

Guarda, rifletti e.... mangia **La biologia in cucina**

La casa in generale e la cucina in particolare, sono luoghi molto interessanti per chi ha gli occhi aperti e sa riflettere sulle cose che lo circondano.

Per chi sa guardare, oltre alla cucina, un altro luogo pieno di suggerimenti è il mercato, con una particolare attenzione ai banchi del macellaio o del pescivendolo (ma anche i banchi dei verdurai e dei fruttivendoli sono pieni di cose interessanti).

Si deve sempre ricordare che il mondo che ci circonda e la vita di ogni giorno sono di per se stessi esperimenti affascinanti.

Oggi proviamo a guardarci intorno in cucina.

Nel 1785 James Boswell, saggista e biografo scozzese scrisse: "La mia definizione di uomo è "un animale che cucina". Le bestie hanno memoria, capacità di giudizio, e possiedono in qualche misura tutte le facoltà e le passioni della nostra mente; nessun animale, però, è un cuoco."



Questo è quasi vero: sembra che scimpanzè in cattività abbrustoliscono sulla brace alcuni cibi prima di mangiarli (e, come dimostrano molti esperimenti, sicuramente preferiscono cibi cotti a quelli crudi). Dopo un incendio scimpanzè e altre scimmie vanno a raccogliere il cibo nei terreni ancora caldi alla ricerca di radici e bulbi arrostiti dal fuoco

Perché cuocere i cibi

Alcuni esempi:

- Molti alimenti, come ad esempio la carne, il pesce, tuberi semi e molte verdure, con la cottura divengono più teneri e facili da masticare.
- La cottura rende possibile o facilita la digestione di molte sostanze.
- Le temperature elevate inattivano molte tossine o sostanze dannose presenti in alcuni alimenti. Vediamo soltanto due esempi. Da crudi i fagioli ed altri legumi sono molto tossici per la presenza di alcune proteine termosensibili, le lectine. Il bianco dell'uovo crudo contiene una sostanza, la avidina, che lega la biotina (indispensabile per il nostro metabolismo) rendendola non utilizzabile. E' quindi un antinutriente
- La cottura uccide molti batteri, e parassiti (pensiamo agli esempi delle tenie e dell'anisakis).
- In molti alimenti, come carne o pesce, sono presenti degli enzimi come proteasi o nucleasi che avviano la decomposizione (ma anche la frollatura) dei tessuti. La decomposizione iniziata dagli enzimi viene poi proseguita dai batteri della putrefazione. La cottura, oltre ad uccidere i batteri, inattiva questi enzimi rendendo meglio conservabili gli alimenti.

Possiamo vivere assumendo soltanto cibi crudi?

Numerosissime osservazioni condotte nella nostra specie dimostrano che, anche con una dieta ricca e variata, l'assunzione di soli cibi crudi porta entro qualche settimana a forte dimagrimento e grave denutrizione che, nelle donne, si manifesta anche con la interruzione dei cicli mestruali. Perché?

Il potere nutritivo teorico degli alimenti non cambia con la cottura, ciò che cambia è la digeribilità, i tempi della digestione e il suo costo energetico. Le tabelle dei valori nutrizionali non tengono conto di questi fattori

Le scimmie si nutrono di cibi crudi, di origine vegetale e occasionalmente animale, ma hanno dentature, muscoli masticatori e apparato digerente molto più sviluppati dei nostri. Inoltre dedicano praticamente tutta la giornata a mangiare, masticando a lungo ogni boccone per riuscire a utilizzare il cibo.

Gli scimpanzé cercano avidamente semi e tuberi cotti da incendi spontanei.

Quando uno scimpanzé cattura una preda divora rapidamente interiora e cervello, poi lentamente e con difficoltà, mangia la carne, troppo dura per i suoi denti.

“Gli animali voraci [...] si nutrono di continuo ed espellono incessantemente, e così facendo conducono una vita davvero nemica della filosofia e della musica, come asseriva Platone, laddove gli animali più nobili e perfetti non mangiano né evacuano costantemente”. Galeno, 2° secolo EV.

Negli animali che si nutrono di cibi crudi e non macinati durante la digestione il metabolismo aumenta fino al 100-300%.

Al contrario nell'uomo, con la sua alimentazione basata su cibi cotti e macinati l'aumento è soltanto del 30%. Inoltre la digestione dei cibi cotti è molto più rapida.

Per avere più cervello bisogna mangiare meglio, per mangiare meglio è utile avere più cervello.

Il nostro cervello rappresenta soltanto circa il 2% del peso corporeo ma consuma circa il 25% della nostra energia metabolica (cioè “mangia” circa il 25 % dei nostri alimenti).

Più cervello richiede molto più cibo ricco di energia

Quale era la alimentazione dei nostri lontani antenati o dei loro parenti?

Come la alimentazione ha influito sulla nostra evoluzione?

Australopithecus afarensis (“Lucy”, una specie molto simile a nostri antenati, vissuta tra 3,7 e 2,8 milioni di anni or sono) aveva probabilmente una alimentazione basata su vegetali come foglie e frutti, ma anche radici e tuberi ricchi di amido, forse integrata con cibi di origine animale (piccoli animali vertebrati e invertebrati). La maggior parte di questi alimenti richiede una masticazione lunga, un apparato masticatore potente e grande sviluppo degli intestini.

Rispetto ai suoi antenati arboricoli, prevalentemente fogliivori e frugivori, l'australopiteco aveva una alimentazione comunque più ricca. Questo potrebbe aver fornito l'energia necessaria un cervello più grande

Il volume cerebrale di uno scimpanzè è di circa 380 cc, l'australopiteco, simile per dimensioni corporee, raggiunge i 400-500 cc

Confronto tra le strutture corporee di australopiteco e *Homo erectus* (da circa 2 milioni di anni fino a forse poco più di 100.000)

Notare nell'australopiteco la cassa toracica svasata verso il basso e il bacino molto largo, indici di un grande addome contenente una grande massa viscerale.

L'australopiteco, aveva probabilmente una alimentazione basata su vegetali come foglie e frutti, ma anche radici e tuberi e qualche proteina animale. Questi alimenti richiedono una masticazione lunga, un apparato masticatore potente e grande sviluppo degli intestini.

Homo erectus aveva una alimentazione più ricca di carne, ma che includeva anche bacche, tuberi e radici. Trattava i cibi per renderli più morbidi, frantumandoli e schiacciandoli con dei pestelli e soprattutto, **imparando a cuocerli**. Grazie a queste innovazioni si è resa possibile una riduzione degli apparati masticatorio e digerente

<i>Australopithecus afarensis</i>	<i>Homo erectus</i>
	brain larger
	jaw and teeth smaller

E' molto probabile che le principali fonti di energia dei primi *Homo* fossero le stesse dei loro antenati scimmieschi, cioè i carboidrati di origine vegetale integrati con proteine animali.

Ancora oggi, quasi tutti i carboidrati della nostra dieta provengono dalle piante, anche se ormai si tratta di specie coltivate come il grano, il mais, il riso, le patate e l'igname.

Le poche tribù africane di cacciatori-raccoglitori che ancora vivono in maniera probabilmente simile a quella dei nostri remotissimi progenitori ricavano fino a un terzo del fabbisogno energetico quotidiano da tuberi, bulbi, semi, noci, frutti e altre fonti vegetali selvatiche identiche a quelle disponibili in Africa due o tre milioni di anni fa.

Homo habilis (e specie simili), i primi ominidi attribuiti al genere *Homo*, vissero in africa tra 2,4 a 1,44 milioni di anni fa, già prima dell'*Homo erectus*. Oltre agli alimenti che utilizzavano già gli australopiteci, consumavano molta più carne, sia ottenuta dalle prede, anche di grandi dimensione, che essi stessi cacciavano, ma anche delle carcasse di prede abbattute da grandi carnivori. **Ricorrevano a utensili di pietra lavorata per squartare le prede, per frantumare le ossa da cui estraevano il midollo, per pestare e sfilacciare la carne e per macinare tuberì, semi e radici.**

Tutti questi trattamenti allo scopo di rendere gli alimenti più facilmente masticabili e assimilabili. Non abbiamo prove che utilizzassero il fuoco. Mangiare carni non tagliate finemente, pestate o sfilacciate, è molto difficile per chi non dispone della dentatura adatta come quella di un leone o di un cane. Lo scimpanzé, cacciatore occasionale, spesso mangia le interiora delle prede e rinuncia alla carne (muscoli) troppo difficile da masticare

Con *Homo habilis* il volume del cervello ha un grande aumento, fino circa 600–750 cm³ e, in confronto agli australopiteci, si osserva una riduzione dell'apparato masticatorio. Si pensa che questi cambiamenti siano stati resi possibili dalla nuova alimentazione, ricca di carne e con cibi resi meglio assimilabili dai trattamenti meccanici



Homo erectus (da circa 2 milioni di anni fino a forse poco più di 100.000). Durante il lunghissimo periodo della sua presenza si osserva un graduale aumento della statura (da circa 140 cm fino a circa 180 cm) e delle dimensioni del cervello (da circa 550 fino a 1200, in media 900)

Rispetto alle forme precedenti si ha forte riduzione nelle dimensioni dei denti, e del muso, torace meno svasato e bacino più stretto (meno visceri). E' il primo ominide a uscire dall'Africa, espandendosi in molte regioni europee ed asiatiche.

In questo ominide abbiamo le prime documentazioni dell'uso del fuoco risalenti forse a 1 - 1.5 milioni di anni or sono.

Homo erectus non era un bravo arrampicatore di alberi come gli australopiteci, probabilmente dormiva a terra, grazie al fuoco, che gli offriva protezione dai predatori (nessun primate dorme a terra, tranne i gorilla adulti che, viste le loro dimensioni, non devono temere alcun nemico).

E' possibile che il controllo del fuoco abbia contribuito a rendere possibile l'uscita dall'Africa, per affrontare climi diversi.

Il controllo del fuoco, soprattutto, ha reso possibile la cottura degli alimenti

Nei pochi gruppi oggi sopravvissuti di cacciatori-raccoglitori l'attività di raccolta fornisce soprattutto cibo vegetale (bulbi, foglie, funghi, bacche, frutti, radici), ma anche larve, miele, uova, insetti e diversi piccoli animali (lucertole, lumache, piccoli mammiferi che forniscono una quota importante delle proteine.

Come possiamo sapere qualcosa sulla alimentazione di specie estinte?

Lo studio microscopico dei denti ci mostra il tipo di usura, che è diverso in base dei alimenti masticati.

I dati più importanti vengono però dalla analisi del tartaro depositato sui denti

La placca dentaria, cioè la patina batterica presente sulla superficie dei nostri denti intrappola particelle del cibo che mastichiamo. La nostra saliva contiene fosfato di calcio, che ha la funzione di riparare lo smalto dentale, ma ha un effetto collaterale: provoca la mineralizzazione della placca formando così il tartaro.

Le particelle di cibo rimangono così incluse in una matrice cristallina che le conserva per migliaia di anni.

Una tecnica molto importante per la ricostruzione della dieta di specie estinte è la analisi isotopica delle ossa, che misura i rapporti tra gli isotopi del carbonio (C^{12}/C^{13}) e dell'azoto (N^{14}/N^{15}). Questi rapporti cambiano a seconda che l'animale, durante la sua vita, abbia assunto prevalentemente alcuni alimenti piuttosto che altri.

Tra gli effetti della cottura ci sono un maggior apporto energetico, una consistenza più morbida e masticabile, pasti consumati accanto al fuoco, una dieta più sana e variata, oltre che una scorta di cibo sicure nei periodi di penuria.

La cottura aumentava la probabilità di sopravvivenza, soprattutto della prole, più vulnerabile.

La cottura avrebbe anche ampliato la gamma dei cibi commestibili, permettendo di spingersi in nuove aree biogeografiche

Economizzando sui costi della digestione e aumentando il valore energetico dei nostri cibi, l'evoluzione ha ottenuto l'energia utilizzabile per un cervello più grande.

Da parte di persone poco informate si è affermato che qualcuno dei nostri antenati si nutriva di sola cacciagione.

Il nostro metabolismo non è adeguato a una dieta del genere ed è indispensabile che una quota importante delle calorie che introduciamo derivi da grassi e da carboidrati (si consiglia che nella dieta la calorie da proteine non superino il 20%.)

La carne della cacciagione (e dalle prede di cui disponevano i nostri antenati africani) è estremamente povera di grassi e per questo è necessario ricorrere ad una alimentazione che includa fonti di carboidrati, come radici, tuberi, vegetali diversi oltre che di grassi.

La carne magra ci fornisce molti aminoacidi, ma poche calorie: ricavare calorie dagli aminoacidi è un processo poco efficiente. Avendo a disposizione soltanto carne magra, per ottenere le calorie necessarie dovremmo mangiarne una quantità esagerata. Consumata in eccesso la carne risulta dannosa in quanto il catabolismo degli aminoacidi produce urea che deve essere smaltita dai reni. Se l'urea è troppa i reni possono non riuscire a eliminarla.

Questo fenomeno è stato definito "rabbit starvation", cioè inedia da conigli (o da carne magra) dai primi esploratori del nord America, che si nutrivano di sola cacciagione e si manifesta tra l'altro con debolezza, affaticabilità, fame, diarrea e nausea.

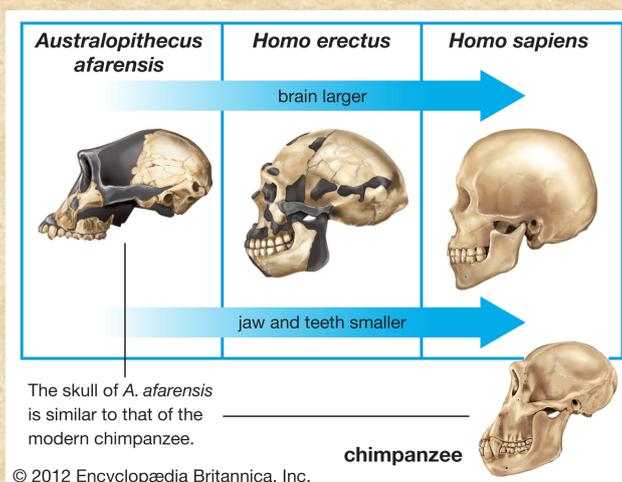
Popolazioni come gli Inuit per periodi molto lunghi si nutrono di sola carne, ma si tratta di carni molto grasse.

E' probabile che per *H. erectus*, il primo ominide documentatamente in grado di cuocere i cibi, il vantaggio offerto dalla cottura sia stato costituito dal ricavare più calorie dalla dieta e dal diminuire le ore dedicate all'alimentazione. Questo potrebbe aver permesso di superare le limitazioni metaboliche che, negli altri primati, non hanno permesso l'enorme sviluppo cerebrale tipico dei nostri antenati più recenti.

La invenzione della cottura, insieme ad un crescente consumo di proteine animali e alle tecniche meccaniche di macinazione e ammorbidimento dei cibi, sarebbe stato dunque un importante fattore evolutivo.

Il fuoco non è solo per cucinare: fornisce calore, sicurezza e induce alla socializzazione ed è di aiuto nella preparazione di manufatti.

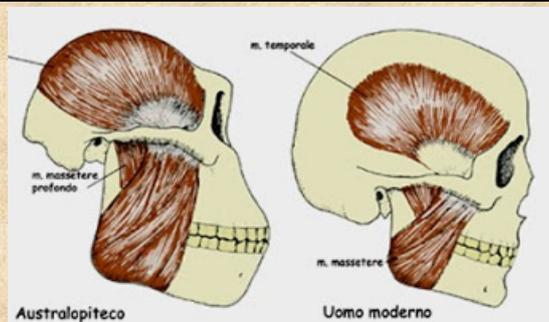
La forma del cranio e soprattutto il cervello sono anche una questione di cibo
Per avere più cervello bisogna mangiare meglio e per mangiare meglio ci vuole più cervello



Il cranio di un *Australopithecus* e quello dell'uomo moderno (non in scala)



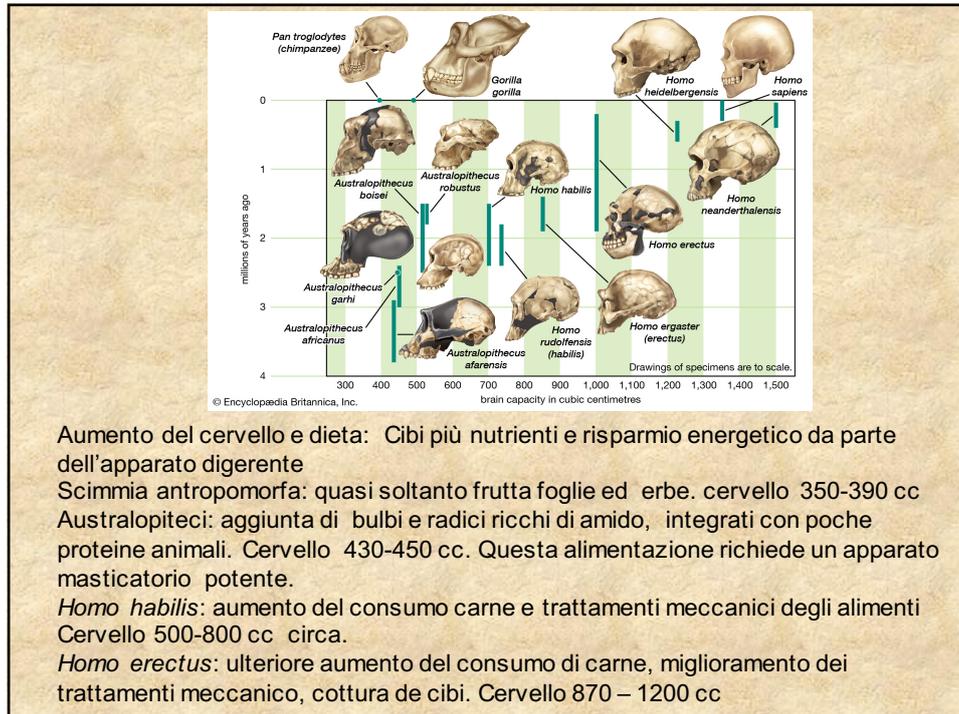
Nell'Australopiteco l'apparato masticatorio è potentissimo, probabilmente anche in relazione al tipo di alimentazione basato su cibi resistenti e coriacei, difficili da masticare.



Anche la muscolatura masticatoria subisce una grande riduzione. Intorno a 2 milioni di anni or sono nella nostra linea evolutiva si perse il gene *MHY16* (Catena pesante della miosina tipo 16). La proteina codificata da questo gene è presente soltanto nei muscoli masticatori dei primati pre-umani e conferisce loro una grande potenza.

Forse i primi *H. erectus* vissuti a quell'epoca consumavano già cibi ammorbiditi dalla cottura e una muscolatura potente nella mandibola risultava superflua se non addirittura dannosa per il rischio di rottura dei denti che nel frattempo si erano fatti più piccoli.

Secondo alcuni studiosi questo cambiamento potrebbe anche aver permesso un controllo più fine nei movimenti della mandibola, facilitando anche la articolazione dei suoni, e quindi la parola.



Aumento del cervello e dieta: Cibi più nutrienti e risparmio energetico da parte dell'apparato digerente
Scimmia antropomorfa: quasi soltanto frutta foglie ed erbe. cervello 350-390 cc
Australopiteci: aggiunta di bulbi e radici ricchi di amido, integrati con poche proteine animali. Cervello 430-450 cc. Questa alimentazione richiede un apparato masticatorio potente.
Homo habilis: aumento del consumo carne e trattamenti meccanici degli alimenti
 Cervello 500-800 cc circa.
Homo erectus: ulteriore aumento del consumo di carne, miglioramento dei trattamenti meccanico, cottura de cibi. Cervello 870 – 1200 cc

La cottura uccide molti batteri patogeni e parassiti che possono essere presenti negli alimenti (pensiamo agli esempi delle tenie e dell'anisakis)



Anisakis

Gli *Anisakis* sono piccoli vermi nematodi lunghi circa 1-3 cm, parassiti dell'intestino di mammiferi marini come balene, foche o delfini. Questi cetacei emettono con le feci le uova del parassita, nell'acqua di mare si sviluppa una larva che viene ingerita da piccoli crostacei. I pesci mangiano i crostacei e i vermi si localizzano nell'intestino e poi nei muscoli. L'uomo si infetta mangiando pesce crudo o poco cotto. Il parassita si localizza nel nostro intestino. Le prime infestazioni umane sono state osservate in Olanda intorno al 1960. Si stima che attualmente si verifichino circa 20.000 infestazioni per anno, soprattutto nei paesi dove è diffuso l'uso del pesce crudo, poco cotto o marinato con limone. Se comprate del pesce fresco al mercato vi consiglio di guardare con attenzione gli intestini o i tessuti circostanti. Non sarà raro trovare dei parassiti.

La cottura uccide questi parassiti, come anche il congelamento purché a temperatura molto bassa (almeno -20 °C per più giorni, quindi i congelatori domestici non sono sufficienti se non in tempi molto lunghi)

Anche la corretta preparazione del cibo può avere grande importanza per eliminare sostanze pericolose, come nel caso della tetrodotossina.

Il Fugu è un piatto tipico della cucina giapponese, a base di pesce palla, del genere *Tetraodon* o generi affini. Gli organi di questi pesci (in particolare il fegato, ma non soltanto) contengono la tetrodotossina, una delle tossine più potenti, che blocca i canali del sodio voltaggio dipendenti. I muscoli non contengono la tossina.



Cuochi abilissimi e patentati sono capaci di prendere i muscoli senza contaminarli con altri tessuti avvelenati. La tossina è 100 volte più potente del cianuro.

La tetrodotossina è presente in molti organismi evolutivamente molto lontani, dai pesci ai polpi alle salamandre. In realtà la tossina non è prodotta dal pesce o dal polpo, ma da batteri simbiotici

Prima che venisse introdotto l'obbligo di speciali patenti ai cuochi addetti alla preparazione del fugu, in Giappone si verificavano ogni anno decine di incidenti mortali. La tossina è termostabile e quindi la cottura non ne annulla gli effetti.

Un proverbio ci insegna: l'ospite è come il pesce, dopo tre giorni puzza. perché il pesce è più deperibile della carne?

I pesci sono animali "a sangue freddo". La loro temperatura corporea è cioè uguale a quella dell'acqua in cui vivono, quindi in genere inferiore ai 15°C. I loro enzimi sono quindi evoluti per funzionare in modo ottimale a queste basse temperature, al contrario dei nostri che operano al meglio a circa 37°C.

Di conseguenza, nel pesce morto, gli enzimi che determinano la decomposizione, a temperatura ambiente o addirittura anche in frigorifero, riescono a agire molto meglio di quelli della carne di mammifero. I tessuti del pesce quindi si decompongono più rapidamente.

I pesci hanno il problema di combattere gli effetti osmotici dell'acqua salata in cui vivono immersi.

La principale sostanza che nei tessuti dei pesci svolge il ruolo osmotico di opporsi alla perdita di acqua è la Trimetilammina-N-ossido, molecola insapore e inodore.

Dopo la morte, con l'inizio della decomposizione operata dagli enzimi, e poi dai batteri, la Trimetilammina-N-ossido si trasforma in Trimetilammina, dotata di pessimo odore, quindi il pesce puzza già prima di essere davvero andato a male per la putrefazione.

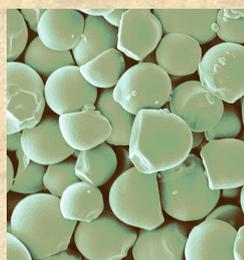
La cottura dell'amido (ad esempio grano, farine e patate e altri tuberi). Come la cottura ha migliorato la nostra alimentazione.

L'amido, presente ad esempio nei semi o nei tuberi, è avvolto in modo così compatto da formare delle strutture quasi cristalline, che gli enzimi intestinali non riescono a digerire se non dopo una lunghissima idratazione.

Un boccone di patata mal cotta può attraversare l'intestino rimanendo quasi intatto.

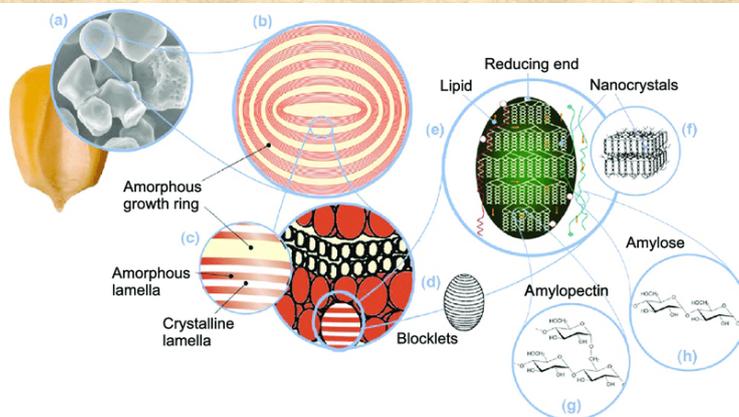
I blocchi cristallini formati dalle molecole di amido (granuli di amido), sono così piccoli da non poter essere spezzati macinandoli con i denti (o con un mulino). La cottura fa rapidamente idratare e rigonfiare i granuli, facendo sì che l'amido passi da una forma cristallina disidratata a una idratata e gelatinosa (gelatinizzazione), facilmente accessibile agli enzimi salivari e intestinali che devono scinderlo per fornirci il glucosio. La digeribilità dell'amido cotto è fino a 100%, nel crudo scende anche al 50% o anche molto meno se il cibo non è finemente tritato.

La cottura dell'amido a secco, come quella che avviene ad esempio nella cottura della superficie della pagnotta (crosta del pane) o nella tostatura dei grani, provoca invece la destrinizzazione: l'amido si scinde in molecole più piccole, le destrine, digeribili, di colore dorato e sapore caratteristico, e in maltosio, un disaccaride.



I granuli di amido, del diametro di una decina o poche decine di micrometri.

Struttura dei granuli: le molecole sono compattate da numerosissimi legami idrogeno





Amido in acqua fredda: insolubile, forma una sospensione

In acqua calda l'amido si gelatinizza, producendo una soluzione viscosa come colla: la colla di farina

Perché gli spaghetti cuocendo non diventano così? Nella farina sono presenti anche molte proteine, che, come vedremo parlando del pane, formano una rete capace di dare sostegno ed elasticità all'impasto.



Alcuni prodotti vegetali, come le castagne o le ghiande, sono molto ricchi di amido ma, da crudi, sono quasi inutilizzabili. Questi prodotti infatti, per la struttura del loro amido, sono non digeribili e, per la abbondanza di tannini, hanno una azione astringente e anti-alimentare. I tannini infatti hanno la capacità di precipitare alcune proteine della saliva, producendo così la tipica sensazione astringente di "bocca asciutta" e inibiscono gli enzimi digestivi salivari. Inoltre si combinano in modo aspecifico con le proteine alimentari, formando complessi resistenti agli enzimi digestivi intestinali. Il risultato è quello di una temporanea sazietà, per lo stomaco pieno, a cui però non corrisponde un elevato apporto di nutrienti. Nell'intestino poi l'amido viene digerito e gli zuccheri fermentati dai batteri: da qui la produzione di gas per provocano gonfiore e flatulenze.



Prodotti ricchi di amido e molto nutrienti, come le patate, il grano, il riso o il mais e il loro derivati, da crudi sono praticamente inutilizzabili o comunque poco digeribili e forniscono poco nutrimento

Amido retrogradato o ricristallizzato. Nel pane raffermo l'amido si ri-cristallizza parzialmente. Possiamo metterlo brevemente nel tostapane: l'umidità contenuta nel pane e il calore faranno gelatinizzare l'amido.

Se invece il pane è completamente secco per gelatinizzare l'amido e ammorbidirlo dovremo aggiungere dell'acqua.



Mi viene l'acquolina in bocca.

L'odore, o anche la vista, di alcuni di alcuni alimenti stimola le ghiandole salivari a secernere saliva in previsione di un pasto. La saliva è importante per bagnare il cibo ma contiene anche enzimi della digestione, soprattutto una grande quantità di α -amilasi (o ptialina), un enzima che scinde l'amido in glucosio. La quantità di α -amilasi, varia da un individuo all'altro a causa del numero di copie del gene che la codifica, che può variare da uno a quindici.

E' probabile che la rivoluzione neolitica, con la coltivazione dei cereali, abbia favorito l'aumento del numero di copie nelle popolazioni che consumano molto amido, come dimostrato anche dal numero di copie presenti in popolazioni umane diverse. I geni in più, quindi, potrebbero essere un adattamento evolutivo a una dieta ad alto contenuto di amido. La digestione dell'amido continua poi ad opera dell'amilasi pancreatica.

Dovremmo aspettarci che negli individui con molta amilasi salivare (che libera glucosio), dopo un pasto con amido la concentrazione di glucosio nel sangue (glicemia) sia più alta che negli individui con poca amilasi.

Invece avviene proprio il contrario: Chi ha più amilasi salivare dopo il pasto ha una glicemia più bassa di chi ha una saliva più povera di amilasi! Come è possibile?

La quantità di glucosio nel sangue è abbassata dall'insulina. Il glucosio liberato in bocca dalla amilasi salivare stimola i recettori del gusto dolce. L'organismo risponde alla stimolazione di questi recettori aumentando la secrezione di insulina che quindi abbassa la glicemia

E' possibile quindi che l'aumento del numero di copie del gene per l'amilasi salivare non sia tanto importante per migliorare la digestione dell'amido (che comunque viene completata dall'amilasi pancreatica), ma piuttosto perché permette di regolare meglio il livello di glucosio nel sangue tramite i recettori boccali per il dolce.

Oltre a influenzare la nostra capacità di seguire una dieta ricca di amido, il consumo dei cereali ha influenzato anche l'evoluzione della digestione nei cani.

I cani sono stati addomesticati a partire dai lupi almeno 10000 anni fa, e quindi mangiano i nostri avanzi fin dall'inizio dell'agricoltura.

La saliva dei cani non contiene amilasi, ma il confronto tra il genoma del cane e quello del lupo mostra che nel corso della domesticazione si è verificato un aumento del numero di geni per l'amilasi pancreatica. L'evoluzione ha reso possibile ai cani di nutrirsi del pane che avanzava alle nostre mense.



La digestione dell'amido

Un facile esperimento didattico sulla digestione dell'amido da parte della ptialina (amilasi) salivare.

- Preparare una soluzione di amido in (una punta di cucchiaino di maizena in mezza tazza di acqua tiepida).
- Trasferire in due provette circa 2 ml di amido.
- In una delle due aggiungere 2 ml di acqua
- Nell'altra aggiungere 2 ml di saliva.
- Mantenere per circa 30-60 min in ambiente tiepido mescolando ogni tanto
- Al termine aggiungere in ciascuna provetta 2 gocce di tintura di iodio



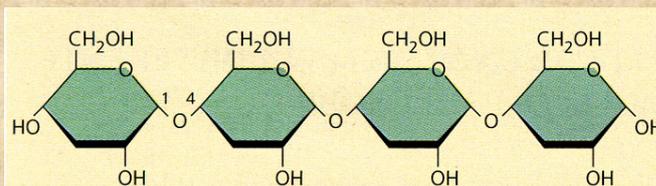
Acqua

Saliva

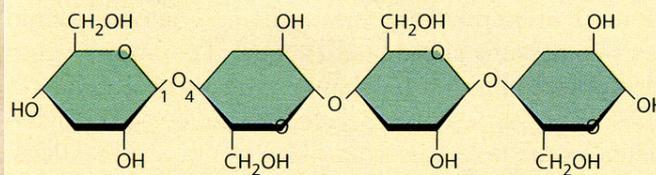
Nella provetta contenente acqua lo iodio ha colorato in blu-nero l'amido. Nella provetta con la saliva si osserva il solo colore dello iodio in quanto l'amido è stato digerito dalla ptialina

Amido, Cellulosa e "fibra"

Molti alimenti di origine vegetale contengono grandi quantità di cellulosa, polimero di molecole di amido unite da legami beta e non alfa come nel caso dell'amido



(b) Amido: il legame 1-4 tra monomeri di α glucosio.



(c) Cellulosa: il legame 1-4 tra monomeri di β glucosio. Gli angoli dei legami che uniscono gli anelli fanno sì che ogni molecola di glucosio sia ruotata di 180° rispetto alla precedente.

Gli enzimi digestivi degli animali sono in grado di scindere i legami α come quelli dell'amido, ma non quelli β della cellulosa.



I batteri che si trovano in simbiosi nell'intestino dei ruminanti possiedono gli enzimi capaci di idrolizzare i legami β della cellulosa liberando il glucosio.
Il ruminante si nutre assorbendo i metaboliti prodotti dai batteri a partire dal glucosio.



Nasica



Termite

Anche altri animali che si nutrono di cibi ricchi di cellulosa riescono a ricavarne nutrimento grazie a micro organismi presenti nell'apparato digerente.



Hoazin

Nell'uomo la cellulosa non viene in pratica digerita, per la scarsità di una flora batterica idonea (che peraltro svolge altri ruoli importantissimi e vitali)

Nella nostra alimentazione alimenti ricchi di cellulosa sono comunque essenziali in quanto, questa sostanza, non digerita, aumenta la massa delle feci facilitando la peristalsi (alimenti ricchi di "fibra")

Il destino degli zuccheri nel nostro organismo: Una colazione con cappuccino e cornetto
 Latte = lattosio, grassi e proteine. Cornetto = Amido, proteine, zucchero, grassi.

Amido (polimero di glucosio)
 Zucchero (Saccarosio: Glucosio + Fruttosio)
 Lattosio: Glucosio + Galattosio
 Grassi (soprattutto trigliceridi)
 Proteine

L'amido viene digerito prima dalla amilasi salivare, poi dagli enzimi pancreatici e intestinali fino ad ottenere glucosio

Saccarosio: Saccarasi intestinale - Glucosio + Fruttosio
 Lattosio: Lattasi intestinale - Galattosio + Glucosio

Glucosio, Fruttosio e Galattosio vengono assorbiti nell'intestino e trasportati dal sangue alle cellule

Nelle cellule: Il Galattosio viene trasformato in glucosio. Glucosio e Fruttosio avviati alla glicolisi e alla respirazione cellulare

Grassi: emulsionati grazie alla bile e idrolizzati dalle lipasi soprattutto pancreatiche.
 Nelle cellule gli acidi grassi ossidati per fornire acetilCoA

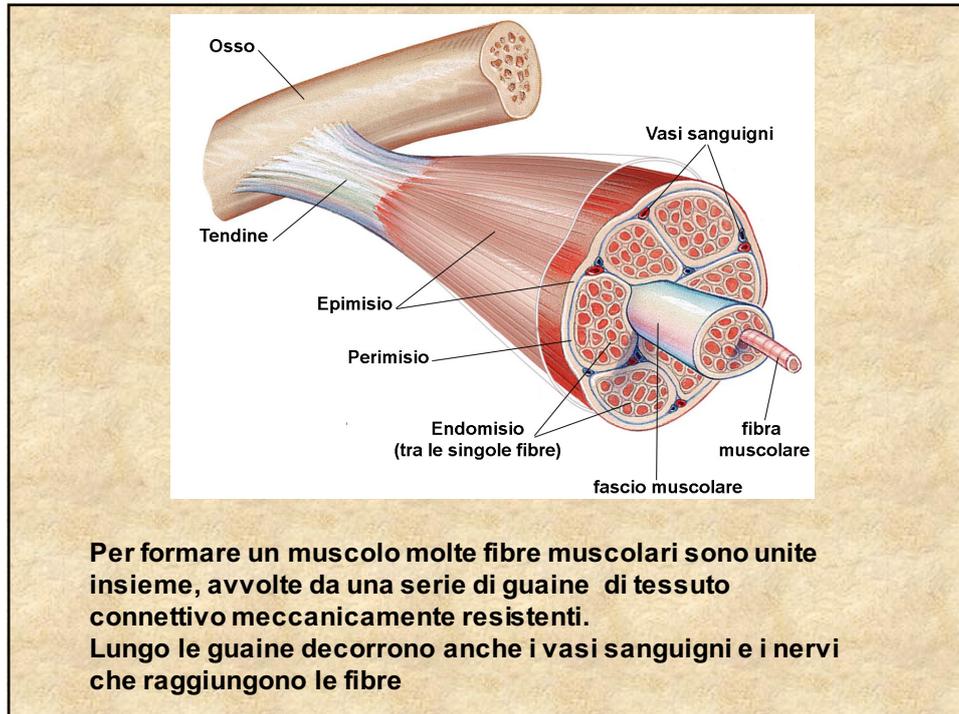
Proteine: idrolizzate dalle proteasi nell'intestino per fornire amminoacidi alle cellule

La biologia in cucina. La cottura delle carni

Dallo studio dell'osso sappiamo che le sue proprietà meccaniche sono dovute alla composizione della sua sostanza intercellulare: la componente minerale fornisce la durezza mentre la grande abbondanza di fibre collagene fornisce la flessibilità e la resistenza alla torsione.

Studiando l'apparato muscolare vediamo che i muscoli si inseriscono sullo scheletro grazie ai TENDINI, formati prevalentemente da fibre collagene e che i muscoli stessi sono rivestiti da una serie di guaine formate da tessuto connettivo, molto ricco di fibre collagene

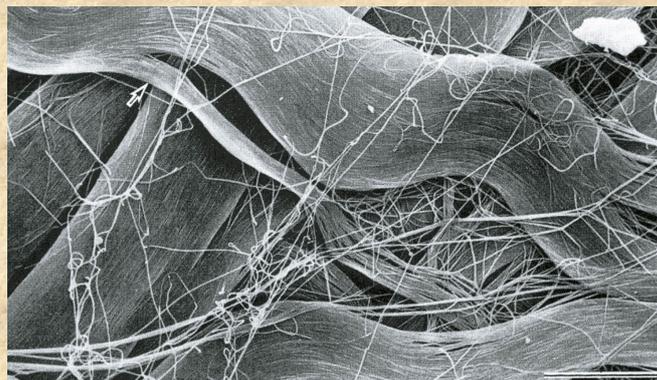
Vale la pena di approfondire la conoscenza di questa sostanza, il **COLLAGENE** e dei **TESSUTI CONNETTIVI** dei quali il collagene è spesso la componente più importante





Provate a immaginare di masticare questa carne da cruda, forse sarà un po' dura!

Il connettivo è flessibile ma molto resistente alla trazione. Questa proprietà è dovuta alla abbondante presenza di FIBRE COLLAGENE, costituite da cordoni più o meno grandi di una proteina filamentosa, il COLLAGENE. Le fibre collagene sono resistentissime alla trazione..



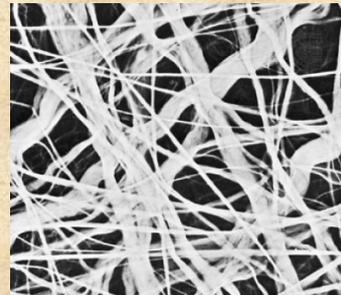
Fasci di fibre collagene del connettivo viste al microscopio elettronico. Si osservano finissime fibre e grossi fasci

FIBRE COLLAGENE



In alcune strutture connettivali come i **TENDINI** il collagene forma grossi cordoni di fibre parallele la cui resistenza è enorme. Il **TENDINE DI ACHILLE** del nostro tallone sostiene il peso del nostro corpo, anche quando, atterrando dopo un salto, il nostro peso risulta moltiplicato!

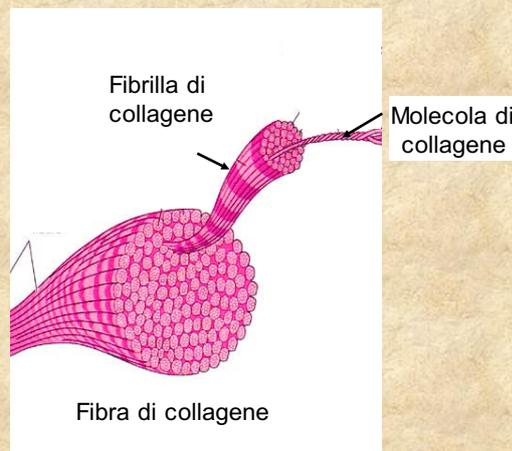
In altre strutture, come nella nostra pelle, si formano intrecci a rete



STUTTURA DEL COLLAGENE

Le fibre di collagene, qualunque siano le loro dimensioni, sono formate da fasci di molecole filamentose, unite tra loro da numerosissimi legami idrogeno, formando quindi una struttura simile a una corda. Questi legami sono individualmente deboli ma, essendo numerosissimi, nel loro insieme creano una fortissima adesione tra le molecole.

Le fibrille hanno un diametro di circa $0.2-0.3 \mu\text{m}$
Le fibre (fino a $10 \mu\text{m}$) possono poi riunirsi in fasci molto più grandi





Una "coscia" di pollo: si notano la guaina biancastra connettivale che avvolge il muscolo e le striature dovute alle guaine interne



Tentiamo di separare l'osso dai muscoli: la adesione è forte e il muscolo si lacera nel tentativo. I filamenti bianchi sono tendini

Mangiare la carne cruda

La carne cruda (muscolo) con le sue robuste guaine connettivali è molto difficile da masticare per l'uomo, con la sua dentatura non specializzata e la muscolatura poco potente. Anche negli scimpanzé, nonostante la presenza di denti e muscoli assai potenti, mangiare carne richiede tempi molto lunghi e nelle feci si ritrovano spesso parti di muscolo non digerite.

Per riuscire a sfruttare le nutrienti fibre muscolari l'uomo deve ricorrere alla macinazione (bistecca alla tartara) o al taglio in fette sottilissime di parti povere di guaine connettivali (carpaccio) e alla aggiunta di limone che con la sua acidità pre-digerisce la carne.

La cottura al contrario, in particolare la bollitura, riesce a disgregare in gran parte le impalcature connettivali rendendo accessibili le fibre muscolari, cioè le cellule, morbide e nutrienti (oltre a eliminare molti patogeni e, come vedremo, produrre sostanze ricche di sapore)

La cottura provoca inoltre la denaturazione termica delle proteine. In molti casi questo migliora la digeribilità, probabilmente rendendo le proteine più accessibili agli enzimi proteolitici

Abbiamo lessato in acqua bollente per alcuni minuti la nostra coscia di pollo, ed ecco il risultato: Le guaine e il tendine sono quasi scomparsi. La carne si è staccata dall'osso ed è ora facile separare con coltello e forchetta i fasci di fibre e anche le singole fibre muscolari



Ed ecco le ossa perfettamente ripulite da muscolo, tendini e connettivo



Le Ossa? Ma non era una coscia? La coscia ha un solo osso, il femore, ed è così non solo nell'uomo, ma anche in tutti gli altri mammiferi, negli anfibi, nei rettili e negli uccelli, pollo compreso. E allora?

Gallus osteology

Gallus skull

Neognath foot

Gallus gallus

10 cm.

© T. Rowe 1993

bacino

Femore (coscia)

Tibia e fibula (gamba)

piede

Scheletro di un pollo e di gamba umana: Quello che chiamiamo coscio del pollo in realtà è la gamba, quindi non è coscia ma polpaccio!

Chi ha scoperto l'America. I polli prima di Colombo

Il pollo (*Gallus gallus*) è un uccello di origine asiatica, domesticato diverse migliaia di anni orsono nel Sudest Asiatico e poi diffuso in tutto il vecchio mondo e, grazie alle migrazioni dei navigatori polinesiani, in Oceania.

Si è sempre pensato che il pollo abbia raggiunto le Americhe con i colonizzatori europei, dopo la scoperta dell' America da parte di Cristoforo Colombo.

Ad El Arenal, un sito archeologico sulla costa del Cile, gli archeologi hanno trovato decine di ossa di pollo datate tra il 1300 e il 1400 AD, cioè almeno un secolo prima di Colombo.

Gli studi sul DNA ottenuto da queste ossa mostrano che i polli potrebbero aver raggiunto il Sud America con dei navigatori polinesiani che toccarono le coste del Nuovo Mondo, senza creare insediamenti stabili (ma lasciando dei polli). (Erano forse i discendenti di questi polli quelli che Pizarro vide nel 1532 in Perù).

Studi genetici condotti sugli abitanti dell'Isola di Pasqua (abitata da polinesiani) confermano che tra polinesiani e nativi americani si sono in passato verificati degli incroci

L'isola di Pasqua era in passato sede di fiorentissimi allevamenti di polli, originari (come anche i polinesiani) dell'asia sud-orientale.



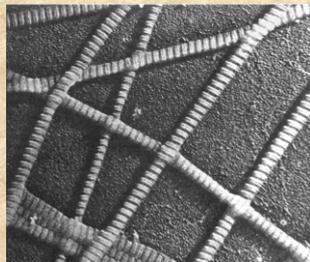
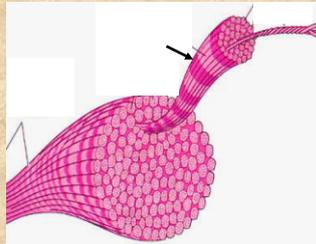
L'isola di Pasqua è celebre per le gigantesche teste di pietra



Ma forse i suoi monumenti più importanti sono gli oltre 1000 giganteschi pollai di pietra, ciascuno capace di ospitare centinaia di polli.

Gli scambi tra Polinesia e Americhe sono anche confermati dalla distribuzione geografica della patata dolce che, originaria del Sud America, si è diffusa da secoli in tutte le isole del Pacifico

I tendini e le guaine del muscolo si sono praticamente dissolti con la cottura in acqua bollente. Che fine ha fatto il fortissimo e abbondante collagene?



Abbiamo visto che le fibre collagene sono formate da molecole filamentoze di collagene riunite in fasci da legami chimici deboli. Il calore ha rotto i legami idrogeno tra le molecole, le fibre si sono disgregate e le molecole di collagene, separate, sono ora disciolte in acqua, ma perfettamente integre (l'ebollizione rompe i deboli legami TRA le molecole, ma non i fortissimi legami INTERNI delle molecole, cioè quelli tra gli amminoacidi delle catene polipeptidiche).

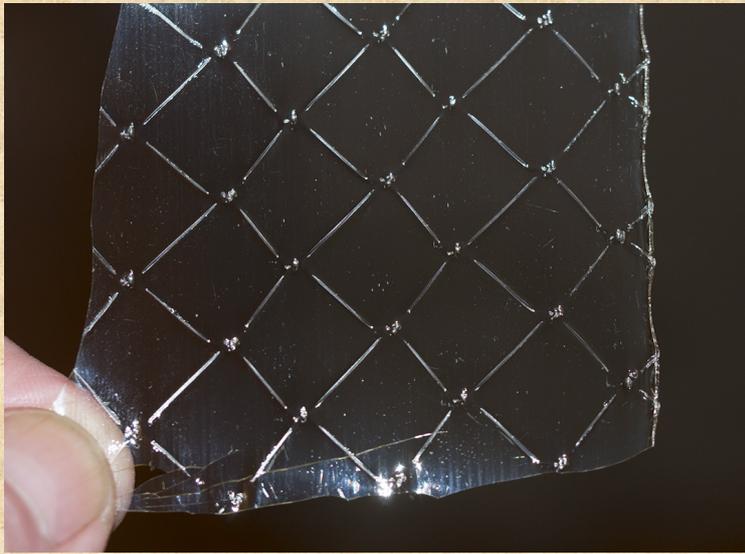
Raffreddando l'acqua le molecole di collagene si riuniranno nuovamente con legami deboli, ma non più in modo ordinato, ma casuale, formando una rete tridimensionale in tutto il liquido. La rete sarà fragile perché i legami tra le molecole saranno poco numerosi: otteniamo la gelatina



Il nostro bollito di pollo si è raffreddato, le molecole di collagene si sono riunite a rete trattenendo tra le maglie della rete l'acqua: abbiamo fatto la GELATINA (in questo caso mescolata con i pezzetti di carne)
Pollo in gelatina!

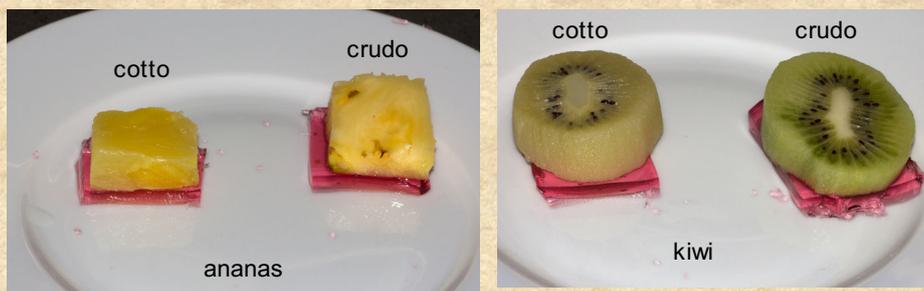
Riscaldando la gelatina si liquefa, raffreddando si solidifica.

La gelatina è collosa, se molto concentrata è una ottima colla. Da qui il nome collagene: quello che genera la colla! (quella che chiamano colla di pesce non è altro che collagene estratto dai pesci)

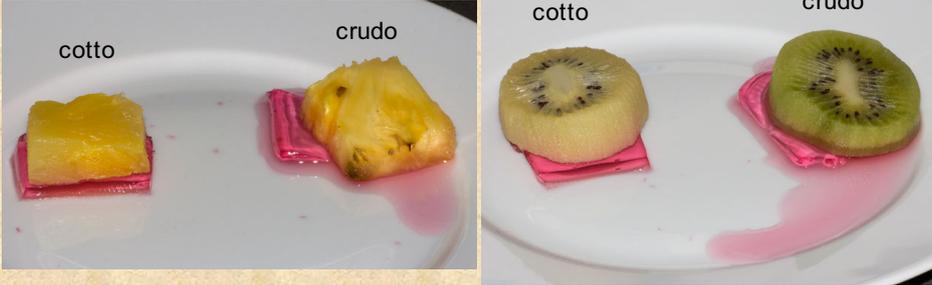


Il collagene essiccato in fogli è in vendita con il nome di colla di pesce o di gelatina animale

Proviamo a fare dei pasticcini con gelatina e frutta

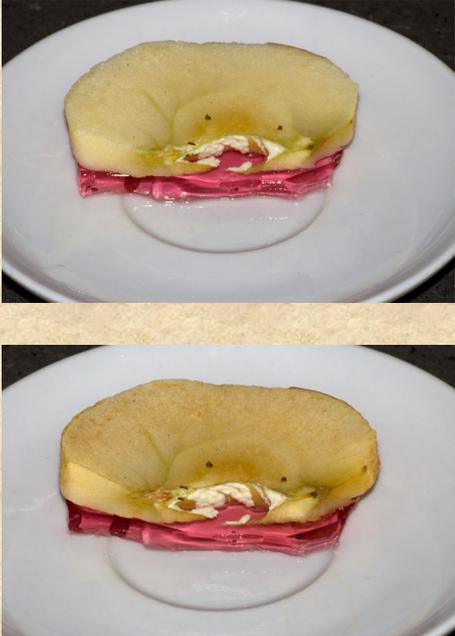


Pezzi di ananas e di kiwi sono appoggiati su gelatina di collagene (colorata per evidenziare meglio il risultato). Sono confrontati frutti crudi (sulla destra) e cotti (sulla sinistra)



Dopo mezz'ora i pezzi di frutti crudi hanno disciolto la gelatina, che si è liquefatta. I frutti cotti non hanno effetto.

Cosa è successo alla gelatina? la proteina collagene è stata digerita da enzimi presenti nella polpa di questi frutti: delle proteasi molto simili a quelle del nostro apparato digerente.
I frutti cotti non digeriscono la gelatina perché gli enzimi sono stati denaturati dal calore.



La mela non è in grado di disciogliere la gelatina: in questa prova una fettina di mela, cruda, anche dopo alcune ore non ha prodotto effetti sulla gelatina. La mela non contiene le proteasi.

Quale può essere la funzione fisiologica degli enzimi proteolitici contenuti nella polpa del kiwi, dell'ananas o della papaia?



La stessa prova, con ananas o kiwi cotti o crudi o con mela, è stata condotta su gelatina di origine vegetale, composta da polisaccaridi (carragenina, estratta da un'alga) e non da proteine



Dopo alcune ore, rimossi i pezzi di frutta, la gelatina vegetale non mostra alcun cambiamento.
Gli enzimi del kiwi o dell'ananas sono proteasi e quindi non possono digerire dei polisaccaridi

MOLTE GELATINE: CAMBIANO LE MOLECOLE MA IL MECCANISMO È SIMILE

Conosciamo molte altre strutture gelatinose di origine biologica, oltre a quella formata dal collagene. In tutti i casi si formano reti tridimensionali di molecole.

La COAGULAZIONE DEL SANGUE: quando il sangue fuoriesce dal nostro corpo (e in caso di alcune malattie anche all'interno del corpo) si verifica la coagulazione. Il sangue liquido si trasforma in una massa gelatinosa che ha la funzione di arrestare la emorragia. Questa gelatina si forma a causa della trasformazione di una proteina del sangue, il fibrinogeno, in un suo derivato, la fibrina. Le molecole di fibrina si uniscono e formano dei lunghi filamenti insolubili che si legano formando una rete che intrappola i globuli rossi e i globuli bianchi: il COAGULO.

LA PRODUZIONE DEL FORMAGGIO. Avete mai fatto caso ai rigurgiti di un lattante? Il bambino talvolta, dopo aver succhiato il latte, rigurgita un po' di materiale bianco simile a ricotta. E' il latte rappreso per azione di un enzima dello stomaco, la chimosina, che trasforma le proteine solubili del latte (caseina) in proteine non solubili che precipitano formando una rete gelatinosa. Per produrre il formaggio si usa il CAGLIO, che è proprio la chimosina estratta dallo stomaco di vitello: si aggiunge il caglio al latte e questo si trasforma in una massa gelatinosa che, scolata dal liquido e stagionata, sarà il formaggio. Esistono anche cagli di origine vegetale.

GELATINE DI ORIGINE VEGETALE

Molte gelatine di origine vegetale sono formate da una rete di molecole non proteiche ma derivate da zuccheri: lunghe catene formate da numerosissime molecole di zuccheri.

LE GELATINE DI FRUTTA (o la consistenza gelatinosa di molte marmellate di frutta) sono formate da catene del polisaccaride PECTINA che si uniscono a formare una rete. Sono ricche di pectina le mele e le arance, soprattutto le loro bucce.

LA COLLA DI FARINA. Con la farina si può preparare una ottima colla semplicemente mettendo della farina in acqua bollente e cuocere mescolando per 10 minuti. Le lunghe molecole del polisaccaride AMIDO, formato da catene di moltissime molecole di glucosio formano una rete



Perché la frutta maturando diviene più morbida?

Le pareti cellulari vegetali, che rendono dura la frutta acerba, sono ricche di pectine (catene di acido poligalatturonico).

Durante la maturazione degli enzimi, tra cui la poligalatturonasi, digeriscono la pectina.

E il nostro osso? Abbiamo visto che è formato da sali minerali e collagene. Con la cottura in acqua bollente abbiamo estratto il collagene, anche se non tutto (nella nostra prova la cottura è stata breve). Rimane quindi una parte del collagene e tutti i sali minerali.

Proviamo a eliminarli, con lo stesso sistema che si usa per eliminare le incrostazioni di calcare: l'acido. Nella prova ho usato l'acido muriatico che si compra al supermercato (Acido cloridrico circa 15%). Si può anche usare l'aceto (acido acetico) ma ci vorrà più tempo.



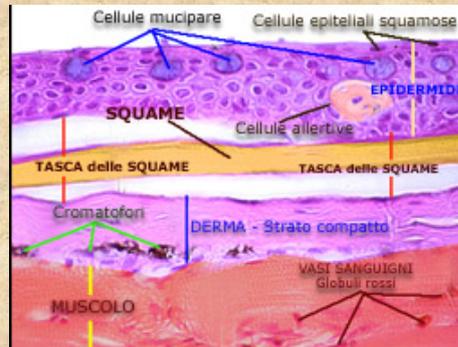
Dopo 12 ore in acido muriatico (attenti agli occhi, è corrosivo, usare guanti di gomma e non dare ai bambini) l'osso è diventato molle e flessibile. Eliminati i sali minerali che rendono l'osso duro e rigido, rimane il collagene, flessibile.

Se dopo aver mangiato il pollo in gelatina non siete sazi passiamo al pesce!



Un'orata bollita: La pelle che nel pesce crudo era ben attaccata al corpo e quasi impossibile da staccare ora si è staccata con facilità: Usando la forchetta siamo riusciti a togliere facilmente la pelle e a scoprire i muscoli senza danneggiarli.

Perché nel pesce cotto la pelle si stacca facilmente?



Epidermide

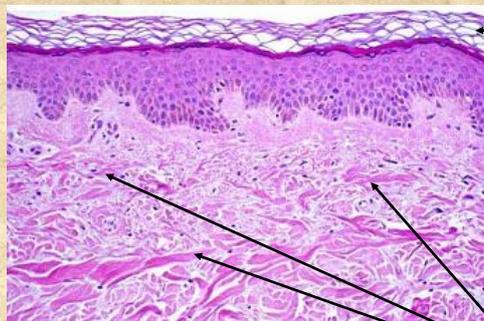
Derma. (ricco di collagene)

Muscoli

Pelle di pesce: L'epidermide con le squame è fissata ai muscoli sottostanti da uno strato di derma, connettivo ricco di collagene. La cottura solubilizza il collagene e permette il distacco dell'epidermide dal muscolo

Anche la pelle dell'uomo ha caratteristiche simili

La pelle è formata da due strati principali: EPIDERMIDE e DERMA
 L'epidermide è uno strato sottilissimo che forma il rivestimento esterno, impermeabile ai liquidi e ai batteri, ma meccanicamente poco valido in quanto molto sottile. Questo strato poggia sul DERMA, molto più spesso dell'epidermide. Il DERMA è formato da tessuto connettivo ricco di fibre collagene ed è molto resistente (il cuoio o la pelle che si usano per fare scarpe o i guanti sono proprio ottenuti dal derma)



Epidermide

Derma

Questo è lo strato dell'epidermide che si desquama formando la forfora

Il derma è ancorato ai tessuti sottostanti come il muscolo da altro tessuto conettivo

Pelle umana al microscopio

Fibre collagene

Una vescica sull'alluce: una scottatura o stimoli meccanici determinano il distacco dell'epidermide dal derma



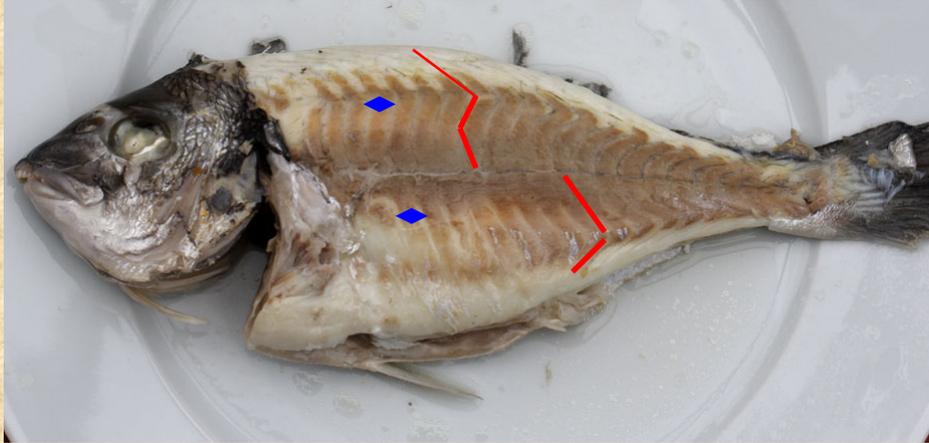
Lo strato sollevato nella vescica è l'epidermide. Se la vescica si rompe appare un tessuto roseo e molto sensibile che è il derma.

Nel caso del nostro pesce lesso la cottura ha provocato la dissoluzione delle fibre collagene e quindi la pelle si è staccata dai muscoli avendo perduto l'ancoraggio dato dal collagene

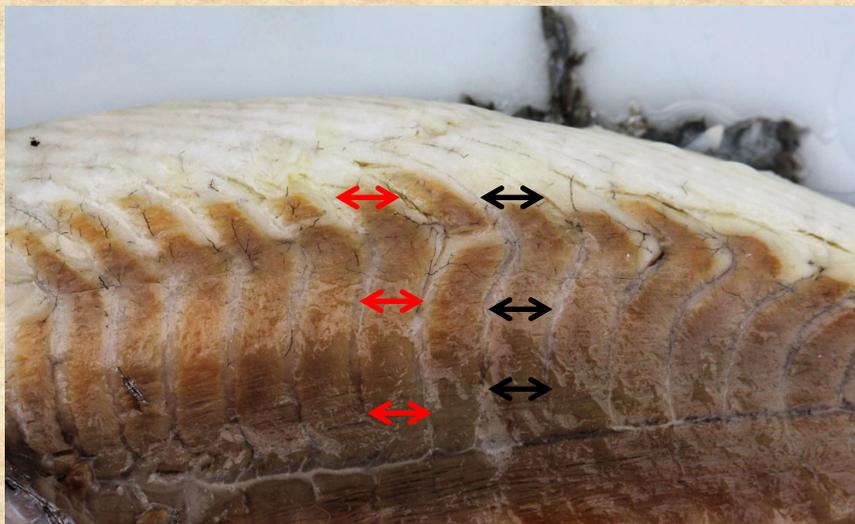
Il collagene si è disciolto nell'acqua di cottura. La pelle che abbiamo tolto, raffreddata, si è indurita incollata dalla gelatina. E' così solida che messi verticali nel piatto gli avanzi della spellatura stanno dritti come una tavoletta.



Questo è anche il motivo per cui è più facile pulire il pesce quando è ancora caldo dalla cottura: Raffreddandosi la gelatina si indurisce e di nuovo incolla la pelle ai muscoli



Ora dedichiamoci ai muscoli. Contrariamente ai nostri muscoli, che hanno in genere una forma allungata, nel pesce i muscoli sono corti e disposti in serie in direzione testa-coda, piegati a "V" o a "W". Le fibre muscolari sono disposte secondo il senso delle frecce blu.



Guardando più da vicino notiamo bene la forma dei muscoli come appaiono in superficie: ogni muscolo forma uno strato di forma a zig-zag (uno è evidenziato dalle frecce rosse e un altro dalle frecce nere). Le fibre muscolari sono disposte nel senso delle frecce.



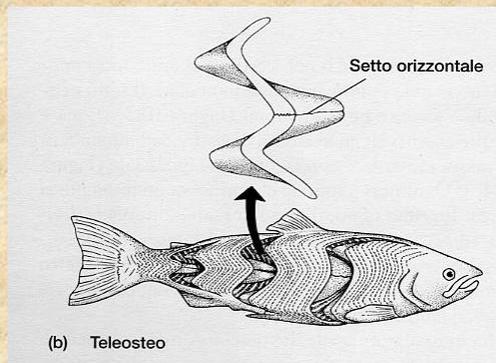
Cambiamo pesce: un grande tonno. Il grande spessore dei muscoli ci permette, in sezione, di comprendere ancora meglio l'organizzazione. Le immagini ad anelli concentrici rappresentano dei cono infilati l'uno nell'altro, come si intuiva dalla figura precedente. Se volete verificare la struttura tridimensionale provate con del tonno in scatola; quello di buona qualità contiene tranci interi che potrete "smontare" separando i muscoli.



Come agiscono i muscoli del pesce?



Il pesce nuota muovendo il corpo in modo ondulatorio. La disposizione segmentaria dei muscoli permette che con la contrazione ogni tratto del corpo possa torcersi lateralmente in modo autonomo, dal momento che ogni segmento muscolare è innervato separatamente. Questo movimento autonomo di ogni tratto non sarebbe possibile con lunghi muscoli longitudinali, che permetterebbero solo movimenti ad arco.



La forma dei segmenti muscolari permette di aumentare la superficie di contatto tramite le guaine connettivali, rendendo la struttura più resistente. Inoltre la azione di ogni segmento si applica non solo sul suo spessore ma su un segmento più lungo. Ogni segmento è anche ancorato alla colonna vertebrale tramite il connettivo (Infatti nel pesce lesso i muscoli si staccano facilmente dalla spina dorsale).

Quanti muscoli abbiamo noi e quanti ne ha un serpente? Noi meno di 1000, i serpenti più di 10.000

La chimica della maionese

Avendo preparato del pesce possiamo concludere gustandolo con la maionese.

La maionese è una emulsione di olio in uovo (una emulsione è una dispersione di minuscole goccioline di un liquido in un altro liquido non miscibile).

Visto che l'uovo è una cellula, e le cellule sono in gran parte fatte di acqua, possiamo considerare la maionese in prima approssimazione come una emulsione di olio in acqua.

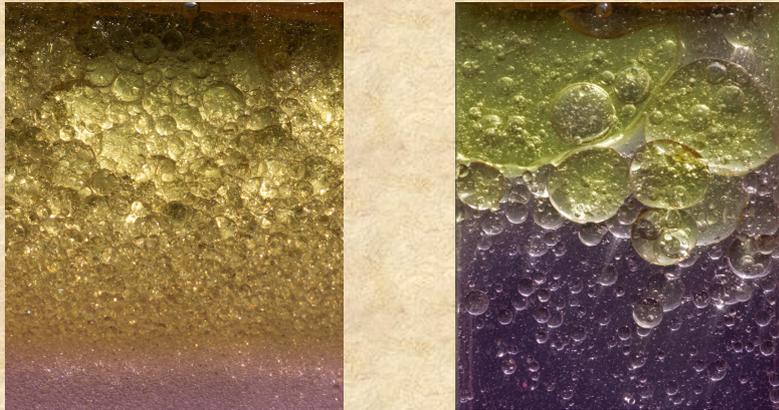
Proviamo quindi a fare una emulsione olio-acqua



Aggiungiamo un paio di cucchiari di olio di semi o di oliva a una bottiglia contenente abbondante acqua e agitiamo vigorosamente. Otteniamo una emulsione: goccioline di olio, talmente piccole da essere invisibili, disperse nell'acqua, che ora appare torbida per le goccioline.



Rapidamente le goccioline si uniscono formando gocce più grandi che si spostano verso la superficie. L'emulsione non è stabile.



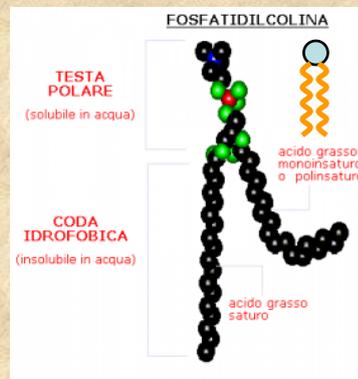
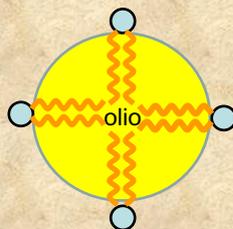
Gocce di olio sempre meno numerose e più grandi.

Perché le gocce d'olio salgono in superficie? L'olio ha un peso specifico minore di quello dell'acqua e quindi galleggia sull'acqua. Attenzione ai termini: il termine **DENSITÀ** è equivalente a peso specifico, quindi si può dire che l'acqua ha maggiore densità dell'olio. Spesso erroneamente si usa il termine "densità" per indicare la viscosità di un liquido, cioè la sua resistenza allo scorrimento. È un errore grave. L'olio è più viscoso dell'acqua, ma meno denso!

Perché l'emulsione olio-acqua non è stabile, mentre la maionese è una emulsione stabile?

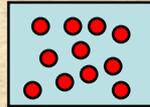
Uno dei componenti principali del tuorlo dell'uovo è una fosfatidilcolina (lecitina), cioè un fosfolipide

I fosfolipidi, messi a contatto con l'acqua, si dispongono spontaneamente in modo da portare le teste idrofile verso l'acqua e le code idrofobe lontane dall'acqua. Se sono presenti dei grassi, come l'olio, le code idrofobe si immergono nell'olio, mentre le teste idrofile si rivolgono verso l'acqua.



Che cosa succede se mescoliamo acqua, olio e fosfolipidi e agitiamo fortemente?

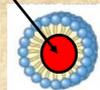
Abbiamo già visto che agitando acqua e olio si ottiene una emulsione, con l'olio che si divide in piccole goccioline (in rosso)



L'emulsione però non è stabile e le goccioline di olio si riuniscono in gocce sempre più grandi, poichè l'olio è idrofobico e tende a stare a contatto con altro olio e non con acqua

AGGIUNGENDO ANCHE I FOSFOLIPIDI

olio



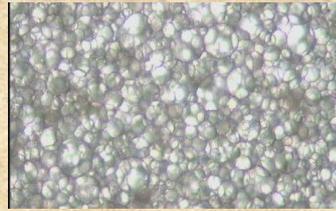
I fosfolipidi si dispongono inserendo nelle goccioline d'olio le loro code idrofobe e portando le teste idrofile all'esterno, a contatto con l'acqua. Ora l'olio non è più a contatto con l'acqua e l'emulsione è diventata stabile: le goccioline olio-fosfolipidi rimangono separate l'una dall'altra.

Il rosso dell'uovo (tuorlo) contiene moltissimi fosfolipidi (la LECITINA, o fosfatidilcolina)

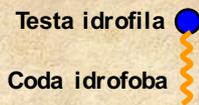
Come si fa la maionese? Aggiungendo olio all'uovo, che contiene tra l'altro acqua e fosfolipidi e frullando con energia. I fosfolipidi circondano le goccioline d'olio e si ottiene una emulsione stabile: la maionese



La maionese al microscopio: all'inizio le goccioline olio-fosfolipide sono più grandi, continuando a frullare le goccioline diventano sempre più piccole e la maionese è sempre più solida perché le goccioline sono sempre più a contatto l'una con l'altra



Il principio della maionese si applica anche ai detersivi e alla saponetta. Gli oggetti o le mani sporchi di grasso non si lavano con la sola acqua, ma dobbiamo usare il sapone. Perché? Il grasso non è solubile in acqua e quindi l'acqua non riesce ad eliminarlo. Che cosa è un sapone? Assomiglia a un fosfolipide ma è più forte, nel senso che la sua testa idrofila è MOLTO fortemente idrofila e ha una sola coda idrofoba. Possiamo raffigurarlo così:



I SAPONI SCIOLGONO LE MACCHIE DI GRASSO

Grasso, idrofobo. Non solubile in acqua, aderisce alla stoffa

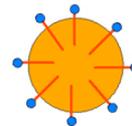


stoffa

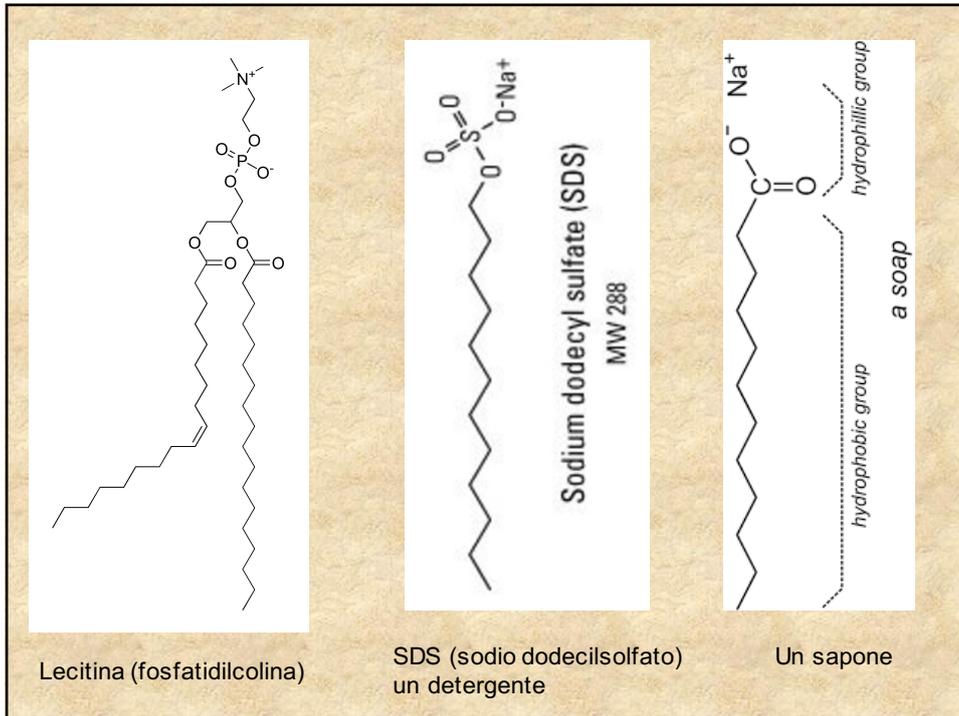
Molecola di sapone: una coda idrofoba e una testa fortemente idrofila

Testa idrofila 
Coda idrofoba 

Numerosissime molecole di sapone. Inseriscono le code idrofobe nel grasso mentre le teste idrofile sporgono in superficie e si legano all'acqua. Il grasso è stato portato in soluzione nell'acqua



stoffa



Come si faceva il sapone in casa?

Facendo bollire acqua, cenere e un grasso, come un olio o grasso animale. La cenere bollita in acqua produce la liscivia (potassa, KOH) e questa reagisce con i grassi, idrolizzandoli e producendo il sapone (sale potassico di un acido grasso, ad esempio acido oleico o acido palmitico).

La lisciviatrice.

La lisciviatrice. Una lavatrice vecchia di quasi un secolo. Sotto la griglia si metteva la cenere, sopra la griglia i panni sporchi. Si aggiungeva acqua e poi tutto sul fuoco. La liscivia bollente ricadeva sui panni sporchi e saponificava i grassi, lavando alla perfezione.

Perché un sapone famoso si chiama "Palmolive"? Si produceva il sapone con olio di palma e di oliva (proprietario Mr. Colgate).

Oleato di potassio, un sapone

Carne e pesce, ma anche molti altri alimenti, oltre che bolliti in acqua, possono essere cotti a temperatura più alta, ad esempio sulla griglia o al forno.

Questo tipo di cottura, oltre a dare un sapore particolare, conferisce agli alimenti una tipica colorazione bruna

Vediamo ad esempio una bistecca



O una pagnotta



Queste trasformazioni sono il risultato delle reazioni di Maillard che sono forse tra le più importanti reazioni chimiche della cucina.

Le reazioni di Maillard sono una serie complessa di fenomeni che avvengono, a caldo, in seguito all'interazione tra zuccheri come il glucosio e alcuni amminoacidi delle proteine. Le reazioni sono numerose e portano a formare diverse sostanze (quali le melanoidine) dall'odore e dal colore caratteristico.

Con la cottura alla griglia o in padella, lo strato superficiale della carne (o del pane) raggiunge rapidamente la temperatura adeguata, si verificherà la reazione di Maillard, e la carne assumerà il colorito bruno e il sapore caratteristico. Al contrario negli strati più profondi la temperatura sarà più bassa (al massimo 100°C a causa della presenza di acqua, ma in genere molto inferiore), e la cottura meno spinta. La parte interna della bistecca risulta quindi succulenta e di colore roseo.

La cottura elimina molte tossine ma in alcuni casi ne può produrre. Le reazioni Maillard ad esempio producono ammine eterocicliche e acrilamide, tossiche per gli animali da laboratorio. Sono tossiche anche per l'uomo o forse ci siamo evolutivamente adattati?

Le reazioni di Maillard si verificano a temperature tra i 140° e i 180°. Temperature superiori portano a bruciacchiare gli alimenti e a produrre sostanze come i benzopireni, nerastri, amari e cancerogeni. Quando tostate il pane evitate di carbonizzarlo!



Lo spezzatino



Anche nella preparazione di uno spezzatino, nonostante la cottura avvenga in umido e quindi a circa 100° (temperatura di ebollizione dell'acqua), la reazione di Maillard ha un ruolo essenziale. La carne infatti viene prima rosolata con olio o altri grassi, ad alta temperatura, per produrre le sostanze saporite e il colore tipici di questa reazione e soltanto dopo si aggiungono liquidi (brodo o salsa di pomodoro), per continuare la cottura in umido. Se non rosolate la carne lo spezzatino avrà sapore di carne bollita.



Anche questi graziosi animaletti, cotti alla brace, vanno incontro alle reazioni di Maillard





Non ho potuto resistere al sorriso di questa ragazzina e al profumo degli spiedini.
 In Perù li chiamano "suri" (sono le larve del *Rhynchophorus palmarum*) e sono davvero buoni.

Sono molto simili al *Rhynchophorus ferrugineus*, il dannosissimo punteruolo delle palme, che uccide le nostre palme e che in Nuova Guinea mangiano con piacere. Perché non lo mangiamo anche noi?




Perché gamberi, granchi e aragoste diventano rossi con la cottura, mentre da vivi hanno colori diversi?

Il carapace dei crostacei contiene un pigmento rosso, la astaxantina, che è un carotenoide simile a quello delle carote. La astaxantina è però legata a delle proteine, che ne modificano il colore. A seconda della proteina il colore diviene bruno, verdastro, blu o giallo.
La cottura denatura le proteine che rilasciano il pigmento che riprende il suo colore originale rosso



A proposito di colori e di sapori

Perché la frutta maturando diventa più colorata, più tenera e più dolce?
Perché il frutto acerbo è verde, aspro e duro?



Poligalatturonasi per ammorbidirla, sintesi antociani per colorarla, produzione zuccheri per renderla dolce, ma a quale scopo?

A che serve la frutta?

Gli animali mangiano il frutto e disperdono i semi con le feci. Il frutto è un'esca che la pianta usa per invogliare gli animali a mangiarlo. Il frutto matura soltanto quando i semi sono pronti.

E allora chi dissemina il peperoncino? Gli uccelli, che non sentono il sapore piccante della capsaicina ma sono attirati dal colore rosso.