

La Fisica di Tutti i Giorni**

Lezione VIII

Corso di Laurea in Farmacia

Facolta' di Farmacia

Universita' di Pisa

A.A. 2007-2008

Maria Luisa Chiofalo

con la collaborazione di *Massimiliano Labardi*

****Basato sul materiale didattico di “How Things Work” (Wiley, 2001) di Lou Bloomfield**

Struttura delle lezioni

In ogni lezione si spiega il funzionamento di due oggetti/fenomeni precedentemente concordati con gli/le studenti. In particolare si seguono i passi:

- **Discussione o dimostrazione d'aula sul dato oggetto/fenomeno**
- **Annotazione di osservazioni fatte**
- **Formulazione di domande utili a comprendere i meccanismi di funzionamento del fenomeno**
- **A partire dalle domande:**
 - **introduzione di concetti fisici utili per rispondere alle domande**
 - **definizione di eventuali quantità fisiche rilevanti emerse dai concetti**
 - **strutturazione dei concetti fisici e delle quantità fisiche in leggi**
 - **verifiche, attraverso una discussione collettiva, della comprensione attraverso ulteriori esempi tratti dal quotidiano immaginando situazioni o con altre dimostrazioni d'aula da fumetti da film o libri di fantascienza da racconti gialli e noir**
- **assegnazione di esercizi e problemi per casa**
- **alla fine della lezione, rassegna dei messaggi principali, per rafforzare la consapevolezza di quanto appreso**

Il materiale didattico e' costituito da esperimenti e dimostrazioni d'aula realizzati appositamente, dalle presenti slides e da contenuti dei seguenti testi di riferimento

❖ **Lou Bloomfield**

``How things work - The physics of everyday life" (J. Wiley, New York, 2001)

``How everything works - Making physics out of the ordinary" (J. Wiley, New York, 2007) con I relativi siti web

❖ **Albert Einstein e Leopold Infeld**

``L'evoluzione della fisica" (Bollati-Boringhieri, 1965)

❖ **Andrea Frova**

``La fisica sotto il naso" (BUR, Milano 2006)

❖ **Lawrence Krauss**

``La fisica di Star Trek" (Longanesi, Milano 1998)

❖ **James Kakalios**

``La fisica dei supereroi" (Einaudi, Torino 2005)

❖ **Peter Barham**

``The Science of Cooking" (Springer, Berlino 2001)

❖ **Bruce Colin**

``Sherlock Holmes e i misteri della Scienza" (Cortina Raffaello, 1997)

❖ **C. Casula**

``I porcospini di Schopenauer" (Franco Angeli, 2003) [Sui metodi didattici e le metafore per l'apprendimento]

La Scienza in Cucina

Dimostrazioni d'aula

- Si discutono alcune ricette per la cottura di cibi di diversi tipi e, a partire da quelle, si ricavano osservazioni e domande
- Dimostrazioni d'aula intermedie vengono utilizzate per illustrare alcuni concetti
- A conclusione della lezione e del corso, si prepara insieme un gelato istantaneo con l'azoto liquido

Ricette d'aula: controfiletto di manzo trifolato

▪ **Ingredienti per 6 persone:**

- 1 Kg di filetto di manzo
- 50 ml di olio extravergine di oliva
- Sale grosso

▪ **Preparazione:**

- Tagliare il controfiletto in 6 fette alte 2-3 cm (o farlo fare al macellaio)
- Eliminare ogni tessuto connettivo che si riesca a vedere
- Macinare del sale sulla bistecca
- Scaldare l'olio in una padella spessa finché l'olio inizia a "fumare" e aggiungere un paio di bistecche per volta
- Assicurarsi che le bistecche tocchino il fondo della padella
- Cuocere per 30 secondi e girare la bistecca. Cuocere altri 30 secondi
- Continuare a cuocere per 2 minuti finché il fondo diventa marrone scuro e quindi girare la bistecca e cuocere per altri 2 minuti
- Mantenere la bistecca calda e cuocere le rimanenti nello stesso modo

Osservazioni sulla ricetta del controfiletto di manzo

▪ Osservazioni:

- La bistecca che si cuoce per ultima diventa scura piu' rapidamente
- Se si cuoce troppo a lungo, la bistecca diventa dura
- Se l'esterno non e' ben marrone il sapore peggiora
- Se la bistecca e' piu' sottile o se si cuoce piu' a lungo a piu' bassa temperatura, l'interno e' meglio cotto (meno al sangue)
- Se la bistecca e' troppo spessa o la temperatura e' troppo bassa, si puo' impiegare troppo tempo a cuocere l'esterno tanto che l'interno diventa stracotto (bistecca troppo cotta)

Domande

1. Perché si toglie tutto il tessuto connettivo? Perché non mettere troppe bistecche per volta nella padella e assicurarsi che tocchino bene il fondo?
2. Perché cuocere prima inizialmente per 30 secondi ogni lato?
3. Perché la bistecca cuocendo diventa scura? Perché la bistecca che si cuoce per ultima diventa scura più rapidamente?
4. In definitiva, cosa rende la bistecca più “gustosa”?
5. Che differenze ci sono tra carne e pesce?
6. Cosa c'è di diverso con le uova?

Domanda 1

▪ Concetti

- **La carne consiste di fibre muscolari, tessuti connettivi e grassi. E per il 60% di acqua (visibile quando si cuoce, fuoriesce fino a temperature di circa 70° C)**
- **Le fibre muscolari contengono principalmente due tipi di proteine (vedi slide successiva): miosina e actina**
- **A temperature superiori a 40° C le proteine delle fibre muscolari iniziano a denaturarsi**
- **Per le proteine nei muscoli, questo significa che le proteine cambiano irreversibilmente la loro forma “spiraleggiando” e la carne diventa piu’ dura (e si contrae)**
- **I tessuti connettivi invece sono principalmente costituiti da un tipo di proteina, il collagene, che e’ molto rigido perche’ fatto da tre molecole separate intrecciate tra loro come in una corda**
- **A temperature superiori a 70° C il collagene si denatura irreversibilmente in molecole separate, la gelatina, legate in una struttura che e’ fatta fino al 90% di acqua**

▪ **Struttura di una proteina**

- **Le proteine sono polimeri di aminoacidi – ognuno contenente circa 20 atomi**
- **Ci sono piu' di 20 differenti tipi di aminoacidi**
- **Questa diversita' rende le proteine cosi' importanti**
- **E' possibile selezionare tra un numero grandissimo di proteine che hanno forme particolari e hanno compiti specifici**
- **Ci sono diversi tipi di legame interni tra aminoacidi nella stessa proteina, che determinano la forma della proteina**

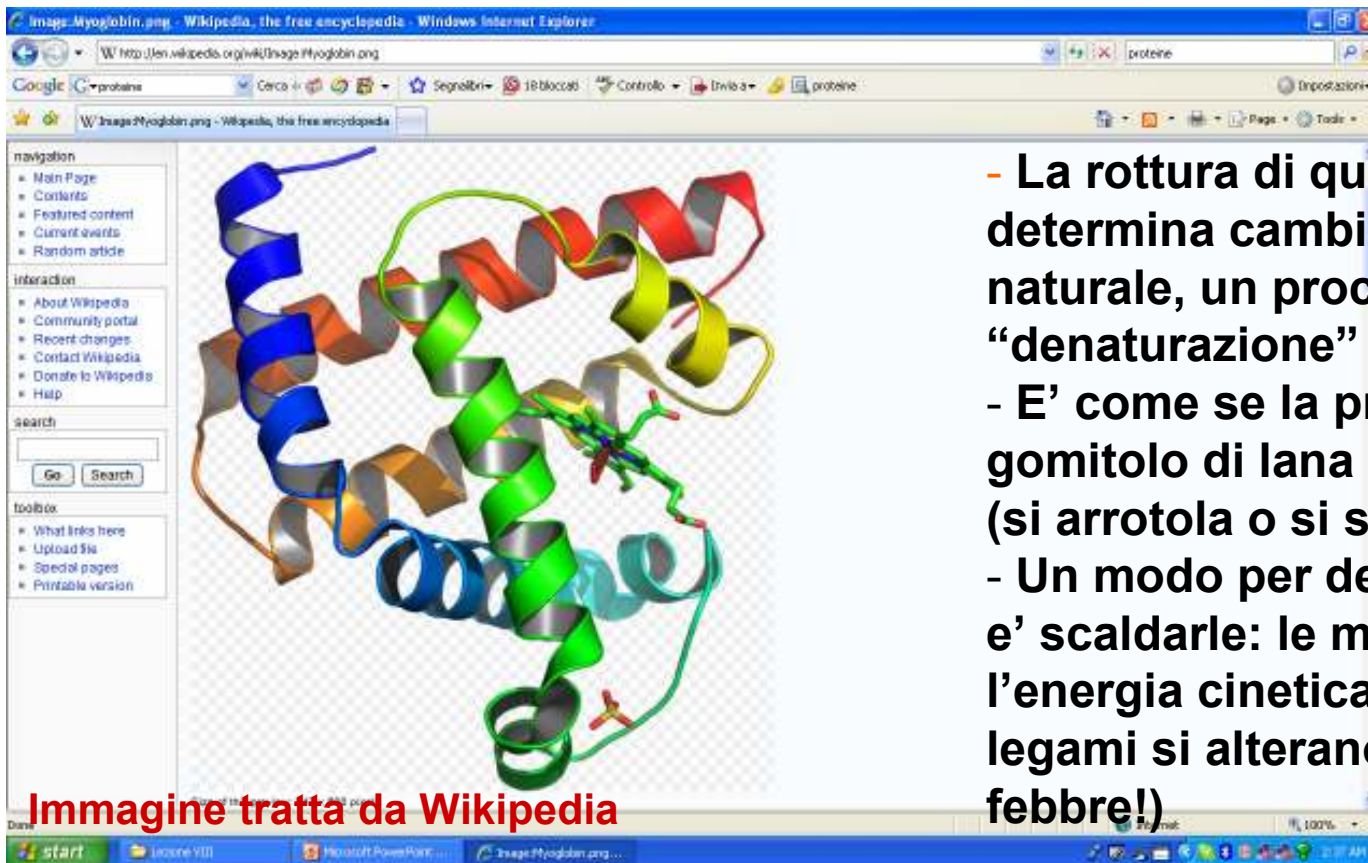


Immagine tratta da Wikipedia

- **La rottura di questi legami determina cambi di forma dallo stato naturale, un processo noto come “denaturazione”**
- **E' come se la proteina fosse un gomitolo di lana che cambia forma (si arrotola o si srotola)**
- **Un modo per denaturare le proteine e' scaldarle: le molecole aumentano l'energia cinetica di vibrazione e i legami si alterano (meccanismo della febbre!)**

Struttura di un aminoacido (da Wikipedia)

Immagine:AminoAcidball.svg - Wikipedia - Windows Internet Explorer

http://it.wikipedia.org/wiki/Immagine:AminoAcidball.svg

Google C amminoacidi Cerca Segnalibri 18 bloccati Controllo Invia a amminoacidi Impostazioni

W Immagine:AminoAcidball.svg - Wikipedia

navigazione

- Pagina principale
- Ultime modifiche
- Una voce a caso
- Vetrina
- Aiuto

comunità

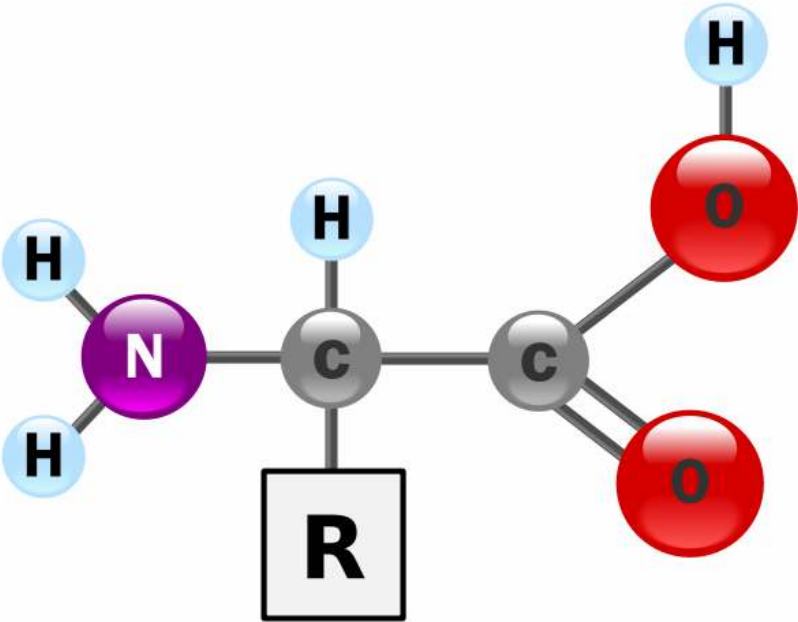
- Portale comunità
- Bar
- il Wikipediano
- Fai una donazione
- Contatti

ricerca


Vai Ricerca

strumenti

- Puntano qui
- Carica un file
- Carica su Commons
- Pagine speciali
- Versione stampabile



AminoAcidball.svg (file in formato SVG, dimensioni nominali 702 × 500 pixel, dimensione del file: 47 KB)

 Questo file e la [sua pagina di descrizione](#) si trovano su [Wikimedia Commons](#).
Se non hai mai usato Commons, visita la [pagina di benvenuto](#) o leggi le [FAQ](#).

Done Internet 100%

start Lezione VIII Microsoft PowerPoint ... Immagine:AminoAcid... 2:29 AM

▪ **Concetti**

- **I grassi (o olii, se allo stato liquido) hanno l'aspetto di catene di atomi di carbonio e idrogeno. Molti grassi in cucina sono costituiti da tre catene con 10-20 atomi di carbonio ciascuna, legate insieme**
- **I grassi hanno differenti gradi di saturazione. In quelli saturi, il numero di atomi di idrogeno legati agli atomi di carbonio e' il massimo possibile, cosi' come il contenuto energetico. La struttura e' molto compatta e dunque formano solidi con una piu' alta temperatura di fusione. Per questo animali a sangue freddo devono usare grassi insaturi, affinche' possano rimanere liquidi anche a basse temperature, anche se il contenuto energetico e' inferiore**
- **I grassi insaturi si ossidano piu' facilmente – reagiscono con l'ossigeno dell'aria – e diventano “rancidi”. In quelli saturi l'ossigeno penetra piu' difficilmente nella struttura compatta**
- **I grassi si sciolgono con il calore e fanno da lubrificante per la fibra muscolare rendendola piu' morbida**

▪ Dunque:

- Il grado di cottura della carne e' un compromesso tra il mantenere tenere le fibre muscolari e ammorbidire il tessuto connettivo
- In generale, e' bene cuocere per poco tempo carni a basso contenuto di tessuto connettivo (per esempio al grill, arrosto o in padella) e per piu' lungo tempo quelle con molto tessuto connettivo (per esempio a vapore). Oppure, eliminare per quanto possibile il tessuto connettivo
- Assicurarsi che la carne tocchi bene il fondo della padella e non cuocere troppe bistecche alla volta aiuta a non abbassare la temperatura: il fondo della padella e' a piu' alta temperatura e quando si aggiunge una bistecca fredda si abbassa la temperatura
- Il grado di tenerezza della carne dipende anche da come e' stata macellata: se l'animale viene macellato subito dopo un affaticamento, non c'e' abbastanza ossigeno nella mioglobina per far si' che acido lattico continui a essere prodotto anche dopo la morte. L'acido lattico non viene portato via (il sangue non circola nell'animale morto) e puo' rompere proteine e tessuto connettivo rendendo la carne piu' morbida

Domanda 2

▪ Concetto

- Le proteine diventano chimicamente molto reattive a temperature di circa 80° C e possono reagire con ioni metallici come quelli che possono essere alla superficie delle padelle (lo stesso vale per le ceramiche)
- Il cibo puo' letteralmente attaccarsi alla superficie, dunque la temperatura puo' aumentare al di sopra dei 100 gradi, l'acqua evaporare e il cibo bruciarsi

▪ Dunque:

- E' bene usare padelle e pentole antiaderenti (padelle con un rivestimento di polimero inerte come il Teflon che non reagisce con le proteine)
- Alternativamente, si puo' creare una patina scaldando olio finche' non fuma e facendo cosi' reagire gli ioni metallici prima di cuocere il cibo (ma poi la padella non va lavata con il sapone altrimenti va ripetuta la procedura prima della cottura successiva)
- E' utile mescolare o comunque mantenere il cibo in movimento in modo che nessuna parte di esso rimanga a contatto con la padella a sufficienza per formare un legame (oppure far reagire tutte le proteine una volta per tutte come nella ricetta)

Verifica

- Prima di disporre il composto per torta in una teglia si unge la teglia con olio o burro. Spiegare

Domanda 3

▪ Concetti

➤ **La cottura determina una serie di reazioni chimiche. Le più importanti sono:**

- ✓ **Reazioni enzimatiche** (gli enzimi sono proteine in grado di accelerare le reazioni chimiche – catalizzarle). Esempi: la maturazione della frutta, la stagionatura del formaggio e delle carni
- ✓ **Reazioni che coinvolgono zuccheri e carboidrati (si veda slide successiva)** quando sottoposti a riscaldamento con acqua: l'acqua reagisce con l'atomo di ossigeno che unisce gli anelli degli zuccheri e zuccheri complessi vengono ridotti a singoli anelli di zuccheri. Ulteriore riscaldamento dà luogo a degradazione degli zuccheri, l'anello si apre e si formano molecole più piccole (acidi e aldeidi). Ulteriore riscaldamento porta a ossidazione, lo zucchero viene "bruciato" (caramellato)
- ✓ **Reazioni che coinvolgono aminoacidi e zuccheri** (provenienti da proteine e carboidrati), le cosiddette reazioni di Maillard. Le reazioni di Maillard sono migliaia perché tante sono le possibili coppie di aminoacidi e zuccheri con altrettante diverse temperature tipiche che controllano queste reazioni.

▪ **Struttura di un zucchero**

- Per i nostri scopi possiamo considerare la struttura di uno zucchero come un anello di 4 o 5 atomi di carbonio e un atomo di ossigeno, con 1 o 2 ulteriori atomi di carbonio attaccati al lato dell'anello
- Alcuni zuccheri, come il glucosio, sono costituiti da un singolo anello (monosaccaridi), molti altri da due anelli (disaccaridi)
- Come i grassi, gli zuccheri sono prodotti dagli organismi viventi per immagazzinare energia e liberarla, attraverso reazioni di combustione che richiedono l'uso di enzimi

▪ **Struttura di un polisaccaride – in generale di carboidrati – e amidi**

- Un polisaccaride e' costituito da molte molecole di zuccheri legate insieme a formare lunghe catene
- I polisaccaridi piu' noti: cellulosa (costituente delle piante che fornisce rigidita' e forza – le piante non hanno enzimi per digerire la cellulosa 😊) e amido (per il quale le piante hanno enzimi). Differiscono per la geometria con cui gli anelli di glucosio sono disposti
- L'amido si forma in molte piante e animali in forma di granuli che contengono – oltre ai polisaccaridi – anche proteine
- Le proteine sono responsabili dell'assorbimento di acqua o umidita', che permette ai granuli di amido di gonfiarsi e legarsi ad altri divenendo “appiccicosi”

- **Dunque:**
- **I prodotti della reazione di Maillard hanno tipicamente colore scuro**
- **Si pensa che le reazioni di Maillard siano autocatalitiche, cioè una volta che i prodotti di reazione – le parti scure della carne cotta – si sono accumulati nella padella, la reazione prosegue più velocemente**
- **In ogni caso, l'effetto è utile per controllare il grado di cottura della bistecca. Le ultime bistecche cotte saranno quelle più al sangue, le prime quelle ben cotte**

Verifica

- **Se si volessero cuocere tutte le bistecche al sangue, che tecnica usereste?**
[Si potrebbe cuocere prima un pezzetto di carne in padella, in modo da favorire il processo autocatalitico descritto su]

Domanda 4

▪ Concetti

- Possiamo “sentire” con le papille gustative quattro sapori molto familiari: dolce, acido, amaro e salato. Più un quinto sapore tipico della cucina orientale, chiamato Umami – il gusto del glutammato di sodio (per noi nel pomodoro e nel parmigiano)
- Tuttavia, una buona parte del “gusto” quando mangiamo è determinata dall’olfatto. In generale, il gusto è dato dalla combinazione delle sensazioni delle papille gustative e dell’olfatto
- La maggior parte dei sapori viene da molecole piccole, come nella frutta – fatto importante nelle tendenze evolutive!
- Cibi più complessi, come la carne, non diventano gustosi finché non sono cotti – in effetti il processo di cottura determina la creazione di molecole più piccole, come nella reazione di Maillard. Le reazioni di Maillard avvengono a temperature di almeno 140 C. Notare che sopra i 200 C si producono altre molecole che possono essere cancerogene ☹

- **Dunque:**

- **Temperature superiori ai 100 C sono possibili solo all'esterno: all'interno l'acqua fa si' che non superino i 100 C**
- **Ne segue che per un miglior sapore e' utile aumentare la superficie della carne per aumentare il sapore, per esempio tagliandola in piccoli pezzettini**

Dimostrazioni d'aula

▪ Per convincersi del fatto che l'olfatto e' determinante nella percezione dei sapori e nel riconoscimento dei cibi, si chiede la collaborazione di uno/a o piu' studenti. Si fanno assaggiare – mentre si e' bendati - pappette precedentemente preparate a partire da verdure differenti (cipolle, piselli, patate) avvicinando contemporaneamente e all'insaputa della persona bendata al naso un cibo di odore ben riconoscibile (es. frutta). Dopo aver avvisato la persona bendata che nel corso della dimostrazione verra' effettuata un'operazione a sua insaputa – comunque dignitosa 😊

Possibili esperimenti per casa [da Barham, The Science of cooking]

- Per convincersi di come la carne diventi piu' dura con il grado di cottura, tagliare una fetta di carne in una decina di pezzi il piu' possibile uguali. Cuocere il primo e aggiungere i successivi, uno ogni 2 minuti. Quindi assaggiare la differenza (o controllare con uno stecchino quanto facilmente si riesce a penetrare a cottura ultimata nei differenti pezzi)
- Per convincersi di come il collagene diventi gelatina, prendere un taglio di carne con molto tessuto connettivo, tagliarlo in piccoli pezzi, metterlo in acqua e portare l'acqua a ebollizione. Togliere 50 ml di acqua ogni mezz'ora e rimettere il coperchio. Mettere l'acqua rimossa in un contenitore di vetro e mettere in frigorifero. Si vedra' – nell'arco di qualche ora – l'acqua in frigorifero diventare gelatina
- Per convincersi del ruolo della temperatura nel sapore della carne, preparare un certo numero di pezzetti di carne il piu' possibile uguali e riporli in forno uno dopo l'altro, ogni volta alzando la temperatura del forno e tenendoli per un tempo differente secondo la seguente tabella:
 - 100 C per 12 minuti (in totale, 6 minuti da ogni parte)
 - 120 C per 9.5 minuti (in totale, meta' per ogni parte)
 - 140 C per 8 minuti
 - 180 per 6 minuti
 - 240 per 4 minuti

Domanda 5

▪ Concetti

- Il pesce si muove in acqua e dunque i suoi muscoli possono essere piu' deboli
- Nei muscoli dei pesci – al contrario che nei mammiferi – le proteine sono disposte in piccoli “gomitoli” fatti di catene corte, legati da delicate membrane
- I pesci non hanno tessuto connettivo duro come i mammiferi
- I pesci sono animali a sangue freddo

▪ Dunque:

- Il pesce deve essere cotto per poco tempo. Di fatto quanto basta per denaturare le delicate proteine che compongono i loro muscoli
- Gli enzimi naturali dei pesci agiscono a basse temperature (quelle del mare) e dunque la degradazione delle proteine dei muscoli ad opera degli stessi enzimi del pesce inizia subito dopo la morte e continua anche a basse temperature (a differenza degli animali a sangue caldo)
- Il sapore del pesce puo' venire anche dalle reazioni di Maillard – per esempio se arrostito o fritto

Domanda 6

▪ Concetti

- L'uovo e' composto di due parti: albume e tuorlo
- Sia albume che tuorlo contengono proteine che, in cottura, si denaturano e quindi coagulano (si solidificano)

▪ Dunque:

- Le proteine dell'albume iniziano a coagulare al di sopra dei 63° C. Quelle del tuorlo al di sopra dei 70° C. Dunque per un uovo alla coque, il tuorlo non dovrebbe superare i 70° C (deve superare i 55 per evitare rischi di salmonella). Per un uovo sodo deve superare i 70 C

▪ **Note sui tempi di cottura:**

- **Il tempo che il centro del tuorlo impiega a raggiungere una certa temperatura e' proporzionale al quadrato del diametro minore dell'uovo**

- **In generale, si osserva che la propagazione del calore dall'esterno all'interno di un cibo e' tale che la larghezza della regione che progressivamente si scalda a partire dall'esterno e' proporzionale alla radice quadrata del tempo di cottura**

Si puo' osservare questo effetto provando a bollire delle patate il piu' possibile uguali, ognuna per tempi differenti. Tagliandole a meta' dopo il tempo fissato di cottura, si puo' misurare la larghezza della parte traslucida (quella che si e' cotta)

Ricette d'aula: il pane (la pasta, la pizza,...)

▪ **Ingredienti:**

- 750 g di farina 00
- 30 g di burro
- 2 cucchiaini da te' di sale (20 g)
- 1 cucchiaino e ½ di zucchero (10 g)
- 420 ml di acqua tiepida
- lievito

▪ **Preparazione:**

- **Si mescolano insieme tutti gli ingredienti asciutti in una ciotola**
- **Quindi si fa penetrare bene il burro frizionando fino a ottenere un composto omogeneo**
- **Si aggiunge il lievito e la maggior parte dell'acqua, mescolando con un cucchiaino di legno**
- **Si continua ad aggiungere acqua fino a che si forma una pasta non troppo dura e appiccicosa (se troppo dura la pasta non lievita bene; se troppo morbida lievita troppo e il pane viene troppo spugnoso)**
- **Si impasta quanto piu' a lungo possibile (di piu' e' meglio), fino a ottenere una pasta piu' rigida, meno appiccicosa e piu' elastica**
- **Si ripone la pasta in una ciotola e si copre con uno strofinaccio per impedire che si secchi**
- **Si lascia lievitare in un posto caldo – idealmente a temperatura >15 e < 30 gradi C**
- **Quando la pasta ha raddoppiato il suo volume, ridurla delicatamente alla dimensione originaria e ricominciare a impastare per alcuni minuti**
- **Dare ai panetti la forma finale che vogliamo e lasciarli di nuovo lievitare finche' raddoppia il loro volume**
- **Riscaldare il forno a 250 gradi C e cuocere per 25 minuti**

Domande

- 1. Come funzionano gli ingredienti?**
- 2. Perché si impasta?**
- 3. Perché si fa lievitare due volte?**
- 4. Che differenze ci sono tra l'impasto della pasta per il pane e quello per le torte e la pasticceria?**

Domanda 1

▪ Concetti

- La farina e' fatta di grani di amido. Il contenuto di differenti proteine nei granuli determina le differenze tra le varie farine (di grano duro, 00,...)
- In acqua, le proteine nei granuli di amido si stirano, e legano tra loro i granuli di amido a formare il glutine, un composto molto elastico
- Il lievito e' un micro-organismo monocellulare che metabolizza zuccheri in alcool e anidride carbonica: insomma un organismo vivente molto piccolo che mangia zucchero e il cui principale prodotto di scarto e' l'anidride carbonica
- Il pane diviene stantio/raffermo quando le molecole di amido diventano troppo fortemente legate alle molecole di acqua: in particolare, dopo la cottura e il raffreddamento, le molecole nei granuli di amido possono formare nuove strutture cristalline, che pero' sono differenti da quelle prima della cottura e coinvolgono molecole di acqua. Mentre nuove molecole di acqua vengono "catturate" per formare nuovi cristalli, il pane si "asciuga"

▪ Dunque:

- La farina e' essenziale per realizzare una pasta il piu' possibile elastica e percio' il suo contenuto di proteine deve essere sufficientemente elevato da favorire la formazione del glutine durante l'impasto
- Lo zucchero fornisce nutrimento al lievito, aiutando l'impasto a lievitare piu' rapidamente
- Il sale controlla l'azione del lievito: troppo sale fa morire il lievito, poco sale lo fa moltiplicare dando al pane un sapore eccessivo di lievito
- Olio o burro rallentano il processo per il quale il pane diventa stantio, perche' impediscono l'assorbimento delle molecole d'acqua da parte dei granuli di amido
- Il lievito produce l'anidride carbonica che rimane intrappolata in piccole bolle all'interno del pane, rendendolo soffice

Domanda 2

- **Dunque:**
- **Si impasta per produrre il glutine**
- **Le bolle di anidride carbonica prodotte dal lievito si formano nel glutine e si espandono mentre il lievito continua a “lavorare”**
- **Se la composizione del glutine non fosse abbastanza resistente ed elastica, l’anidride carbonica rimarrebbe difficilmente intrappolata e la pasta non lieviterebbe bene. Come quando si gonfia un palloncino fatto di una gomma troppo rigida oppure non resistente: scoppia**

Domanda 3

- **Dunque:**
- **La lievitazione e' necessaria per rendere il pane morbido e leggero**
- **Piu' numerose sono le bollicine di anidride carbonica che si formano e piu' crescono in dimensione, piu' il pane lievitera' e il prodotto sara' leggero**
- **Il lievito lavora in modo ottimale a temperature comprese tra 20 e 25 gradi e per questo si tiene l'impasto al caldo**
- **Peraltro, di fatto, la lievitazione in se' continua il processo di impasto perche' la pasta continua a distendersi**
- **La seconda lievitazione e' fatta per ottenere un maggior numero di bolle di anidride carbonica, ciascuna piu' piccola, in modo da dare al pane una struttura piu' omogenea e comunque leggera**
- **Di fatto comprimendo l'impasto tra la prima e la seconda lievitazione, le bolle di anidride carbonica si rompono in bolle piu' piccole, che poi possono crescere di nuovo durante la seconda fase di lievitazione**

Verifica

- Se la torta appena sfornata mi cade da – diciamo – un'altezza di mezzo metro si sgonfia. Spiegare 😊

Domanda 4

▪ Dunque:

- Il pan di spagna e' piu' soffice e morbido del pane perche' si riesce ad aumentare il numero di bollicine di anidride carbonica e mantenerle piccole, aggiungendo un altro ingrediente, l'uovo
- Le uova vengono battute o separando albume e tuorlo oppure intere con dello zucchero in modo da creare una schiuma
- Battendo le uova infatti si cambia la forma delle proteine contenute, denaturandole. Queste si comportano come molecole di sapone. Naturalmente si potrebbero usare, in principio, anche altre proteine provenienti da altri cibi
- Lo zucchero aumenta la viscosita' dell'uovo in modo che sia sufficiente una frusta per denaturarne le proteine in modo efficace. Altrimenti, sarebbe necessario scaldare le uova mentre si battono

Verifiche

- **Si sa che e' molto importante pre-riscaldare il forno prima di mettere la torta. Spiegare**
[Altrimenti ci vuole troppo tempo per coagulare le proteine e si affloscia]
- **Nel fare il soufflé' si tende a non usare burro o olii comunque grassi, dunque a non mischiarli con i bianchi battuti. Spiegare**
[Perché' questi distruggerebbero la "schiuma" dell'albume battuto proprio come il grasso fa con il sapone]