

Gabriella Morini

Università degli Studi di Scienze Gastronomiche

Pollenzo - Bra (CN)

g.morini@unisg.it

IL GUSTO: DARE UN SENSO ALLA CHIMICA

Siamo in grado di percepire un'ampia gamma di entità chimiche, ma qualitativamente esse suscitano un numero limitato di sensazioni gustative, gradevoli o meno, attraverso l'attivazione di recettori specifici. Indubbio è il ruolo dei fattori genetici (innati) nel determinare i nostri comportamenti alimentari, ma le esperienze alimentari possono modificarli, a causa della rilevanza del cervello nello stabilire cosa ci piace o meno.

Il binomio alimentazione e chimica, data la diffusa chemofobia della società moderna, è visto quasi sempre in chiave negativa, dimenticando che l'uomo è un organismo *chemoeterotrofo*, cioè che si nutre attraverso l'ingestione e digestione di composti chimici, organici e non, utilizzati come tali (minerali, vitamine e altri nutrienti essenziali) o ossidati per ottenere energia. Quindi, il nostro cibo è e deve essere *chimico*.

Per riconoscere la sua composizione due dei nostri sensi sono, appunto, sensi chimici: l'olfatto e il gusto. L'olfatto ci permette di identificare alcuni composti, quelli volatili, a distanza, mentre il gusto è determinante nella scelta finale di ingoiare o meno un certo alimento, a seconda che questo ci piaccia o non ci piaccia. La componente edonica è così importante al punto che, in fondo, mangiamo solo quello che ci piace. In natura le necessità appagate generano piacere per spingerci a soddisfare un bisogno, mentre quanto può esserci dannoso genera dolore o avversione. Nel caso del cibo, il piacere è funzione delle complesse sensazioni generate dal "buon sapore" di un certo alimento che ci piace e quindi introduciamo nell'organismo, mentre l'avversione è legata al "cattivo sapore" di un altro alimento che, una volta assaggiato non ci piace e quindi ci rifiutiamo di introdurre [1]. A complicare il problema del piacere è la sua natura composita e le diverse cause che lo determinano. Nelle sue molteplici manifestazioni rientrano non solo fattori culturali, sociali e rituali, ma anche altri motivi, più soggettivi e psicologici, i quali fanno sì che solo l'attività cerebrale renda complessivamente ragione del gusto.

Sapore e gusto

Quanto viene comunemente indicato come "sapore" è il risultato di un insieme di sensazioni tra loro connesse che il cibo induce e che possiamo schematicamente suddividere in sensazioni fisiche (temperatura, consistenza, umidità, frizione), sensazioni chimiche (gusto e olfatto) e sensazioni chemestetiche^a.

Ciascuna sensazione è rilevata da specifici recettori, pertanto, in senso stretto, il termine gusto andrebbe utilizzato solo per le sensazioni chimiche rilevate da cellule specializzate presenti nella cavità orale, le cellule gustative, sulle quali sono presenti recettori sensibili alle molecole contenute negli alimenti. Malgrado siamo in grado di percepire un'ampia gamma di entità chimiche, qualitativamente esse suscitano un numero limitato di sensazioni gustative, attivando recettori specifici: dolce, umami, salato, grasso, amaro e acido [3]. Umami è una parola derivata dal giapponese "umai", che significa delizioso, ed è il gusto associato al sale sodico degli amminoacidi L-glutammato (MSG) e L-aspartato (e a pochi altri composti). Spesso viene indicato come l'ultimo gusto, il che non può essere vero, in quanto ciò presupporrebbe un nuovo recettore. Ad essere nuovo, è il termine umami, scelto dal ricercatore giapponese che all'inizio del secolo scorso ha identificato i composti in grado di esercitare una sensazione diversa da quelle fino a quel momento descritte [4]. Pur essendo poco noto, l'umami è forse il gusto che più differenzia l'essere umano dagli altri animali a noi molto vicini nella scala evolutiva [5], in quanto sensibili quan-

^aLe sensazioni chemestetiche sono sensazioni indotte chimicamente che non implicano l'attivazione dei recettori del gusto e dell'olfatto. Coinvolgono altri recettori che possono essere attivati sia dalla temperatura (stimolo fisico) che da sostanze contenute in alcuni alimenti. Ad esempio il recettore dei vanilloidi TRPV1 è sensibile a temperature maggiori di 43 °C e a composti quali la capsaicina e la piperina, mentre TRPM8 è attivato da stimoli freddi (temperature comprese tra 8 e 28 °C) e dal mentolo e l'eucaliptolo. Quindi la chemestesi può essere definita come l'attivazione chimica di sensori per stimoli fisici, che segnalano un inesistente aumento di temperatura nella sensazione di piccante, o un abbassamento di temperatura, nel caso del mentolo e di altri composti freschi [2].

tità di MSG ed altri composti umami vengono rilasciate solo in seguito ad idrolisi proteica in carni fermentate e stagionate, a lunghe cotture, o in alimenti, quali i formaggi e altre preparazioni ottenute per fermentazione, quindi in alimenti prettamente *umani*. Per comprendere quanto rilevanti nel gradimento di un alimento siano i composti umami, ecco cosa scrive Brillat-Savarin nella sua *Fisiologia del gusto* sull'osmazoma, nome di origine greca con cui veniva indicato quello che oggi sappiamo essere il glutammato ed altri composti dal gusto umami: "Il maggior servizio che la chimica abbia reso alla scienza degli alimenti è la scoperta o piuttosto la determinazione dell'osmazoma ... scoperto dopo aver formato così a lungo la delizia dei nostri padri, può paragonarsi all'alcool, che ha ubriacato molte generazioni prima che si sapesse che poteva prodursi per mezzo della distillazione" (Brillat-Savarin, *Fisiologia del gusto*, meditazione V, 1826).



Fig. 2

Il codice del gusto

Il codice del gusto può sinteticamente essere così descritto: le sostanze dolci sono in genere gradite e di esse fanno parte i carboidrati, importante fonte energetica; l'umami è apprezzato e gli amminoacidi che costituiscono le proteine sono fondamentali per il nostro metabolismo (oltre che apportare calorie sono la sola fonte di azoto). L'apprezzamento del gusto salato è stato sviluppato dai mammiferi durante la loro evoluzione lontano dal mare per mantenere la concentrazione dello ione sodio (non molto diffuso in natura) a livelli accettabili. I grassi sono un'importante fonte calorica, apportando circa il doppio delle calorie/g degli altri macronutrienti, oltre che il mezzo per introdurre i nutrienti essenziali liposolubili.

Invece, le sostanze amare possono essere accettate, ma solo in bassissime concentrazioni. La maggior parte delle sostanze amare sono prodotte dalle piante, le quali hanno evoluto la strategia di accumulare metaboliti secondari amari (quali polifenoli, flavonoidi, isoflavoni, terpeni, glucosinolati ecc.) per difendersi dagli erbivori e dai patogeni. Infine anche il gusto acido, che può essere segnale di frutti non maturi e di cibo avariato, può essere tollerato e gradito solo fino a un certo livello.

È da notare che siamo in grado di rilevare sostanze amare in concentrazioni nell'ordine del micromolare, mentre dobbiamo arrivare a concentrazioni millimolari per rilevare il sapore dolce di zuccheri: perciò il sistema che permette la percezione dei diversi gusti si è evoluto in modo da rispondere a stimoli potenzialmente tossici a concentrazioni molto basse, ma rispondendo agli zuccheri solo a livelli ai quali possono apportare una discreta quantità di calorie.

I recettori del gusto si trovano all'apice di cellule gustative strutturate a formare i bottoni gustativi (50-100 cellule in ciascuno), i quali sono distribuiti nelle diverse papille della lingua e del palato molle. Le papille circumvallate si trovano al fondo della lingua e nell'uomo contengono circa un migliaio di bottoni gustativi; le papille foliate sono presenti al limite latero-posteriore della lingua e contengono una dozzina di bottoni gustativi, mentre le papille fungiformi contengono pochi bottoni gustativi e si trovano principalmente sulla punta e, in quantità minore, fino ai 2/3 della lingua. Le papille

filiformi (le più abbondanti) non hanno bottoni gustativi, ma sono coinvolte nelle percezioni tattili (Fig. 1).

Recenti dati molecolari e funzionali hanno dimostrato che le diverse papille non sono selettive per un certo sapore e quindi la vecchia mappa dei sapori fondamentali va abbandonata (Fig. 2).

I recettori del gusto sono proteine transmembrana in grado di connettere l'esterno della cellula gustativa a contatto con la cavità buccale - dove si trovano le sostanze sapide - con l'interno della cellula nella quale, in seguito all'attivazione del recettore stesso, avvengono

altri cambiamenti che generano lo stimolo nervoso che viene poi trasmesso al cervello. Ci sono due tipi di recettori transmembrana importanti per il gusto che differiscono nel modo in cui il segnale è trasmesso all'interno della cellula e tradotto in stimolo nervoso: i canali ionici e i recettori accoppiati a proteine G (G Protein Coupled Receptors, GPCRs) (Fig. 3, da ref. 3). Appartengono alla classe dei canali ionici il recettore per il salato (sensibile allo ione Na^+ ed in misura minore a K^+) e il recettore per l'acido (sensibile allo ione H^+).

Maggiori sono le nostre conoscenze dei recettori di dolce, amaro e umami, che appartengono alla classe delle GPCRs. Per quanto riguarda il gusto dolce, è da notare che i composti dolci presenti in natura non sono molti, ma sono strutturalmente molto diversi tra loro, andando da piccole molecole, quali zuccheri semplici, disaccaridi, amminoacidi e peptidi, alle proteine (quali brazzeina, taumatina e monellina). A questi si aggiungono alcuni composti di sintesi e loro derivati appartenenti ad altre classi di composti organici che pure sono dolci: saccarina, ciclamato, acido sucrononico per citarne alcuni. La variabilità strutturale dei composti dolci ha per lungo tempo alimentato la discussione se vi fosse un solo recettore in grado di legare tutti questi composti o più recettori. Il dubbio ha trovato

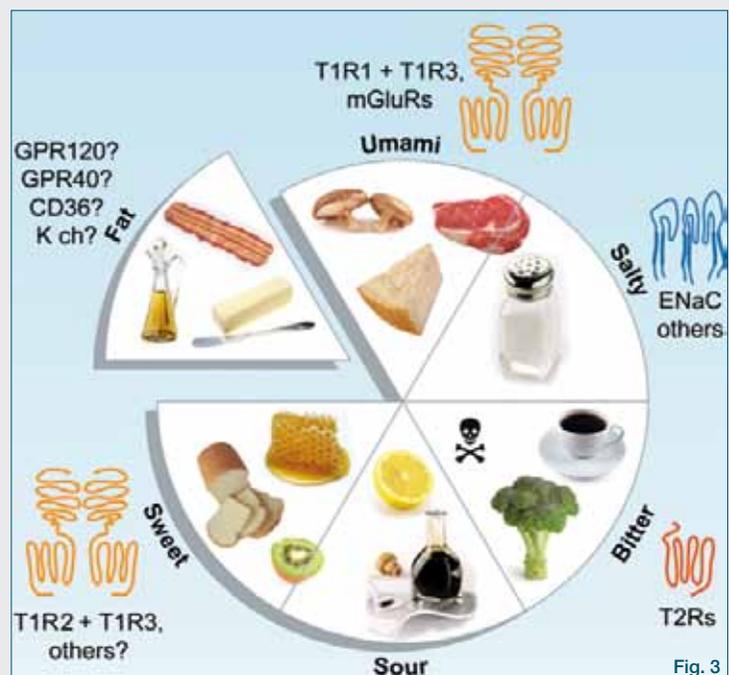


Fig. 3

risposta solo dopo che la sequenza del genoma (umano e di altri mammiferi) è divenuta di pubblico dominio. Ad oggi è stato identificato un solo recettore per il sapore dolce, formato da due proteine (T1R2 e T1R3) che solo quando formano un eterodimero sono in grado di rispondere a tutte le sostanze dolci con cui il recettore è stato testato. Esso è in grado di fare ciò in quanto presenta diversi siti di legame che possono ospitare i vari ligandi [6]. Inoltre è stato dimostrato che è sempre il recettore T1R2-T1R3 a essere coinvolto nell'azione di sostanze in grado di inibire la percezione del sapore dolce, come il lactisolo, il quale si lega alla parte transmembrana del recettore stesso, impedendone il corretto funzionamento (Fig. 4, da ref. 6). È stato anche possibile speculare su un altro fenomeno particolarmente importante quale la sinergia che alcuni composti dolci presentano quando usati in miscele [7]: un composto è attivo se si lega al suo sito di legame generando una certa risposta in termini di dolcezza relativa^b, ma se nella cavità buccale è presente un altro composto che si lega a un sito diverso, la contemporanea occupazione dei due siti nel recettore porta all'esaltazione della risposta in modo sinergico. Questo fenomeno è particolarmente importante perché permette di usare quantità minori di sostanze dolcificanti per ottenere una stessa dolcezza relativa.

Il recettore del gusto umami è anch'esso un dimerico, in analogia con quello del sapore dolce. Addirittura una subunità è in comune: infatti il recettore dell'umami è costituito da T1R1 e T1R3. I composti in grado di stimolare questo recettore nell'uomo non sono molti: l'L-glutammato e l'L-aspartato, mentre nel ratto tutti gli amminoacidi sono in grado di attivare il recettore del gusto umami. Anche nucleotidi purinici, quali IMP e GMP (inosina-5'-monofosfato e guanosina-5'-monofosfato), hanno un blando gusto umami, ma soprattutto esercitano una notevole sinergia con l'L-glutammato, fatto scoperto e utilizzato dall'industria alimentare nella formulazione dei dadi ben prima dell'identificazione del recettore specifico. L'identificazione del recettore del gusto grasso è recente ed ancora speculativa. A differenza del gusto dolce e umami, che si sono evoluti per selezionare positivamente un numero limitato di molecole, il gusto amaro ha dovuto assolvere al compito di prevenire l'ingestione di un numero molto elevato di composti tra loro diversi strutturalmente. Per il gusto amaro sono stati identificati circa 30 recettori funzionali appartenenti alla classe delle GPCR, indicati con T2Rs [8]. Questi recettori sono alquanto diversi tra loro, con una variabilità negli amminoacidi che li compongono che va dal 10 al 75%. È proprio questa variabilità che consente a pochi recettori di rispondere a migliaia di composti amari strutturalmente molto diversi. È importante notare che recentemente i recettori di dolce, umami e amaro sono stati identificati anche nell'apparato digerente e nelle vie respiratorie [9], dove la loro funzione è probabilmente di regolazione della digestione e della respirazione ed attualmente oggetto di molti studi.

Variabilità genetica ed ecologia del gusto

Non tutti percepiscono i gusti nello stesso modo e ciò dipende dalla variabilità genetica, dall'età e da fattori ambientali. L'uomo è un onnivoro ed un buon onnivoro deve sapersi adattare a mangiare cose diverse a secon-

da dell'habitat e delle situazioni. Le variazioni genetiche che riguardano i recettori del gusto (polimorfismi) sono molto frequenti e particolarmente studiate sono quelle del recettore del dolce [10], dell'amaro [11], soprattutto in relazione alla loro possibile influenza sul tipo di dieta, la quale a sua volta, nel lungo termine, può portare a delle modificazioni genetiche. Uno dei più eleganti esempi di adattamento è rappresentato da quanto è stato scoperto in alcune popolazioni dell'Africa sub-sahariana, dove lo *staple food* è costituito dalla manioca, la quale contiene glucosidi cianogenici, tossici e molto amari. La preparazione tradizionale della manioca è complessa per poter eliminare questi composti rendendola edibile. La detossificazione è raramente completa, quindi l'alimento ottenuto è ancora amaro. È da notare che i glucosidi cianogenici sono tossici anche per il parassita della malaria. Si è scoperto che il recettore dell'amaro che riconosce questi composti (T2R16) è mutato e poco attivo nelle popolazioni che vivono in queste zone, quindi il gusto amaro di questo cibo è da loro meglio tollerato, aumentandone il loro consumo, così conferendo una certa resistenza verso la malaria, dove questa malattia è endemica [12]. Altro classico esempio della variabilità tra individui è la sensibilità all'amaro di sostanze, quali la feniltiocarbamide (PTC) e il 6-*n*-propiltiouracile (PROP), dovuta alla presenza e funzionalità di un particolare recettore dell'amaro, TAS2R38 [13]. Si è anche scoperto che chi è sensibile a queste due sostanze presenta una maggiore densità di papille fungiformi [14] e quindi è in grado di percepire maggiormente sia l'amaro che il dolce [15].

Preferenze innate ed educazione del gusto

Volendo fare un semplice esperimento per capire qual è il bagaglio gustativo di un uomo dovuto al suo patrimonio genetico, possiamo osservare un neonato e le sue espressioni facciali quando vengono offerti stimoli gustativi diversi per concludere che vi è una generale innata preferenza per il gusto dolce, umami, grasso e salato mentre sono sgraditi l'amaro e l'acido. Anche nei bambini più grandi possiamo notare un'attrazione particolare al dolce, al grasso e al salato, con avversione per l'amaro e l'astringente, fatto che rende difficile far accettare loro le verdure che contengono metaboliti secondari che sono

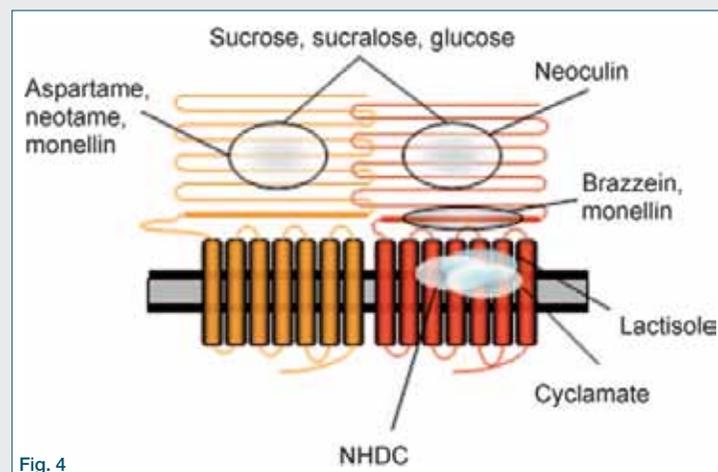


Fig. 4

^bLa dolcezza relativa viene definita come $[S]/[X]$ in cui $[S]$ è la concentrazione di una soluzione standard di saccarosio e $[X]$ è la concentrazione del composto in esame che risulta isodolce a quella dello standard.

amari o astringenti^c. È però anche facile notare come l'avversione verso questi gusti diminuisca con l'età e la consuetudine a mangiare alimenti da essi caratterizzati, quasi che il nostro organismo impari ad apprezzare questi composti via via che ne ha più bisogno, dato che molti di essi hanno funzione positiva nel nostro organismo. Infatti nell'uomo le preferenze innate e le tendenze comportamentali (i fattori genetici) sono modificate dall'esperienza. Anche i cibi tradizionali - in particolare le piante non domestiche alle quali, tra l'altro, sono spesso riconosciute proprietà medicinali - sono connotati da particolari sapori che li rendono unici, ma anche graditi solo a chi è stato abituato ad assumerli.

La possibilità di educare il gusto è particolarmente importante in quanto è stato dimostrato [17] come la percezione individuale di dolce e amaro associata all'assunzione di vegetali sia la principale forza motrice al consumo dei vegetali stessi, favorendo o meno il consumo di cibi ricchi di micronutrienti e antiossidanti di cui il nostro organismo necessita con l'invecchiamento e ai quali di recente la scienza si sta notevolmente interessando [18]. Il percorso di educazione del gusto inizia già durante la gravidanza, in quanto i gusti degli alimenti mangiati dalla madre arrivano al feto attraverso il liquido amniotico, continua con l'allattamento e lo svezzamento [19] ed oggi molta rilevanza viene data a questo lungo percorso che porta a determinare le preferenze individuali di ciascuno, al punto da essere considerato come una via "alternativa" all'educazione alimentare classica per contrastare l'obesità [20]. Potremmo pensare che questo sia vero anche per altri animali, ma l'uomo, oltre ai suoi sensi e alla sua memoria, ha una cultura, un patrimonio personale e collettivo che conserva l'esperienza di quanti sono venuti prima di lui, favorendo i processi di adattamento. Il cibo è uno degli elementi principali di questo puzzle di stimoli e conseguenti risposte che portano all'adattamento essendo il legame più

profondo che abbiamo con il mondo esterno. L'uomo ha imparato ad utilizzare quanto il territorio in cui viveva gli offriva, in alcuni casi solo dopo opportuni trattamenti che rendessero commestibile un alimento tossico, e/o mettendo a punto preparazioni culinarie che rendessero assimilabili e appetibili alcune derrate (per esempio le granaglie trasformate in pasta). La cucina è, da questo punto di vista, un processo di assimilazione culturale conseguente ad un'assimilazione corporea. Per questo è più corretto dire che l'uomo è un onnivoro che mangia selettivamente di tutto, selezionando non solo in base ai suoi recettori gustativi, ma anche tenendo conto dell'elaborazione del cervello che, come abbiamo detto, decide cosa è buono e cosa non lo è.

Conclusioni

Il senso del gusto ha avuto una grande rilevanza nel guidare le nostre scelte alimentari che ci hanno portato ad essere ciò che siamo, data l'importanza che la selezione (positiva o negativa) di alimenti ha (e ha avuto) sull'adattamento ad un determinato ambiente e quindi sull'evoluzione [21], nonché sullo stato di nutrizione e quindi nel definire uno stato di salute o di malattia. Ma il nostro passato, anche prossimo, è sempre stato del fabbisogno e ci ha portato verso il gradimento e la ricerca di cibi ricchi di energia, nonché alla capacità di saper gestire anche a livello metabolico la scarsità di cibo [22].

La società dei consumi e dell'abbondanza ci ha trovato impreparati nella gestione dell'eccesso: i nostri sensi si sono evoluti meno velocemente di quanto sia cambiato il modo di approvvigionarci, di mangiare e di vivere. Comprendere questo significa educare il gusto di conseguenza, richiamando quindi in causa l'importanza dell'attività del nostro cervello nel determinare cosa ci piace o non ci piace.

Bibliografia

- [1] C.B. Saper *et al.*, *Neuron*, 2002, **36**, 199.
- [2] B. Nilius, A. Appendino, *EMBO Rep.*, 2011, **12**, 1094.
- [3] N. Chaudari, S.D. Roper, *J. Cell. Biol.* 2010, **190**, 285.
- [4] K. Kurihara, *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, **90** (suppl), 719S.
- [5] G. Hellekant, Y. Ninomiya, *Physiol. Behav.*, 1991, **49**, 927.
- [6] T. Hofmann *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011, **50**, 2220.
- [7] G. Morini *et al.*, *J. Med. Chem.*, 2005, **48**, 5520.
- [8] W. Meyerhof *et al.*, *Flavour Frag. J.*, 2011, **26**, 260.
- [9] T.E. Finger, S.C. Kinnamon, *F1000 Biology Reports*, 2011, **3**, 20.
- [10] A. Bachmanov *et al.*, *Flavour Frag. J.*, 2011, **26**, 286.

- [11] J.E. Hayes *et al.*, *Chem. Senses*, 2011, **36**, 311.
- [12] N. Soranzo *et al.*, *Curr. Biol.*, 2005, **15**, 1257.
- [13] J.E. Hayes, R.S.J. Keast, *Physiol. & Behav.*, 2011, **104**, 1072
- [14] L.M. Bartoshuk *et al.*, *Physiol. & Behav.*, 2004, **82**, 435.
- [15] L.M. Bartoshuk *et al.*, *Physiol. & Behav.*, 2000, **69**, 161.
- [16] M.R. Bajec, G.J. Pickering, *Crit. Rev. Food Sci.*, 2008, **48**, 858.
- [17] V.B. Duffy *et al.*, *Physiol. & Behav.*, 2006, **87**, 304.
- [18] A. Drewnowski *et al.*, *J. Am. Diet. Assoc.*, 2000, **100**, 191.
- [19] A.K. Ventura, J. Worobey, *Curr. Biol.*, 2013, **23**, R401.
- [20] T.B. Cornwell, A.R. McAlister, *Appetite*, 2011, **56**, 428.
- [21] P.A.S. Breslin, *Curr. Biol.*, 2013, **23**, R409.
- [22] M.S. Westerterp-Platenga *et al.*, *Obesity Rev.*, 2012, **13**, 910.

ABSTRACT

The Taste: to Give a Sense to Chemistry

We are able to perceive a wide range of chemical entities but, qualitatively, they evoke a few distinct taste sensations, pleasant or unpleasant, through the activation of specific receptors. Although innate preferences are important, food experience may mold eating behaviours, due to the relevance of brain in determining what we like or dislike.

^cL'astringenza è dovuta alla presenza di sostanze, tra cui i polifenoli (classe alla quale appartengono i tannini) che, interagendo con alcune proteine della saliva, ne riducono le proprietà lubrificanti [16].