e crostacei

Questi rappresentano la quasi totalità dei condimenti a base di prodotti ittici e si possono suddividere in tre gruppi: le salse, le paste e i prodotti fermentati pronti per l'uso.

Per quanto riguarda le salse (Fig. 15), si tratta di un tipo di condimento che viene largamente e comunemente utilizzato nei Paesi orientali, mentre in quelli occidentali lo si può trovare solo in ben determinati ristoranti.
Le modalità di produzione della salsa di pesce o di crostacei sono simili a quelle descritte precedentemente parlando del liquamen romano, l'unica differenza è che non vengono utilizzate le interiora: la semplicità dei processi produttivi e l'uniformità dei prodotti finali fermentati sono

indubbiamente una spiegazione all'uso così massiccio di questi prodotti, in un'area geografica così vasta e, in generale, povera rispetto all'Occidente, come il sudest asiatico.
I pesci utilizzati variano molto a seconda del Paese produttore. Generalmente vengono utilizzate sardine, acciughe e sgombri, mentre per le salse di crostacei si preferiscono i gamberetti comuni (*Crangon crangon*); inoltre in certi Paesi alcune salse possono essere prodotte utilizzando ostriche, vongole o granchi (Otsuka, 1998).



Figura 1. Una tipica bottiglia da 750 ml di salsa di pesce thailandese, utilizzata comunemente nella cucina Orientale come condimento.

Le tabelle 17 e 18 mostrano, rispettivamente, i valori di aminoacidi liberi presenti in differenti salse di pesce e di gamberetti, suddivise per paese di origine.
Da notare in generale nella tabella 17 gli altissimi valori aminoacidici, in particolare dell'acido glutammico il cui valore più basso è presente nel *yu lu* cinese con 828,4 mg/100 g e presenta il suo massimo nell'*ishiru* giapponese con ben 1383,1 mg/100 g, un valore molto vicino ai 1370 mg/100 g del *nuoc mam* vietnamita.
Gli altri aminoacidi liberi presenti in maggior quantità sono rappresentati da: aspartato, alanina, valina, leucina e lisina, quest'ultima presente con la maggior quota subito dopo l'acido glutammico.

	Giappone *Ishiru*	Vietnam *Nuoc mam*	Filippine *Patis*	Thailandia *Nam-pla*	Cina *Yu lu*
g/100 g					
NaCl	29,6	n.d.	28,5	n.d.	28,8
Aminoacidi liberi					
mg/100 g					
ASP	1059,5	1150,0	559,6	760,0	478,8
THR	608,7	700,0	481,75	460,0	304,0
SER	585,4	610,0	418,2	360,0	191,5
ASN	0,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
GLU	1383,1	1370,0	988,1	950,0	828,4
PRO	423,7	330,0	55,3	230,0	65,4
GLY	536,0	460,0	328,0	340,0	293,4
ALA	907,8	1010,0	686,7	700,0	506,2
VAL	745,1	830,0	649,8	590,0	503,1
CYS	n.d.	n.d.	250,1	n.d.	117,0
MET	261,1	270,0	395,6	230,0	255,4
ILE	432,9	390,0	506,3	360,0	275,4
LEU	537,8	490,0	709,3	450,0	580,6
TYR	195,7	60,0	n.d.	50,0	141,4
PHE	394,8	420,0	266,5	310,0	225,0
TRP	126,6	90,0	n.d.	90,0	n.d.
LYS	1157,8	1360,0	1143,9	890,0	808,6
HIS	532,2	460,0	670,3	320,0	194,6
ARG	337,9	80,0	30,7	n.d.	n.d.
TAU	n.d.	n.d.	223,4	n.d.	226,5

Tabella 17. Contenuto di NaCl e di aminoacidi liberi in diverse salse di pesce (Yoshida, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

Confrontando i valori della tabella 17 con quelli della tabella 18, si nota in quest'ultima una riduzione dei valori, anche se in generale si mantengono sempre su livelli abbastanza alti: in particolare l'acido glutammico è più abbondante nella salsa vietnamita (*nuoc mam tom chat*) con una concentrazione di 740,1 mg/100 g e in quella cinese, detta *xiayou* (Nakayama e Kimura, 1998).

	Vietnam *Nuoc mam tom chat*	Cina *Xiayou*
g/100 g		
NaCl	23,4	27,9
Aminoacidi liberi		
mg/100 g		
ASP	360,2	101,3
THR	179,5	120,8
SER	n.d.	n.d.
ASN	n.d.	n.d.
GLU	740,1	436,8
PRO	n.d.	n.d.
GLY	410,0	200,1
ALA	649,8	462,4
VAL	420,5	450,1
CYS	n.d.	80,5
MET	200,4	141,5
ILE	289,5	438,0
LEU	559,4	761,3
TYR	79,9	75,6
PHE	99,6	262,3
TRP	n.d.	n.d.
LYS	750,6	585,6
HIS	n.d.	41,5
ARG	n.d.	n.d.
TAU	390,4	264,7

Tabella 18. Contenuto di NaCl e di aminoacidi liberi in due salse di gamberetto (Nakayama e Kimura, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

Al contrario delle salse, le paste non sono condimenti liquidi, ma hanno una consistenza morbida, (basti pensare alla comunissima pasta d'acciughe) e, in genere, sono prodotte per triturazione di prodotti di scarto derivanti dalle operazioni di fermentazione di pesci o crostacei (Mizutani e coll., 1992).
Purtroppo in bibliografia risulta esaminata una sola pasta di pesce (Tab. 19) proveniente dalle Filippine che sarebbe stato interessante confrontarle con altri tipi, in particolare con la pasta d'acciughe nostrana; in compenso, sono stati esaminati alcuni tipi di paste di gamberetti, provenienti sempre dal sud-est asiatico (Tab. 20).

	Filippine
g/100 g	
NaCl	31,7
Aminoacidi liberi	
mg/100 g	
ASP	192,7
THR	207,3
SER	138,7
ASN	n.d.
GLU	419,0
PRO	56,9
GLY	165,0
ALA	277,4
VAL	280,3
CYS	84,7
MET	132,9
ILE	235,0
LEU	338,7
TYR	204,4
PHE	131,4
TRP	n.d.
LYS	451,1
HIS	223,4
ARG	144,5
TAU	109,5

Tabella 19. Livelli di NaCl e di aminoacidi liberi in una varietà di pasta di pesce fermentato proveniente dalle Filippine (Ninomiya, 2002, modif.); n.d. = valore non determinato.

	Thailandia *Kapi*	Malaysia *Balachan*	Indonesia *Terasi*	Bangladesh *Nappi*
g/100 g				
NaCl	19,9	21,5	27,9	13,5
Aminoacidi liberi				
mg/100 g				
ASP	1047,0	470,0	872,0	529,2
THR	104,7	229,0	501,4	202,0
SER	83,8	97,0	361,9	88,9
ASN	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
GLU	1647,3	1550,0	1508,6	989,8
PRO	411,8	167,0	n.d.	48,5
GLY	764,3	438,0	627,8	290,9
ALA	1186,6	808,0	1029,0	1030,2
VAL	666,6	450,0	771,7	469,6
CYS	743,4	158,0	n.d.	n.d.
MET	349,0	167,0	340,1	161,6
ILE	565,4	338,0	688,9	420,2
LEU	945,8	752,0	1281,8	569,6
TYR	596,8	366,0	610,4	n.d.
PHE	425,8	385,0	470,9	169,7
TRP	n.d.	n.d.	n.d.	319,2
LYS	1099,3	627,0	1190,3	731,2
HIS	132,6	43,0	n.d.	48,5
ARG	38,4	38,0	200,6	n.d.
TAU	429,3	678,0	309,6	258,6

Tabella 20. Livelli di NaCl e di aminoacidi liberi in alcune varietà di pasta di gamberetti fermentati (Otsuka, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

Come si nota dalla tabella 20, i livelli di aminoacidi liberi sono molto elevati in tutte le diverse paste di gamberetto, in particolare sono da sottolineare i valori relativi a lisina, aspartato, alanina, leucina e acido glutammico, il cui massimo è di ben 1647,3 mg/100 g nel *kapi* thailandese.

Infine per quanto riguarda gli alimenti parzialmente fermentati pronti per l'uso, si parla generalmente di prodotti in scatola o sotto vetro molto diffusi anche nel mondo occidentale, in particolare per quanto riguarda i pesci: basti pensare, infatti alle sarde, agli sgombri e ancor più alle acciughe sott'olio (Otsuka, 1998).

Queste ultime vengono utilizzate in modo massiccio, sia sotto forma di pasta sia in filetti, nei ristoranti o nelle industrie alimentari per conferire più sapidità ai piatti: la verità è che si aggiunge più glutammato che, reagendo con i nucleotidi già presenti nel cibo o aggiunti intenzionalmente, fa scaturire il gusto umami rendendo le pietanze più gustose.

	Corea *Myulchichot*	**Italia** *Acciughe sott'olio*
g/100 g		
NaCl	20,3	n.d.
Aminoacidi liberi		
mg/100 g		
ASP	762,2	469,0
THR	393,5	291,0
SER	337,8	273,0
ASN	n.d.	n.d.
GLU	1079,4	630,0
PRO	214,2	149,0
GLY	257,5	186,0
ALA	646,8	448,0
VAL	537,7	378,0
CYS	201,9	17,0
MET	861,1	240,0
ILE	442,9	360,0
LEU	721,0	653,0
TYR	127,7	137,0
PHE	391,4	289,0
TRP	0.0	84,0
LYS	795,2	610,0
HIS	451,1	457,0
ARG	0,0	358,0
TAU	138,0	n.d.

Tabella 21. Contenuto di NaCl e di aminoacidi liberi in due varietà di pesce parzialmente fermentato (Yoshida, 1998, modif.); n.d. = valore non determianto.

Dalla tabella 21 spicca il valore elevato dell'acido glutammico nel *myulchichot* coreano e nelle acciughe sott'olio italiane: ciò dimostra il grosso apporto di glutammato da parte delle acciughe utilizzate come condimento (Fig. 16).

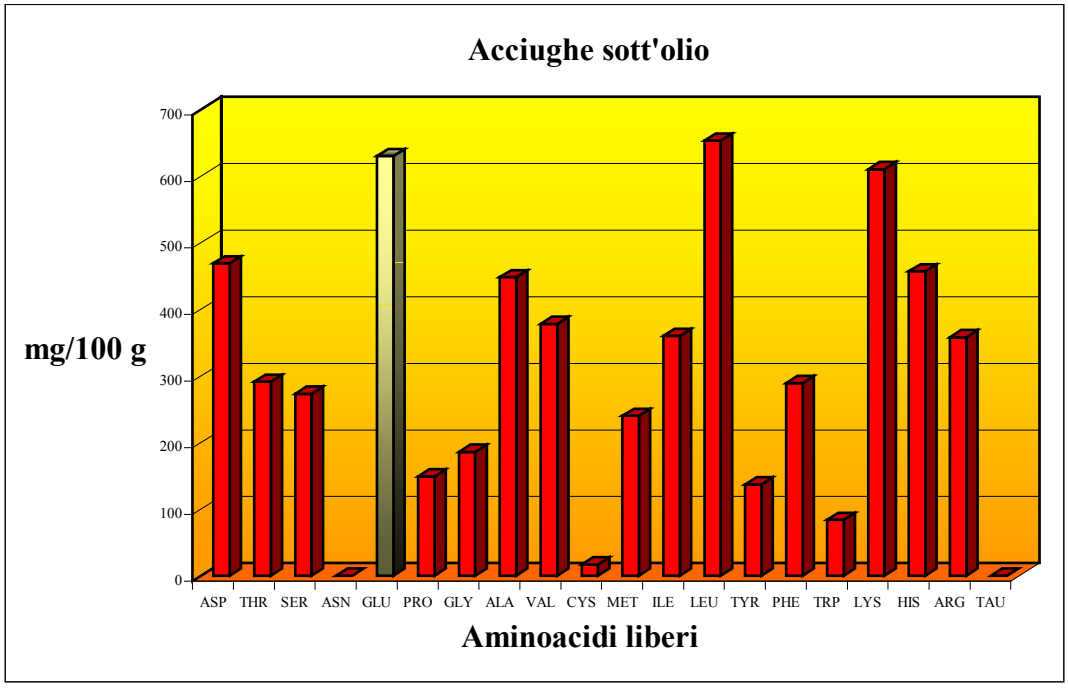


Figura 2 Rappresentazione schematica dei livelli di aminoacidi liberi nelle acciughe sott'olio italiane. In evidenza la concentrazione di acido glutammico.

Anche per quanto concerne i gamberetti fermentati (Tab. 22) vi è da sottolineare l'elevato livello generale degli aminoacidi liberi, in particolare di acido glutammico, aspartato, alanina e lisina; vi è però da aggiungere che, come molti condimenti presi in considerazione precedentemente, anche i gamberetti fermentati vengono utilizzati comunemente solo in ben determinate aree geografiche dell'Asia orientale.

	Filippine *Bagoong alamang*	**Corea** *Myulchichot*
g/100 g		
NaCl	20,9	260,6
Aminoacidi liberi		
mg/100 g		
ASP	661,5	300,6
THR	344,2	169,2
SER	110,2	192,6
ASN	n.d.	n.d.
GLU	814,1	363,6
PRO	290,2	183,6
GLY	456,7	271,8
ALA	621,0	349,2
VAL	423,0	311,4
CYS	76,5	117,0
MET	236,3	451,8
ILE	351,0	183,6
LEU	580,5	419,4
TYR	429,7	273,6
PHE	362,2	298,8
TRP	81,0	0.0
LYS	688,5	388,8
HIS	135,0	82,8
ARG	72,0	370,8
TAU	369,0	255,6

Tabella 22. Contenuto di NaCl e di aminoacidi liberi in due varietà di gamberetti fermentati (Mizutani e coll., 1992, modif.). N.D. = valore Non Disponibile.

4.2.4.2. Estratti concentrati

Gli estratti concentrati a base di prodotti ittici sono poco diffusi rispetto agli altri tipi di condimenti e trovano impiego solamente nella cucina giapponese, con il *senji*, e in quella indiana (soprattutto nello Sri Lanka e alle isole Maldive).
Il senji è l'estratto concentrato ricavato dalla preparazione del bonito essiccato, il *katsuobushi*, da cui si ricava l'omonimo brodo che è stato preso in considerazione nei capitoli precedenti.
Il bonito essiccato si prepara in questo modo: il pesce viene fatto bollire, lasciato ad essiccare per un ben determinato periodo, affumicato e infine fatto fermentare con funghi; il senji è ricavato dai liquidi concentrati che rimangono in seguito ai vari passaggi di lavorazione del bonito.
L'analogo del senji può essere trovato in paesi come lo Sri Lanka, le Maldive e l'India sotto il nome di *rihakuru* (Sei, 1998).
Infine in Cina è presente un estratto concentrato di ostrica (*Ostrea edulis*), chiamato *haoyou*, ricavato dai liquidi concentrati di cottura delle ostriche essiccate e successivamente bollite: l'uso dello haoyou è limitato all'alta cucina cinese a causa del suo costo eccessivo (Nakayama e Kimura, 1998).
Nella tabella 23 sono confrontati i due tipi di estratti concentrati più diffusi: il rihakuru e il senji.
Si nota in entrambi il valore molto elevato dell'IMP, ma soprattutto vi è da osservare il valore "record" dell'istidina, presente nel rihakuru con una concentrazione pari addirittura a 5810 mg/100 g.

	Maldive Rihakuru		Giappone Senji
g/100 g			
NaCl	3,2		7,2
Nucleotidi			
mg/100 g			
IMP	872,0		323,0
GMP	10,0		10,0
Aminoacidi liberi			
mg/100 g			
ASP	61,0		134,0
THR	92,0		114,0
SER	77,0		136,0
ASN	n.d.		n.d.
GLU	165,0		158,0
PRO	n.d.		234,0
GLY	105,0		139,0
ALA	313,0		349,0
VAL	140,0		225,0
CYS	0,0		0,0
MET	60,0		122,0
ILE	76,0		124,0
LEU	157,0		224,0
TYR	152,0		198,0
PHE	241,0		319,0
TRP	n.d.		n.d.
LYS	240,0		289,0
HIS	5810,0		4850,0
ARG	115,0		149,0
TAU	1410,0		1420,0

Tabella 23. Contenuto di NaCl, nucleotidi e aminoacidi liberi in due differenti varietà di estratti concentrati a base di bonito essiccato (Sei, 1998, modif.); n.d. = valore non determinato.

4.3. UMAMI IN TAVOLA

4.3.1. CUCINA ORIENTALE

Non è un mistero che la cucina in cui è presente in modo massiccio il gusto umami è quella orientale, in cui vengono impiegati comunemente gran parte dei condimenti a base di prodotti ittici esaminati in precedenza.
Il Paese capostipite è rappresentato dal Giappone, ossia il Paese in cui è stata scoperta e dimostrata l'esistenza del quinto gusto all'inizio del secolo scorso (Kurihara e coll., 1987).
Attualmente l'umami rappresenta una fetta consistente dei gusti rinvenibili nella cucina giapponese poiché, per tradizione, vi è uno dei consumi più elevati al mondo di pesce (più di 70 kg pro capite all'anno) e di prodotti ittici in senso lato.
Gli alimenti più diffusi sono il katsuobushi, ovvero il brodo di bonito essiccato che è stato preso in considerazione nel capitolo precedente, le alghe konbu, una grande varietà di condimenti a base di pesce e crostacei e, come piatto tipico conosciuto in tutto il mondo, il *sushi*, ossia l'unione fra il filetto di pesce crudo (in genere tonno, merluzzo o sgombro) e le alghe konbu o nori lessate.
Sembra che questo piatto sia così gradito e gustoso grazie all'interazione fra le varie componenti degli alimenti (l'elevata quota di MSG e GMP delle alghe, unita alla concentrazione di IMP del pesce) che generano il gusto umami (Otsuka, 1998).
A proposito della percezione del gusto umami negli alimenti crudi rispetto a quelli cotti, è importante effettuare una precisazione: le componenti dell'umami non subiscono alcuna variazione percepibile dai nostri sensi durante la cottura, perciò il gusto rimane inalterato (Murata e coll., 1990).

Era doveroso sottolineare questo fattore in quanto qualcuno avrebbe potuto obiettare che gli alimenti crudi possiedano il gusto umami in modo più marcato rispetto a quelli cotti, mentre in realtà non è così.
Per quanto riguarda gli altri maggiori Paesi dell'Asia orientale, anche la cucina coreana fa un largo uso di alimenti contenenti umami, il più diffuso e famoso dei quali è lo *shiokara*.
Si tratta di un tipo di condimento derivante dal *myulchichot* (pesce fermentato esaminato in precedenza) con cui si preparano vari tipi di *kimchi*, cioè le tipiche salamoie coreane.
Anche in Cina vi sono innumerevoli alimenti e condimenti a base di prodotti ittici in cui il gusto base è rappresentato dall'umami, che viene chiamato *xian-wei*.
A testimoniare che i menù reperibili nei ristoranti e nelle rosticcerie cinesi presenti nei Paesi occidentali hanno ben poco della cultura da cui derivano vi è il fatto che i piatti tradizionali e più prelibati della cucina cinese non sono affatto quelli fritti a cui siamo abituati, ma sono rappresentati dalle zuppe in tutte le innumerevoli variazioni di composizione, la cui prelibatezza è impartita dalla decisa presenza di umami (Nakayama e Kimura, 1998).
A proposito degli usi e costumi della cucina tradizionale della Cina, mi permetto di consigliare la lettura di capolavori della letteratura moderna cinese, scritti da autori del calibro di Acheng, Mo Yan, Su Tong, oppure la visione di film del maestro Zhang Yimou, come il più famoso e pluripremiato "Lanterne rosse", il primo e splendido "Sorgo rosso" o gli altrettanto magnifici "Ju Dou", "La storia di Qiu Ju", "Vivere!" e il suo ultimo "La strada verso casa".

4.3.2. CUCINA OCCIDENTALE

Purtroppo non vi sono notizie bibliografiche che ci possano indicare pietanze in cui è netta la presenza di umami nei variegati tipi di cucina tradizionale occidentale: diciamo in sostanza che l'umami è sempre stato presente nell'alimentazione, ma nessuno se ne era o, meglio se ne è ancora accorto.
Infatti abbiamo visto che molti degli alimenti e condimenti a base di pesce si possono trovare anche nell'alimentazione occidentale, ma nessuno ancora ha messo in risalto il loro pregio nell'impartire ai piatti il gusto umami: molto spesso si parla di "esaltatori di sapidità" che vengono utilizzati nelle industrie alimentari.

4.3.2.1. Italia

Anche nella cucina italiana, una delle più famose e rinomate al mondo, manca una cultura umami, ossia la richiesta "consapevole" da parte del consumatore di alimenti che contengano il quinto gusto.
Ciò deriva sostanzialmente dalla radicata tradizione della cucina nostrana, poco avvezza alle novità, ma anche dalla mistificazione effettuata negli ultimi anni nei confronti del glutammato monosodico.
Bisogna sottolineare, infatti che il glutammato monosodico, pur essendo classificato come sostanza con ADI non specificato, quindi innocua, continua ad essere oggetto di polemiche fra salutisti, consumatori e produttori.
La cosa curiosa è che, volenti o nolenti, il glutammato è presente in qualsiasi alimento che noi mangiamo; basti pensare ai 1680 mg/100 g presenti nel Parmigiano Reggiano, che occupa un ruolo di prim'ordine nella nostra alimentazione, oppure i dadi da brodo per quanto riguarda i condimenti.

Purtroppo non esistono in commercio dadi da brodo a base di pesce, ma solo a base di verdure o carne, comunque è interessante notare che, dalle sostanze presenti nelle etichette, il gusto base è l'umami.
Nelle figure 17 e 18 sono rappresentati due tipi di dadi fra i più venduti in commercio e nelle figure 17a e 18a vi sono le rispettive etichette illustrative degli ingredienti.



Figura 1. La confezione dei dadi da brodo Knorr®.

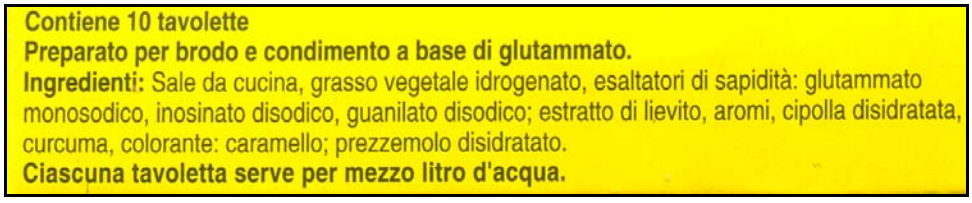

Contiene 10 tavolette
Preparato per brodo e condimento a base di glutammato.
Ingredienti: Sale da cucina, grasso vegetale idrogenato, esaltatori di sapidità: glutammato monosodico, inosinato disodico, guanilato disodico; estratto di lievito, aromi, cipolla disidratata, curcuma, colorante: caramello; prezzemolo disidratato.
Ciascuna tavoletta serve per mezzo litro d'acqua.

Figura 17a. Etichetta illustrativa degli ingredienti dei dadi da brodo Knorr®.

Come si legge nella figura 17a, sono ben specificate le sostanze umami; infatti è presente il glutammato monosodico (descritto come "esaltatore di sapidità"), l'inosinato disodico (l'IMP) e il guanilato disodico (il GMP).
Anche negli ingredienti dei dadi da brodo Star® (Fig. 18a) il glutammato monosodico è descritto come esaltatore di sapidità ma, come si può

notare dall'etichetta, sono specificati in modo più preciso i nucleotidi usati: 5'- inosinato disodico e 5'- guanilato disodico.
Si può quindi concludere che il sapore dominante dei dadi da brodo sia proprio l'umami, visti i principali ingredienti utilizzati e, quindi, che sia merito dell'umami se le pietanze in cui vengono usati risultino molto appetibili.



Figura 2. La confezione dei dadi da brodo Star®.

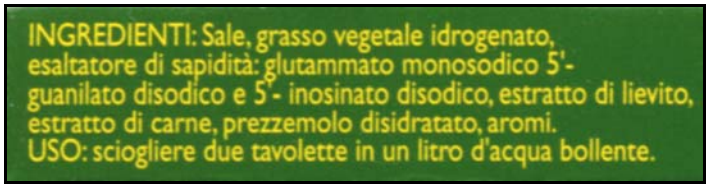


Figura 18a. Etichetta illustrativa degli ingredienti dei dadi da brodo Star®.

Per quanto riguarda i prodotti a base di alimenti ittici, i brodi granulari di pesce assolvono alla stessa funzione dei dadi, anzi possono essere impiegati e sciolti direttamente sulla pietanza che si vuole insaporire.
Le figure 19 e 19a illustrano rispettivamente la confezione e gli ingredienti di uno dei brodi granulari più diffusi: il "Brodo granulare – Pesce" della Knorr®.

Dalla figura 19a si nota la presenza delle tipiche sostanze umami: il glutammato monosodico (anche in questo caso descritto come "esaltatore di sapidità"), il guanilato disodico (GMP) e l'inosinato disodico (IMP).
Anche in questo condimento vi è una netta presenza del gusto umami, proprio grazie all'interazione e al legame sinergico che si instaura fra le sostanze sopra citate.



Figura 3. La confezione del brodo granulare di pesce Knorr®.

Preparato per brodo e condimento a base di glutammato.
Ingredienti: Sale da cucina, pesce disidratato (13,8%), lattosio, estratto di lievito, esaltatori di sapidità: glutammato monosodico, guanilato disodico e inosinato disodico, cipolla disidratata, grasso vegetale idrogenato, sciroppo di glucosio disidratato, aromi, vino bianco in polvere, pepe, macis.

Figura 19a. Etichetta illustrativa degli ingredienti del brodo granulare di pesce Knorr®.

4.3.2.2. Uno sguardo ai prodotti ittici in commercio: confronto fra tre risotti di pesce surgelati

In quest'ultimo capitolo della dissertazione saranno confrontate le etichette di tre fra i più venduti risotti di pesce surgelati, per sottolineare se negli ingredienti sono presenti sostanze umami, in particolare il glutammato.
Infatti, non essendo obbligatorio inserire fra gli ingredienti i nucleotidi, l'unica sostanza che viene citata è, appunto, il glutammato.
Le tre marche prese in esame sono: Buitoni® con "Risotto di mare" della linea "Cucina creativa"; Findus® con "Risotto di mare" della linea "4 salti in padella" e Orogel® con "Risotto del pescatore" della linea "La cucina italiana".
La scelta di queste tre marche e dei relativi prodotti è giustificata dal fatto che sono fra le marche più diffuse sul nostro territorio e che i prodotti sono molto simili fra loro per quanto riguarda gli ingredienti principali e i metodi di cottura.
Nella pagina seguente sono riportate le confezioni e le relative etichette degli ingredienti delle minestre prese in esame (Fig. 20).



Figura 20. Confezioni e relative etichette degli ingredienti dei tre risotti di pesce presi in considerazione.

Da un primo esame degli ingredienti, sembra che vi siano "due scuole di pensiero" ben distinte: c'è chi aggiunge glutammato, come Buitoni e chi invece no, come Findus® e Orogel®.
Però, osservando attentamente gli ingredienti di queste ultime due marche, si nota l'aggiunta di condimenti notoriamente ricchi di glutammato, primo fra tutti la pasta d'acciughe (vedi Fig. 16) o di condimenti particolarmente ricchi di nucleotidi, come il brodo di vongole (Yoshida, 1998; Ninomiya, 1998).
Per esempio nell'etichetta della Findus® (dettaglio in Fig. 21) appare il "brodo disidratato di cappa artica", cioè un non meglio precisato mollusco bivalve e l'impiego di "pasta d'acciughe": un connubio che, senza alcun dubbio, apporta alla minestra una grossa quantità di glutammato e di nucleotidi e, di conseguenza, apporta un gustoso sapore umami.



Figura 21. Ingredienti del "Risotto di mare" Findus® in cui sono evidenziate alcune sostanze alimentari che apportano il gusto umami.

Anche per quanto riguarda l'etichetta dell'Orogel®, vale lo stesso discorso fatto precedentemente per la minestra concorrente, anche se, come si nota dalla figura 22, è stato impiegato un "brodo di vongole" e un "preparato per brodo di pesce".

Proprio l'impiego del preparato per brodo di pesce, alla luce della sua composizione illustrata nella figura 19a, fa presupporre che nel prodotto Orogel® vi sia una ben marcata e sensibile presenza del gusto umami.

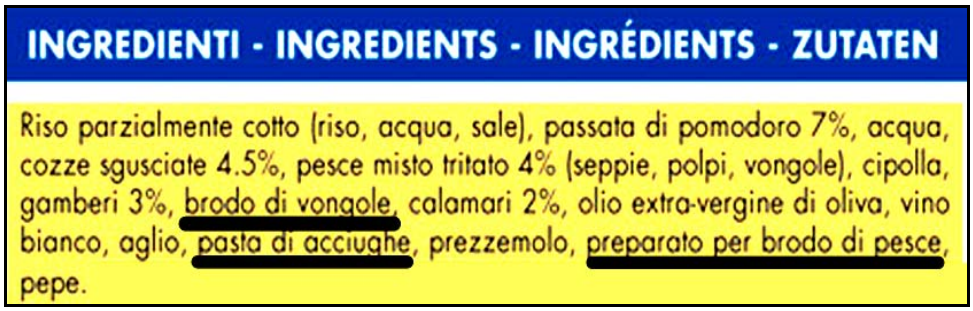


Figura 22. Ingredienti del "Risotto del pescatore" Orogel® in cui sono evidenziate alcune sostanze che apportano il gusto umami.

Infine, per quanto riguarda il prodotto della Buitoni®, come evidenziato dalla figura 23, si nota anche in questo caso l'impiego di acciughe e, come unico caso fra i tre considerati, è evidenziato l'utilizzo di glutammato monosodico.



Figura 23. Ingredienti del "Risotto di mare" Buitoni® in cui sono evidenziate alcune sostanze che apportano il gusto umami.

Dal confronto fra questi tre prodotti si possono trarre alcune importanti considerazioni: anzitutto che l'umami è un gusto dominante, come testimoniato dalla presenza delle caratteristiche sostanze che lo generano

(MSG, IMP e GMP), ma anche che, purtroppo, non è ancora stato recepito dai consumatori.
Un'altra importante considerazione è legata alla composizione degli ingredienti e, più precisamente, alla percentuale di alimento ittico impiegato rispetto agli ingredienti totali:
Buitoni® = 19,9 %
Orogel® = 13,5 %
Findus® = 12,5 %
La Buitoni® , l'unica marca che fa espressamente uso di glutammato, è anche quella che utilizza la maggior percentuale di prodotti ittici; mentre Findus® e Orogel® , che utilizzano brodi di pesce o di mitili (Fig. 21 e 22) possiedono una percentuale molto più bassa.
Da ciò si può dedurre che l'utilizzo dei preparati per brodo di pesce abbia due scopi: da un lato serve per impartire più sapore di pesce all'alimento e quindi utilizzare una percentuale minore di ingredienti freschi, dall'altro serve anche e, a mio parere, soprattutto per le immettere le quantità di MSG, IMP e GMP desiderate, senza che questi (in particolare il MSG) appaiano espressamente nell'etichetta degli ingredienti.
La ragione di questo fatto penso sia da ricondurre a esigenze economiche, ma credo sia anche dovuta, ancora una volta, alla diffidenza della gente nei confronti del glutammato: forse, da parte delle case produttrici, è preferibile non esprimere nelle etichette l'uso di questa sostanza per timore che il consumatore si allarmi e non effettui l'acquisto.

Per educare ed avvicinare i consumatori all'umami, è essenziale che prima vengano fugati tutti questi timori e, per raggiungere questo scopo, è importante illustrare chiaramente che il glutammato monosodico, etichettato ancora oggi dalla gente come una sostanza dannosa, è del tutto innocuo.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento agli obiettivi delineati in premessa, dalla presenta dissertazione si possono estrapolare tre considerazioni conclusive su altrettanti argomenti trattati: sul glutammato monosodico; sulla presenza di umami negli alimenti in generale; infine, sulla presenza di umami specificatamente nei prodotti ittici.

Glutammato monosodico: le più recenti ricerche sull' MSG, qui riportate come esito di attente ricerche bibliografiche, hanno dimostrato l'assoluta atossicità di questa sostanza.
Sulla scorta di evidenze scientifiche "definitive", si può affermare con certezza che il glutammato monosodico non è assolutamente responsabile di patologie come la sindrome da ristorante cinese e/o nemmeno di neurotossicità infantili e addirittura di malformazioni fetali, eventi di cui fino a poco tempo fa (o ancora oggi dalla maggior parte delle persone) era accusato.
Anzi, sono emerse importanti caratteristiche tali da rendere questa sostanza, in un futuro prossimo, un condimento da considerarsi comune, e presente, sui cibi e sulla tavola di tutti i giorni; mi riferisco in particolare a due funzioni fondamentali:

- come sostitutivo del sale da cucina, in modo da apportare meno sodio agli alimenti, funzione importante soprattutto per chi soffre di malattie cardiovascolari;
- come stimolatore di particolari recettori sensoriali, con la finalità di rendere il cibo più appetibile per soggetti sofferenti di patologie che provocano perdita di appetito, come gli anziani, i soggetti

affetti da sindrome di Down, i malati di cancro sottoposti a chemioterapia o i malati di anoressia.

Umami negli alimenti: abbiamo sempre convissuto con il quinto gusto, ma non ce ne siamo mai accorti.
Questa affermazione deriva dal fatto che, come è stato messo in evidenza nel capitolo 3.3., gli alimenti possiedono in modo naturale il gusto umami; si prendano in considerazione, per esempio, le tabelle relative al prosciutto stagionato, al Parmigiano Reggiano, a certi tipi di funghi, ai pomodori: insomma, alimenti con cui abbiamo a che fare praticamente tutti i giorni, nella nostra dieta mediterranea.
Per quanto riguarda i condimenti, la salsa di soia, condimento del tutto estraneo alle nostre tradizioni ma che ormai si è radicato in particolari realtà culinarie, come la cucina macrobiotica, possiede un'alta presenza di umami.
Solo certi tipi di verdure (lattuga, patate e carote in primis) e la frutta non possiedono le caratteristiche concentrazioni di glutammato e 5'-nucleotidi che indicano la presenza del quinto gusto.

Umami nei prodotti ittici: dallo studio dell'umami nei prodotti ittici, sia freschi che lavorati, sono emerse importanti considerazioni.
La prima, e forse la più curiosa, è che paradossalmente è più gustoso un pesce conservato da almeno un giorno (a 4°C), rispetto a uno appena pescato: ciò è dovuto proprio all'aumento di concentrazione di tutte quelle sostanze proprie del gusto umami che, attraverso processi autolitici verificatisi a livello muscolare, rendono il sapore delle carni molto appetibile e gustoso.
Inoltre è stato osservato che in generale nei mitili e nei crostacei freschi vi è una bassa presenza di glutammato, ma una maggiore concentrazione di nucleotidi, in particolare di AMP e GMP: è per questo motivo che vengono spesso utilizzati come ingredienti base di zuppe o brodi per condimento, per aumentare il rapporto sinergico con il MSG (già presente o immesso intenzionalmente dall'uomo) e quindi generare il gusto umami.

Proprio i condimenti a base di prodotti ittici sono gli alimenti che presentano la maggior concentrazione di umami, in particolare quelli a base di pesci e crostacei fermentati: le acciughe sott'olio e la pasta d'acciughe sono due fra i condimenti più conosciuti e utilizzati nella nostra alimentazione e occupano un ruolo di prim'ordine nell'aggiungere il gusto umami a numerosissimi piatti.
A tal proposito è stato interessante confrontare gli ingredienti di tre minestre surgelate e notare che due di esse dissimulano l'aggiunta di glutammato monosodico dietro condimenti come, appunto, la pasta d'acciughe o preparati per brodo di pesce.
A mio avviso credo sia più giusta la politica adottata da una delle tre ditte produttrici, consistente nell'aumentare la percentuale di prodotti ittici freschi (19,9%) e immettere chiaramente glutammato monosodico per aumentare l'appetibilità grazie all'umami.
Al contrario, i suoi diretti concorrenti diminuiscono l'utilizzo di prodotti freschi (circa il 7% in meno) grazie all'aggiunta di brodi preparati che indubbiamente apportano il sapore umami e, quindi, una maggiore appetibilità, ma del pesce vi è solo l'aroma: penso che questa scelta sia dovuta, oltre all'intento di ridurre i costi di produzione, anche, e non poco, alla diffidenza nei confronti del glutammato monosodico.

Kumiko Ninomiya, uno dei maggiori studiosi mondiali dell'umami ha affermato pochi mesi fa: "Nei prossimi decenni dovrebbe provenire da parte della gente un miglior giudizio sul glutammato monosodico e sull'umami. Favorire la comprensione dell'importanza dell'umami come gusto base potrebbe aiutare la sua penetrazione nelle nostre abitudini alimentari" (Ninomiya, 2002).
Ninomiya ha voluto sottolineare che è importante abbandonare pregiudizi e paure infondate, in particolare legate al glutammato, ed è essenziale ripartire da zero, almeno per noi occidentali, e soffermarsi di più sul cibo che stiamo mangiando per scoprirne le più gustose sfumature sensoriali.
Una cosa importante da sottolineare è che con l'umami non c'è il "rischio" di perdere il piacere del cibo o della cucina tradizionale che noi tutti amiamo, anzi è tutt'altra cosa: abituarsi a un nuovo gusto base

significa educare il palato, assaporare il cibo, interrogarsi su ciò che abbiamo appena ingerito.
Il rischio a cui facevo riferimento è legato piuttosto a un cambiamento della nostra società, la quale sta seguendo, purtroppo, l'esempio nord americano della vita frenetica e senza soste.
A tal proposito vorrei concludere, proprio come ho cominciato, con una citazione.
Stavolta si tratta di un brano dal romanzo-diario "Una paga da fame – come (non) si arriva a fine mese nel paese più ricco del mondo" della giornalista americana Barbara Ehrenreich, che alle mie orecchie suona come un monito per la mia generazione e per quelle future circa il "come non dovremo ridurci":

"L'intervallo pranzo di mezz'ora che mi era stato promesso nel colloquio di assunzione in realtà si riduce a un mordi e fuggi di cinque minuti a dir tanto in qualche baretto. Io, come un paio di colleghe, mi porto da casa un panino (……..), le altre inghiottono qualcosa al bar o mangiano i krapfen tenuti da parte dalla colazione gratuita del mattino, oppure saltano il pasto (……..), per le ragazze più giovani, il pranzo consiste in una fetta di pizza, o qualche sua variante, o un sacchetto di patatine" (Ehrenreich, 2002).

6. BIBLIOGRAFIA

Anon (1995) Analisi sensoriale: metodi e finalità. *La Rivista de "Il Dottore in Scienze Agrarie e Forestali"*, **11-12**, 6-26.

Baylis L.L., Rolls E.T. (1991) Responses of neurons in the primate taste cortex to glutamate. *Physiology and Behaviour*, **49**, 973-979.

Bellisle F. (1998) Nutritional effects of umami in the human diet. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 309-319.

Barbagli C. (1999) Il quinto sapore. *Gambero rosso*, n. 92, 103-105.

Cocchi R. (1994) Abitudini alimentari in down dieci o più anni. *The Comprensive Stress, a Web-site Devoted to Research and Speculations on Stress*. Available at: http://www.stress-cocchi.org/down11-it.htm. Accessed october 9, 2002.

Cordoba J.J., Rojas T.A., Gonzalez C.G., Barroso J.V. (1994) Evolution of free amino acids and amines during ripening of iberian cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* **59**, 821-827.

Ehrenreich B. (2002) *Una paga da fame – come (non) si arriva a fine mese nel paese più ricco del mondo*. Feltrinelli, Milano.

Fletcher W., Statham J.A. (1988) Shelf-life of sterile yellow-eyed mullet (*Aldrichetta forsteri*) at 4°C. *Journal of Food Science*, **53**, 1030-1035.

Fletcher G.C., Bremner H.A., Olley J., Statham J.A. (1990) Umami revisited: the relationship between inosine monophosphate, hypoxanthine and smiley scales for fish flavor. *Food Reviews International*, **6** (4), 489-503.

Garattini S. (2000) Glutamic Acid, twenty years later. *The Journal of Nutrition – International Symposium on Glutamate*, **130** (4S), 901-909.

Hayashi M., Okumura J., Ichishima E. (1997) Enzymatic production of 5'- deoxyribonucleotides from salmon milt. *Food Research International*, **29** (8), 751-755.

Horio T., Kawamura Y. (1990) citato da Yamaguchi S. (1998).

Imm J.Y., Lee C.M. (1999) Production of seafood flavor from Red Hake (*Urophycis chuss*) by enzymatic Hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**, 2360-2366.

JECFA (1987) *Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Technical Report Series*, **759**. NY, USA, Cambridge University Press, pag 97.

Komata Y. (1962) citato da Ninomiya K. (1998).

Komata Y. (1990) Umami taste of seafoods. *Food Reviews International*, **6** (4), 457-487.

Konosu S., Yamaguchi K., Hayashi T. (1978) citato da Ninomiya K. (1998).

Kurihara K., Kawamura K., Kare M. (1987) Recent progress in the taste receptor mechanism, 3-39. In: Kawamura K., Kare M., *Umami: a Basic Taste*. Marcel Dekker Publ., New York, NY, USA.

Lindeman B. (2001) Reception and transduction in taste. *Nature*, **413**, 218-225.

Lindsay R.C. (1994) Flavour of fish, 75-84. In: (Shahidi F., Botta J.R., eds) *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Blackie Academic & Professional, London (UK).

Löliger J. (2000) Function and importance of glutamate for savory foods. *The Journal of Nutrition – International Symposium on Glutamate*, **130** (4S), 915-920.

Maga J.A. (1998) Umami flavour of meat. In: *Flavour of Meat, Meat Products and Seafoods*, 2nd ed. Blackie Academic Professional, London (UK), 197-216.

Maruyama I., Yamaguchi S. (1994) citato da Yamaguchi S. (1998).

Mizutani T., Kimizuka A., Ruddle K., Ishige N. (1992) citato da Yoshida Y. (1998).

Morioka K., Fujii S., Itoh Y., Liu C., Obatake A. (1999) Recovery of amino acid from protein in the head and viscera of frigate mackerel by autolysis. *Fisheries Science*, **65** (4), 588-591.

Murata M., Sakaguchi M., Shimizu T., Educhi H. (1990) Changes in flavor profile in boiler muscle extracts of yellowtail *Seriola quinqueradiata* stored in ice. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56** (4), 697.

Nakayama T., Kimura H. (1998) Umami (*Xian-wei*) in chinese food. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 257-267.

Ninomiya K. (1998) Natural occurrence. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 177-211.

Ninomiya K. (2002) Umami: a universal taste. *Food Reviews International*, **18** (1), 23-38.

Otsuka S. (1998) Umami in Japan, Korea and southeast Asia. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 247-256.

Piana L., Persano Oddo L., Sabatini A.G. (1995) Generalità sull'analisi sensoriale, 145-171. *Conoscere il miele – Guida all'analisi sensoriale*. Ed. Avenue Media, Bologna.

Porretta S. (1992) *L'Analisi Sensoriale*. Tecniche Nuove, Milano.

Puchades R., Lemieux L., Simard R.E. (1989) Evolution of free aminoacids during the ripening of cheddar cheese containing added lactobacilli strains. *Journal of Food Science*, **54**, 885-887.

Ranzini G. (2002) Pappagalli alla romana, *Focus extra*, n. 11, 44-48.

Resmini P., Pellegrino L., Hogenboom J., Bertuccioli M. (1988) Gli aminoacidi liberi nel formaggio Parmigiano – Reggiano stagionato, 41-57. In Atti della Giornata di Studio *"Ricerca triennale sulla composizione e su alcune peculiari caratteristiche del formaggio Parmigiano – Reggiano"*, Reggio Emilia, 28 marzo 1988.

Schiffman S.S., Warwick Z.S. (1993) Effect of flavor enhancement of foods for the elderly on nutritional status: food intake, Biochemical indices and anthropometric measures. *Physiology and Behaviour*, **53**, 395-402.

Schiffman S.S. (2000) Intensification of sensory properties of food for the elderly. *The Journal of Nutrition – International Symposium on Glutamate*, **130**, (4S), 927-930.

Sei Y. (1998) Indian cuisine and umami. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 269-271.

Steiner J.E., Kurihara K., Kawamura K., Kare M. (1987) What the human neonate can tell us about umami, 97-123. In: Kawamura K., Kare M., *Umami: a Basic Taste*. Marcel Dekker Publ., New York, NY, USA.

Stone H., Sidel J.L. (1993) *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA.

Tannahill R. (1988) Liquamen and silphium, 84-86. In: *Food in History*. Crown Publ., New York, NY, USA.

Walker R., Lupien J.R. (2000) The safety evaluation of the monosodium glutamate. *The Journal of Nutrition – International Symposium on Glutamate*, **130**, (4S), 1049-1052.

Yamaguchi S., Ninomiya K. (1998) What is Umami? *Food Reviews International*, **14** (2&3), 123-138.

Yamaguchi S. (1998) Basic Properties of umami and its effects on food flavor. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 139-175.

Yamaguchi S., Ninomiya K. (2000) Umami and food palatability. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 921-926.

Yamaguchi S., Takashashi C. (1984) Interaction of MSG and NaCl on saltiness and palatability of clear soups. *Journal of Food Science*, **49**, 82.

Yamanaka H., Shimada R. (1996) *Post-mortem* biochemical changes in the muscle of Japanese spiny lobster during storage. *Fisheries Science*, **62** (5), 821-824.

Yoshida Y. (1998) Umami taste and traditional seasonings. *Food Reviews International*, **14** (2&3), 213-246.

Weaver J.C., Kroger M. (1978) Free amino acid and rheological measurements on hydrolyzed lactose cheddar cheese during ripening. *Journal of Food Science*, **43**, 579-583.