



CONGRESSO NAZIONALE
Divisione di Didattica Chimica SCI 2025
Bertinoro, 7-8 dicembre 2025

Anna Maria Madaio

Divisione di Didattica Chimica SCI
IIS «B. Focaccia» Salerno

“Fare chimica con il latte”

Il percorso didattico

- Propone un **approccio innovativo e laboratoriale** allo studio delle proprietà chimiche delle biomolecole, prendendo come riferimento il **latte, un liquido dalla complessa composizione**, e collegando l'argomento alla vita quotidiana.
- Si basa sulla metodologia dell'**Inquiry-Based Learning** e promuove un apprendimento attivo e interdisciplinare finalizzato all'applicazione e al consolidamento delle **conoscenze disciplinari pregresse**. Attraverso **domande-problema** e ricerche guidate su fonti affidabili, gli **studenti** progettano ed eseguono protocolli sperimentali, assumendo un **ruolo centrale nel processo di apprendimento**.
- Si inserisce negli **Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030**, favorendo lo sviluppo di competenze trasversali e di cittadinanza scientifica e mettendo in evidenza il collegamento tra chimica, biologia, nutrizione e tutela della salute.



Il percorso didattico

Classi coinvolte

- **Triennio Chimica e Materiali** (attività modulata nei contenuti a seconda dell'anno di corso)

Selezionando gli argomenti, e il livello di approfondimento che si vuole raggiungere, l'attività può essere proposta anche agli studenti del primo biennio degli istituti tecnici e dei cinque anni dei licei.

Discipline coinvolte

- Chimica Organica e biochimica, Chimica analitica e strumentale, Chimica fisica, Tecnologie chimiche industriali, Storia.

Prerequisiti

- Miscugli omogenei ed eterogenei, solubilità, polarità delle molecole, legami intermolecolari, reattività delle molecole organiche, isomeria ottica, proprietà chimiche dei lipidi, carboidrati, proteine ed enzimi.

Le attività di laboratorio

Partendo dall'analisi delle proprietà chimiche del latte, gli studenti hanno :

- **effettuato la separazione, caratterizzazione e quantificazione dei principali componenti** (caseine, sieroproteine, lattosio e sali minerali)
- **preparato il latte delattosato** mediante idrolisi enzimatica del lattosio con β -galattosidasi contenuta nelle compresse ad uso farmaceutico
- **verificato l'idrolisi del lattosio** mediante le strisce reattive per la determinazione del glucosio nelle urine, impiegate in ambito clinico per pazienti diabetici.
- **utilizzato le caseine** estratte per la preparazione di plastica biodegradabile simile alla **galalite**, per la **colla alla caseina** e per la **tempera** alla caseina.

Primo approccio: osservazione del latte

Qual è l'aspetto visivo del latte?

Ha un colore bianco opaco e si presenta lattiginoso (non trasparente)

Forse contiene qualcosa che non è sciolto del tutto, come delle particelle molto piccole sospese.

Cosa accade se provi a filtrare il latte con una carta da filtro?

Il liquido rimane lattiginoso

Le particelle del latte sono troppo piccole per essere trattenute dalla carta da filtro.

Cosa succede se provi a centrifugare il latte?

Si osserva una leggera separazione di due fasi, la meno densa affiora in superficie

Cosa vedi se illumini il latte con una sorgente di luce?

Si vede il percorso del raggio di luce nel latte

Il latte è un miscuglio omogeneo o eterogeneo?

Apparentemente è un miscuglio omogeneo ma sembra eterogeneo, perché potrebbe contenere più componenti mescolati insieme



Gli studenti esplorano le caratteristiche del latte (colore, trasparenza, filtrabilità) e iniziano a riflettere sulla sua natura come miscuglio.

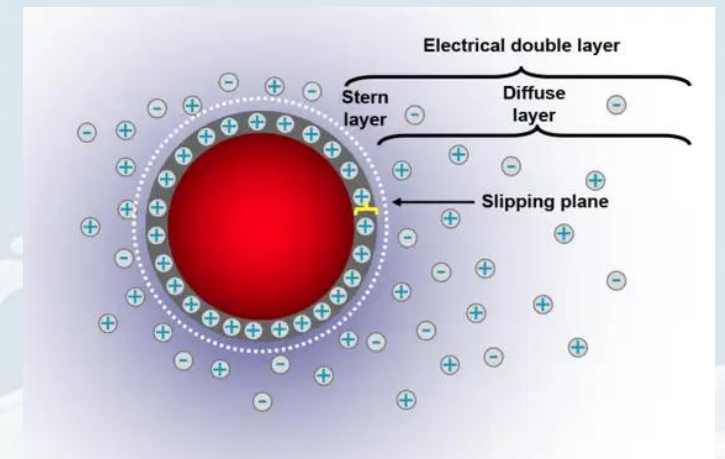
Focus sui colloidi

Un **colloide** è una sostanza che si trova in uno **stato finemente disperso**, intermedio sotto il profilo dimensionale tra la soluzione e la dispersione, diametro 1 nm-1000 nm (0,001 μm -1 μm).

Colloidi liofobi (idrofobi se mezzo disperdente è H_2O): le particelle disperse **non hanno affinità con il solvente** e sono **sistemi instabili**. Richiedono la presenza di **emulsionanti**.

Colloidi liofili (idrofili se mezzo disperdente è H_2O) le particelle disperse hanno **affinità con il solvente**, sono solubili in esso e sono **sistemi stabili**. Possono formare **Soluzioni colloidali macromolecolari o micellari**. Stabilità dovuta alla **carica elettrica e alla solvatazione**.

Potenziale Zeta (ζ): potenziale generato a livello del doppio strato elettrico che circonda la particella colloidale. Ha andamento esponenziale. **Valore elevato indica** maggiore stabilità dei sistemi colloidali, in quanto le repulsioni elettrostatiche impediscono l'aggregazione delle particelle. **Valori vicini allo zero** (punto isoelettrico) indicano instabilità e tendenza alla flocculazione.



Focus sui colloidi

Moti Browniani: urti continui che le molecole del mezzo disperdente esercitano sulle particelle colloidali. Concorrono alla stabilità delle dispersioni colloidali contrastando l'azione della gravità che tende a far sedimentare le particelle disperse.

- *finché le particelle restano piccole, l'agitazione termica impedisce la sedimentazione*
- *per effetto delle forze attrattive (es. Van der Waals) le particelle colloidali possono formare particelle più grosse e precipitare (coagulazione) a causa della forza di gravità*
- *per effetto delle forze repulsive dovute al doppio strato elettrico, le particelle si allontanano*

Effetto Tyndall: le dimensioni delle particelle sono in grado di disperdere la luce per cui il percorso luminoso risulta visibile. Il diametro medio delle particelle disperse è maggiore della lunghezza d'onda della radiazione luminosa.

Focus sulle emulsioni

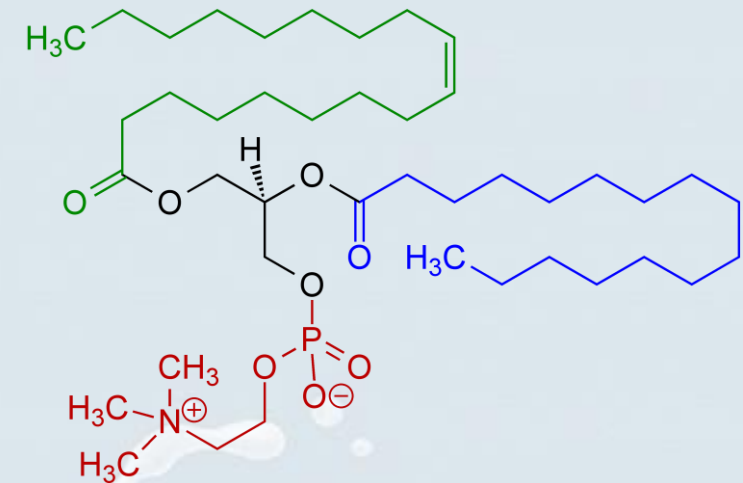
L'emulsione è un sistema colloidale costituito da due fasi liquide immiscibili, una delle quali è dispersa nell'altra sotto forma di goccioline. Emulsione può essere Olio in Acqua (**O/A**) o Acqua in Olio (**A/O**)

Le emulsioni sono sistemi termodinamicamente instabili.

La formazione di un'emulsione stabile richiede un **agente emulsionante ad azione tensioattiva**



Normativa europea **additivi alimentari** (addensanti, stabilizzanti ed emulsionanti). Mantenere o migliorare la conservazione, la freschezza, il gusto, la consistenza o l'aspetto degli alimenti.



Esempi di emulsionanti :

Lecitina- E322, polisaccaridi (carragenina-E407, gomma di guar-E412, gomma di xantano-E415), mono e digliceridi degli acidi grassi-E471.

Ulteriori domande

Poste in **maniera sequenziale** in base alla curiosità sviluppata negli studenti e anche da essi stimolate.

- *Quali sono i componenti del latte?*
- *Esiste differenza tra la composizione del latte di origine animale e tra questi e il latte vegetale?*
- *Cosa sono le caseine e qual è la differenza con le sieroproteine?*
- *Cosa succede se tratti il latte con aceto o succo di limone?*
- *Perché il latte conservato a lungo nel frigorifero caglia ?*
- *Come si possono separare i componenti del latte?*
- *Come può essere caratterizzato il lattosio?*
- *Come si può determinare la quantità di lattosio nel latte?*

ENGAGE

Motivazione-curiosità-
interesse

EXPLORE

Domande-ipotesi,
Ideazione esperimento,
Verifica sperimentale

EXPLAIN

Analisi e presentazione
dati

EXTEND

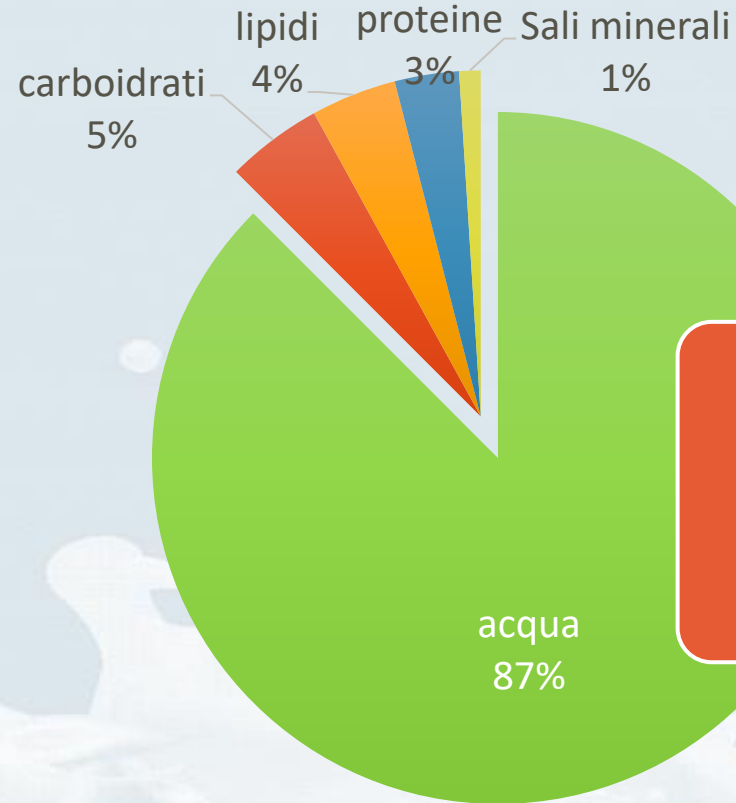
Correlazione e
generalizzazione concetti

EVALUATE

Autovalutazione del
lavoro; confronto con
altri lavori

I componenti del latte

Composizione media latte vaccino



■ acqua ■ carboidrati ■ lipidi ■ proteine ■ Sali minerali

Il latte è una
miscela eterogenea

una frazione lipidica

*particelle di grasso (globuli)
emulsionate nel mezzo acquoso*

una frazione proteica

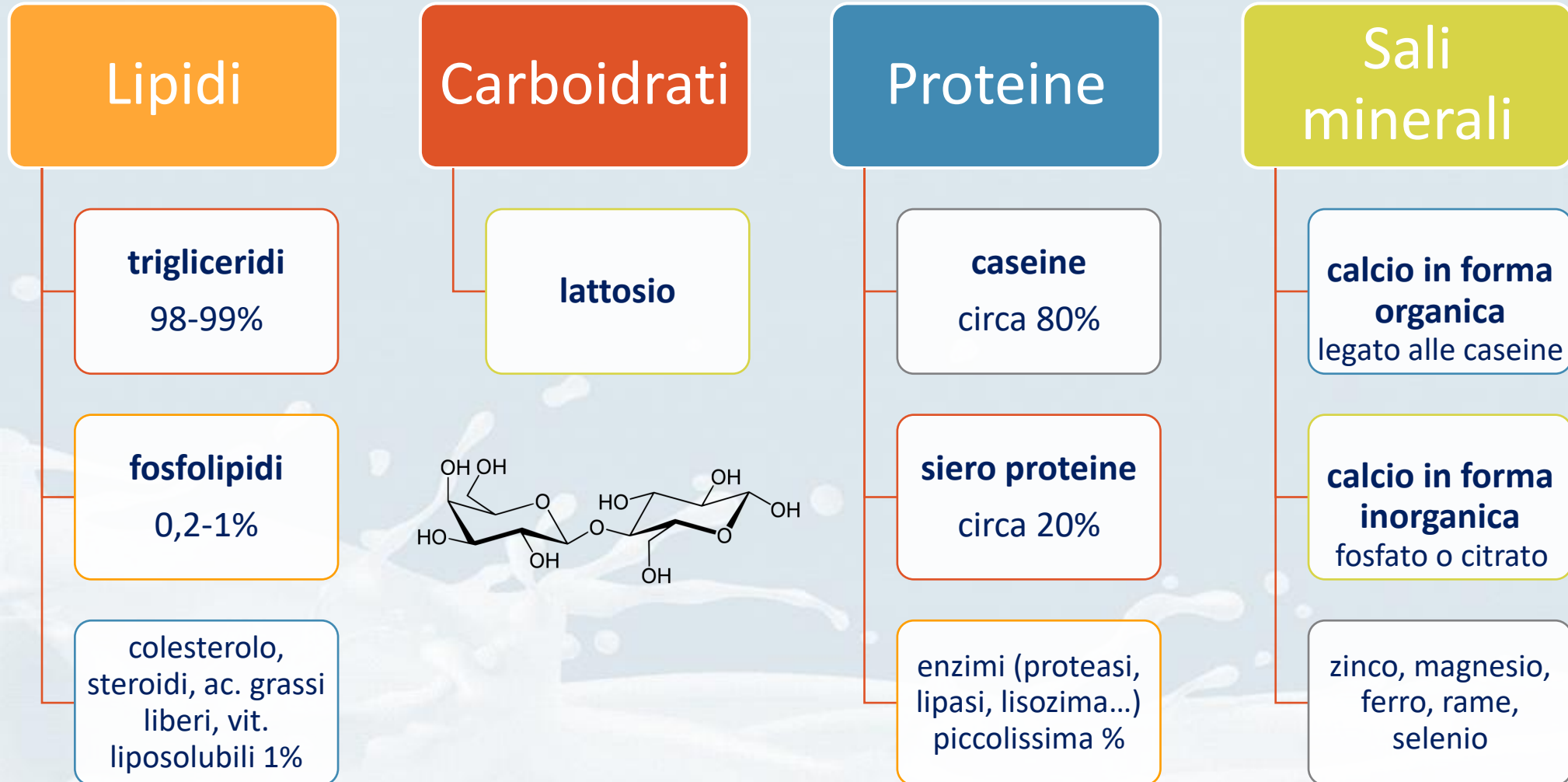
*micelle colloidali disperse nel mezzo
acquoso*

una fase acquosa

*carboidrati, vitamine idrosolubili e
sali minerali disciolti nel mezzo
acquoso*

Il latte è una miscela complessa composta da diverse sostanze che si trovano in emulsione, dispersione o soluzione!

I componenti del latte



Composizione del latte di origine animale

Variabile a seconda della specie animale

Composizione dei nutrienti del latte di diversi mammiferi ^{[1] [2]}						
Specie	Acqua %	Residuo secco %	Proteine %	Grasso %	Lattosio %	Ceneri %
Donna	87,6	12,4 - 12,6	1,1 - 2	3,7 - 4,5	6,4 - 6,8	0,2 - 0,3
Vacca	87,3	12,2 - 12,7	3,1 - 3,4	3,5 - 3,7	4,9 - 4,9	0,7 - 0,7
Bufala	82,3	17,7 - 21,5	5,1 - 5,9	7,5 - 10,4	4,3 - 4,4	0,7 - 0,8
Pecora	83,6	16,3 - 16,4	5,1 - 5,5	4,3 - 6,2	4,2 - 4,6	0,9 - 0,9
Capra	86,8	12 - 13,2	3,1 - 3,8	3,5 - 4	4,6	0,8 - 0,8
Asina	90,1	9,9 - 10,2	1,7 - 1,8	1,2 - 1,4	6,2 - 6,9	0,5 - 0,5
Cavalla	90,6	9,4 - 11	2 - 2,7	1,1 - 1,6	5,9 - 6,1	0,4 - 0,5
Cagna	75,4	20,7 - 24,6	9,5 - 11,2	8,3 - 9,6	3,1 - 3,7	0,7 - 1,2
Cammella	86,5	13,5 - 14,4	3,7 - 4	3,1 - 4,9	5,1 - 5,6	0,7 - 0,8



Composizione latte animale vs latte vegetale (soia)

TABLE I
NUTRITIONAL COMPOSITION OF SOYMILK AND COW MILK (PER 1 CUP)

	Fat (gr)	Fatty acid (gr)	Fiber (gr)	Protein (gr)	Carbohydrate (gr)	Lactose (gr)	Ca (mgr)	Fe (mgr)	P (mgr)	Calories (Kcal)
Soymilk	4.67	0.52	3.18	6.73	4.43	0	9.8	1.4	120.05	79
Cow milk	8.15	5.07	0	8.02	11.37	4.27	290.36	0.12	226.92	150



*Nel latte vegetale è assente il lattosio
Le proteine sono di alta qualità ma non
sono caseine*

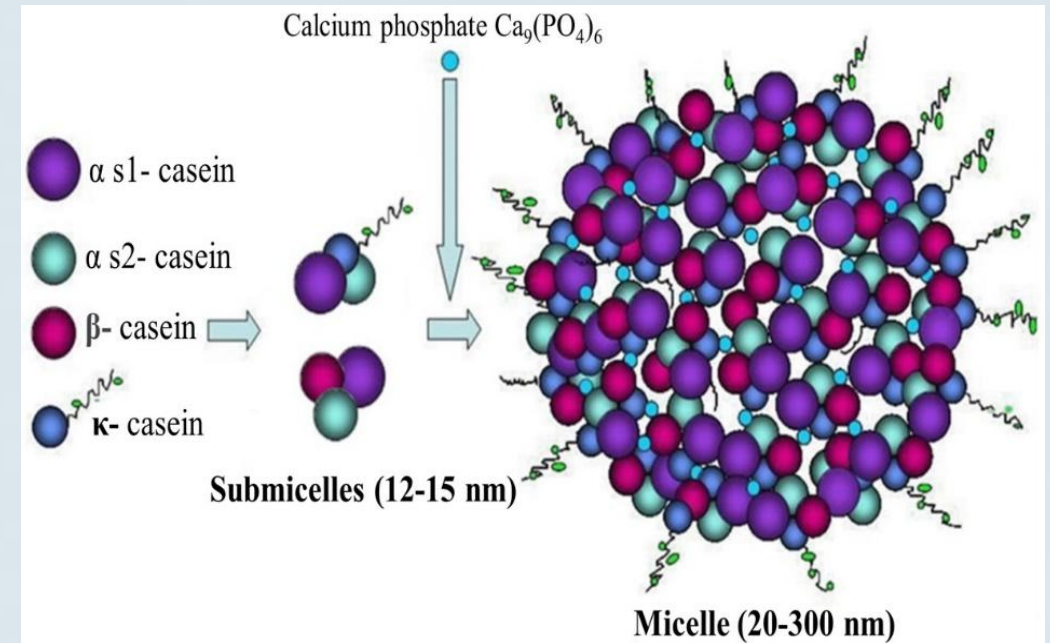
VALORI NUTRIZIONALI MEDI per 100ml		
Energia 138 kJ / 33 kcal	Sale	0,09 g
Grassi di cui zuccheri	1,8 g / 0,3 g	Vitamine: • D2 0,75 µg* • Riboflavina [B2] 0,21 mg* • B12 0,38 µg*
Carboidrati di cui zuccheri	0 g / 0 g	Sali minerali: • Calcio 120 mg*
Fibre	0,6 g	
Proteine	3,3 g	
* = 15% dei valori nutritivi di riferimento		
Bevanda a base di soia con aggiunta di calcio e vitamine. INGREDIENTI: preparazione di soia [98,8%] (acqua, semi di soia decorticati [8,7%]), correttore di acidità (fosfati di potassio), calcio [carbonato di calcio], aroma, sale marino, stabilizzante [gomma di gellano], vitamine B2, B12, D2. Senza latte, derivati del latte e glutine. Naturalmente senza lattosio.		

Focus sulle caseine

Fosfoproteine di struttura piuttosto complessa, disperse nel latte sotto forma di **micelle colloidali di 20-300 nm di diametro** nelle quali vengono intrappolate sostanze diverse, tra cui il calcio minerale, diversi enzimi e altro...

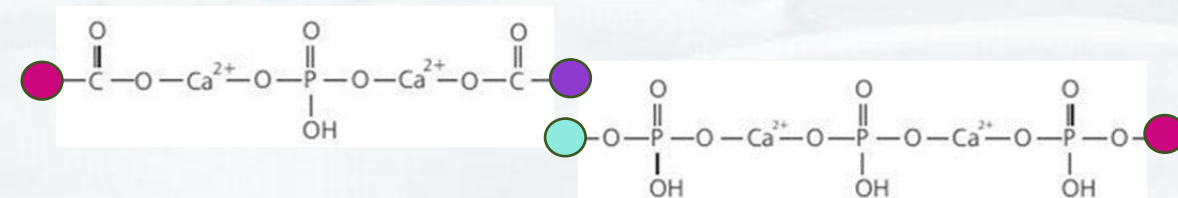
Sono costituite da 4 frazioni:

- **α s1-caseina**, **α s2-caseina** e **β -caseina**, che legano il calcio fosfato tramite legami esterei con gruppi OH di residui di serina e sono **idrofobiche**
- **k-caseina**, una glicoproteina costituita da una parte idrofilica, fondamentale per mantenere le micelle in fase dispersa, ed una idrofobica che si lega alle altre caseine. **Stabilizza le micelle**. L'idrolisi della K-caseina divide in due la proteina e le micelle di paracaseina si aggregano e formano la cagliata.



Le micelle di caseina sono formate da **sottomicelle di diametro di 12-15 nm** unite tramite:

- legami secondari (interazioni a ponte idrogeno, idrofobiche ed elettrostatiche)
- ponti di fosfato di calcio colloidale con i gruppi carbossilici dei residui amminiacidici o con serina fosfato.



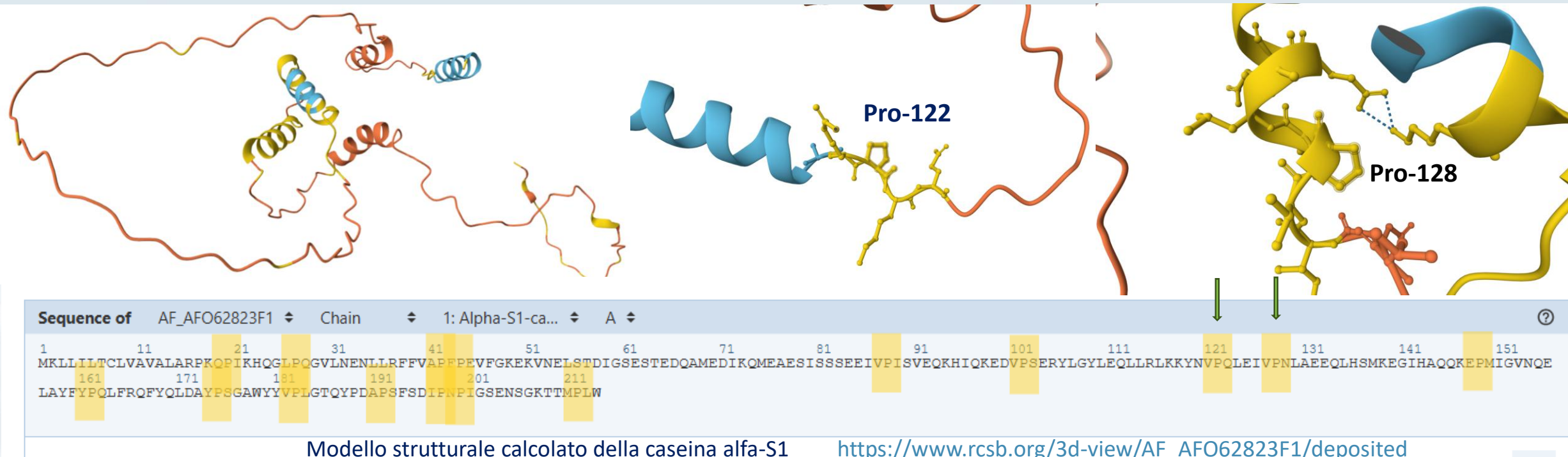
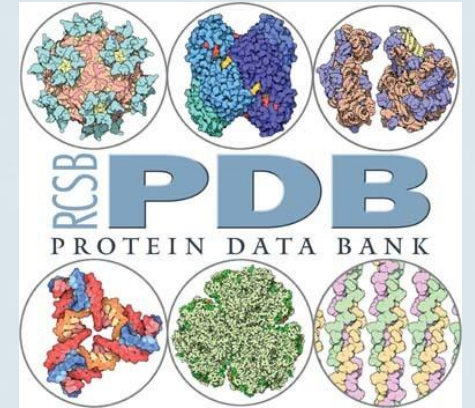
Focus sulle caseine

Catene polipeptidiche con **molte residui di prolina**:

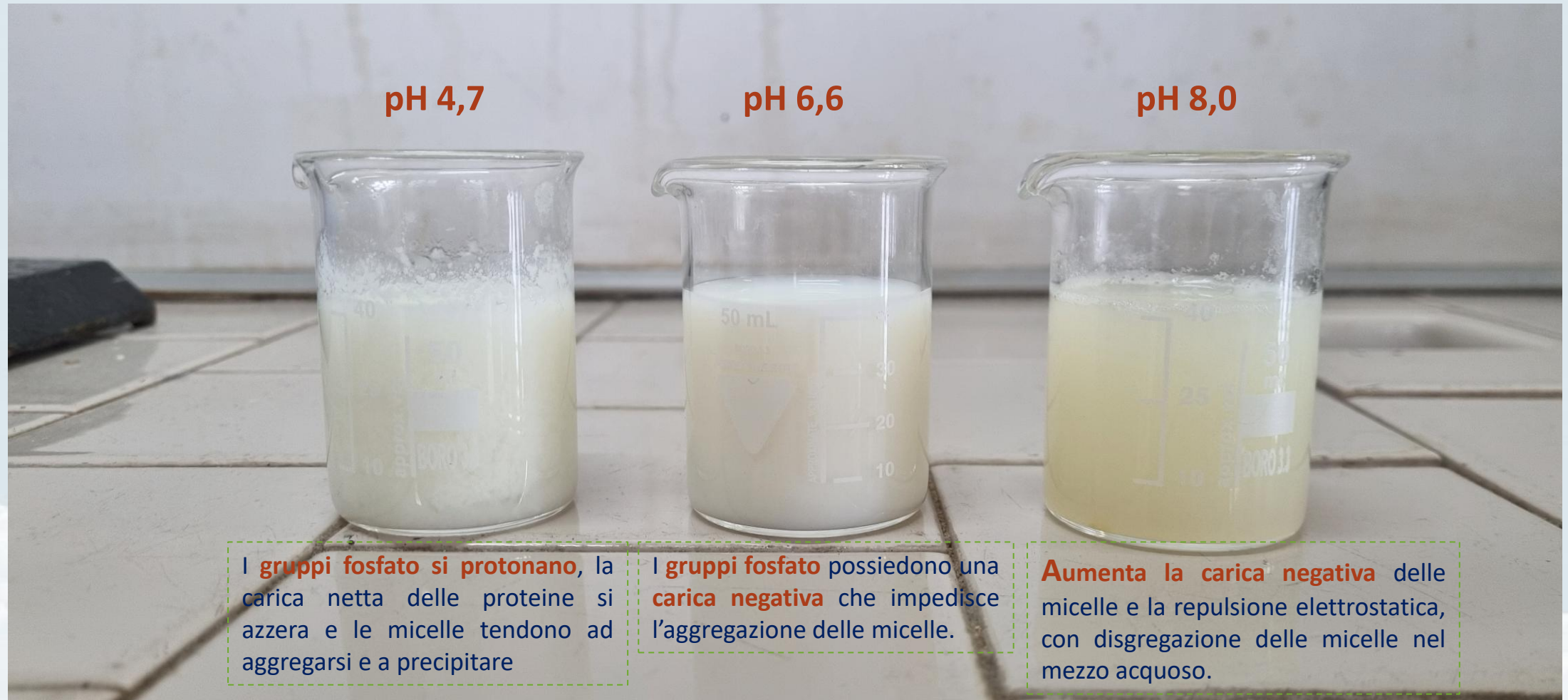
- Scarsa presenza di strutture secondarie (α -eliche e foglietti β) ordinate
- Proteine a “struttura aperta”, peptidi flessibili, non ripiegati o ad elica casuale
- Conformazione molto simile a quella delle proteine globulari denaturate

Catene polipeptidiche **senza ponti disolfuro**

- Assenza di struttura terziaria stabile
- **Insensibilità alla denaturazione termica**



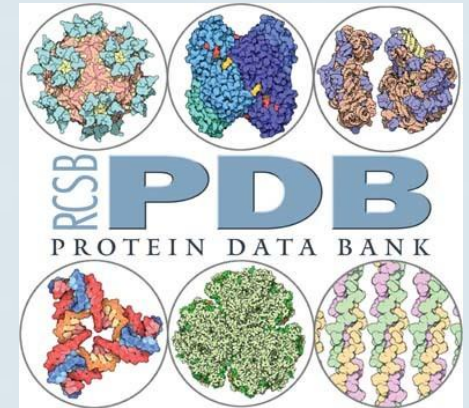
Focus sulle caseine (pH)



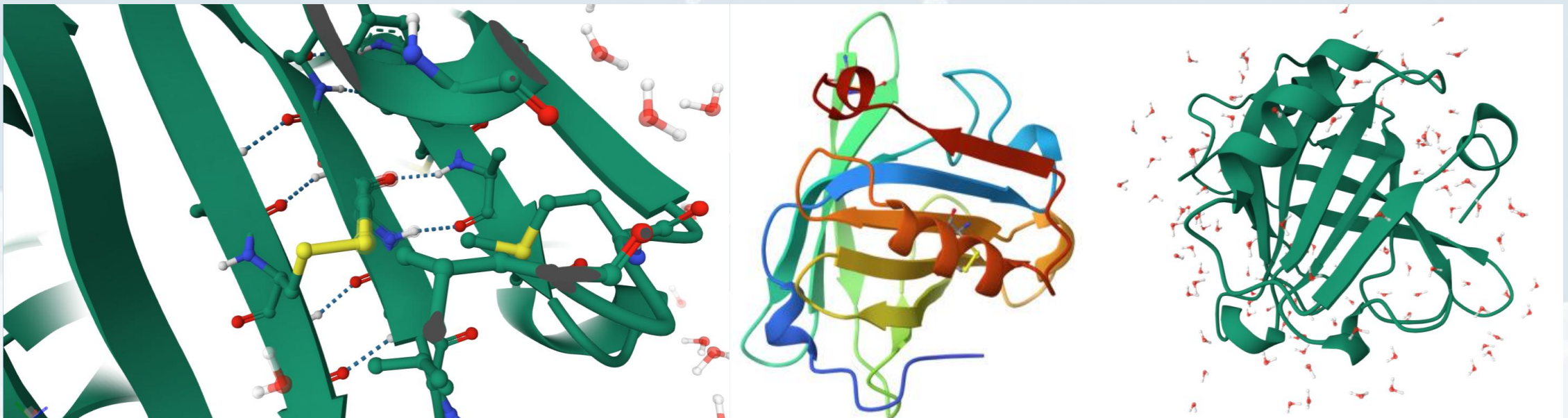
Focus sulle sieroproteine

α -lattalbumine e β -lattoglobuline

- proteine globulari **solubili in acqua**, con numerosi ponti disolfuro
- struttura terziaria ben definita e termolabili (**si denaturano con il calore**).



Beta-lattoglobulina Bovina, Reticolo X



Bovine beta-lactoglobulin <https://www.rcsb.org/3d-view/1BEB/1>

Proteine del latte come emulsionanti

Il latte è una emulsione naturale stabile (O/A)

- **Le proteine stabilizzano le emulsioni** disponendosi all'interfaccia tra le due fasi, orientando le zone idrofobiche verso il grasso e quelle idrofile verso l'acqua, abbassando la tensione superficiale e quindi la tendenza delle emulsioni a separarsi nelle due fasi distinte.
- Per far ciò le proteine **devono avere strutture lineari, non raggomitolate** (povere di strutture secondarie e terziarie).
- Le **proteine del latte sono emulsionanti** naturalmente presenti nel latte e contribuiscono a mantenere la sua consistenza.
- Le caseine, essendo fosfoproteine, **stabilizzano la dispersione dei globuli di grasso** creando una barriera protettiva attorno ai globuli di grasso, mantenendoli dispersi in modo uniforme nella fase acquosa del latte.

Acidificazione del latte con aceto o succo di limone

Formazione di un precipitato bianco grumoso di caseine che si separa dal siero.

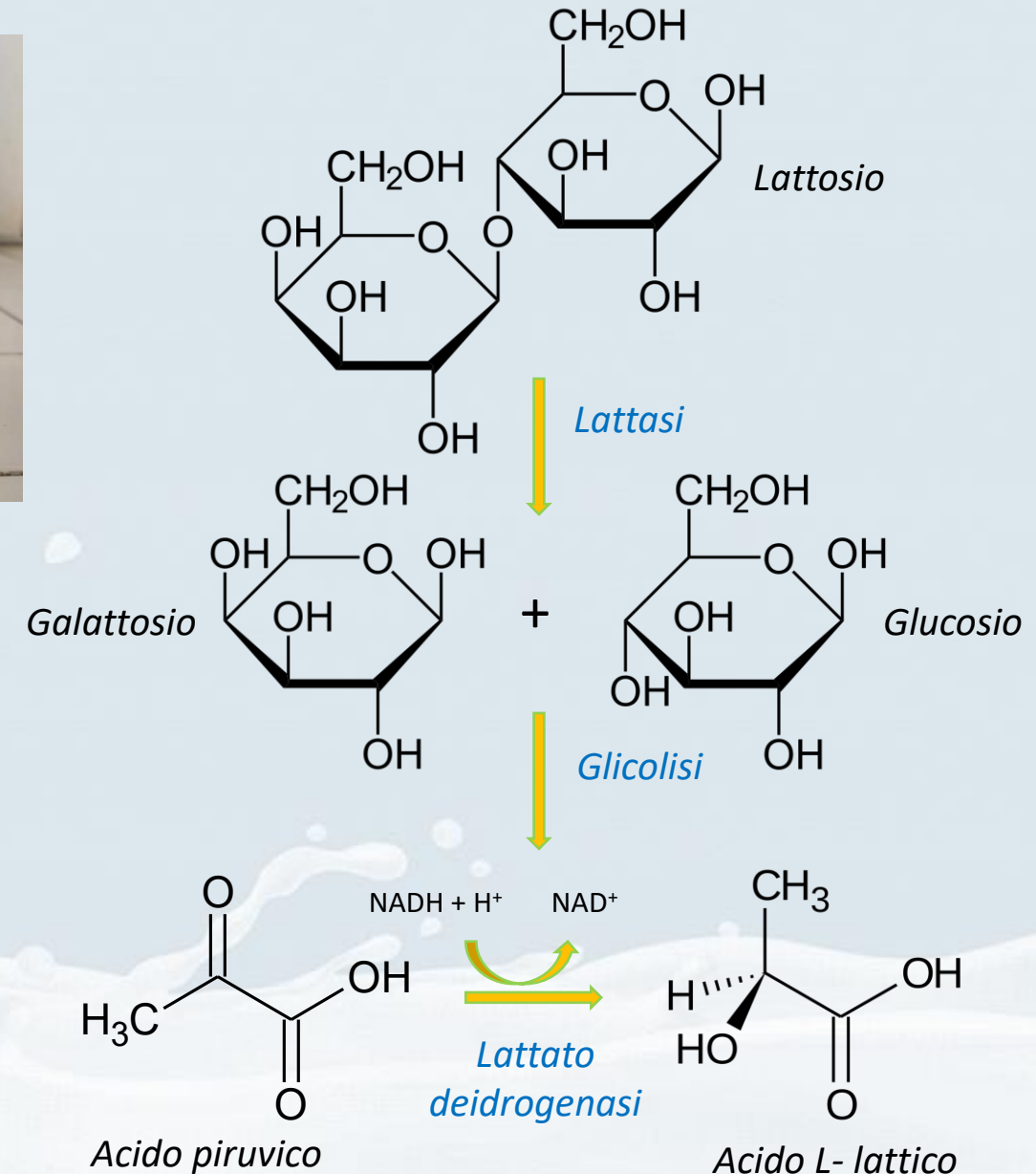


Perché il latte caglia nel frigo?

Prolifera di **batteri lattici** (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, ecc.) anche a basse temperature che trasformano il **lattosio in acido lattico** con diminuzione del pH del latte

Precipitazione della caseina a pH intorno a 4,6 con formazione dei fiocchi tipici della cagliata.

Latte vecchio, mal conservato o contaminato.



Separazione dei componenti del latte

Lipidi: centrifugazione del latte intero

Tipologie commerciali di latte

latte intero

contenuto di
grasso $>3,5\%$

parzialmente
scremato

contenuto di
grasso
 $1,5-1,8\%$

scremato

contenuto di
grasso $<0,5\%$



*Nell'industria casearia mediante
centrifugazione del latte intero a
 $6500-7000$ giri/minuto*

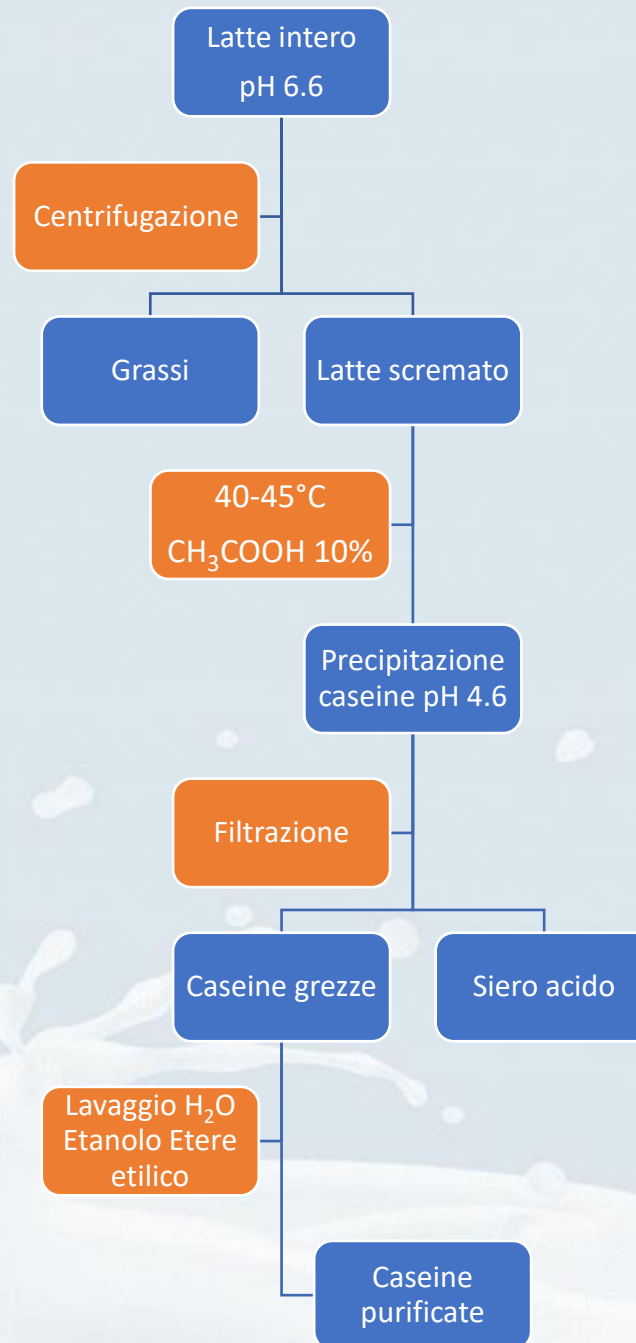
Separazione componenti del latte

Attività laboratoriale suddivisa in 4 fasi successive a partire da latte intero o scremato

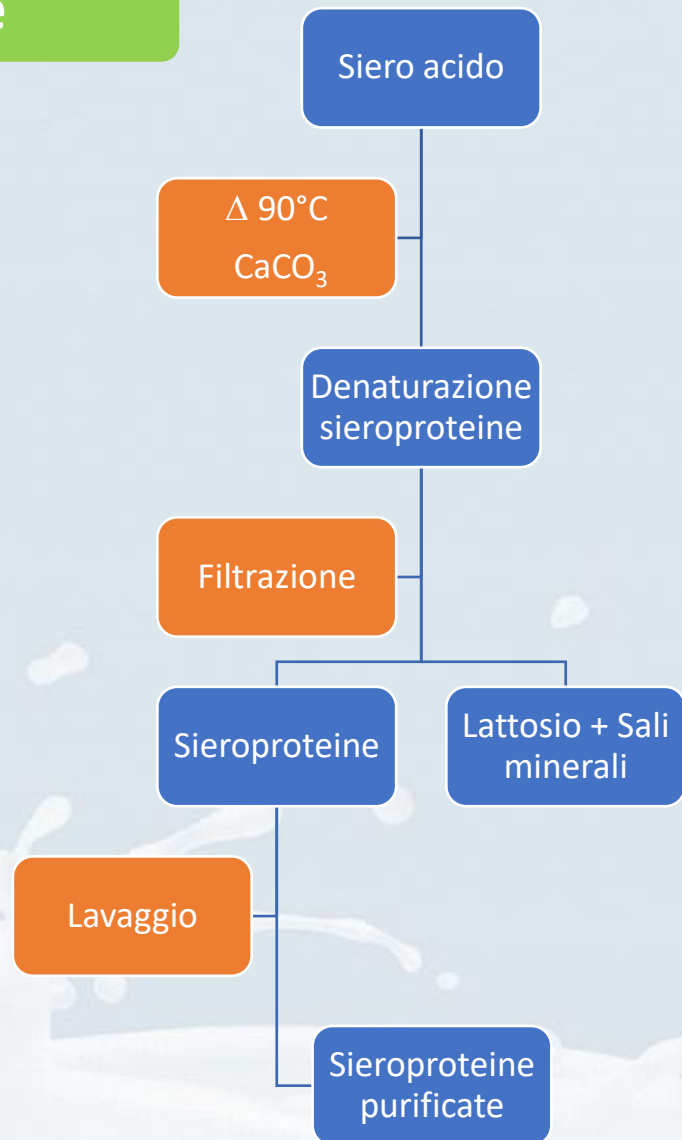
1. **Caseine:** coagulazione al punto isoelettrico
 2. **Sieroproteine:** denaturazione ad alte temperature
 3. **Lattosio:** precipitazione dal siero
 4. **Sali minerali:** residuo filtrazione a caldo
- *Studenti suddivisi in 4 gruppi di lavoro*
 - *Confronto tra i gruppi e discussione dei risultati*
 - *Valutazione attività: relazione individuale ed elaborato di gruppo*



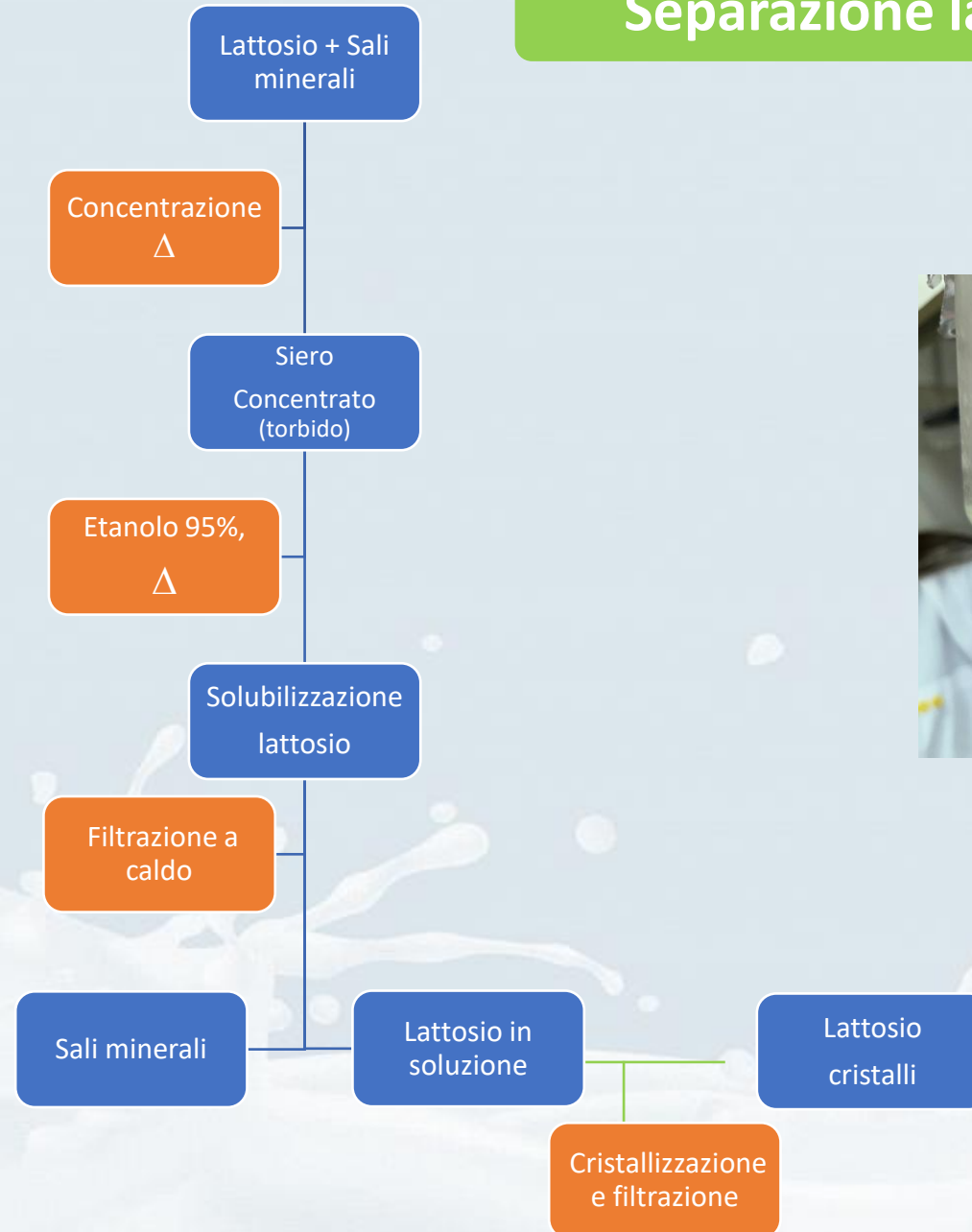
Separazione caseine



Separazione sieroproteine

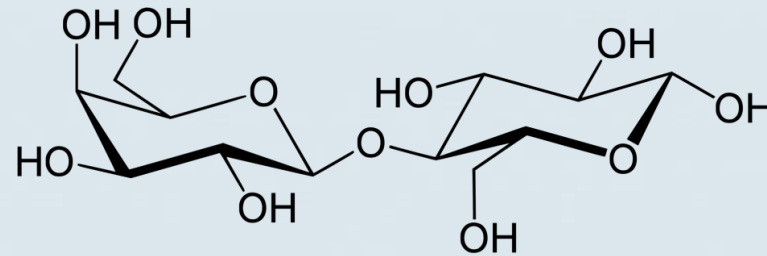


Separazione lattosio e sali minerali



Caratterizzazione del lattosio

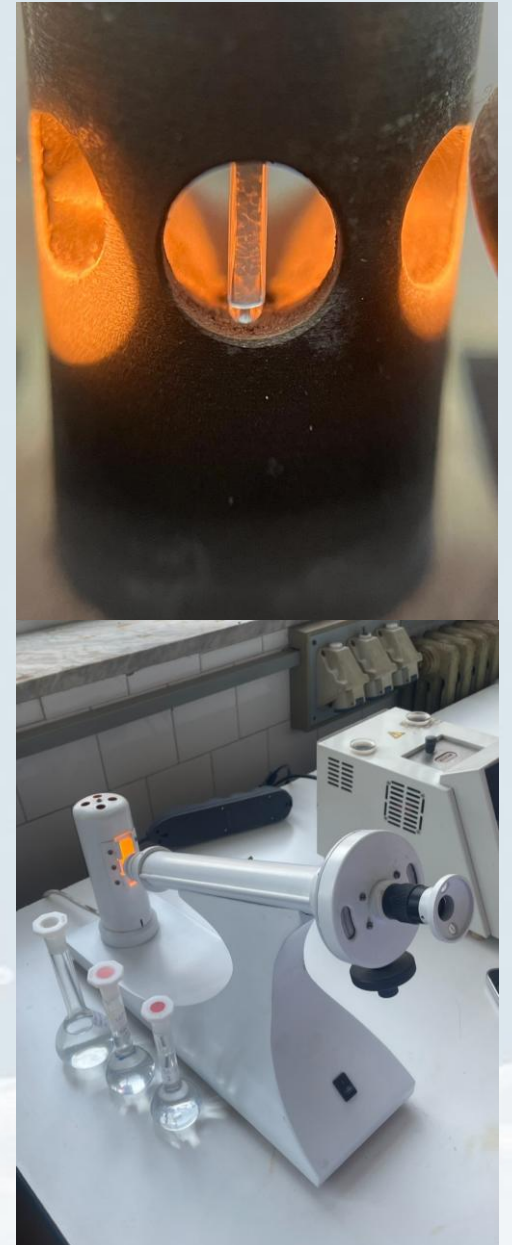
- **Determinazione del punto di fusione**
in letteratura $mp=202,8^{\circ}C$



- **Misurazione del potere rotatorio specifico**

Il lattosio è una molecola otticamente attiva ed esiste come miscela di anomero β - e α - con potere rotatorio specifico diverso, rispettivamente $[\alpha]_D^{20} = +89,4^{\circ}$, $[\alpha]_D^{20} = +35,0^{\circ}$;

Nel latte la miscela dei due anomeri all'equilibrio ha un potere rotatorio specifico $[\alpha]_D^{20} = +55,4^{\circ}$

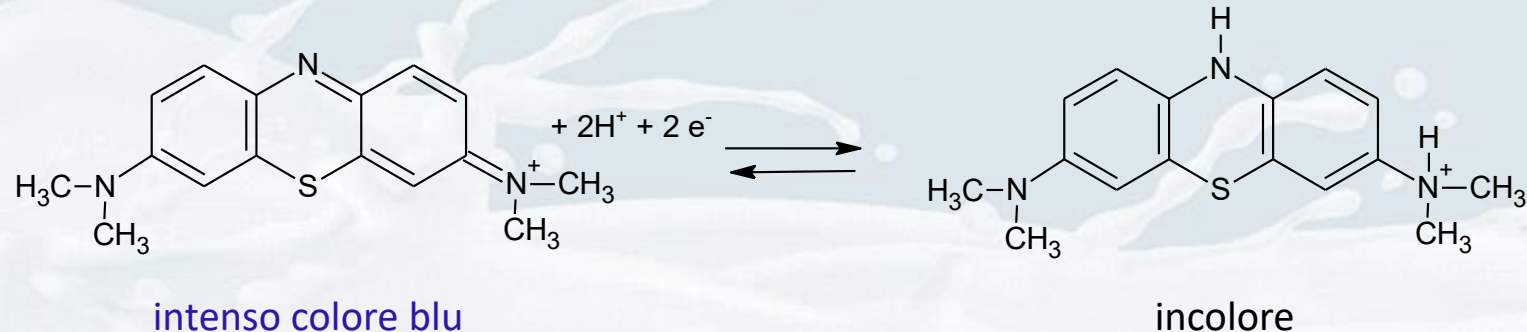


Determinazione quantità di lattosio nel latte

Il lattosio è un disaccaride riducente e i gruppi aldeidici degli zuccheri riducenti possono essere ossidati in ambiente basico da blandi ossidanti, come il **reattivo di Fehling** (Cu^{++} complessato con lo ione tartrato in ambiente basico).



Determinazione volumetrica: titolazione redox usando **blu di metilene** come indicatore di ossidoriduzione, di un intenso colore blu nella forma ossidata e incolore nella forma leuco ridotta.



Determinazione quantitativa del lattosio

Reattivo : 5,0 mL di soluzione di Fehling A, soluzione di solfato di rame (II) , 5,0 mL di soluzione di Fehling B, soluzione di tartrato di sodio e potassio in NaOH e 40 mL di acqua distillata

Poiché 10 mL di reattivo di Fehling contengono una concentrazione di Cu^{++} che può essere ridotto da 0.0687 g di lattosio, i mL di siero aggiunti conterranno proprio 0.0687 g di lattosio. La % di lattosio presente nel campione di latte sarà quindi data dalla formula seguente:

$$\% \text{ lattosio} = \frac{0,0676 \times 5 \times 100}{a}$$

a = mL di filtrato occorsi per la riduzione di 10 mL di reattivo di Fehling;
5 = numero di diluizioni del campione di latte



Risultati ottenuti dagli studenti

Tabella 1: Risultati sperimentali della separazione dei componenti del latte

Composizione media del latte vaccino (100mL)	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4
Caseine	2,8 g	2,90 g	3,03 g	3,30 g
Sieroproteine	0,6 g	0,9 g	1,2 g	1,0 g
Lattosio	4,5 g	0,05 g	0,83 g	3,79 g
Sali minerali	0,75 g	0,15 g	//	0,44 g

Tabella 2: Risultati sperimentali della determinazione del punto di fusione del lattosio (202,8°C)

Dati	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4
Punto di fusione lattosio	202,5°C	204,7°C	203,0°C	204,5°C

Tabella 3: Risultati sperimentali della determinazione del potere rotatorio specifico del lattosio (+55,4°)

Dati	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4
Concentrazione lattosio	5,0%	5,0%	8,0%	8,0%
Rotazione osservata (gradi)	+2,5°	+3,0°	+4,4°	+4,5°
Potere rotatorio specifico $[\alpha]_D^{20}$	+50,0°	+60,0°	+55,0°	+56,3°

Tabella 4: Risultati sperimentali della determinazione quantitativa del lattosio con reattivo di Fehling (4,7 g/100 mL)

Dati	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4
mL di siero aggiunti	7,3	11,0	7,4	7,7
Quantità di lattosio g/100 mL	4,63	3,07	4,56	4,38

Ulteriori domande con brainstorming in classe

Nel confrontare il sapore del latte senza lattosio e del latte intero, cosa noti?

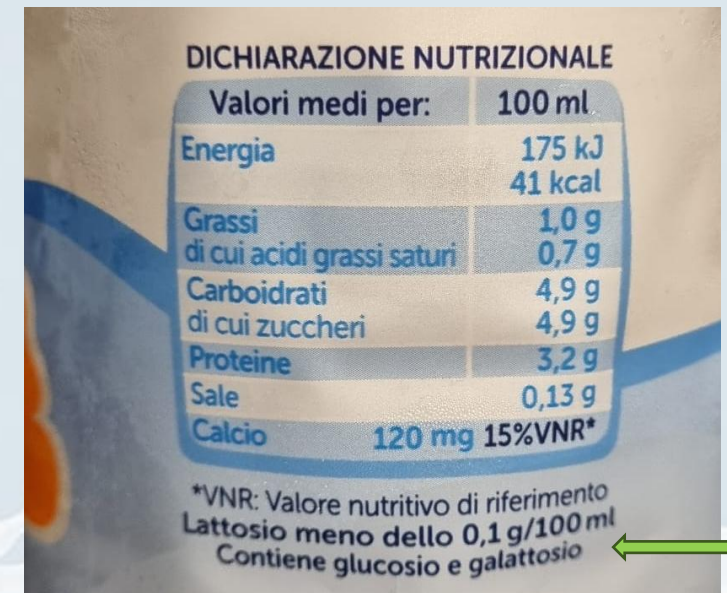
- Gli studenti hanno sperimentato che il latte senza lattosio è **più dolce** del latte contenente il lattosio e lo attribuiscono alla presenza di glucosio, derivante dall'idrolisi del lattosio nei suoi componenti (galattosio e glucosio).

Come si può ottenere il latte senza lattosio?

- Negli impianti lattiero-caseari: **utilizzo di enzimi** (lattasi) che scindono il legame glicosidico tra galattosio e glucosio. Il contenuto di lattosio nel latte raggiunge un residuo finale inferiore a 0,1%

Come si diventa intolleranti al lattosio?

- Stimolati dalla curiosità, gli studenti hanno ricercato e compreso le cause dell'intolleranza alimentare al lattosio



DICHIARAZIONE NUTRIZIONALE

Valori medi per:	100 ml
Energia	175 kJ 41 kcal
Grassi	1,0 g
di cui acidi grassi saturi	0,7 g
Carboidrati	4,9 g
di cui zuccheri	4,9 g
Proteine	3,2 g
Sale	0,13 g
Calcio	120 mg 15%VNR*

*VNR: Valore nutritivo di riferimento
Lattosio meno dello 0,1 g/100 ml
Contiene glucosio e galattosio

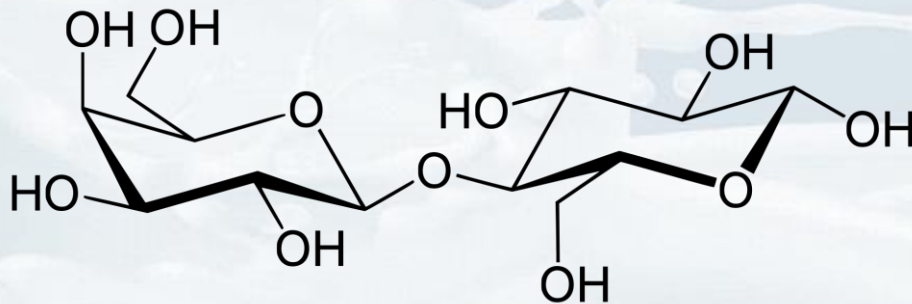
Etichetta latte senza lattosio

Intolleranza al lattosio e terapia

- Intorno ai quattro-cinque anni di vita, nella maggior parte delle persone l'**enzima β -galattosidasi** (lattasi) **non viene più prodotto** per cui si inizia a perdere la capacità di metabolizzare il lattosio e si sviluppa intolleranza alimentare (75% della popolazione mondiale).
- Il **lattosio** non digerito a livello dell'intestino tenue viene **fermentato** ad opera del microbiota intestinale, con sviluppo di gas e conseguenti disturbi digestivi.

Terapia, assunzione di:

- latte vegetale (soia, avena, riso, mandorla)
- latte animale delattosato
- compresse di lattasi prima dei pasti



Preparazione latte delattosato in laboratorio

Ulteriormente stimolati gli studenti hanno ipotizzato che nel laboratorio scolastico si può tentare di produrre il latte delattosato usando le **compresse di lattasi**, acquistabili in farmacia, verificando poi l'avvenuta scissione enzimatica del lattosio con le **striscette reattive di determinazione di glucosio nelle urine** per i pazienti diabetici.

Test di funzionamento delle striscette reattive

- Riscaldare a **37°C** un becher di **acqua distillata** e uno di una **soluzione diluita di glucosio** e immergervi una striscetta reattiva.
- **Confrontare** la colorazione delle striscette immerse con la **scala colorimetrica** riportata sul contenitore.
- Il **colore marrone** della striscetta immersa nella soluzione di glucosio indica la presenza di glucosio

Ripetere la stessa operazione con il latte normale e senza lattosio.

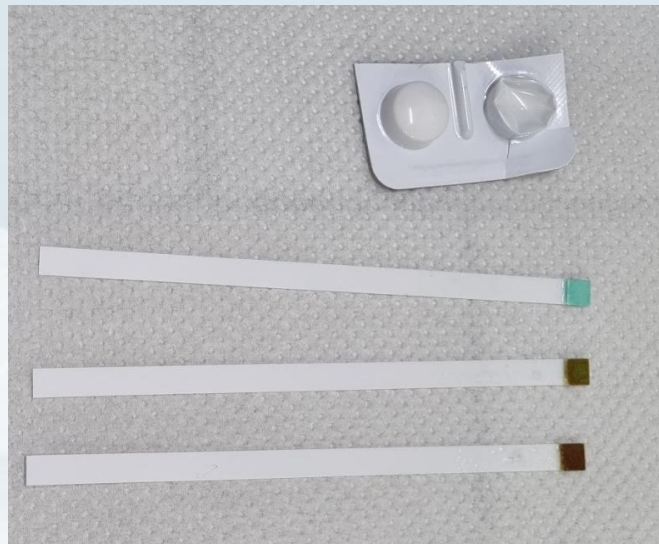
- Si osserva che nel latte normale il colore delle striscette non cambia, nel latte senza lattosio diventa marrone, indicando la presenza di glucosio.



Preparazione latte delattosato in laboratorio

Idrolisi lattosio: aggiungere una **compressa di lattasi nel latte normale a 37°C**

Verifica idrolisi: immergere una striscetta reattiva per tre volte a intervalli di 5 minuti. Mano a mano che l'enzima agisce, il colore della striscetta diventa sempre più scuro fino a diventare marrone, indicando che tutto il lattosio è stato idrolizzato dall'enzima e che il latte è stato delattosato.



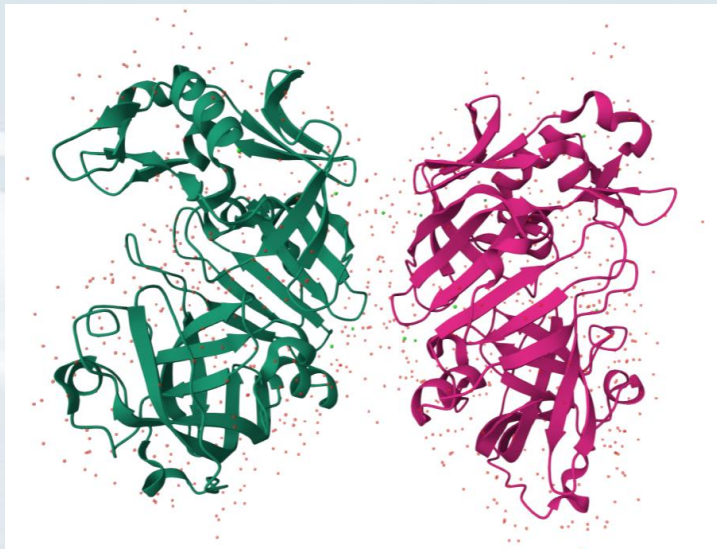
Ulteriori domande

Come si effettua la trasformazione del latte in prodotti lattiero caseari?

Hanno appreso che nell'industria lattiero casearia la precipitazione delle caseine (cagliata) avviene grazie ad un enzima idrolitico, detto **rennina o chimosina**, estratto dallo stomaco dei vitelli,

La rennina scinde la **k-caseina** a livello del legame peptidico tra gli aa 105 e 106 (**Phe-Met**), rimuovendo la parte idrofila e causando la perdita di stabilità delle micelle che si aggregano formando la cagliata.

Dalla cagliata si producono formaggi di tipologie diverse in base ai diversi modi di maturazione.



Bovine chymosin: <https://www.rcsb.org/3d-view/4AA8>

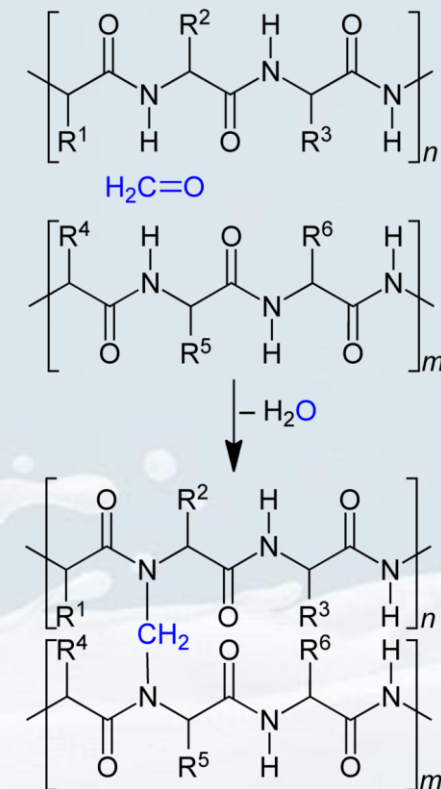
Focus su sostenibilità

- *Cos'è la galalite?*
- *Cos'è la colla alla caseina?*
- *Come si possono usare gli scarti lattiero caseari?*



Galalite

- Da una ricerca storico-scientifica, gli studenti hanno appreso che la **galalite** è un **materiale biodegradabile e parzialmente sintetico**, inventato e brevettato nel 1897 da Friedrich Adolph Spitteler a partire dalle caseine del latte per trattamento con una soluzione diluita di formaldeide.
- La galalite, negli anni '20 e '30 del XX secolo, rivoluzionò il mondo dei bottoni poiché era una **alternativa naturale ai materiali di origine animale** (corno, madreperla, guscio di tartaruga e avorio) di cui riproduceva le caratteristiche di resistenza e flessibilità.



Galalite in laboratorio

Gli studenti hanno scoperto sul web che la **bioplastica alla caseina**, simile alla galalite, può essere prodotta in laboratorio in maniera molto semplice a partire dalla cagliata.

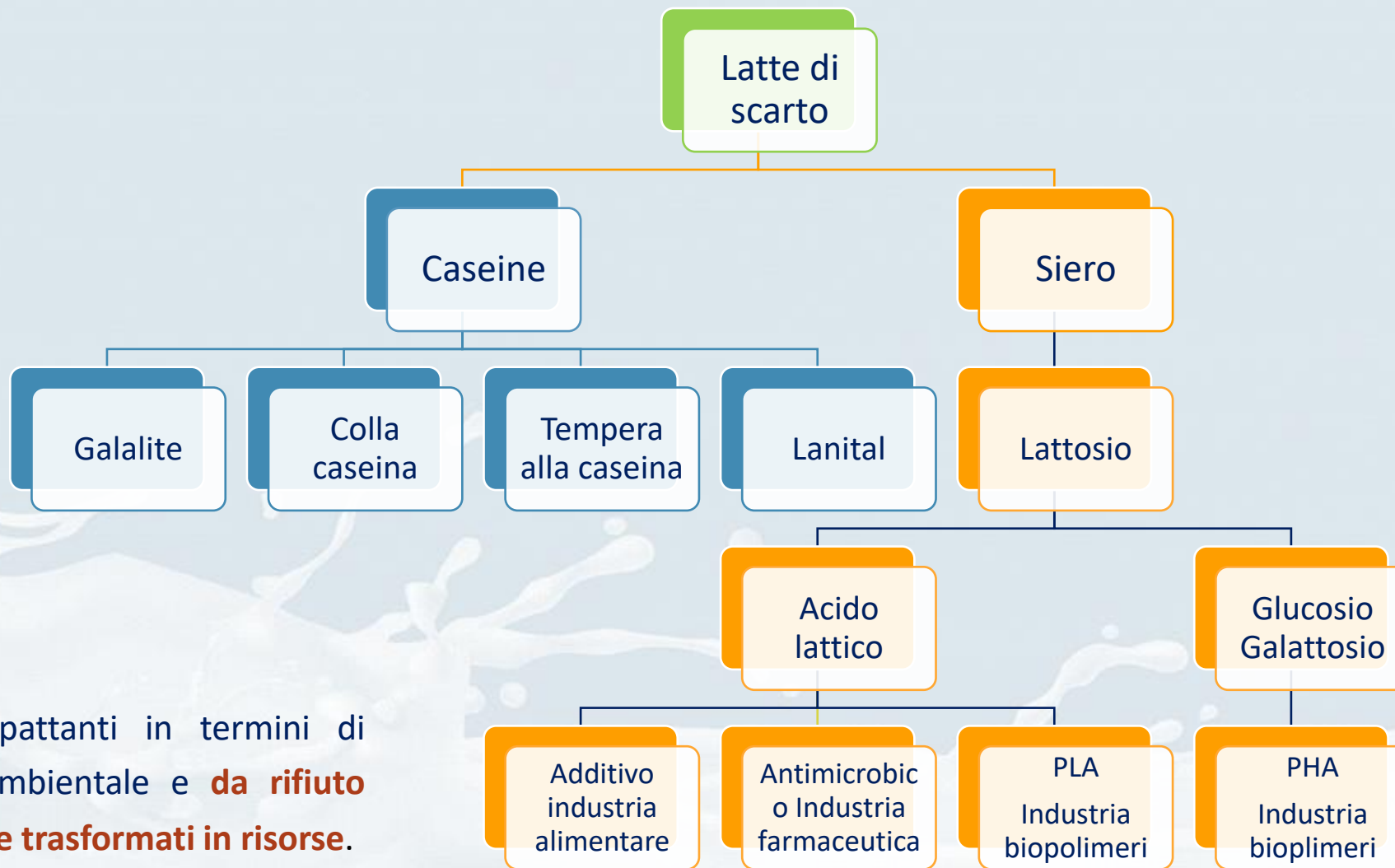


Colla alla caseina

- Continuando le ricerche, gli studenti hanno scoperto che la colla alla caseina è un **adesivo a base acquosa** utilizzata principalmente per il legno (soprattutto in interventi di restauro) e la carta.
- **Il trattamento della cagliata con una base modifica la struttura e la funzione della proteina, conferendole nuove proprietà.**
- Disciogliendo la caseina in **ammoniaca o bicarbonato di sodio**, si causa la dissociazione delle catene polimeriche della proteina e si forma una sospensione di **caseinato di ammonio o di sodio** avente una elevata adesività.
- Approfondendo il meccanismo dell'azione adesiva gli studenti hanno appreso che nella colla alla caseina lo strato adesivo si forma per evaporazione dell'acqua e l'adesione dipende essenzialmente dalle forze intermolecolari che si instaurano tra i materiali da incollare e l'adesivo.



Uso degli scarti dell'industria lattiero-casearia



Fra i più impattanti in termini di sostenibilità ambientale e **da rifiuto possono essere trasformati in risorse.**

Uso degli scarti dell'industria lattiero-casearia

Tempera alla caseina

Utilizzo della caseina come legante per tempera su carta, tela o legno, con acqua come diluente.

Il pigmento in polvere viene mescolato alla caseina aggiungendo un poco di acqua e ottenendo un miscuglio cremoso da usare per la pittura.



Lanital

Fibra tessile proteica ottenuta dalla caseina, inventata in Italia nel 1935 dall'ing. Antonio Ferretti con l'obiettivo di creare una fibra sostitutiva della lana.

Commercializzata dalla SNIA Viscosa scompare dal mercato con l'avvento delle fibre sintetiche.

Questionario di autovalutazione

Come descrivi il percorso generale delle attività svolte?

- Sono state molto costruttive e ricche di insegnamenti dato che non avrei mai potuto immaginare cosa si potesse fare con le cose di tutti i giorni
- Accurato, coinvolgente, ricco di nuove conoscenze, curiosità e ha insegnato a saper lavorare in gruppo
- **Interessante poiché partendo dal latte, quindi un qualcosa che appartiene al nostro quotidiano, siamo riusciti a riprendere e applicare molti concetti di chimica**
- Abbiamo svolto un'attività efficiente in cui ci siamo posti dei problemi e li abbiamo risolti

Cosa ti è piaciuto di più dell'attività?

- Soprattutto l'approfondimento teorico fatto sul latte e le sue componenti e il buon lavoro di gruppo durante la realizzazione.
- L'attività sulla separazione dei componenti del latte, le caseine
- Mettermi alla prova per risolvere i dubbi

Cosa non ti è piaciuto dell'attività?

- non c'è nulla che non mi è piaciuto in particolare ma se ne avessi la possibilità vorrei riprovare ad estrarre il lattosio dal latte poiché è stato l'unico componente che io ed il mio gruppo non siamo riusciti a estrarre correttamente

Questionario di autovalutazione

Che cosa hai imparato da questa attività?

- La composizione del latte, le proprietà delle proteine del latte
- *Cosa pensi di dover ancora imparare?*
- Penso di dover imparare ad essere più sicura di me stessa quando opero in laboratorio e acquisire maggiore manualità.
- Credo di dover imparare ancora moltissimo e fare degli approfondimenti sugli esperimenti svolti

Cosa vorresti approfondire?

- Vorrei approfondire la composizione del latte perché è un argomento che mi ha colpito molto.
- C'è sempre da imparare ed approfondire argomenti nuovi per il nostro futuro

Quali difficoltà hai incontrato?

- All'inizio appena abbiamo iniziato non avevamo capito bene come funzionava il polarimetro infatti la prima soluzione del 20% l'abbiamo ripetuta due volte

Come valuti il lavoro da te svolto, da 1 a 5?

- Media valutazione 4

Riferimenti

1. I tanti volti della Chimica- Percorsi innovativi per insegnarla e comprenderla a cura di Aquilini, Ghibaudi, Venturi e Villani. Ed. CLUEB Università, Esempi di percorsi didattici per la scuola secondaria di secondo grado. Anna Maria Madaio *Fare chimica con il latte* pagg. 294-311 ISBN 978-88-491-5797-0
2. V. Brandolini, Insegnamento di Chimica degli alimenti e integratori alimentari, Università di Ferrara, Materiale didattico A.A. 2012-13, disponibile all'URL: <https://www.unife.it/farmacia/lm.ctf/insegnamenti-dellordinamento-2005/mini-siti-a-a-2012-2013/chimica-degli-alimenti-e-integratori-alimentari-a-a-2012-2013/materiale-didattico/Latte.pdf> (1 dicembre 2025).
3. H.D. Goff, A. Hill, M. A. Ferrer, *Dairy Science and Technology eBook*, Canada, University of Guelph Open Books, 1996, disponibile all'URL: <https://books.lib.uoguelph.ca/dairyscienceandtechnologyebook/> (1 dicembre 2025).
4. Materiale didattico del corso di *Analisi dei prodotti alimentari*, disponibile all'URL: https://e-l.unifi.it/pluginfile.php/985644/mod_resource/content/1/Latte%20composizione.pdf (1 dicembre 2025).
5. S. Yu. Petrova et al., *Structure And Biological Functions Of Milk Caseins*, Russ. Open Med. J. 11(2) (2022), pp. 1-7, DOI: 10.15275/rusomj.2022.0209.
6. J. M. Cabalsa, L. Abraham, *Exploring Biochemical Reactions of Proteins, Carbohydrates, and Lipids through a Milk-Based Demonstration and an Inquiry-Based Worksheet: A COVID-19 Laboratory Experience*, J. Chem. Educ. 97(9) (2020), pp. 2669–2677.
7. Amrita Virtual Lab, Amrita University, *Isoelectric Precipitation of Proteins, Casein from Milk*, disponibile all'URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HN4jD2MCKfg> (1 dicembre 2025).
8. B. Scapellato, *Blog IBSE e dintorni*, *IBSE e saggio di Fehling per il riconoscimento degli zuccheri riducenti*, <https://ibseedintorni.com/2019/12/06/ibse-e-saggio-di-fehling-per-il-riconoscimento-degli-zuccheri-riducenti/> (1 dicembre 2025).
9. R. Daniels et al., *The Fehling and Benedict tests*, J. Chem. Educ. 37(4) (1960), pp. 205.
10. Pan 潘飞 et al. (2020) Journal of Food Biochemistry. 45. 10.1111/jfbc.13570



Grazie per l'attenzione!

annamariamadaio@libero.it