



La chimica... negli alimenti

Come rendere attuale una materia astratta e far divertire i ragazzi

Daniela Tofani, Eugenio Torracca

Chimica laboratoriale

- Alto contenuto didattico
- Ampio spazi di discussione con gli studenti
- Insegnamento delle buone pratiche di laboratorio
- Contenuti legati alla vita di tutti i giorni

Liceo Scientifico/Opzione Scienze Applicate

FARE LABORATORIO

“Molto meglio è studiare quelle cose che si possono conoscere con l'esperienza, poiché solo l'esperienza non falla. E laddove non si può applicare una delle scienze matematiche, non si può avere la certezza.”
Leonardo da Vinci - Codice Atlantico



Alta formazione Online

ALTA FORMAZIONE

- Accesso e Iscrizione
- Atti Bologna 1-3.XII.2016
- Notizie

IN EVIDENZA

Quando lo smartphone fa didattica



VIDEO

Seminario reside...

Chimica organica vs chimica degli alimenti

La didattica laboratoriale su argomenti di **chimica organica** è difficile da proporre:

- I laboratori spesso non sono attrezzati con cappe aspirati
- I solventi organici sono infiammabili e i reattivi spesso tossici
- Le reazioni chimiche organiche sembrano scollate dalla realtà di tutti i giorni



La **chimica degli alimenti**:

- Usa quasi tutte sostanze non tossiche (sono cose che mangiamo!!)
- Più interessante (la viviamo tutti i giorni!!)
- Collegabile ad altre scienze (biologia, fisica, matematica)
- Piena di argomenti teorici pregnanti (basta trovarli!!)

Esperienze presentate durante gli incontri con i docenti

- Acidità del vino
- Contenuto calorico del cibo (junk food)
- Precipitazione della caseina
- Cinetica di reazione dell'inversione del saccarosio con polarimetri fai da te

1. Acidità totale del vino

Premesse didattiche

- Tecnica della titolazione
- Concetto di acido-base
- Concetto di indicatore di pH

Progettazione/Spunti di discussione

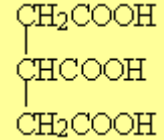
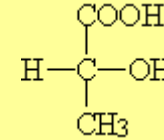
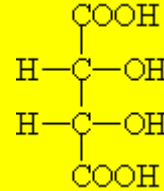
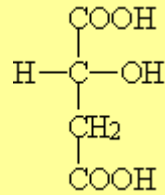
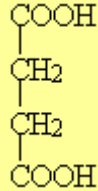
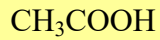
- Progettazione del sistema di analisi
- Analisi dei dati e degli errori

Spunti di approfondimento

- Studio degli acidi organici presenti nel vino
- Gli indicatori di pH naturali
- Caratteristiche organolettiche dei cibi
- Fenomeni di adulterazione

Acidità totale del vino

Acidi carbossilici presenti nel vino



Acido acetico
Sapore di aceto

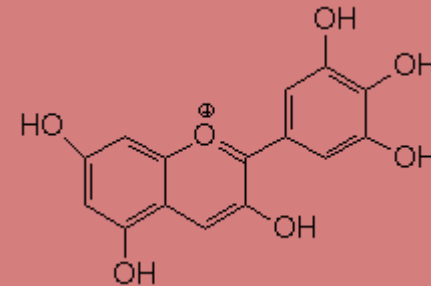
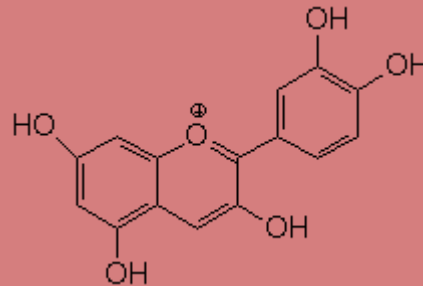
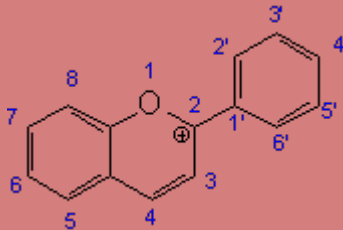
Acido succinico
Asprezza e sapore forte

Acido malico
Acerbo, duro

Acido tartarico

Acido lattico

Antocianine presenti nel vino

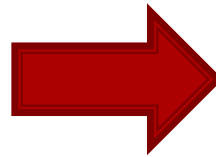


Acidità totale del vino

Strumentazione di un laboratorio di base

Materiale di laboratorio

2 vini (uno da tavola, uno di qualità)
2 burette da 50 mL
1 pipetta graduata da 10 mL
1 beuta da 100 mL
1 becker da 100 ml
1 pinza a ragno
1 sostegno
pipetta Pasteur
1 imbutino
1 soluzione di NaOH 0,1 M
blu di bromotimolo (soluzione idroalcolica 0,4%)
1 cartina universale



Materiale di laboratorio povero

2 vini (uno da tavola, uno di qualità)
2 cilindri da 50 mL
1 pipetta graduata da 10 mL
1 beuta da 100 mL
1 becher da 100 ml
pipette Pasteur
1 soluzione di NaOH 0,1 M
blu di bromotimolo (soluzione idroalcolica 0,4%)
1 cartina universale

Consigli per la realizzazione

- ❖ Lavoro in gruppi → Sinergia dei componenti
- ❖ Messa a punto della procedura → Elaborazione dei ragazzi
- ❖ Distribuzione dei campioni → almeno 2 tipi di vino a gruppo
- ❖ Confronto dei dati ottenuti → maggiore analisi statistica

Attenzione al viraggio dei vini rossi

→ diluire 1:20,

→ fare una prova veloce

Acidità totale del vino

Calcoli

l'acido tartarico ha formula: $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ (massa molare = 150 g/ mol)

la reazione e': $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\text{moli NaOH} = [\text{NaOH}] \cdot V_{\text{NaOH}} = (0,1 \text{ M} \cdot \text{mL}_{\text{NaOH}} \text{ aggiunti})/1000$$

$$\text{moli } \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 = \text{moli NaOH}/2 = (0,1 \text{ M} \cdot \text{mL}_{\text{NaOH}} \text{ aggiunti})/(2 \cdot 1000)$$

$$\begin{aligned} \text{massa } \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 &= \text{moli } \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 \cdot \text{massa molare } \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 \\ &= (0,1 \text{ M} \cdot \text{mL}_{\text{NaOH}} \text{ aggiunti} \cdot 150)/(2 \cdot 1000) \end{aligned}$$

$$\text{acidità totale} = \text{massa } \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 / \text{volume di vino in L}$$

$$\text{acidità totale} = (0,1 \text{ M} \cdot \text{mL}_{\text{NaOH}} \text{ aggiunti} \cdot 150 \cdot 1000)/(2 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ mL})$$

$$\text{acidità totale} = \text{mL}_{\text{NaOH}} \text{ aggiunti} \cdot (0,75)$$

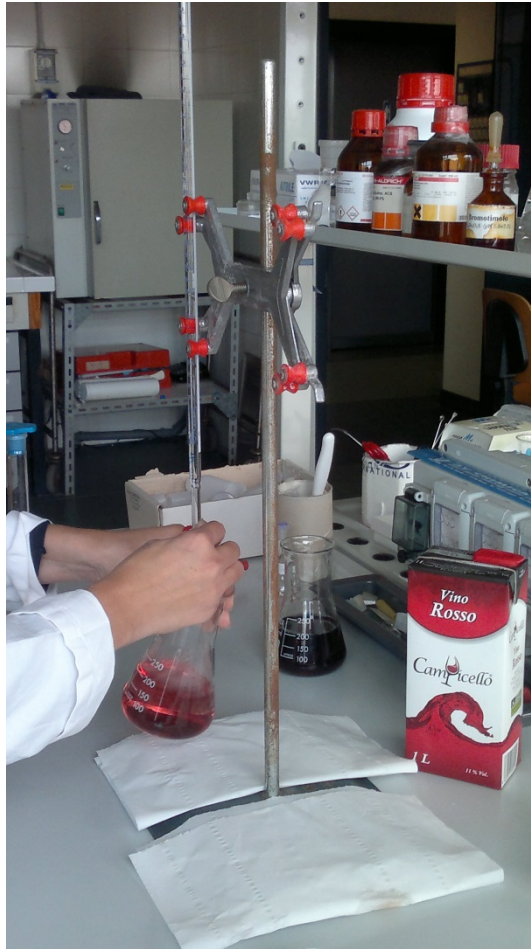
Acidità totale del vino

Misure

I valori normali di acidità dei vini sono compresi tra 4,5 e 15 g/L

Vino rosso Campicello (Todis)

Prova	V di vino (mL)	V di soda (mL)	acido tartarico (g /L)	valore medio (g/L)	dev st
1	10,0	6,50	4,88	4,90	0,02
2	10,0	6,55	4,91		
3	10,0	6,55	4,91		



2. Contenuto calorico degli alimenti

Premesse didattiche

- Fenomeno della combustione
- Termodinamica di reazione
- Definizione di caloria come quantità di energia

Progettazione/Spunti di discussione

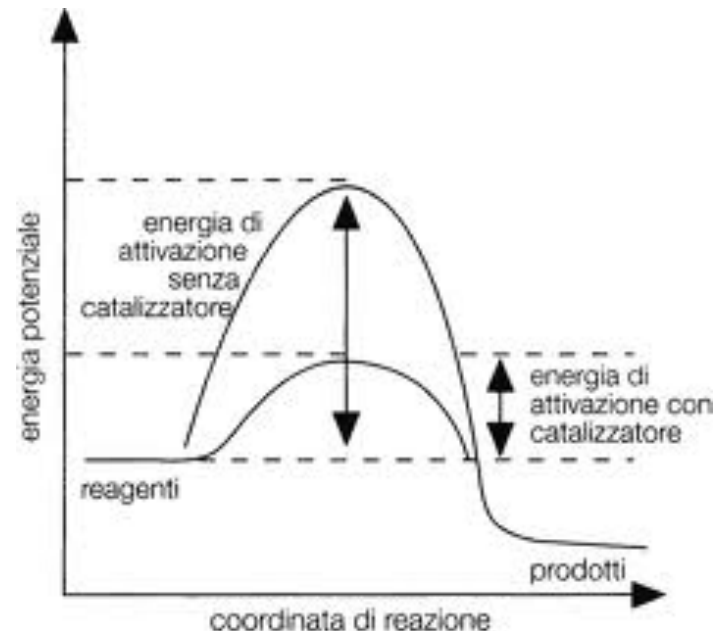
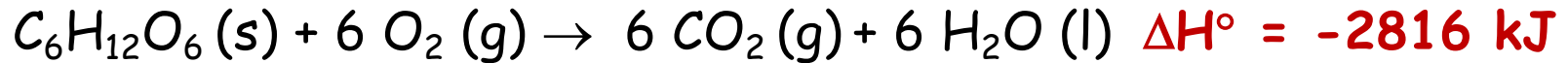
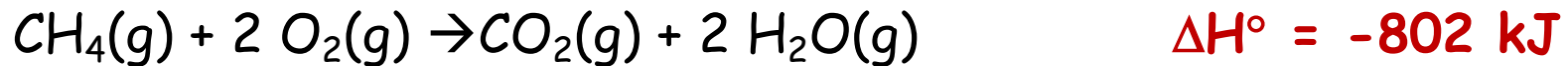
- Progettazione di un calorimetro
- Energia di attivazione di un processo chimico
- Cinetica di reazione

Collegamenti didattici

- Metabolismo energetico

Entalpia di combustione

- L'entalpia standard di combustione ΔH° è il calore sviluppato in una ossidazione completa con $O_2(g)$ di un composto organico, a dare $H_2O(l)$ e $CO_2(g)$

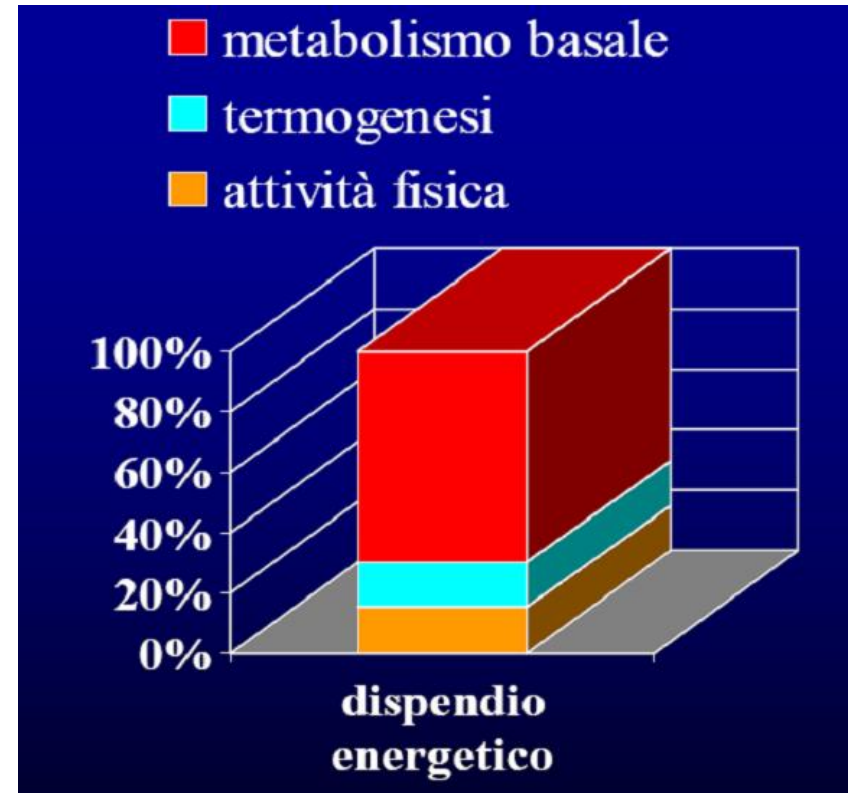


Contenuto calorico degli alimenti

Il **metabolismo energetico** viene normalmente espresso in termini di **quantità di calore liberato da tutte le reazioni biochimiche** che avvengono in tutte le cellule del corpo umano.

L'insieme dei processi di trasformazione del cibo assimilato sono alla base **dell'apporto di energia** che deve bilanciare le **necessità metaboliche** associate ai vari tipi di attività (termoregolazione, funzionamento di vari apparati, crescita e ripristino cellulare, ecc.).

Questa energia deriva dalla **degradazione di carboidrati, grassi e proteine** derivanti dalla dieta.



Contenuto calorico degli alimenti

L'apporto energetico di alcune classi di sostanze presenti negli alimenti è qui schematizzato.

Spesso in ambito biologico si usano le Calorie (Cal o kcal)

1 Cal = 1 kcal = 4.184 kJ

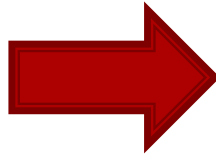
	Valore Energetico	
	(kJ/g)	(Kcal/g)
Carboidrati	17	4
Grassi	38	9
Proteine	17	4

Contenuto calorico degli alimenti

Laboratorio povero

Materiale di laboratorio

1 dewar
1 termometro
1 becker da 100 mL
1 bacchetta di vetro
1 sostegno
Acqua distillata
Alimenti grassi
1 bilancia



Materiale comune

1 lattina
1 tappo di gomma o sughero
1 spillo
1 termometro
1 sostegno
Acqua distillata
Alimenti grassi (patatine, noccioline, ecc.)
1 bilancia

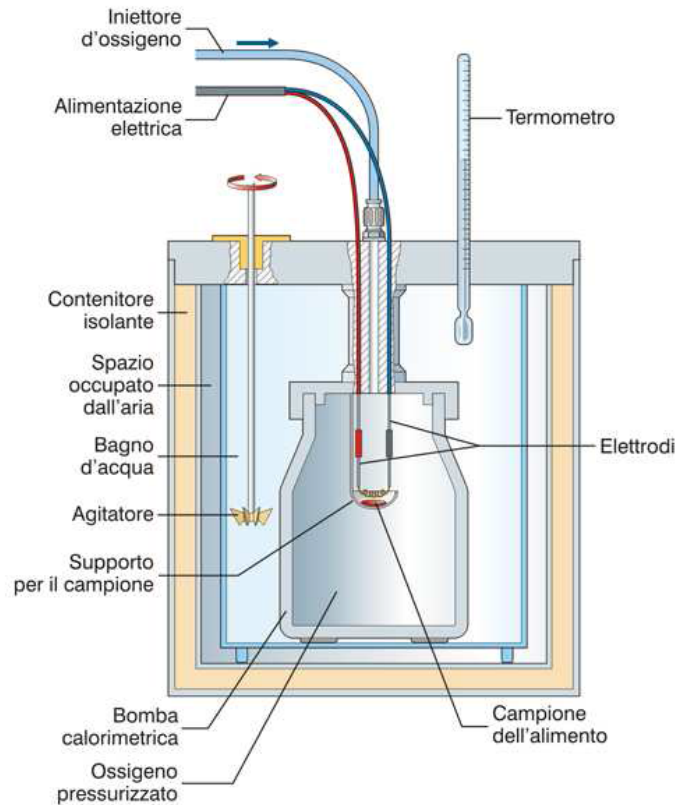
Consigli per la realizzazione

- ❖ Lavoro in gruppi → Sinergia dei componenti
- ❖ Messa a punto del calorimetro → Elaborazione dei ragazzi
- ❖ Distribuzione dei campioni → dare 2-3 tipi di alimenti ad ogni gruppo
- ❖ Confronto dei dati ottenuti → Maggiore analisi statistica

Attenzione alla posizione del termometro → non deve toccare il fondo
→ deve vedersi la scala graduata nella parte che ci interessa
→ usate lattine piccole (da 150 mL)

Attenzione alla coibentazione del calorimetro → migliore è minori sono gli errori di misura dovuti alla dissipazione di calore

Il calorimetro



© 2005 edi.ermes milano

Calorimetro di Berthelot



Calorimetro prototipo (nessuna coibentazione)

Calcolo del contenuto calorico

Energia sviluppata dal cibo = quantità di calore assorbita dall'acqua

$$q = m_{\text{acqua}} \times c_p \times \Delta T$$

$$c_p = 1 \text{ cal/g}^\circ \text{C} \text{ o anche } 4,186 \text{ Kjoule/g}^\circ \text{C}$$

Energia Q sviluppata da 100 grammi di cibo

$$Q = q \times 100 / m_{\text{cibo}}$$

$$\text{Errore \%} = 100 (Q_{\text{sp}} - Q_{\text{vero}}) / Q_{\text{vero}}$$

Problematiche e spunti di discussione

- Non tutti gli alimenti si «accendono» (marshmallow). Perché?
 - Elevata energia di attivazione
 - Elevato contenuto di acqua (zuccheri) che «spreca» energia per evaporare
- Solo quelli con elevato contenuto di grassi o alcoli bruciano bene. Perché?
 - Sostanze volatili alimentano la fiamma.
 - Hanno un potere calorico maggiore.
- La quantità di calore calcolata può essere notevolmente diversa da quella scritta sulla confezione. Perché?
 - Elevata dispersione termica del sistema
 - Difficoltà di pesata del residuo alimentare
 - Combustione parziale

Contenuto calorico degli alimenti



Misure

Marshmallow - 331 kcal/100 g

Prova	Quantità di sostanza bruciata (g)	ΔT (°C)	Calorie	kcal/100 g	Errore %
1	0,124	3,0	300	242	27
2	0,143	3,0	300	210	37
3	0,128	3,0	300	234	29
4	0,120	3,0	300	250	24

Patatine - 539 kcal/100 g

Prova	Quantità di sostanza bruciata (g)	ΔT (°C)	Calorie	kcal/100 g	Errore %
1	0,071	1,0	100	141	74
2	0,518	9,0	900	174	68
3	0,458	9,0	900	197	64
4	0,496	9,5	950	192	64

Cornetti al Formaggio - 507 kcal/100 g

Prova	Quantità di sostanza bruciata (g)	ΔT (°C)	Calorie	kcal/100 g	Errore %
1	0,445	11,0	1100	247	51
2	0,486	13,0	1300	267	47
3	0,504	11,5	1150	228	55
4	0,540	14,0	1400	259	49

Precipitazione della caseina con metodi chimici ed enzimatici

Contenuti didattici

- Caratteristiche chimico-fisiche delle proteine del latte
- Fenomeni di aggregazione supramolecolare
- Effetto del pH sulla stabilità delle proteine
- Precipitazione delle proteine (punto isoelettrico)
- Funzione del caglio (coagulazione)

Spunti di discussione

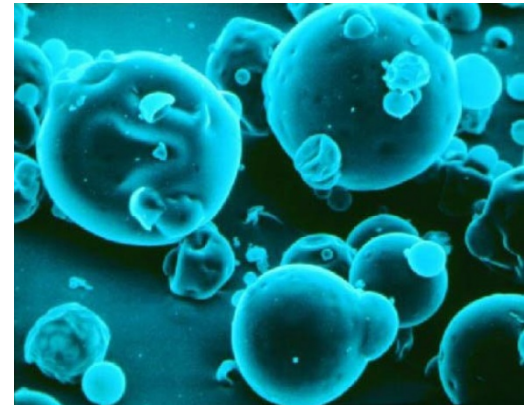
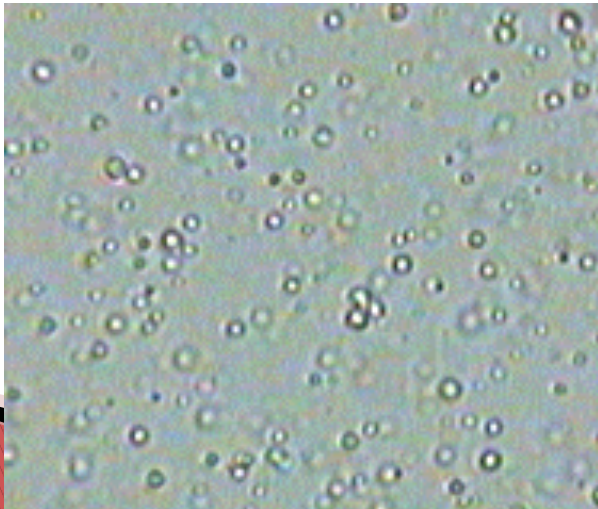
- Effetti organolettici delle differenti produzioni
- Adulterazione dei prodotti alimentari
- Differente risposta del latte UHT (?)

Il latte

Il latte è un'emulsione di grassi e acqua, contenente **glucidi** (lattosio e tracce di glucosio), **proteine** (caseina, lattoalbumina, lattoglobulina), sostanze azotate non proteiche (urea, creatina, creatinina), sali minerali (fosfati, cloruri, ecc.), vitamine (A, B1, B2, C, D, PP) e numerosi enzimi tra cui hanno particolare importanza le perossidasi, le catalasi e le riduttasi.

I **lipidi** sono i trigliceridi tipici del burro costituiti essenzialmente da acido stearico, palmitico e oleico, oltre che da acido butirrico; altre sostanze lipoidiche sono le lecitine e il colesterolo con i suoi esteri.

Latte al
microscopio

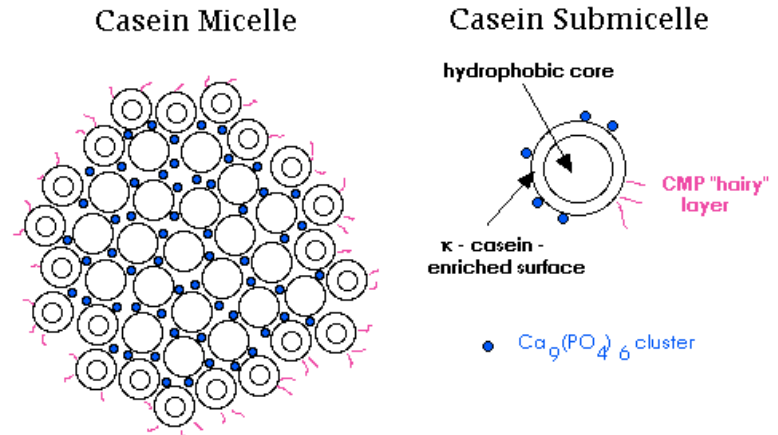


Latte al microscopio elettronico

La caseina

E' formata da una famiglia di **fosfoproteine** ($\alpha S1$, $\alpha S2$, β e κ) presenti nel latte. L'acido fosforico è legato alle molecole di serina (presente nella caseina per circa il 6%) .La caseina si trova dispersa come **caseinato di calcio**. Le proteine tendono ad aggregarsi in micelle attraverso gli ioni calcio che fanno da ponte, lasciando esternamente le **cariche negative**.

Le κ proteine che si aggregano, avendo la parte terminale della proteina polare e legata a vari zuccheri rendono le micelle solubili e impedisce loro di precipitare per eccessiva aggregazione



La coagulazione dal latte può avvenire:

- per **acidificazione al punto isoelettrico (pH 4,6) della fosfoproteina** (formaggi molli)

Fosfocaseinato di Ca + acido lattico → fosfocaseinato acido + lattato di calcio

- per **azione enzimatica** (normalmente con il caglio o presame) che taglia le κ caseine e favorisce la aggregazione delle micelle (formaggi duri)

Caseina (sol) + rennina → paracaseina + Ca⁺⁺ → fosfocaseinato di calcio (gel)

Precipitazione della caseina con metodi chimici ed enzimatici

1. Laboratorio povero

Materiale di laboratorio

- 2 becker da 400 mL
- latte (magro, intero, UHT)
- 1 bacchetta di vetro
- 2 pipette Pasteur
- Soluzione di acido acetico 10%
- Caglio
- Carta da filtro
- Piastra riscaldante



Materiale comune

- 2 contenitori in vetro da 400 mL
- latte (magro, intero, UHT)
- 1 cucchiaio di legno
- 2 pipette Pasteur
- Soluzione di acido acetico 10%
- Caglio
- Carta da filtro
- fornelletto da campeggio



Consigli per la realizzazione

- ❖ Lavoro in gruppi → Sinergia dei componenti
- ❖ Messa a punto della procedura → Elaborazione dei ragazzi
- ❖ Distribuzione dei campioni → condizioni diverse
- ❖ Confronto dei risultati ottenuti → analisi organolettiche?

ATTENZIONE: La formazione della cagliata dipende da moltissimi fattori:

- Temperatura: migliore compresa fra 20 e 40 ° C;
- pH: sopra pH 7 il latte non coagula
- Latte mantenuto per più di 2 giorni a +4 ° C non precipita.
- Latte UHT: a volte non si ha precipitazione.

Precipitazione della caseina con metodi chimici ed enzimatici

