




# LA SONICAZIONE


Seminario di Tecnica conserviera degli alimenti di origine animale.

Modulo professionalizzante:  
Igiene e controllo degli alimenti di origine animale.  
Anno accademico 2010/11

- Nell'industria alimentare si sta diffondendo una nuova tendenza: quella di ridurre l'uso dei trattamenti termici, al fine di conservare tutte le caratteristiche nutrizionali dei prodotti alimentari.



- 
- La conservazione degli alimenti si basa su metodi e tecniche che hanno lo scopo di rallentare o bloccare il loro naturale processo di alterazione, tenendo sotto controllo o distruggendo del tutto la carica microbica.
  - Le tecniche di conservazione degli alimenti hanno, pur con modalità di azioni diverse, il comune obiettivo di creare un ambiente sfavorevole alla vita, allo sviluppo ed all'attività dei microrganismi.

- 
- Tra queste tecniche innovative rientra la **sonicazione** che ha come principio l'utilizzo degli ultrasuoni.

# Un po' di storia....



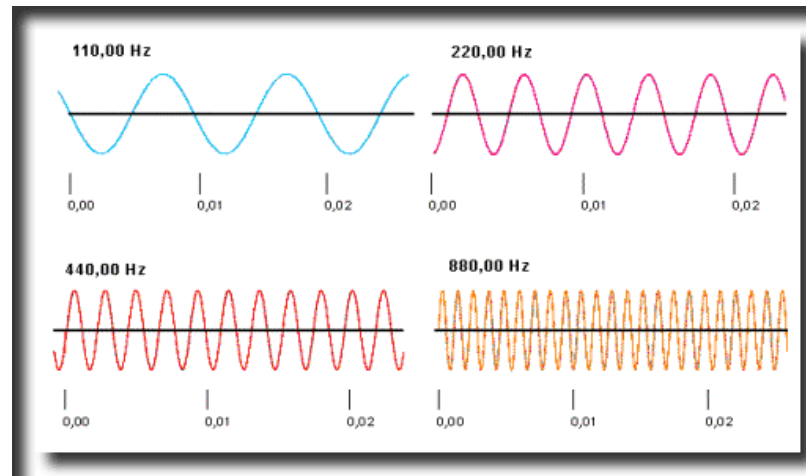
- Il primo tentativo di utilizzare gli ultrasuoni per inattivare i microrganismi venne fatto negli anni '60 quando si osservò che le onde sonore usate dai sommergibili per scopi bellici erano capaci di uccidere i pesci.

- Nel 1959, per la prima volta, gli ultrasuoni ad alta intensità furono utilizzati per provocare la lisi cellulare. Ultrasonics (oggi Misonix) progettò i primi processori ultrasonici o sonicatori del tipo a sonda



# Cosa sono gli ultrasuoni?

- Gli ultrasuoni sono suoni con frequenza superiore a 20 kHz (frequenza limite dei suoni udibili nell'uomo)



# Impieghi degli ultrasuoni:

- Fischietti per cani
- Impianti antifurto
- Apparecchiature per la pulizia dei gioielli
- Sterilizzazione degli strumenti chirurgici

## Impieghi in campo medico:

- Rimozione dei calcoli renali senza ricorrere alla chirurgia,
- Trattamento lesioni cartilaginee,
- Controllo dello sviluppo fetale in gravidanza (ecografia).

# Impieghi in campo industriale:

- Trattamenti di omogenizzazione, emulsione, dispersione.\*
- Inattivazione di microorganismi presenti nel miele.\*
- Verifica dello stato di riempimento delle lattine nell'industria delle bevande.\*
- Saldature di elementi in plastica.
- Pulizia su grande scala.

\*=verranno trattati in dettaglio in seguito


- Il meccanismo di funzionamento della sonicazione si basa sul fenomeno della cavitazione, con formazione di piccole bolle nel mezzo liquido.



- Da qui deriva l'effetto battericida che consiste in:
  - un assottigliamento delle membrane cellulari,
  - riscaldamento localizzato,
  - produzione di radicali liberi.

# L'efficacia del trattamento dipende da:

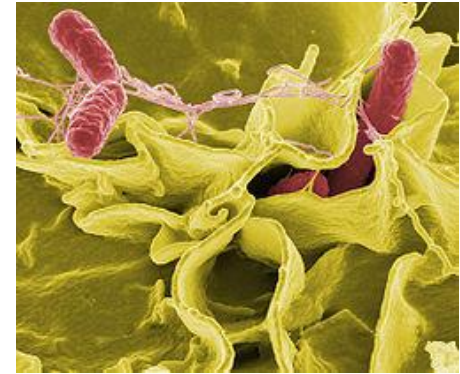
- Tipo di batterio trattato,
- Ampiezza delle onde ultrasoniche,
- Tempo di esposizione/ contatto,
- Volume e composizione dell'alimento da trattare,
- Temperatura del trattamento.

- 
- Per rendere più efficace l'azione degli ultrasuoni sui microrganismi, spesso la sonicazione viene associata ad altri trattamenti:
    - ultrasuoni + calore: termosonicazione
    - ultrasuoni + pressione: manosonicazione
    - entrambi: manotermosonicazione

## Vantaggi della sonicazione rispetto alla pasteurizzazione:

- Riduzione della perdita in sapore,
- Viene garantita una maggiore omogeneità del prodotto.
- Risparmi energetici significativi.

# Prove sperimentali sui microorganismi:

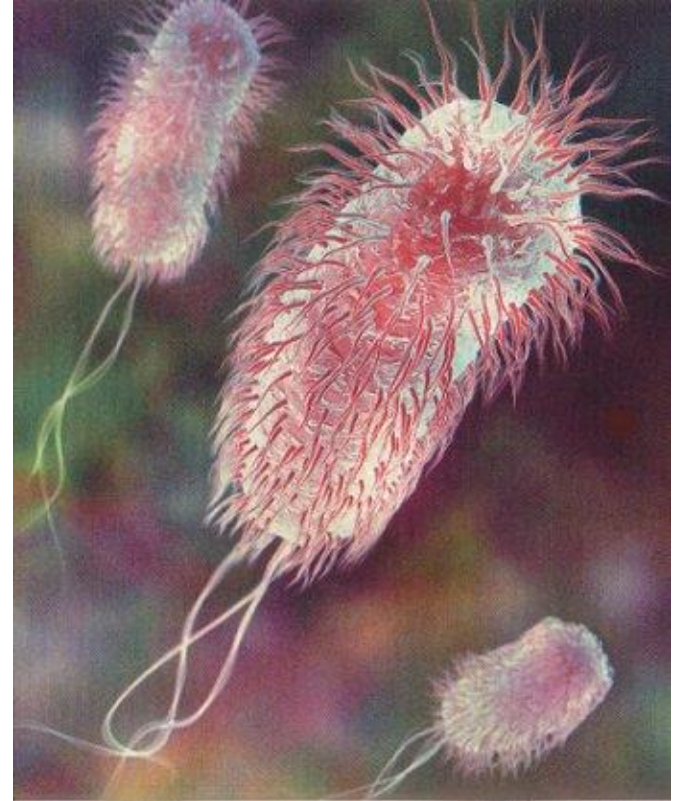


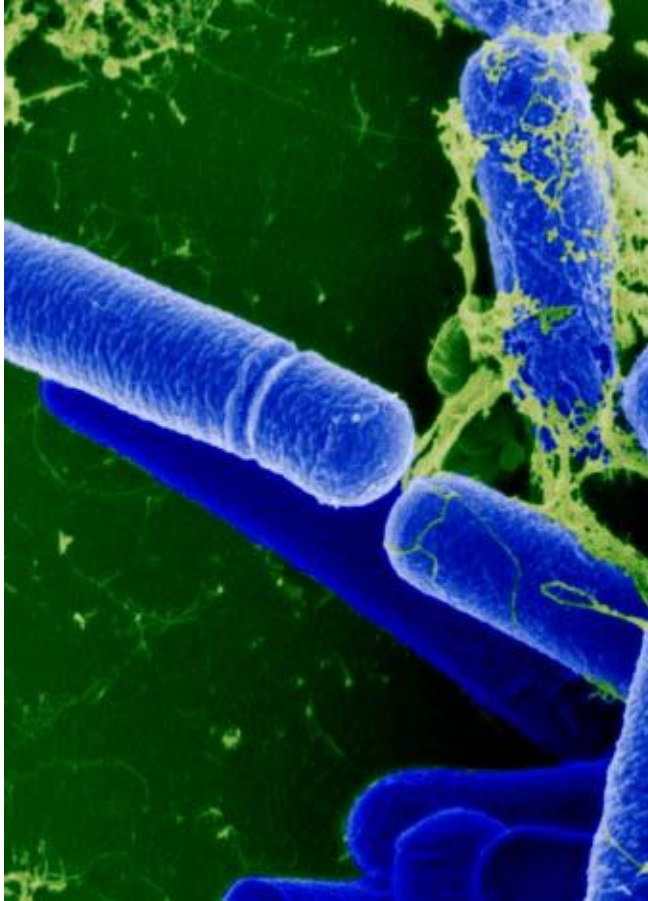
- **Salmonella**

La sonicazione associata al cloro risulta efficace nel ridurre la popolazione batterica. La sonicazione potenzia l'effetto sterilizzante di una soluzione di cloro

- **E. coli**

L'effetto degli ultrasuoni è assicurato in un mezzo liquido, ma può essere potenziato con l'aggiunta di particelle solide che aumentano la cavitazione.





- **Bacillus subtilis**

L'associazione col calore potrebbe accelerare la velocità di sterilizzazione di un alimento riducendo la durata e l'intensità del trattamento e i danni ad esso conseguenti.

- **Listeria Monocytogenes**

Può essere inattivata attraverso l'utilizzo degli ultrasuoni in combinazione con altri trattamenti. Temperature inferiori ai 50°C non hanno un effetto significativo sull'inattivazione microbica, mentre a temperature superiori l'effetto è marcato.




# Tecnologia



- Il suono è un'onda di compressione ed espansione prodotta in seno alla materia gassosa, liquida o solida. Possiamo percepire queste onde direttamente con l'udito se hanno frequenze circa da 20 Hertz a 16 kHz (l'unità di Hertz rappresenta il numero di cicli di compressione ed espansione al secondo; il chilociclo, abbreviato kHz, è migliaia dei cicli al secondo).



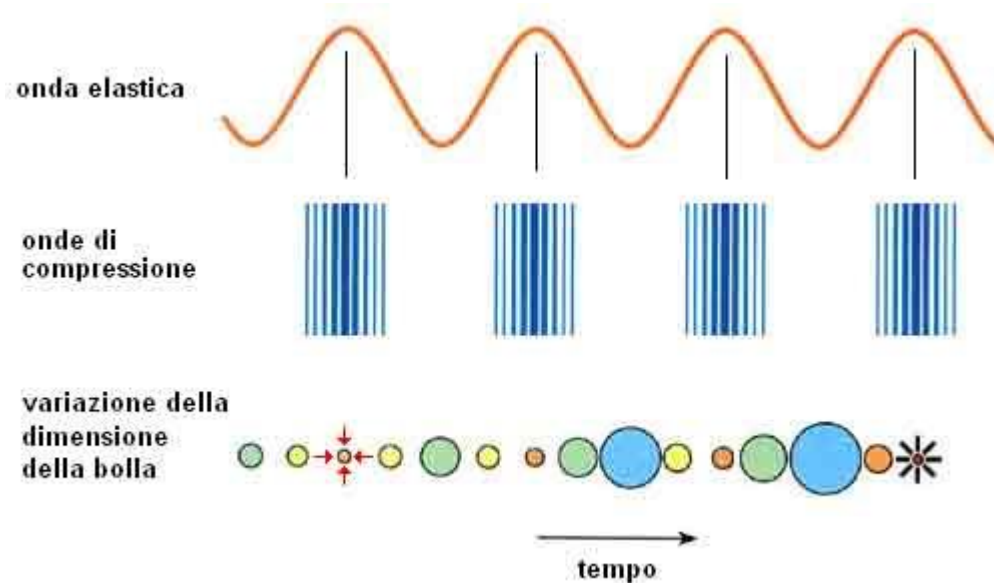
- 
- Le onde sonore con una frequenza superiore a quella normalmente rilevata dall'orecchio umano sono dette onde ultrasoniche o **ultrasuoni**.
  - l'irradiazione ultrasonica dei liquidi produce un fenomeno denominato **cavitazione**.

# Glossario

- **cavitazione:** è la creazione ripetuta di microbolle all'interno di un liquido, a cui segue la loro implosione. Le bolle possono essere create dall'espansione e dalla contrazione di una bolla di gas intrappolata nel campo degli ultrasuoni per parecchi cicli, finché le bolle non raggiungono l'energia sufficiente per collassare durante l'onda di compressione. Questo fenomeno prende il nome di cavitazione stabile. Quando la bolla contiene, invece, la fase di vapore del liquido e perdura solamente per uno o pochi cicli di pressione, la cavitazione è detta transiente.

- Mentre l'ultrasuono attraversa un liquido, i cicli di espansione esercitano una pressione negativa sul liquido, allontanando le molecole l'una dall'altra. Se l'ultrasuono è sufficientemente intenso, il ciclo di espansione può generare cavità nel liquido. Questo accade quando la pressione negativa supera la resistenza alla trazione (lo sforzo massimo che un materiale può sostenere da un carico d'allungamento senza strapparsi) del liquido, che varia secondo il tipo e la sua purezza.

- Quando un'onda incontra un mezzo liquido si formano zone ad alta e bassa pressione tra le quali si creano bolle di gas, il cui volume aumenta progressivamente fino ad un punto in cui implodono. Lo sviluppo della cavità dipende dall'intensità del suono.



- Quando le bolle di cavitazione implodono in liquidi irradiati, la loro compressione è così rapida che una piccola quantità di calore viene dissipata dalla cavità durante il suo collasso.

Il liquido circostante, d'altra parte, è ancora freddo ed estinguerà prontamente la cavità riscaldata. Così, viene prodotto un punto caldo (*hot spot*), di breve durata, localizzato in un liquido freddo, questo punto caldo ha una temperatura approssimativa di 5000 °C.

# Sonicator

- Per ottenere l'ultrasuono viene applicata una corrente elettrica alternata ad un materiale piezoelettrico fissato alla parete di un contenitore.

Un sonicator consiste di un **generatore di corrente**, di un **convertitore** per trasformare l'energia elettrica in energia meccanica, e di **sonde** che amplificano la vibrazione prodotta



# Generatore:



- Il **generatore** fornisce impulsi di energia ad alto voltaggio e ad alta frequenza, trasformando la normale corrente alternata a 220 volt e 60 Hz in energia elettrica a circa 1000 V e 20.000 Hz

# Convertitore:



- Il **convertitore** trasforma l'energia elettrica ad alta frequenza proveniente dal generatore in vibrazione meccanica alla frequenza specifica (20 kHz).

# Sonde:

- Le **sonde** amplificano la vibrazione longitudinale prodotta dal convertitore.

Le sonde in titanio, che servono per irradiare e concentrare energia nel liquido ad esse immediatamente circostante, sono disponibili in varie dimensioni.



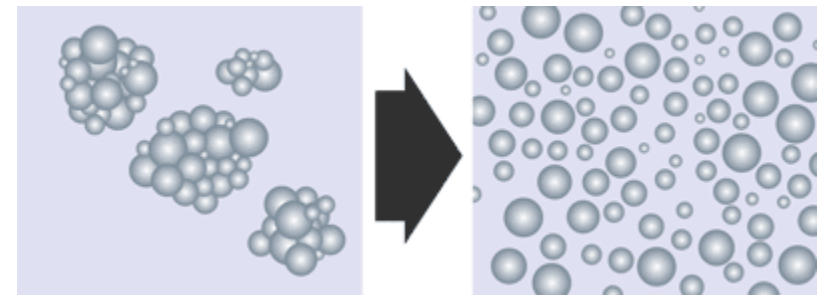
# Impieghi:

- Omogenizzazione
- Dispersione
- Emulsione
- Settore bevande
- Sterilizzazione strumenti chirurgici
- Inattivazione microbica ↓  
miele

# Omogenizzazione:

- In ambito tecnologico, l'omogeneizzazione consiste in una operazione mediante la quale una miscela eterogenea viene resa omogenea. Una miscela è detta "chimicamente omogenea" quando la miscela presenta uguale composizione in ogni punto dello spazio. Questo principio può essere applicato al latte per frantumare e distribuire uniformemente i globuli di grasso.
- Come abbiamo visto quando le bolle raggiungono una certa dimensione implodono. L'implosione genera turbolenze che separano gli agglomerati di particelle.

# Dispersione:



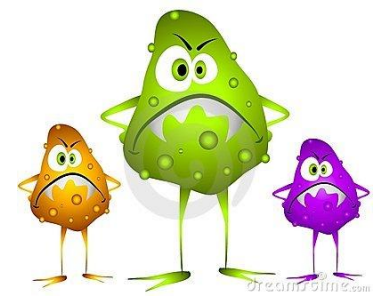
- La miscelazione di **polveri in liquidi** è un passo comune, nella formulazione di vari prodotti, come vernici, inchiostro, shampoo, bevande, o supporti lucidatura. Le singole particelle sono tenute insieme da forze di attrazione di varie natura fisica e chimica, come quelle di van der Waals e come quelle esercitate dalla tensione superficiale del liquido. Questo effetto è più forte per i liquidi di viscosità più elevata, come i polimeri o resine. Le forze di attrazione devono essere superati in modo da disperdere le particelle in mezzi liquidi. La cavitazione in liquidi provoca getti ad alta velocità (fino a 1.000 chilometri all'ora). Tali getti separano tra di loro le particelle.

# Emulsione:

- *Emulsioni sono* dispersioni di due o più liquidi immiscibili. Ultrasuoni ad alta intensità forniscono l'energia necessaria per disperdere una fase liquida (fase dispersa), in piccole goccioline, in una seconda fase (fase continua). Vengono poi aggiunti degli stabilizzatori.




# Inattivazione microbica ed enzimatica:



- L'inattivazione microbica ed enzimatica, ad es nei succhi di frutta e nelle salse, rappresenta un'importante applicazione degli ultrasuoni nella trasformazione dei prodotti alimentari. Enzimi termoresistenti possono essere inattivati, in modo efficace, con l'applicazione simultanea di ultrasuoni, calore e pressione.

- L'azione battericida è dovuta alle alte pressioni che si generano in seguito alle implosioni. L'efficacia del trattamento dipende dal tipo di microrganismo. Per questo motivo gli ultrasuoni vengono usati in combinazione con altri trattamenti ad alta pressione (**manosonicazione**), trattamenti termici (**termosonicazione**) o entrambi (**mano-termo-sonicazione**) in maniera da ottenere un maggiore effetto di distruzione meccanica delle cellule.

- 
- Le specie più vulnerabili sono quelle di maggiori dimensioni
  - In generale le forme più termoresistenti sono le meno vulnerabili
  - L'azione battericida è irreversibile, quella sugli enzimi è reversibile

# Sonicazione applicata al miele:

- Il miele è prodotto dall'ape sulla base di sostanze zuccherine che essa raccoglie in natura.
- Le principali fonti di approvvigionamento sono il nettare, che è prodotto dalle piante da fiori e la *melata*, che è un derivato della linfa degli alberi.



- La produzione del miele comincia nell'ingluvie dell'ape operaia (la cosiddetta *borsa melaria*), durante il suo volo di ritorno verso l'alveare. Nell'ingluvie si aggiunge al nettare l'[invertasi](#), un enzima che ha la proprietà di idrolizzare il [saccarosio](#) in [glucosio](#) e [fruttosio](#).
- Giunta nell'alveare, l'ape rigurgita il nettare, ricco d'acqua, che deve poi essere disidratato per assicurarne la conservazione.
- A questo scopo, le api bottinatrici lo depongono in strati sottili sulla parete delle celle. Le api operaie ventilatrici mantengono nell'alveare una corrente d'aria che provoca l'evaporazione dell'acqua. Quando questa è ridotta ad una percentuale dal 17 al 22%, il miele è maturo. Viene quindi immagazzinato in altre cellette che, una volta piene, saranno sigillate (opercolate).
- Le fasi di lavorazione del miele sono un insieme di procedimenti che l'apicoltore compie per ottenere il miele in forma commercializzabile.
- La lavorazione dell'uomo inizia dove finisce quella dell'ape ovvero alla fine delle fioriture, dopo che le api hanno immagazzinato ed opercolato il miele nei [favi](#).



# Lavorazione del miele:

- Estrazione dei melari
- Stoccaggio dei melari
- Disopercolatura
- Smielatura
- Filtrazione
- Decantazione
- Schiumatura
- Invasettamento
- Stoccaggio.



# Estrazione e stoccaggio dei melari

- Le api accumulano il miele prodotto nei favi contenuti nei melari. Al momento opportuno l'apicoltore decide di toglierli dall'arnia per portarli in laboratorio ed iniziare l'estrazione del miele. Questa fase comporta la necessità di togliere le api contenute nel melario. Per questa operazione vengono alternativamente utilizzati due strumenti: il soffiatore, oppure gli apiscampi. Una volta tolti dalla loro posizione, i melari vengono portati in laboratorio ed accatastati.



# Disopercolatura

- I favi dei melari sono generalmente opercolati, ovvero con le cellette chiuse con un tappo di cera. Occorre togliere questo "tappo" per permettere al miele di fuoriuscire. Questa operazione viene effettuata manualmente con una apposita forchetta o coltello, oppure attraverso un procedimento meccanizzato grazie alla macchina disopercolatrice.



# Smielatura

- Una volta disopercolate le celle, i telaini vengono posti nello smelatore che, grazie alla forza centrifuga, fa fuoriuscire il miele. Dallo smelatore il miele viene convogliato nei maturatori.



# Filtrazione, decantazione e schiumatura...

- Il miele viene versato nei maturatori passando attraverso i filtri che raccolgono i residui di cera, i pezzi di ape e qualsiasi altro materiale fosse accidentalmente finito nel miele.(CCP)
- La decantazione consiste nel lasciare il miele a riposo, in modo che le impurità dotate di un diverso peso specifico si separino dalla massa del miele. Dal miele inoltre l'aria viene a galla sotto forma di bollicine che formano la schiuma.(CCP)
- Nella fase di schiumatura viene eliminata la schiuma che si è prodotta nella fase precedente



# Invasettamento e stoccaggio...



- Una volta tornato limpido per l'eliminazione dell'aria e **prima che inizi la cristallizzazione** il miele può essere invasettato (per la vendita al dettaglio) o versato in fusti (per la vendita all'ingrosso). Per invasettare viene utilizzata una macchina chiamata invasettatrice (CCP).
- Lo stoccaggio è una fase importante per il miele in quanto una elevata temperatura, una esposizione al sole o altre operazioni errate possono compromettere la qualità, il sapore ed anche la commestibilità del prodotto



- Il miele, per la legge italiana, non può subire aggiunte e gli unici trattamenti a cui può essere sottoposto sono:
- Estrazione dai favi per forza centrifuga
- Decantazione (sedimentazione)
- Filtrazione
- Cristallizzazione guidata



La **cristallizzazione** è una transizione di fase della materia, da liquido a solido.  
Le tecniche di cristallizzazione guidata nascono dalla necessità di conferire al miele un aspetto gradevole.

- Il miele estratto contiene materiali indesiderati, come ad esempio **lieviti** e altri **microrganismi**.
- Essi sono responsabili della **deterioramento** del miele durante la conservazione. Un alto numero di lieviti porta ad una rapida **fermentazione** del miele.
- Un tenore di umidità del 17% è considerato un livello di sicurezza per ridurre **l'attività dei lieviti**.

# Gli ultrasuoni...

Vengono utilizzati per una leggera ma efficace **inattivazione microbica**.

Quando il miele è esposto a ultrasuoni, la maggior parte delle **cellule di lievito vengono distrutte**. Le cellule di lievito che sopravvivono alla sonicazione generalmente perdono la loro capacità di crescere.



- Gli ultrasuoni sono anche utilizzati per **eliminare i cristalli esistenti e inibire le cristallizzazioni ulteriori** nel miele. In questo aspetto, è paragonabile al riscaldamento del miele. Con gli ultrasuoni la liquefazione avviene a **temperature di processo più basse** di ca. 35 ° C.
- I campioni trattati con gli ultrasuoni sono rimasti in stato liquefatto per ca. 350 giorni (+20% rispetto al trattamento termico).
- Inoltre la minima **esposizione al calore** consente **una maggiore ritenzione di aroma e sapore**.

# Curiosità:alcuni tipi di miele e il loro utilizzo...

- Miele di borragine (azione sedativa e depurativa)
- Miele di arancio (azione antispastica, sedativa e cicatrizzante)
- Miele millefiori
- Miele fiori di bosco (antianemico ricco in potassio, fosforo ferro, enzimi ed amminoacidi)
- Miele di acacia (infiammazione delle mucose respiratorie e gastrointestinali, utilizzabile i diabetici leggeri)
- Miele di castagno (stimola la circolazione del sangue)
- Miele di eucalipto (azione antisettica e cicatrizzante)



# Grazie per l'attenzione!

- Nasto Margherita
- Santonicola Serena
- Orlando Federica
  - Aicha Saiad