

La fermentazione

La fermentazione alcolica

Il termine **fermentazione** deriva dal latino *fervere* che significa "essere in ebollizione". Questo perché durante la trasformazione del mosto in vino o del succo di mele in sidro si nota un certo "ribollire". Questo ribollire è dovuto alla liberazione di diossido di carbonio sotto forma di gas.

Moltissimi lieviti e batteri, per procurarsi l'energia, non possono ossidare completamente il glucosio come avviene nella respirazione aerobia. Essi perciò presentano una respirazione anaerobia (che avviene in assenza di O_2) detta fermentazione. La fermentazione è quindi la demolizione di certe molecole organiche in assenza di ossigeno libero.

MATERIALE OCCORRENTE

- Acqua distillata.
- Un bicchiere o una provetta.
- Lievito di birra.
- 1 becher.
- 1 beuta.
- 1 palloncino.
- Una bottiglia termica.
- Un tappo di gomma forato.
- Un termometro graduato da 0 °C a 100 °C.
- Una soluzione di glucosio o di saccarosio.

TEMPI DI ESECUZIONE

L'esercitazione si realizza in due tempi: la fase di preparazione e la fase di raccolta dei dati. La preparazione richiede circa mezz'ora, mentre il tempo di raccolta dei dati, dopo circa dieci giorni, dipende dal grado di approfondimento che si vuole raggiungere. Nel frattempo potrete registrare ad intervalli regolari la temperatura della soluzione preparata.

LUOGO DELL'ESPERIENZA

Laboratorio.

PROCEDIMENTO

- a. Riempite fino a metà la provetta con l'acqua distillata tiepida (circa 40 °C). Sciogliete nell'acqua un po' di lievito di birra, mescolando bene fino ad ottenere un liquido omogeneo.
- b. Riempite il becher (fino a metà) con la soluzione zuccherina.
- c. Aggiungete ora alcune gocce (almeno 10) della sospensione di lievito che avete preparato precedentemente.
- d. Riempite con una parte di questo contenuto una beuta (circa 3/4) e chiudetela con un palloncino. Per osservare che cosa avviene nella beuta, attendete dieci giorni.
- e. Nel frattempo versate il contenuto del becher rimasto in una bottiglia termica, chiusa da un tappo di gomma forato.
- f. Inserite attraverso il foro il termometro graduato.
- g. Preparate un diagramma su cui registrare ad intervalli regolari le variazioni di temperatura che avvengono nella bottiglia. Potreste registrarle una volta al giorno, per dieci giorni, sempre alla stessa ora. Queste variazioni dimostrano la liberazione di energia che si ha durante il processo di fermentazione.
- h. Trascorsi i dieci giorni, osservate che cosa è avvenuto nella beuta chiusa con il palloncino. Come si è trasformato il contenuto? Che cosa ha fatto gonfiare il palloncino? Discutetene con i vostri compagni.



Cellule di lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*) osservate al microscopio ottico.

APPROFONDIMENTI

1. Scrivete la reazione chimica della fermentazione alcolica.
2. Se avete a disposizione tre beute e tre palloncini potete operare in questo modo. Riempite la prima beuta con la stessa preparazione descritta nell'esercitazione. Nella seconda mettete dell'acqua distillata e aggiungete alcune gocce di lievito. Riempite la terza per metà con la soluzione zuccherina e colmatela con dell'acqua distillata. Numerate le tre beute e chiudetele con tre palloncini. Attendete dieci giorni e osservate che cosa è accaduto. Cercate di spiegarlo.
3. Fate una ricerca sulla produzione del vino e della birra.
4. Che cos'è la lievitazione del pane?

La fermentazione lattica

La fermentazione del latte è dovuta alla presenza di lattobacilli che trasformano il lattosio in acido lattico. I batteri più usati per la produzione dello yogurt sono il *Lactobacillus bulgaricus*, il *Lactobacillus acidophilus* e lo *Streptococcus thermophilus*.

Questa esercitazione vi permetterà di approfondire il processo della fermentazione lattica.

MATERIALE OCCORRENTE

- Un barattolo di Yogurt bianco.
- Un bicchiere.
- Un cucchiaino.
- Acqua.
- Vetrino portaoggetti.
- Vetrino coprioggetti.
- Pipetta Pasteur standard.
- Microscopio.

LUOGO DELL'ESPERIENZA

Laboratorio.

PROCEDIMENTO

- a. Procurarsi un barattolo di yogurt non scaduto, possibilmente bianco.
- b. Immettere in un bicchiere 1 cucchiaino di yogurt e 4 cucchiaini di acqua. Mescolare.
- c. Prelevare una goccia, disporla su un vetrino portaoggetti e ricoprirla con un vetrino coprioggetti. Premere leggermente il coprioggetti col dito.
- d. Attendere qualche minuto finché rallentino le correnti del liquido sul vetrino.
- e. Osservare al microscopio ad almeno 250 ingrandimenti (meglio a 600 ingrandimenti).
- f. Si osservino, tra le masse di coagulo costituite dalle proteine del latte (principalmente caseina), i batteri responsabili della trasformazione del latte in yogurt. L'osservazione va fatta nei tratti a fondo chiaro (non in mezzo ai coaguli): i batteri appaiono come puntini, sospesi nell'acqua e trascinati dal flusso della corrente, spesso riuniti in corte catene di due, tre o più individui.

RISULTATO DELL'ESPERIENZA

Sono presenti due specie di batteri. La più abbondante è lo streptococco (*Streptococcus thermophilus*). Questi microbi appaiono come piccolissimi corpuscoli sferici del diametro di circa 1 μm . Spesso le sferette (cioè le singole cellule del batterio) formano file di 2, 3, 4 o più individui legati tra loro come le perle di un tratto di collana. Solitamente molto meno numeroso è il lattobacillo (*Lactobacillus bulgaricus*) che appare come un minuscolo bastoncino lungo circa 3 μm ; anch'esso si aggrega spesso in gruppi lineari più o meno lunghi.

1. Valutare, in modo approssimato, il numero di cellule batteriche presenti nel campo visivo del microscopio (si potranno contare, per es., circa 50 cellule).

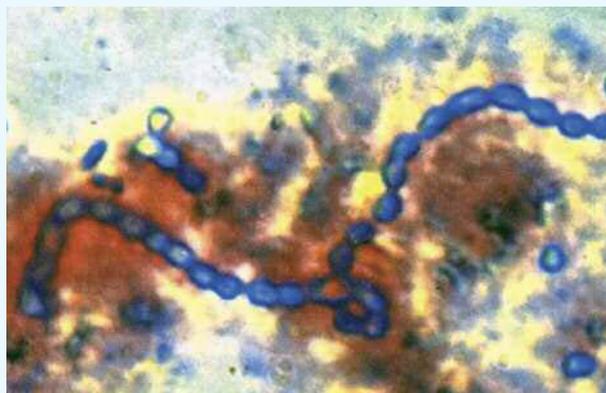
2. Contare il numero di campi visivi corrispondenti al lato del vetrino coprioggetti. (Sono circa 63 per un ingrandimento di 600 diametri. Il quadrato di 63 è quasi 4000.

Pertanto, nel nostro esempio, il numero totale di cellule della goccia sarà circa $50 \times 4000 = 200\,000$). Ricordando che lo yogurt era stato diluito 5 volte, una goccia di yogurt puro dovrebbe contenere cinque volte il valore trovato. (Nel nostro esempio: $5 \times 200\,000 =$ un milione di cellule).

3. Una goccia della soluzione di yogurt emessa da una pipetta Pasteur standard corrisponde a circa 25 μl (= 0,025 ml) pertanto si calcoli la quantità per centimetro cubo. (Nel nostro esempio 1 ml di yogurt dovrà contenere $1000\,000/0,025 = 40$ milioni di cellule batteriche; ciò significa che il nostro bicchierino di yogurt (100 ml) contiene circa 4 miliardi di batteri).

CONSIDERAZIONI BIOLOGICHE

I batteri hanno generalmente un diametro di circa 1 μm e si nutrono di sostanze organiche disciolte assorbendole attraverso la loro membrana cellulare. I batteri dello yogurt assumono e demoliscono il (cioè si nutrono di) lattosio (zucchero disaccaride), provocano una fermentazione producendo acido lattico e trasformano il latte in yogurt. Quest'ultimo contiene tutte le proteine del latte e cioè caseina, albumine e globuline. La maggior parte della popolazione mondiale (per es. asiatici e molti africani) non possiede la *lattasi* (enzima che scinde/digerisce il lattosio) e pertanto non è in grado di digerire il latte: digerisce invece lo yogurt (ed anche il formaggio che è pure privo di lattosio). Nei primi 3-4 anni di vita, invece, tutti gli uomini (e tutti i mammiferi) possiedono la lattasi, ma spesso la perdono dopo lo svezzamento.



Fotografia al microscopio a forte ingrandimento di batteri dello yogurt.

La fermentazione acetica

L'aceto che utilizziamo comunemente in cucina deriva dalla trasformazione batterica dell'alcol etilico contenuto nel vino o in altre bevande.

■ MATERIALE OCCORRENTE

- Quattro vasetti.
- Due coperchi o tappi per chiudere i vasetti.
- Vino rosso.
- Birra.

■ TEMPI DI ESECUZIONE

L'esercitazione si realizza in due tempi: la fase di preparazione e la fase di raccolta dei dati. Tra le due fasi bisogna lasciar passare circa dieci giorni. La preparazione dell'esperimento richiede pochi minuti. La raccolta dei dati e la discussione necessitano di circa mezz'ora.

■ LUOGO DELL'ESPERIENZA

Laboratorio.

■ PROCEDIMENTO

- a. Versate in due vasetti un po' di vino. Descrivete il gusto, il colore e l'odore di questa sostanza. Chiudete uno dei due vasetti con il tappo. Versate della birra negli altri due vasetti. Descrivete il gusto, il colore e l'odore di questa sostanza. Chiudete uno dei due vasetti con il tappo. Tenete i vasetti al caldo e al buio per circa 10 giorni.
- b. Dopo dieci giorni osservate che cosa è accaduto. Che differenze ci sono tra i vasetti chiusi e quelli aperti? Confrontate l'attuale sapore, odore e colore del vino e della birra nei quattro vasetti con quelli descritti all'inizio.

■ APPROFONDIMENTI

1. Secondo voi i batteri responsabili della fermentazione acetica sono anaerobi obbligatori o facoltativi? Il confronto tra ciò che è avvenuto nei vasetti chiusi e aperti dovrebbe fornirvi utili indicazioni.
2. Scrivete la reazione chimica della fermentazione acetica.
3. Come si produce l'aceto di mele? E l'aceto balsamico? Provate a capirlo leggendo le etichette dei prodotti.
4. Nel terreno vivono alcuni batteri responsabili della fermentazione butirrica. Per osservare questo processo procuratevi una zucchina e una patata. Incidetele a croce con un coltellino (fig. 1). "Sporcate" questa incisione con un po' di terra. Ponete gli ortaggi così preparati in una bacinella e bagnateli. Lasciate la bacinella a temperatura ambiente e in luogo luminoso. Dopo dieci giorni osserverete la formazione di una sostanza acida in corrispondenza dei tagli.

