



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI CHIMICA

Dolce, amaro, salato, acido e umami:
quanti gusti conosciamo?

Giovanna Speranza

Gusti fondamentali

SALATO

NaCl

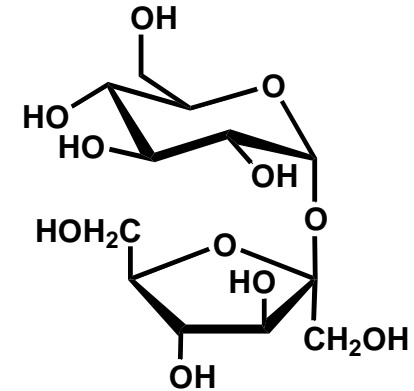
Sodio Cloruro
[0.0037%]

ACIDO

HO₂C-CHOH-CHOH-CO₂H

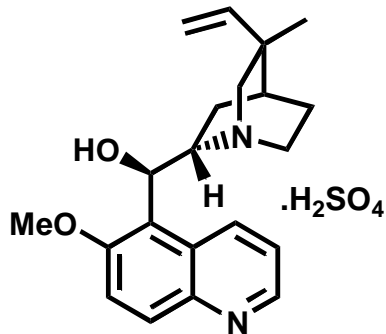
Acido Tartarico
[0.00094%]

DOLCE



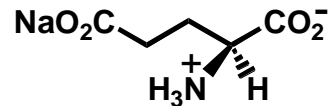
Saccarosio
[0.086%]

AMARO



Chinina Solfato
[0.000049%]

UMAMI

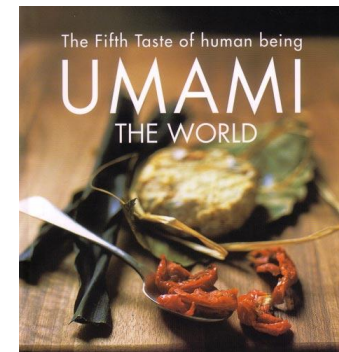


Monosodio L-Glutammato
[0.012%]

[] = Soglia di percezione in acqua [p/v]



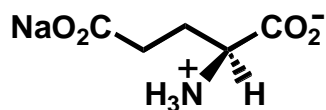
Umami: il quinto gusto



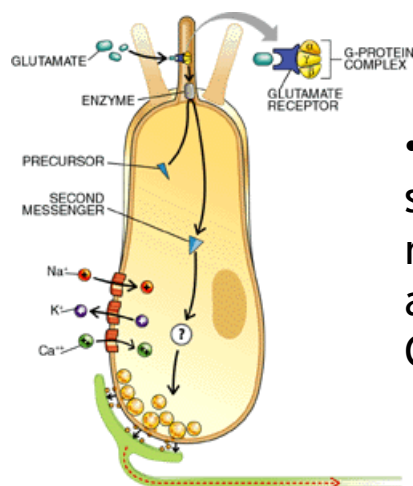
Discovery of Umami



- scoperto dal Prof. Kikunae Ikeda (Tokyo Imperial University) nel 1908



Monosodio L-Glutammato

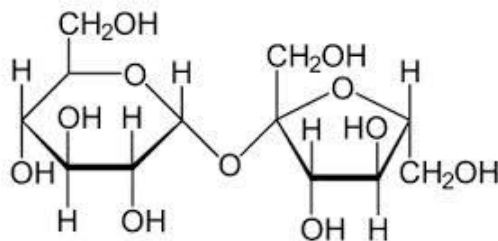


- negli ultimi anni (2000-...) sono stati individuati sulla lingua diversi recettori specifici per il glutammato appartenenti alla superfamiglia GPCR (G-protein coupled receptor)



Gusti graditi: dolce e salato

Sostanze **dolci** sono in genere molto gradite



Il gusto **salato** è stato sviluppato dai mammiferi durante l'evoluzione lontano dal mare per mantenere la concentrazione dello ione sodio a livelli accettabili



Il sale da cucina è l'unica sostanza responsabile del vero gusto salato

Ci sono tanti dolcificanti ma non dei veri sostituti del sale

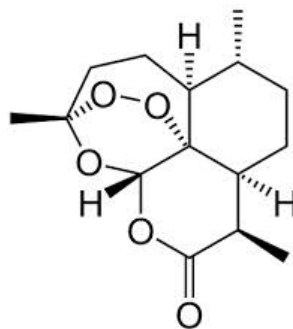
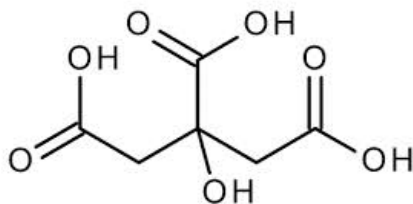


Gusti non graditi: amaro e acido

I gusti amaro e acido hanno la funzione di tenerci lontano da ciò che è nocivo o tossico

La maggior parte delle sostanze amare è di origine vegetale

La soglia di percezione del gusto amaro è più bassa rispetto a quella degli altri gusti



Artemisia absinthium L.

Il gusto acido è poco gradito oltre una certa soglia in quanto è associato al sapore dei frutti non maturi e a quello del cibo potenzialmente avariato



Umami: il quinto gusto



Prof. Kikunae Ikeda
(Imperial University of Tokio)

"...physiologists and psychologists recognize only the four tastes sour, sweet, salty and bitter. Other tastes are considered to be a mixture of these tastes. However, I believe that there is at least one other additional taste which is quite distinct from the four tastes. It is the peculiar taste which we feel as `UMAI [meaning brothy, meaty, or savory]', arising from fish, meat and so forth. The taste is most characteristic of broth prepared from dried bonito and seaweed [*Laminaria japonica*] ... I propose to call this taste `UMAMI' for convenience.

The next problem is to identify the chemical substance which produces `UMAMI'. It is difficult to prove the existence of a small quantity of unknown taste substance..."



Bonito (*Euthynnus pelamis*)
[katsuobushi]



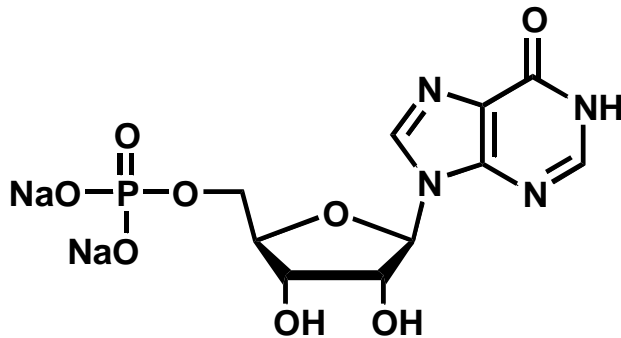
kombu (*Laminaria japonica*)

Kikunae Ikeda
[Translation from *J. Chem. Soc. of Tokyo*, 1909, 30, 820-836
in *Chem. Senses* 2002, 27, 847-849]

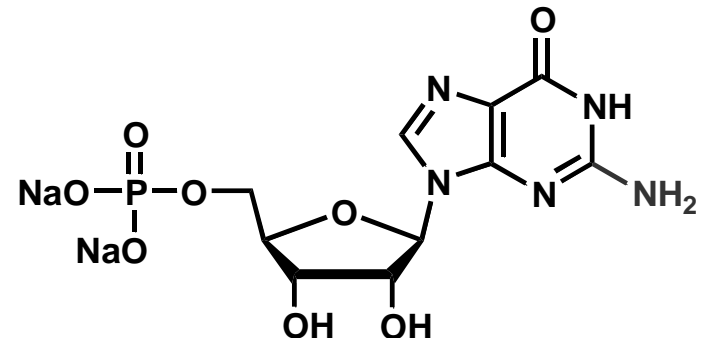


Sostanze umami

Monosodio L-glutammato (MSG)
(Ikeda, 1908)



Inosina 5'-monofosfato sale disodico
(Inosinato disodico - IMP)
(Kodama, 1913)



Guanosina 5'-monofosfato sale disodico
(Guanilato disodico - GMP)
(Kuninaka, 1960)



Umami: il quinto gusto

Peculiarità delle sostanze *umami*:

- sono dotate di proprio gusto ben caratteristico
- sono dotate di una spiccata attività di *flavor enhancers* (esaltatori di aroma); infatti sono comunemente usati come additivi alimentari :

MSG → E621

GMP → E627

IMP → E631



Umami è il sapore di un esaltatore di aroma ad una concentrazione superiore alla soglia di percezione



S. Yamaguchi, *Food Rev. Int.* **1998**, 14 (2&3), 139-176; S. Yamaguchi, K. Ninomiya, *Food Rev. Int.* **1998**, 14 (2&3), 123-138; A. Kuninaka, M. Kumagai, K. Fujiyama, M. Ogura, S. Sakata, S. Yonei, *Agric. Biol. Chem.* **1980**, 44, 1437-1439



Sinergismo MSG-ribonucleotidi

	soglia di percezione (g/dl)
MSG	1.2×10^{-2}
IMP	2.5×10^{-2}
GMP	1.25×10^{-2}
MSG in 0.25% IMP	1.5×10^{-4}
IMP + GMP (1 : 1)	6.3×10^{-3}
IMP + GMP (1 : 1) in 0.8% MSG	1.3×10^{-5}

S. Yamaguchi, *Food Rev. Int.* 1998, 14 (2&3), 139-176



Sinergismo MSG-ribonucleotidi

L'effetto *umami* prodotto dall'impiego congiunto di MSG e IMP (e/o GMP) risulta di gran lunga maggiore di quello atteso come somma degli effetti dei singoli composti *umami*. Una piccola quantità (1-10%) di IMP o GMP aggiunta al MSG provoca un notevole aumento dell'attività *umami*

10 g MSG + 1 g IMP \equiv 55 g MSG

10 g MSG + 1 g GMP \equiv 209 g MSG



nei prodotti commerciali MSG + IMP (e/o GMP) sono utilizzati in combinazione

100 g MSG = 17 g MSG + 0.9 g di IMP-GMP (1:1)

Valori nutrizionali medi per una porzione

Valore energetico	224 kcal/932 kJ
Proteine	2,9 g
Carboidrati di cui zuccheri	14,5 g 1,9 g
Grassi di cui saturi	17 g 11,5 g
Fibra alimentare	0,9 g
Sodio	0,75 g

Minestra preparata disidratata

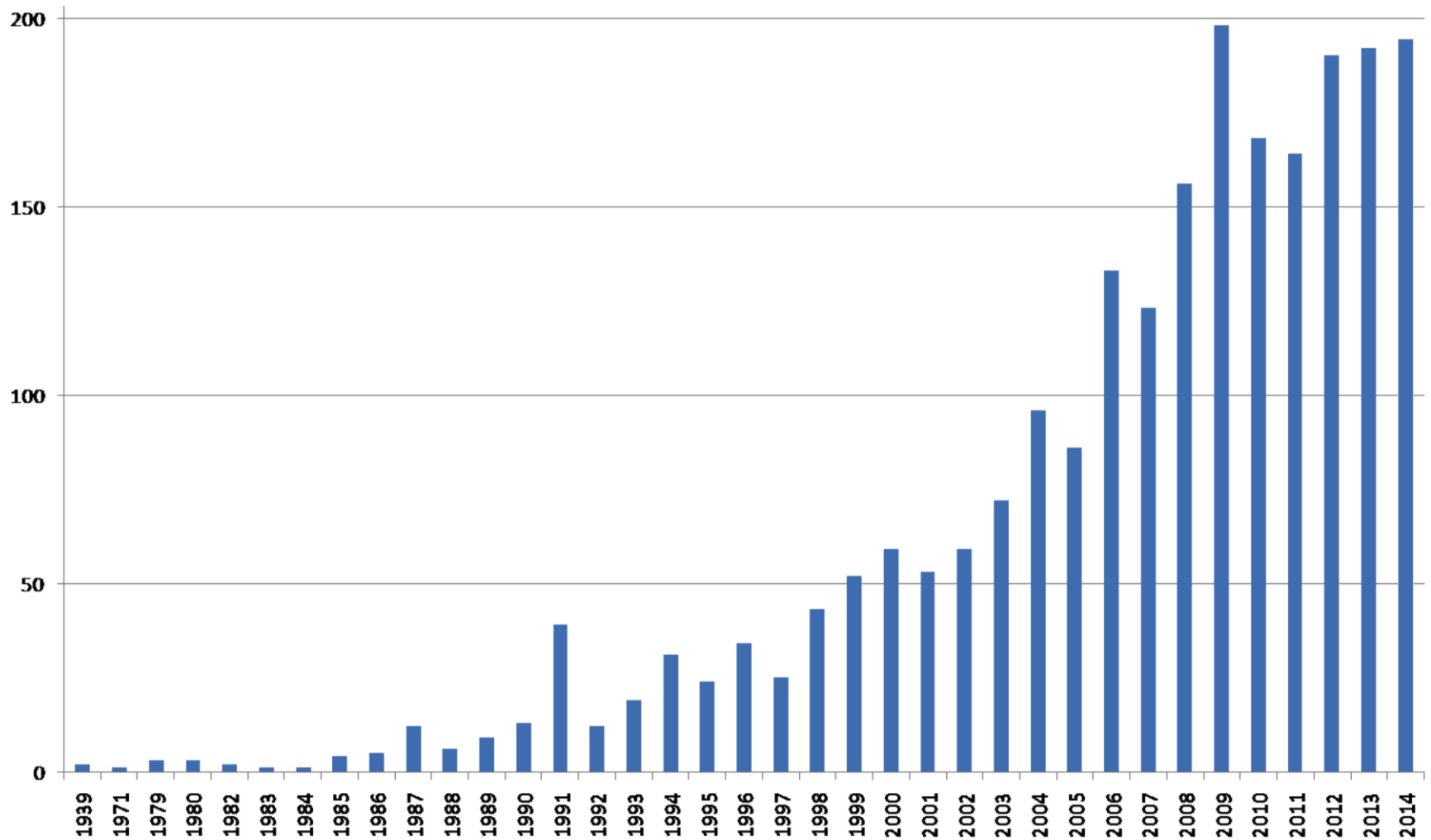
Ingredienti: Grassi vegetali, farina di grano tenero, sale da cucina, carciofi (3,3%), lattosio, farina di mais dolce, estratto di lievito, proteine del latte, aroma, esaltatori di sapidità: glutammato monosodico, inosinato disodico, guanilato disodico; spinaci, prezzemolo, correttore di acidità: acido citrico; curcuma. SENZA COLORANTI E CONSERVANTI AGGIUNTI

glutammato monosodico, inosinato disodico, guanilato disodico;

J. Löliger, *J. Nutr.* 2000, 130, 915S-920S



Umami: pubblicazioni e brevetti



Perché questo interesse per l'umami?

- ✓ Sempre maggiore richiesta di cibi “completi e pronti” (surgelati/in polvere/...)
- ✓ Diete iposodiche: l'aggiunta di sostanze umami ai cibi contribuisce a ridurre la quantità di sale fino al 40% con un'identica sensazione di salato.
- ✓ Persone anziane con problemi inappetenza: l'aggiunta di piccole quantità di MSG e ribonucleotidi può rendere molto più appetitoso il cibo

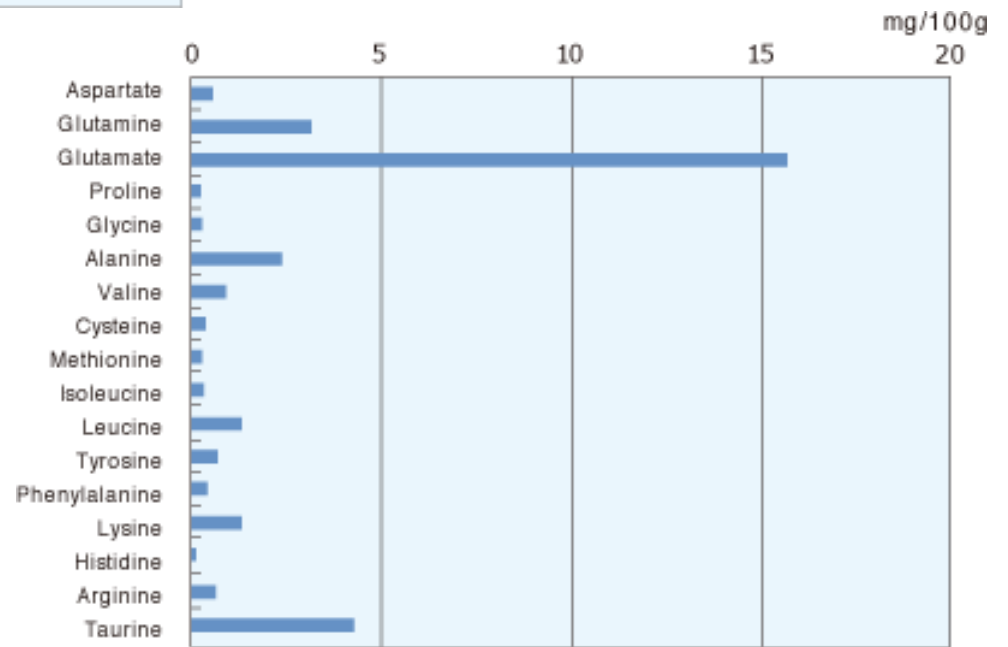
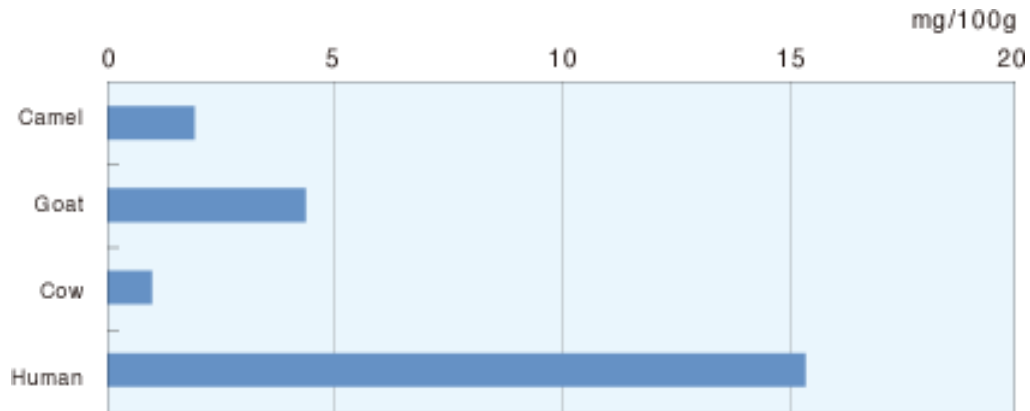


Composti umami in alimenti di origine animale (mg/100g)

Alimento	Nucleotidi			
	MSG	IMP	GMP	AMP
Carne bovina	33	90	4	8
Carne suina	23	200	2,5	9
Carne di pollo	44	115	2,2	13,1
Prosciutto crudo	340	-	-	-
Vongola	150-250	-	-	12
Anguilla	10	165	-	20,1
Sgombro	40-60	150-190	-	6,4
Ostrica	265	-	-	-
Sardina	288	188	-	0,8
Cappasanta	140	-	-	172
Riccio di mare	300-400	2	2	-
Tonno (bonito essiccato)	268	630-1310	-	tracce
Tonno pinna gialla	4-9	286	-	5,9
Latte vaccino	1,8	-	-	-
Latte umano	15-22	-	-	-
Parmigiano Reggiano	1680	-	-	-
Formaggio Emmental	308	-	-	-
Formaggio Cheddar	182	-	-	-



MSG nel latte materno



G. Klimt, 1905 ca.



Cosa piace ai neonati?



umami



dolce



acido



amaro

Vi è una innata preferenza per il sapore dolce, umami e salato
mentre sono sgraditi l'amaro e l'acido



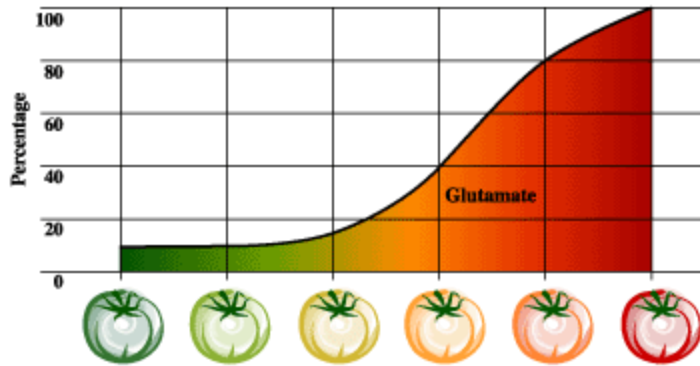
Composti umami in alimenti di origine vegetale (mg/100g)

Alimento	Nucleotidi			
	MSG	IMP	GMP	AMP
Asparagi	106	-	tracce	4
Broccoli	30	-	-	-
Carote	33	-	1,5	-
Cavolfiore	46	-	-	-
Cipolle	102	tracce	-	1
Fagioli	39	-	-	-
Mais dolce	100	-	-	-
Melanzane	1-2	-	3	-
Patate	180	-	2,3	-
Piselli	106	-	-	2
Pomodoro	256	-	10	21
Sedano	51	-	4-5	-
Spinaci	48	-	-	-
Verza	50	-	-	-
Zucchine	16	-	7,5	-
Porcini essiccati	77	-	10	-
Funghi Shiitake	1060	-	216	321
Alga Nori	1608	-	13	-

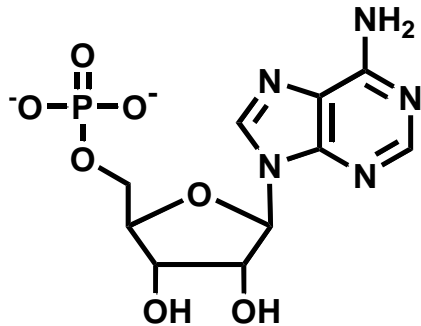


Alimenti umami: il pomodoro

Glutamate in a ripening tomato

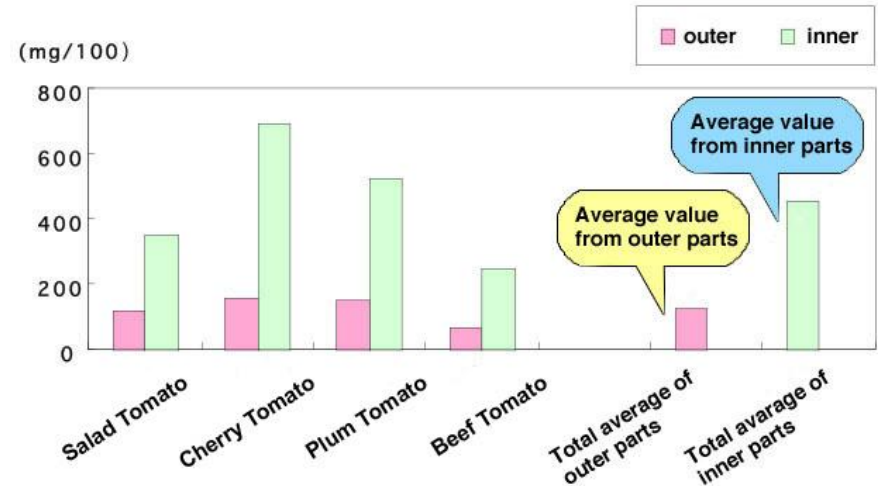


The graph shows how glutamate levels in tomatoes rise during the ripening process to over 100 milligrams per 100 milliliters of juice



Adenosina 5'-monofosfato
(Acido adenilico - AMP)

Measuring glutamic acid levels in the outer and inner parts of the tomato



M.-J Oruna-Concha, L. Methven, H. Blumenthal, C. Young, D.S. Mottram, *J. Agric. Food Chem.* **2007**, 55, 5776-5780



Composti umami (da alimenti processati)



Green tea, Mat-cha

L-Theanine



(S)-Morelid

Theogalline



Alapyridaine

Succinic acid

Aspartic acid

N-(1-deoxy-D-fructosyl)-L-glutamic acid



S. Kaneko et al., *J. Agric. Food Chem.* **2006**, 54, 2688-2694; M. Behrens et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, 50, 2220-2242



Composti umami (da alimenti processati)



Idrolizzati di proteine animali e vegetali

Asp-Glu-Ser

Glu-Ser

pGlu-Pro-Ser

Glu-Asp-Asn

Glu-Asp

pGlu-Pro

Glu-Gln-Gln

Glu-Glu

pGlu-Pro-Glu

Ser-Glu-Glu

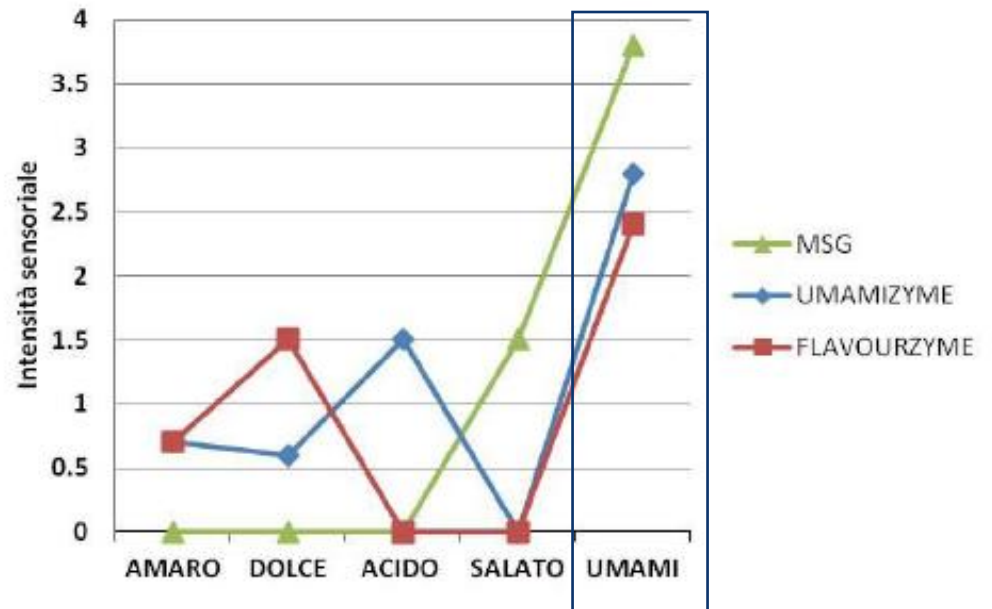
Glu-Thr

pGlu-Pro-Gln



Peptidi umami da farinaccio di riso

Sensory testing



L. Bagnasco, V. Pappalardo, A. Meregaglia, T. Kaewmanee, D. Ubiali, G. Speranza, M. E. Cosulich, *Food. Res. Int.* **2013**, *50*, 420-427





“The future of gastronomy belongs to chemistry”

Brillat Savarin, 1825

