

# Dal Latte allo Yogurt

## INTRODUZIONE

Di tutte le trasformazioni che si possono osservare in natura quella che ci ha interessato e incuriosito particolarmente è stata quella del latte in yogurt.

Le bevande fermentate lattiche sono conosciute presso alcuni popoli da epoche remotissime. Nella Bibbia si legge che "quando Abramo vide tre uomini avvicinarsi, li invitò a casa sua ed offrì loro latte acido, latte dolce e del vitello che aveva preparato".

Anche Erodoto e Plinio citano nei loro scritti l'uso di bevande fermentate lattiche da parte degli antichi Sciiti, dei Greci e dei Romani.

Lo yogurt trae la sua origine dalla Turchia e dalle regioni orientali della penisola balcanica (specialmente dalla Bulgaria). Esso viene preparato in quelle regioni sottoponendo il latte fresco (per lo più di vacca, ma talora anche di pecora o di capra) all'azione di speciali fermenti che determinano la fermentazione del lattosio con conseguente coagulazione del latte, donandogli un caratteristico aroma, nonché una elevata digeribilità.

Oggi nel mondo migliaia e migliaia di tonnellate di latte vengono giornalmente destinate alla produzione di bevande fermentate e sono noti a tutti gli effetti benefici di questi alimenti. Lo yogurt è infatti più digeribile del latte ed è una buona fonte di calcio, inoltre apporta nell'intestino enzimi e vitamine del complesso B. Grazie al suo basso contenuto di lattosio, può essere consumato anche dai soggetti intolleranti o allergici al latte.

Circa un secolo fa il biologo russo Metchnikoff, a conoscenza che in alcune regioni bulgare e romene le popolazioni erano molto longeve, ne studiò i comportamenti e le abitudini alimentari e scoperse che esse facevano largo uso di latte acido. Metchnikoff analizzò questo latte acido e trovò che la sua particolare fermentazione acida era dovuta ad un bacillo che chiamò "Lacto Bacillus Bulgaricus". Dopo vari studi, egli formulò la teoria della trasformazione della microflora intestinale sotto l'azione dei fermenti lattici, i quali attecchendo nell'ultimo tratto dell'intestino ostacolerebbero lo sviluppo dei germi putridogeni e patogeni responsabili del processo di invecchiamento dell'organismo. Lo yogurt quindi poteva definirsi un elisir di lunga vita.

Ci siamo documentati sulle tecniche di produzione dello yogurt, sia industriali che casalinghe, e abbiamo provato a realizzarle. Ci siamo domandati quindi che cos'è che cambia nel passaggio dal latte allo yogurt. Quali sono i parametri e come cambiano nel tempo? E che cosa provoca questa trasformazione? E come potevamo mettere in relazione la trasformazione con i fermenti?

## DESCRIZIONE E RIELABORAZIONE DEI DATI SPERIMENTALI

### Preparazione dello yogurt

In laboratorio abbiamo preparato lo yogurt utilizzando una yogurtiera, recipiente di forma cilindrica che mantiene all'interno una temperatura costante intorno ai 45°C. Abbiamo

introdotta nel recipiente interno, 1 litro di latte a lunga conservazione e una bustina di fermenti lattici liofilizzati (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*). Abbiamo mescolato bene e coperto. Dopo circa 6 ore abbiamo osservato il cambiamento di consistenza e di aspetto.

Abbiamo ripetuto l'operazione più volte utilizzando vasetti di Yogurt già pronto, di quelli che si trovano in commercio, e diversi tipi di latte. Il latte a lunga conservazione ha dato risultati migliori perché il latte fresco contiene altre famiglie di batteri che possono danneggiare quelli dello yogurt. Il tempo necessario per la maturazione dello Yogurt è variato dalle 6 alle 8 ore in quanto vi influiscono svariati fattori (temperatura dell'ambiente, tipo di matrice utilizzata, temperatura iniziale del latte).

Una volta avvenuta la coagulazione, lo yogurt va posto in frigorifero per alcune ore, il rapido raffreddamento fa aumentare la compattezza del coagulo.

Per studiare questa trasformazione abbiamo misurato i seguenti parametri:

- Densità
- PH
- Acidità
- Quantità di lattosio
- Densità ottica e trasmittanza

Per prima cosa abbiamo fatto queste misure nel latte e nello yogurt, e abbiamo notato il cambiamento. Poi abbiamo misurato i precedenti parametri ogni ora, per osservare come avvengono le variazioni nel tempo.

Per la ricerca del lattosio abbiamo:

Pesato 20g di latte in un matraccio tarato da 100 cc e aggiunto 50ml di acqua.

- Scaldato a bagnomaria tenuto a 40°C e aggiunto, goccia a goccia, acido acetico al 10% fino alla completa precipitazione delle sostanze proteiche e grasse presenti nel campione.
  - Lasciato raffreddare, portato a volume con acqua, agitato e filtrato.
- Seguendo il metodo del Fehling abbiamo:
- Aggiunto in una beuta 5 cc di soluzione A + 5 cc di soluzione B esatti del reattivo e diluito con circa 40 cc di acqua distillata.
  - Portato ad ebollizione e titolato, goccia a goccia, mantenendo la soluzione ben calda quasi ad ebollizione, con la soluzione di lattosio ottenuta con l'operazione di filtrazione precedente.
  - Quando il colore azzurro del reattivo di Fehling si attenua, fino a quasi scomparire, abbiamo interrotto l'operazione e proceduto a scaldare la soluzione all'ebollizione per 6 minuti.
  - Aggiunto 2 gocce di blu metilene e bollito ancora per un minuto.
  - Mantenendo sempre la soluzione ad ebollizione abbiamo ripreso la titolazione sgocciolando lentamente e continuano ad agitare fino a decolorazione completa della soluzione, che deve persistere per almeno un minuto.

Poiché sappiamo che 100 ml di reattivo Fehling sono ridotti da 0,0676 g di lattosio, la % di tale zucchero riducente presente nel campione di latte sarà data da:

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

a= ml di filtrato occorsi per la riduzione di 10 ml di reattivo di Fehling.

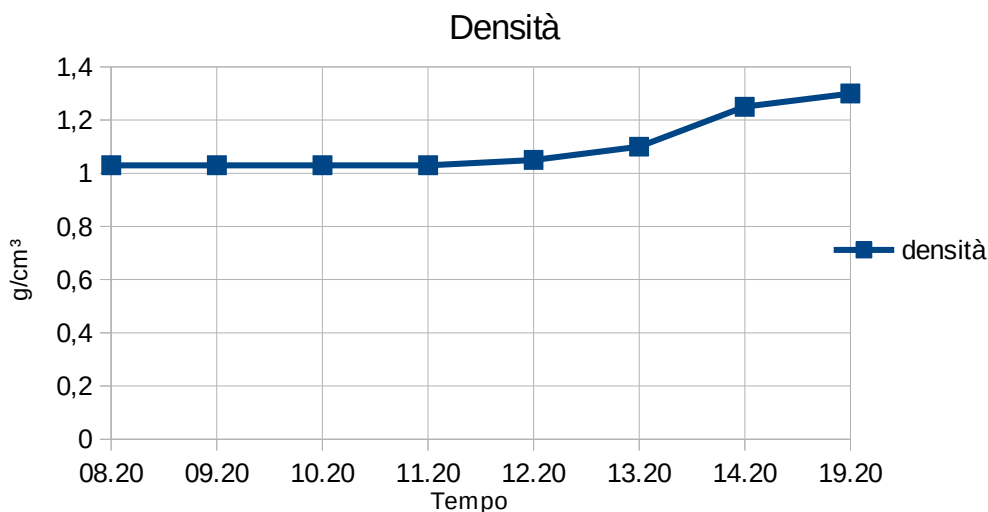
Nella misura effettuata sul latte:

a= 8,4 ml                      Lattosio % = 4

Nella misura effettuata sullo yogurt:

a= 11,5 ml                      Lattosio % = 2,9

Per effettuare la misurazione della densità abbiamo adoperato un densimetro ( uno strumento con una parte inferiore rigonfia opportunamente appesantita nel fondo, su cui superiormente è innestata un'asta di vetro sulla quale viene letto il valore della densità) immergendolo nel cilindro graduato contenente i diversi stadi della trasformazione del latte.

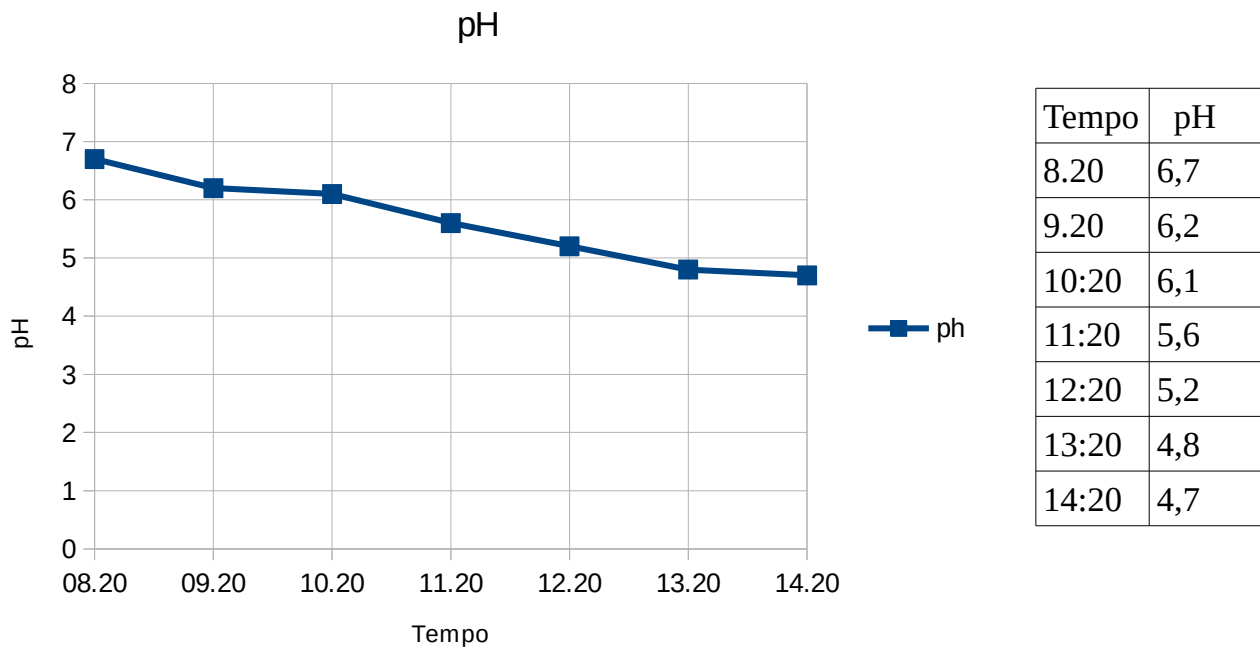


| tempo | densità |
|-------|---------|
| 8:20  | 1.03    |
| 9:20  | 1.03    |
| 10:20 | 1.03    |
| 11:20 | 1.03    |
| 12:20 | 1.05    |
| 13:20 | 1.10    |
| 14:20 | 1.25    |
| 15:20 | 1.30    |

Per la misurazione del pH abbiamo usato un pHmetro. Dopo averlo messo in acqua distillata per azzerarlo, lo abbiamo immerso nel latte e poi nello yogurt.

Il pH del latte è risultato pari a 6,7 , mentre quello dello yogurt era 4,2 .

Successivamente abbiamo misurato il pH durante la trasformazione del latte in yogurt rilevando i dati dopo ogni ora.



Abbiamo quindi misurato l'acidità. Il latte possiede una lieve acidità naturale.

L'acidità del latte si esprime in % ACIDO LATTICO = g di acido lattico presenti in 100 ml di latte.

Per la misurazione abbiamo utilizzato come reagenti:

- soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 0.25 N
- indicatore fenolftaleina.

Come apparecchiatura ci siamo serviti di:

- buretta da 50 ml
- beuta da 100 ml
- pipetta da 50 ml

Abbiamo prelevato 50 ml di latte e li abbiamo introdotti nella beuta. Abbiamo aggiunto 6 gocce di fenolftaleina e abbiamo titolato con la soluzione di NaOH 0.25 N fino a colorazione rosa persistente.

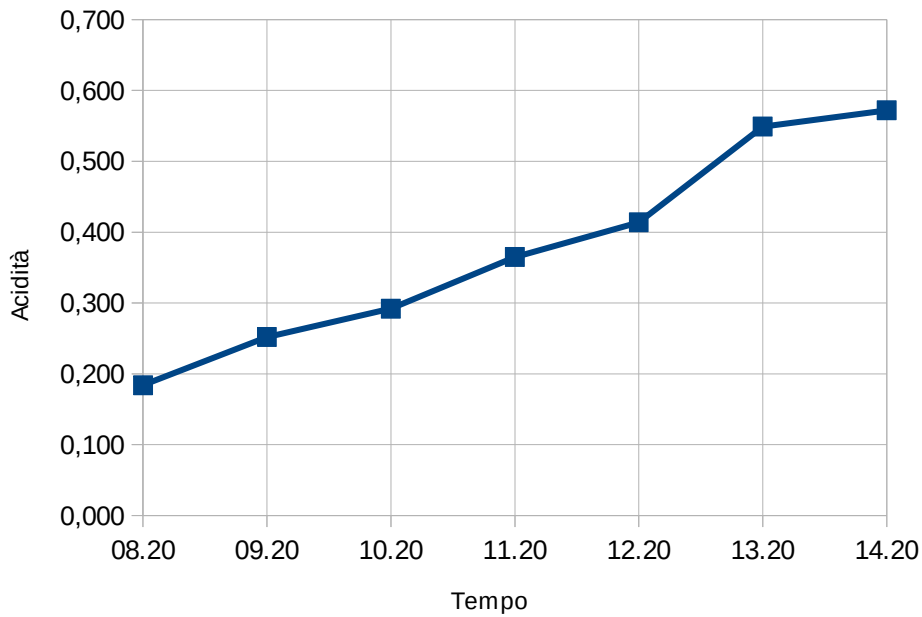
ACIDITA' IN % ACIDO LATTICO =  $a \times 2 \times 0.0225$

$a$  = ml di NaOH 0.25 N utilizzati nella titolazione

2 = per riferire il valore a 100 ml dal momento che per comodità si sono titolati 50 ml di latte

■ acidità

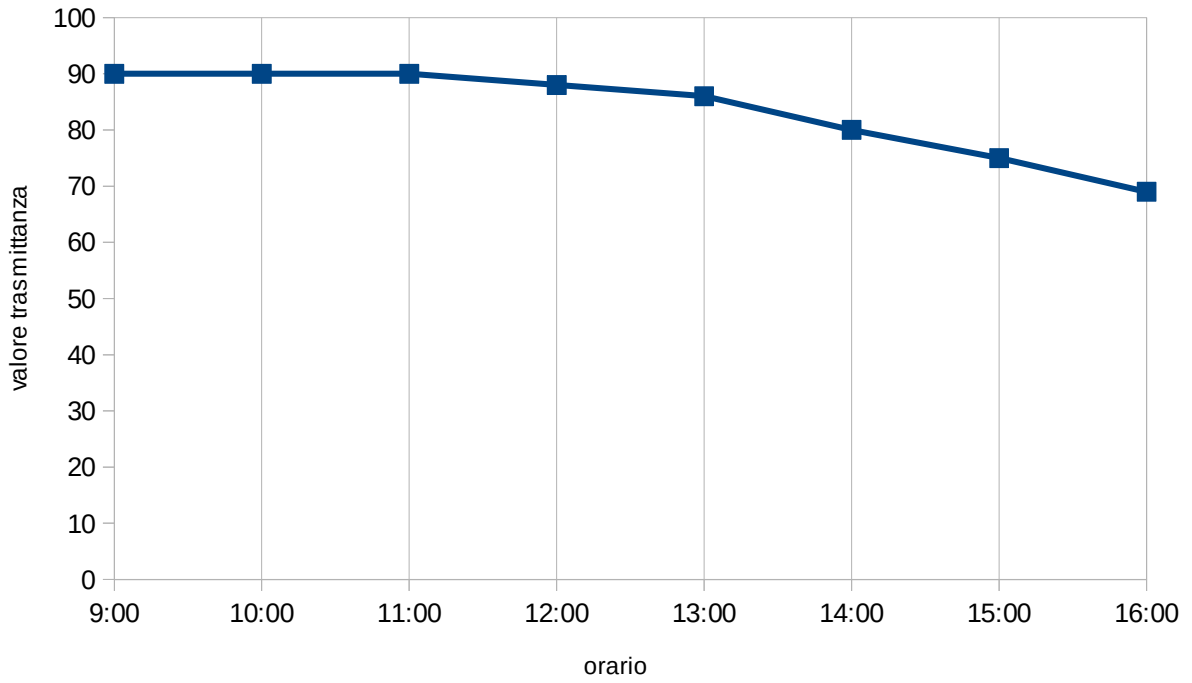
Acidità in % acido lattico



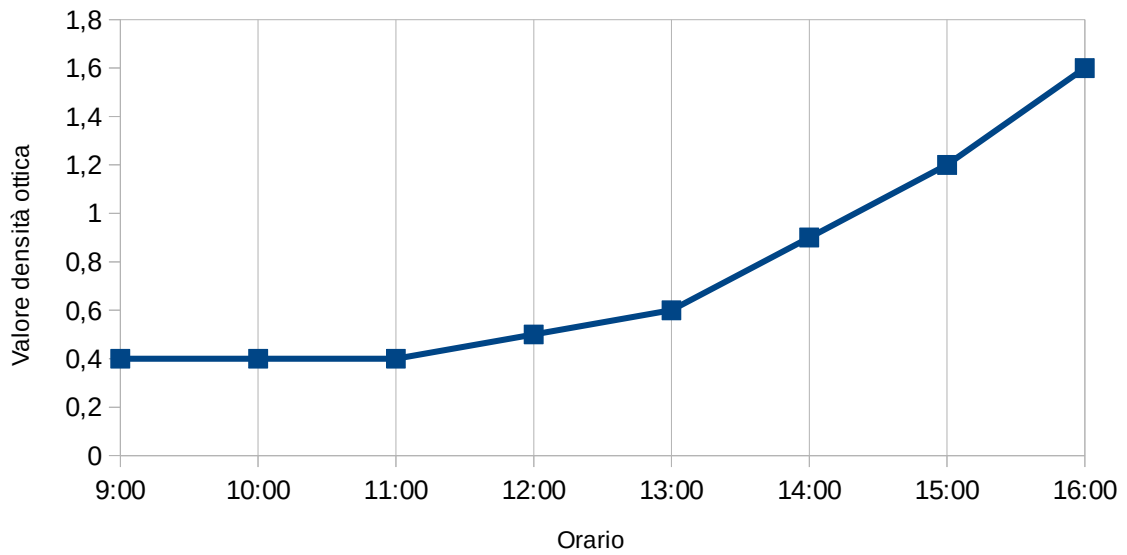
| tempo | ml NaOH 0,25N | acidità % acido lattico |
|-------|---------------|-------------------------|
| 8:20  | 4,1           | 0,184                   |
| 9:20  | 5,6           | 0,252                   |
| 10:20 | 6,5           | 0,292                   |
| 11:20 | 7,3           | 0,365                   |
| 12:20 | 9,2           | 0,414                   |
| 13:20 | 12,2          | 0,549                   |
| 14:20 | 12,7          | 0,572                   |

Utilizzando un vecchio spettrofotometro del laboratorio della scuola, abbiamo quindi misurato la trasmittanza e la densità ottica di un campione di latte diluito 1: 10 e di campioni prelevati ogni ora durante la trasformazione, usando sempre la stessa diluizione, fino allo Yogurt.

### Trasmittanza



### Densità ottica



## DISCUSSIONE

Dai risultati delle misure effettuate si rileva una diminuzione della percentuale di lattosio e un aumento dell'acidità nel passaggio dal latte allo yogurt.

Durante le 6-8 ore della trasformazione si riscontra un graduale aumento dell'acidità e di conseguenza una graduale diminuzione del pH.

La densità del liquido si mantiene costante durante le prime ore per poi subire un aumento abbastanza veloce nelle ultime. La densità aumentava ulteriormente dopo il raffreddamento in frigorifero per alcune ore.

Per poter mettere in correlazione i cambiamenti osservati con il numero delle cellule batteriche, abbiamo provato a effettuare la conta microbica al microscopio ma abbiamo incontrato alcune difficoltà dovute all'attrezzatura non adeguata e alla nostra inesperienza. Allora abbiamo usato il metodo della densità ottica con lo spettrofotometro, che misura l'assorbanza o trasmittanza di un fascio di luce che attraversa un campione in soluzione. Tanto maggiore è il numero delle cellule in sospensione, tanto più densa è la coltura, minore è la quantità di luce in grado di passare attraverso il campione.

Esiste una relazione lineare per cui utilizzando un fascio di luce con lunghezza d'onda pari a 600nm, 1 OD è uguale a circa  $8,0 \times 10^8$  cellule.

## CONCLUSIONI

Dopo aver esaminato i dati abbiamo tratto le seguenti conclusioni:

Nel passaggio dal latte allo yogurt la densità va aumentando solo nelle ultime ore, perché i batteri, dividendosi per scissione, hanno un incremento del proprio numero maggiormente nella parte finale.

I batteri utilizzano il lattosio, lo zucchero del latte, producendo acido lattico; l'aumento dell'acidità provoca a un certo punto la coagulazione delle proteine del latte, trasformandolo appunto in yogurt. Nelle nostre misurazioni il latte ha una densità iniziale di 1.03 mentre alla fine lo yogurt di 1.30.

Il pH del latte è di norma intorno a 7, mentre quello dello yogurt è più basso, intorno a 4. L'acidità, espressa in % di acido lattico, è passata da 0.184% del latte fino a 0.572% dello yogurt.

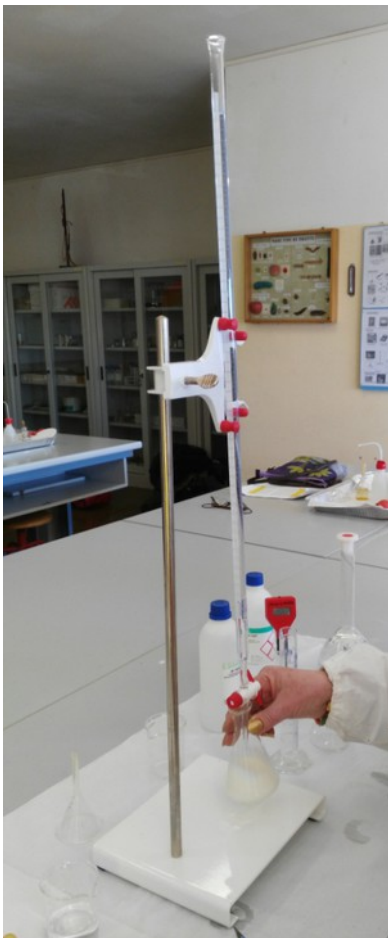
In base alla misura della densità ottica abbiamo potuto calcolare anche il numero di batteri che si moltiplica nel passaggio dal latte allo yogurt. Dopo una prima fase iniziale di stasi, abbiamo riscontrato un aumento di densità ottica e quindi un aumento di cellule batteriche. Nelle nostre misurazioni essa è passata da 0.4 a 1.6.

In conclusione il cambiamento di tutti i parametri è in correlazione con l'aumento del numero delle cellule batteriche e, di conseguenza, con la loro azione.

I dati ottenuti dalle nostre misurazioni corrispondevano e confermavano quelli riscontrati nella letteratura sull'argomento.

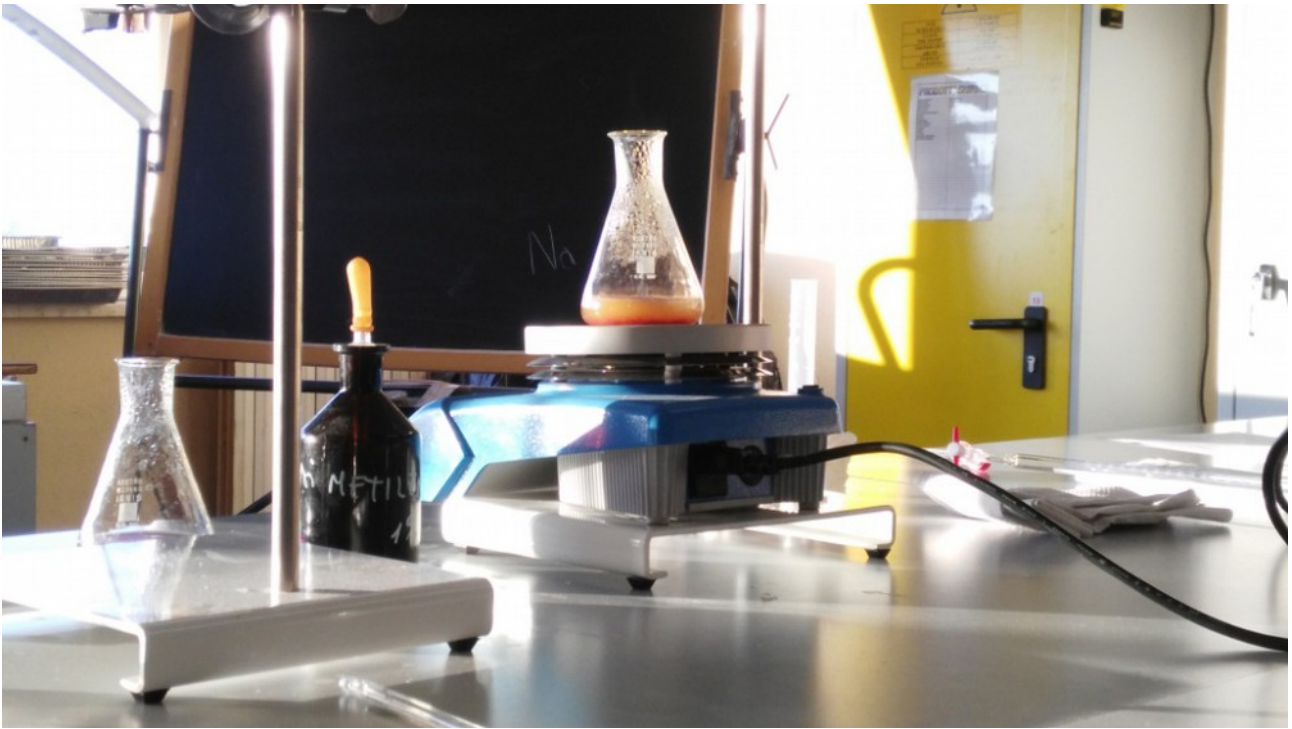


Strumenti adoperati per le varie misurazioni



Titolazione del latte per determinare l'acidità





Determinazione del lattosio

Spettrometro adoperato per la conta batterica ( densità ottica )





Misurazione della densità

### BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [www2.agraria.unifg.it/Documenti/lezione%20beneduce2.pdf](http://www2.agraria.unifg.it/Documenti/lezione%20beneduce2.pdf)
- [www.itipArezzo.it/index.php?option=com\\_docman&task](http://www.itipArezzo.it/index.php?option=com_docman&task)
- [www.lucio15.altervista.org/latte/analisi.htm](http://www.lucio15.altervista.org/latte/analisi.htm)

-Mario Formisano Argomenti di microbiologia agraria ed industriale  
Liguori editore

## RELAZIONE DELL'INSEGNANTE

Il lavoro sperimentale svolto da questo gruppo di studenti riguarda una delle trasformazioni più conosciute, quella del latte in yogurt. Il progetto è nato dallo studio dei batteri affrontato all'inizio dell'anno scolastico e dall'interesse suscitato dalle trasformazioni da essi operate. Il lavoro è stato realizzato nel laboratorio della scuola utilizzando gli strumenti in dotazione. Si è progettato di effettuare per prima cosa delle analisi dei due alimenti, il latte e lo yogurt, e di porle a confronto. Poi di passare alla realizzazione della trasformazione in laboratorio, cioè alla produzione dello yogurt e al monitoraggio dei cambiamenti dei vari parametri nel tempo. Infine si è cercato di esaminare la correlazione tra i cambiamenti osservati e la causa di essi, e quindi la determinazione della popolazione dei fermenti lattici e la loro crescita. Le maggiori difficoltà sono state incontrate nella determinazione del lattosio e nella conta microbica, che in primo momento si pensava di fare al microscopio. Successivamente si è deciso di utilizzare lo spettrofotometro, come suggerito dalla ricerca su internet. Gli esperimenti sono stati ripetuti più volte e i risultati sono stati confrontati con quelli ricavati dalle varie fonti.

Gli studenti hanno mostrato interesse per l'argomento, una grande disponibilità e una certa tenacia nell'affrontare le difficoltà. Svolgere un'attività di laboratorio in prima persona ha dato entusiasmo e soddisfazione anche a chi di solito trova difficoltà nello studio teorico.