

INDICI CHIMICO-FISICI che DESCRIVONO la COMPOSIZIONE del LATTE

Indici che dipendono dall'insieme delle sostanze presenti

- **Densità 1.029-1.034 g/mL**
- **Acidità 7-8 SH°**
- Viscosità
- Calore specifico
- Tensione superficiale
- **Residuo secco totale 12-13%**
- **Residuo secco magro 8.5-8.7%**

Indici che dipendono dalle sostanze in soluzione

- Indice di rifrazione
- **Punto di congelamento -0.55°C**
- Punto di ebollizione

Indici che dipendono dagli ioni presenti o da altre sostanze

- **pH 6.5-6.8**
- Conducibilità elettrica
- Potenziale redox



A. Indici che dipendono dall'insieme delle sostanze presenti

Residuo Secco (RS) 12-13%

Il residuo secco totale (RS) è rappresentato da tutti i componenti meno l'acqua
Si esprime in % (g residuo/100 g di latte)

Annacquamento e scrematura del latte comportano una diminuzione di RS, anche variazioni fisiologiche del contenuto proteico e del contenuto di materia grassa comportano modificazioni di RS

L'analisi comporta la determinazione dell'umidità del latte mediante evaporazione in stufa. Il latte si porta in capsula (tarata) in bagnomaria bollente e poi a 104°C fino a evaporazione totale del liquido

RS si può ricavare anche con la *formula di Fleischmann*, una volta effettuate le determinazioni del peso specifico (ps) e del tenore in materia grassa (G):

$$RS = (1.2G + 2.665) \times [100 \times (ps - 100)] / ps$$

Residuo Secco Magro (RSM) 8.5-8.7 %

Il residuo secco magro (RSM) è dato dall'insieme dei costituenti del latte escluso il grasso.
Il tenore in materia secca magra nel latte deve essere non inferiore all'8.70%
(se il tenore in materia grassa supera il 3.15% deve essere non inferiore all'8.50%).

Valori inferiori all'8,50 % rendono il latte sospetto di annacquamento
Un elevato valore del tenore in materia secca magra indica un'elevata percentuale di sostanze proteiche e quindi una buona resa di trasformazione

RSM è un valore costante poiché non risente della variabilità connessa al tenore di materia grassa
 $RSM \% = \% \text{ materia secca} - \% \text{ materia grassa}$



Il peso specifico del latte DENSITA'

Definito dal rapporto massa/volume

Nel latte è collegato al corretto rapporto fra i diversi costituenti:

densità plasma latteo 1.036-1.037 g/mL

densità fase lipidica 0.930-0.950 g/mL

Frode per annacquamento:

per diluizione il peso specifico diminuisce

Frode per sottrazione di grasso:

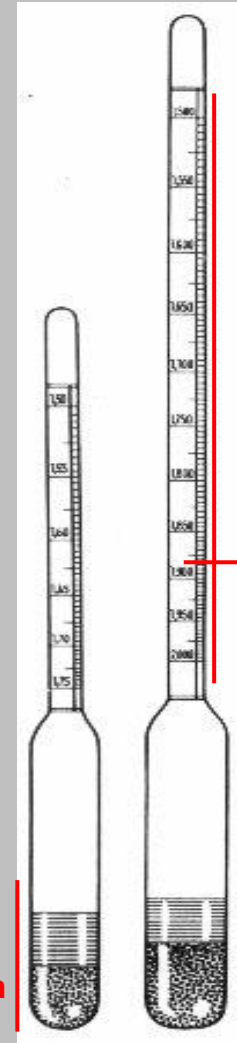
peso specifico aumenta per sottrazione della fase a peso specifico più basso.

Se la scrematura e l'annacquamento vengono effettuati sullo stesso prodotto la densità non varia

controllare	% di materia grassa
	indice crioscopico
	densità del siero
	(1.026 e 1.028 g/ ml)

LIMITI di LEGGE: 1.029-1.034 g/mL a 15 °C

LATTODENSIMETRO DI QUEVENNE



scala graduata:

29 tacche da 14 a 42:

1.000 + 0.014

1.000 + 0.042

termometro incorporato

zavorra



DETERMINAZIONE della PESO SPECIFICO con il LATTODENSIMETRO di Q.

SCOPO: verifica della corretta composizione del latte

PRINCIPIO: il parametro dipende dal rapporto fra p.s. del plasma latteo e p.s. della fase lipidica che nel latte genuino è costante

VETRETTA: lattodensimetro di Quevenne
cilindro da 100 mL

PROCEDIMENTO

1. Porre il latte nel cilindro e termostatare a 15°C
2. Immergere il lattodensimetro
3. Leggere sull'apposita scala un valore in due cifre che corrispondono alla 3^a e 4^a cifra decimale (a e b)

RISULTATO

$$\text{p.s. g/mL} = 1.000 + 0.0ab$$

Nota: se la determinazione viene fatta ad una temperatura diversa si applica la seguente formula correttiva

$$p.s._{15} = p.s._{Tx} + 0.0002 (Tx^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C})$$



Acidità del latte

determinata volumetricamente con titolazione acido-base, indicatore fenolftaleina

Acidità naturale:

gruppi acidi della caseina
tracce di ac organici (ac.citrico)
reazioni secondarie dovute ai fosfati

Acidità di sviluppo:

ac.lattico prodotto per fermentazione del lattosio
fenomeni lipolitici

↳ Caratteristiche sensoriali scadenti (gusto acido)

↳ Sospensione proteica instabile (ppt caseine)

Acidità (°SH)	Tipo di latte
6-7	Latte di cattiva coagulazione
7-8	Latte normale
8-8.5	Latte sub-acido (difficile conservabilità)
8.5-9	Latte acido (cattiva conservabilità)
9-10	Latte acido al sapore (coagula all'ebollizione)
> 10	Latte che coagula al calore

Unità di misura

Gradi SH° Soxhlet- Henkel: ml di NaOH 0.25 N necessari per neutralizzare 100 ml di latte (6-8 SH°/100 ml in un latte normale)

Gradi D° Dornic: ml di NaOH al 0.11 N necessari per neutralizzare 100 ml di latte (14-18 D° in latte normale)

Gradi T° Turner: i decimi di ml di NaOH al 0,1 N necessari per neutralizzare 10 ml di latte



DETERMINAZIONE dell'ACIDITA'

SCOPO: verifica della corretta composizione del latte e l'assenza di fenomeni fermentativi

PRINCIPIO: titolazione acido-base

MATERIALI: buretta

beuta da 300 ml
pipetta a bolla da 50 mL

REAGENTI: soluzione idroalcolica di fenolftaleina
soluzione titolante NaOH 0.25M

PROCEDIMENTO:

1. Pipettare 50 ml di latte nella beuta ed aggiungere 100 mL di acqua e 10 gocce di indicatore
2. Titolare con NaOH fino al viraggio al rosa pallido

Per una corretta valutazione del punto di viraggio è utile confrontare il colore del campione che si sta titolando con quello di un campione di latte

RISULTATO

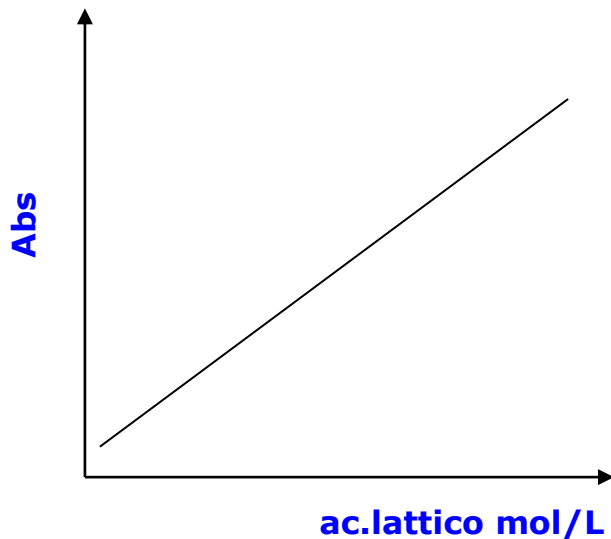
I mL di NaOH utilizzati moltiplicati per 2 sono i gradi Soxhlet-Henkel (SH°)



Determinazione del tenore di ac.lattico

L'acido lattico è prodotto dalla fermentazione del lattosio ad opera dell'attività microbica la sua concentrazione è correlata alla carica batterica totale e può essere un utile indicatore del buon stato di conservazione del latte

La determinazione avviene per via spettrofotometrica utilizzando un test enzimatico che genera un segnale colorato la cui intensità è proporzionale alla concentrazione di lattosio



B. Indici che dipendono dalle sostanze in soluzione

Il punto di congelamento

Una soluzione congela ad una T più bassa rispetto a quella del solvente puro

$$T_{\text{cong}}^{\circ\text{C}}\text{solvente} - T_{\text{cong}}^{\circ\text{C}}\text{soluzione} = \text{punto di cong } (^{\circ}\text{C})$$

1 mole di una qualsiasi sostanza disciolta abbassa la temperatura di congelamento di 1.86°C

Nel latte la presenza di zuccheri e minerali in soluzione abbassa la T di congelamento del latte rispetto a quella dell'acqua pura.

La concentrazione di soluti nel latte è costante controbilancia la pressione osmotica del sangue.

FATTORI CHE MODIFICANO IL P.TO CRISCOPICO:

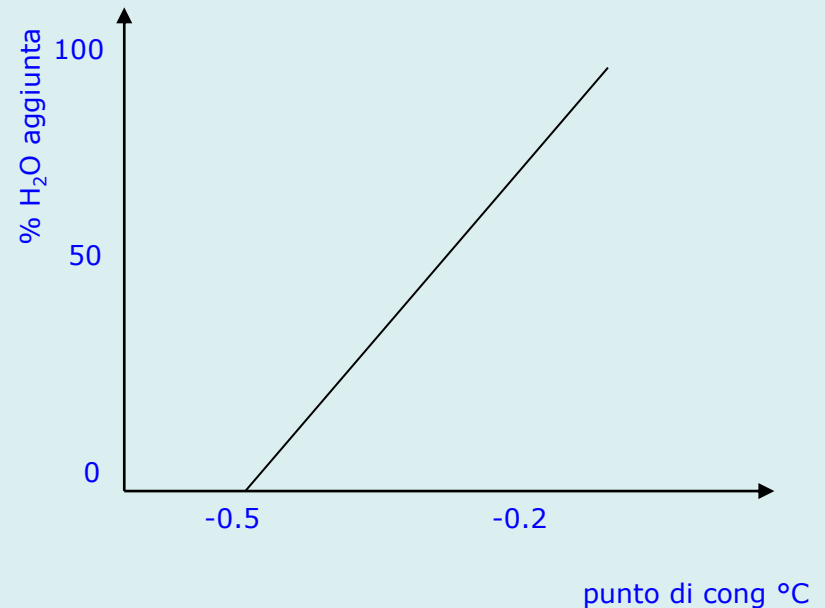
- Frode per annacquamento: per diluizione il punto di congelamento diminuisce, aggiunta fraudolenta di NaCl compensa l'abbassamento crioscopico
- Fermentazione del lattosio: aumento della concentrazione di sostanze in soluzione e il punto di congelamento aumenta
- Fenomeni mastitici: calo della concentrazione di lattosio a seguito di alterata funzionalità della ghiandola mammaria

LIMITI di LEGGE: -0.520 -0.550°C

Annacquamento del latte

Quando l'acqua è addizionata al latte, la concentrazione di sali minerali e di zuccheri viene diluita e questo comporta un innalzamento della temperatura alla quale il latte congela normalmente.

Nell'intervallo compreso fra la $T^{\circ}\text{C}$ cong H_2O (0°C) e la $T^{\circ}\text{C}$ cong latte l'innalzamento crioscopico è proporzionale alla quantità di H_2O aggiunta



Crioscopio di Beckmann

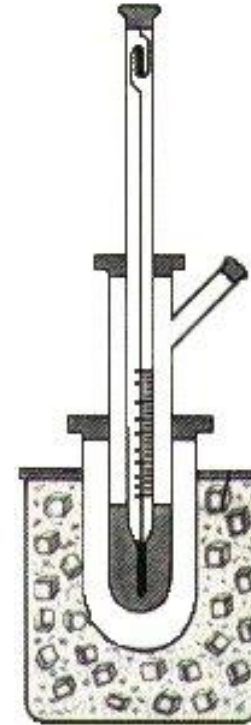
La misura è preceduta da un azzeramento della scala del termometro del crioscopio, mediante la determinazione del punto di congelamento dell'acqua.

Il valore misurato sul campione di latte sarà quindi calcolato come segue:

$$\text{p.to di congelamento (}^\circ\text{C)} = T - T_1$$

T = temperatura di congelamento dell'acqua

T_1 = temperatura di congelamento del latte



DETERMINAZIONE della PUNTO di CONGELAMENTO

SCOPO: verifica della corretta composizione del latte

PRINCIPIO: la T di congelamento di una soluzione dipende dalla concentrazione di soluti

MATERIALI: Criostato

termometro per crioscopia

Provette crioscopiche

REAGENTI: soluzione di urea standard (1.77 g in 100mL di acqua)

PROCEDIMENTO:

1. Portare il criostato a -4°C
2. Riempire una provetta con acqua, una provetta con lo std di urea e una con il campione di latte
3. Mettere la provetta nel termostato munita di termometro, quando il termometro è sceso -0.5°C sotto il punto di congelamento teorico inoculare con un granello di ghiaccio.
4. La T sale e quando si stabilizza per circa 1 min si considera raggiunto il p.to crioscopico

RISULTATO

Calcolo del fattore di correzione del termometro $f = 0.550 / (e - h)$

0.550 = p.to di cong. teorico della soluzione di urea

e = p.to cong. sperimentale dell'acqua

h = p.to cong. sperimentale dell'urea

Calcolo del p.to congelamento del campione di latte

$$(e - l) \times f$$

l = p.to cong. sperimentale del latte



C. Indici che dipendono dagli ioni presenti

pH

Il pH del latte ne indica lo stato di freschezza e l'acidità attuale, cioè il contenuto di ioni idrogeno disciolti, a differenza dell'acidità titolabile che esprime un dato di acidità totale, in quanto tiene conto anche degli ioni idrogeno non dissociati

Nel latte il valore di pH è prossimo alla neutralità il latte è una soluzione tamponata:

↳ piccoli spostamenti di pH corrispondono a grandi cambiamenti di concentrazione idrogenionica

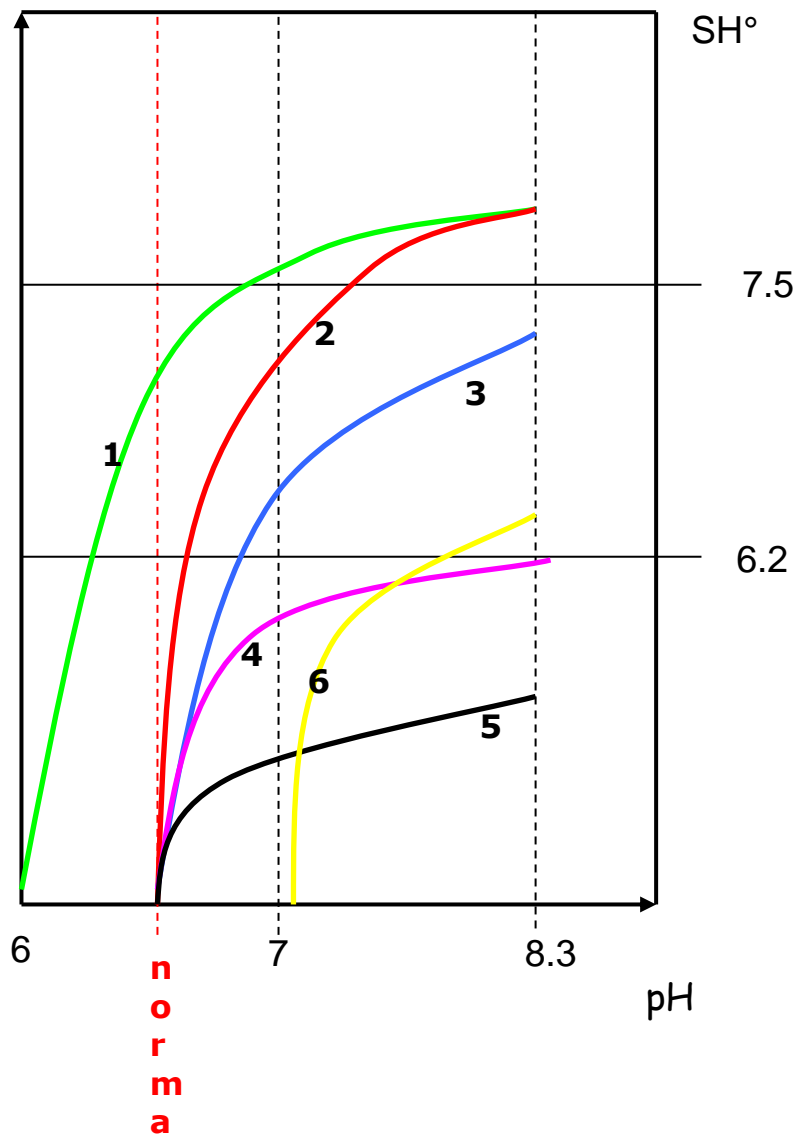
Coppie tampone: HPO_4^{2-} ; ac.citrico/citrato; COOH/COO^- della caseina

anormale quel latte che presenta piccoli scostamenti di pH dal valore normale (6.6-6.8)

pH	Tipo di latte
6.7	latte normale
6.5	acidificazione incipiente
6.3	acidificazione leggera
6.1	acidificazione avanzata
5.9	acidificazione avanzata
5.7	acidificazione avanzata
5.2	latte acido
4.5	latte coagulato
7.1	latte patologico



Relazioni fra pH & Acidità



1. Latte anormale con acidità di sviluppo

2. Latte normale iperproteico

3. Latte normale composizione media

4. Latte normale ipoproteico

5. Latte anormale probabilmente annacquato

6. Latte anormale probabilmente mastitico



ALCALINIZZAZIONE FRAUDOLENTA

Determinazione delle ceneri e della loro alcalinità

Nelle ceneri rimangono i componenti minerali del latte e i prodotti di calcinazione di alcuni componenti organici.

Mediamente pari a 0.75% (g ceneri/100 g di latte)

Valori più elevati fanno supporre una neutralizzazione fraudolenta del latte (aggiunta di NaHCO_3 per alzare il pH) che provoca l'aumento della quantità di minerali nel latte

Determinazione dell'Alcalinità (per legge $\leq 70 \text{ meq/L}$)

dell'Indice di Alcalinità (meq/g ceneri)

meno variabile del precedente poiché non risente della variazione del contenuto di ceneri.

L'alcalinità e l'indice di alcalinità delle ceneri possono essere determinate mediante una retro-titolazione:

Le ceneri ottenute da un volume noto di latte (per es. 10 ml) vengono risospese in H_2SO_4 a titolo noto (10 ml 0.1N). Utilizzando come indicatore verde di bromocresolo e rosso di metile si titola con NaOH 0.1 fino al viraggio al grigio (pH 4.5) viene titolata l'eventuale aggiunta fraudolenta di NaHCO_3 che abbassa il titolo dell'acido.



DETERMINAZIONE dell'INDICE di ALCALINITA'

SCOPO: verifica di neutralizzazione fraudolenta del latte

PRINCIPIO: l'aggiunta di NaHCO_3 provoca la diminuzione del titolo di una soluzione di acido a titolo noto

MATERIALI: beuta da 250ml
buretta
pipetta da 10ml

REAGENTI: H_2SO_4 0.1N
NaOH 0.1N
soluzione idroalcolica di indicatore (blu di bromo cresolo/metilarancio)

PROCEDIMENTO:

1. Aggiungere alle ceneri ottenute da 10 ml di latte 10 ml di H_2SO_4 0.1N
2. Far bollire la miscela e dopo aver raffreddato aggiungere l'indicatore
3. Titolare con NaOH 0.1N fino al viraggio al grigio

RISULTATO

Calcolo del titolo residuo dell' H_2SO_4

$VN = V'N'$

V = volume titolato (acido)
 N = eq/L di titolato (incognita)
 V' = volume titolante (per es. 7ml)
 N' = eq/L di titolante (0.1)

titolo residuo $N = V'N'/V$ ($7\text{ml} \cdot 0.1\text{eq/L}$)/ $10\text{ml} = 0.07$ eq/L

$\text{Alcalinità} = 0.1 - 0.07 = 0.03$ meq/L

Indice di alcalinità (meq/g ceneri)

Il contenuto medio di ceneri nel latte è 0.75% (7.5 g/L)
 0.03 eq/L / 7.5 g/L = 4 meq/g



DILUIZIONE CON H₂O SALATA

Determinazione dei cloruri

Il latte a composizione normale contiene cloruri in una quantità compresa fra 90-110 mgCl⁻/100g

Un valore più elevato di questo indice può essere associato:

- ad una alterata funzionalità delle mammelle legata a mastiti
- all'aggiunta fraudolenta di acqua salata allo scopo di diluire il latte senza modificarne la densità
- Il metodo si basa sulla reazione dei Cl⁻ con una soluzione di un sale AgNO₃. Questo in presenza di cloruri forma il AgCl che precipita. La modificazione del titolo della soluzione iniziale di AgNO₃ consente di calcolare i Cl⁻ presenti nel campione di latte.

Presenza di Infezioni della ghiandola mammaria

Indice Cloruri/Lattosio

Il rapporto fra questi due componenti del latte in soluzione vera è normalmente pari circa a 3.

In caso di mastiti la quantità di Cl⁻ aumenta ed il lattosio diminuisce con considerevoli variazioni di questo indice.



DETERMINAZIONE della reduttasimetria alla RESAZZURRINA

SCOPO: verifica del grado di contaminazione microbica del latte per standardizzarne le condizioni igieniche

PRINCIPIO: modificazione del colore della resazzurrina indotto dalle reduttasi microbiche.

Il colore vira dal blu al rosa fino all'incolore in funzione del grado di riduzione

MATERIALI: provette di vetro

pipette di vetro con bolla da 1 e da 10 ml

bagno termostatico

REAGENTI: pasticche di resazzurrina

PROCEDIMENTO:

1. mettere in una provetta 10 ml di latte e 1 ml i soluzione di resazzurrina
2. incubare a 37°C ed osservare il colore dopo 10 min, 1 ora e tre ore illuminando con una lampada fluorescente sotto sfondo grigio utilizzando come riferimento il colore standard Malva Mussel 5P7/4

RISULTATO

Colore del test più pallido rispetto allo standard: latte rifiutato al conferimento per cattive condizioni igieniche



Prove dell'alcool-alizarina

Fornisce informazioni sulla freschezza del latte in termini di pH e di stabilità della sospensione colloidale

L'alizarina sciolta in etanolo dà origine ad una soluzione rosso mattone.

2 ml di latte si mescolano con 3 ml di soluzione di alizarina

Si osserva la formazione di flocculato e la modificazione del colore

Colore	Grado di Acidità	Coagulo	pH
lilla	normale	assente	6.65
rosato	inizio acidificazione	flocchi finissimi	6.45
rosso-bruno	acidificazione live	flocchi finissimi	6.30
bruno-rossastro	acidificazione in progresso	flocchi	6.15
bruno	acidificazione avanzata	flocchi grossolani	5.95
bruno giallastro	acidificazione avanzata	flocchi grossi	5.70
giallo-brunastro	acidificazione avanzata	flocchi grandi e piccoli	5.20
giallo	molto acido	flocchi fini	4.5
violetto	latte alcalino	assente	7.00

