

# IL LIEVITO

## Cenni storici

In Mesopotamia nessuno conosceva l'esistenza del lievito ( suolo , aria, frutti, piante ecc ) responsabile della fermentazione ( pane, birra.yogurt, formaggio ).

Per molto tempo la fermentazione è rimasta un mistero divino: offerte agli dei e preghiere trasformavano il mosto in una bevanda inebriante.

Durante il medioevo si cominciò ad attribuire il nome di “ god is good “ ( Dio è buono ) alla schiuma che appariva sulla superficie della birra che veniva usata per avviare altre fermentazioni.

Nel XII secolo si pensa iniziò la riutilizzazione del lievito di cotta in cotta eliminando quello di cotte scadenti ( sapore, durata della bevanda ) addomesticando e selezionando inconsapevolmente i lieviti.

Quando i bavaresi emanarono nel 1516 l'editto della purezza della birra Reinheitsgebot identificarono gli ingredienti ammissibili in acqua, malto d'orzo e luppoli, non si conosceva l'esistenza del lievito.

Nel 1680 Anton van Leeuwenboek fu il primo ad osservare al microscopio il lievito composto da piccoli elementi interconnessi ma non viventi.

Allora si riteneva che la fermentazione fosse un processo spontaneo, una reazione chimica promossa dal contatto con l'aria e il lievito un sottoprodotto chimico.

Un secolo dopo, 1789, Antoine-Laurent Lavoiser descrive la natura della fermentazione come parti di zucchero che si trasformano in parti di etanolo e anidride carbonica.

Verso la metà dell'ottocento Louis Pasteur stabilì che il lievito è un microrganismo vivente. Inizia così un nuovo settore di studi chiamato biochimica.

Le ricerche sulla fermentazione della birra e del vino hanno consentito di sviluppare studi su antrace, rabbia,

colera ed altre malattie che hanno portato allo sviluppo dei vaccini.

Intorno al 1860 Pasteur iniziò a lavorare sulla fermentazione della birra e del vino si pensava che fosse una generazione spontanea catalizzata dall'aria a dare il via alla fermentazione e che lievito, batteri ecc fossero creati durante il processo come sottoprodotti.

Nel 1879 Pasteur riuscì a dimostrare che è il lievito a provocare la fermentazione e teorizzò anche che i batteri ed altri lieviti fossero i responsabili di caratteristiche sensoriali sgradevoli nella birra.

Pasteur visitò molti birrifici per esaminare le cotte di lievito, in modo particolare si conosce l'influenza che ebbe sul birrificio Carlsberg.

Nei birrifici Carlsberg, in Danimarca, sotto la direzione di Elim Cristian Hansen isolarono il primo ceppo di lievito lager e lo misero a disposizione del mondo brassicolo il 12-novembre 1883.

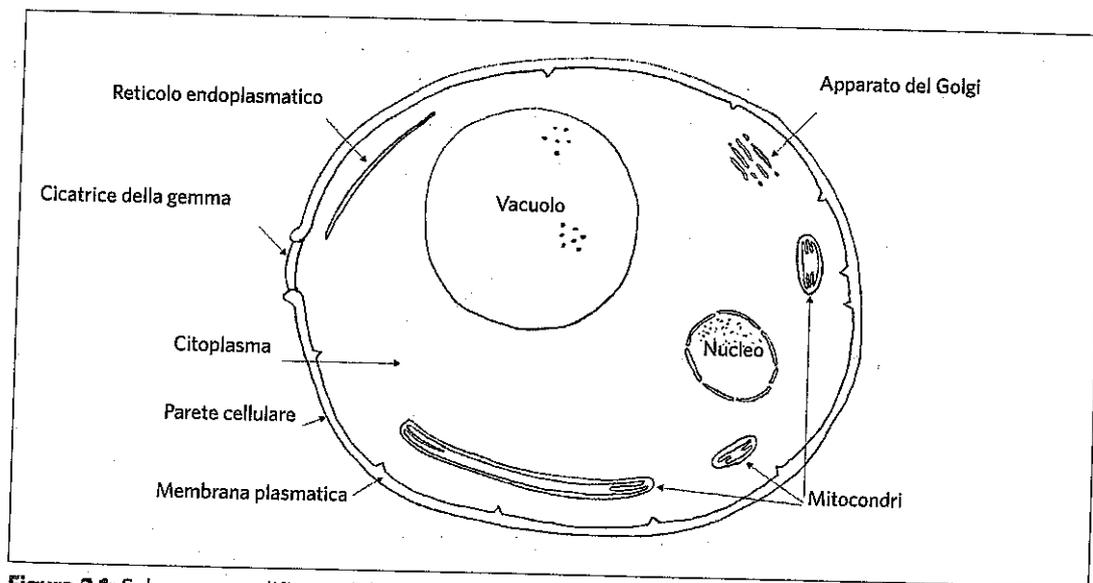
Il nome scientifico era *Saccaromyces carlsbergensis* o uva rum (*S. pastorianus*): i birrai lo chiamano "lievito Lager".

Hansen sviluppò tecniche per isolare la coltura pura di lievito e per conservarlo per lunghi periodi. Il lievito lager quindi fu trasportato in tutto il mondo e la produzione di birra lager sorpassò ovunque quella di birra Ale.

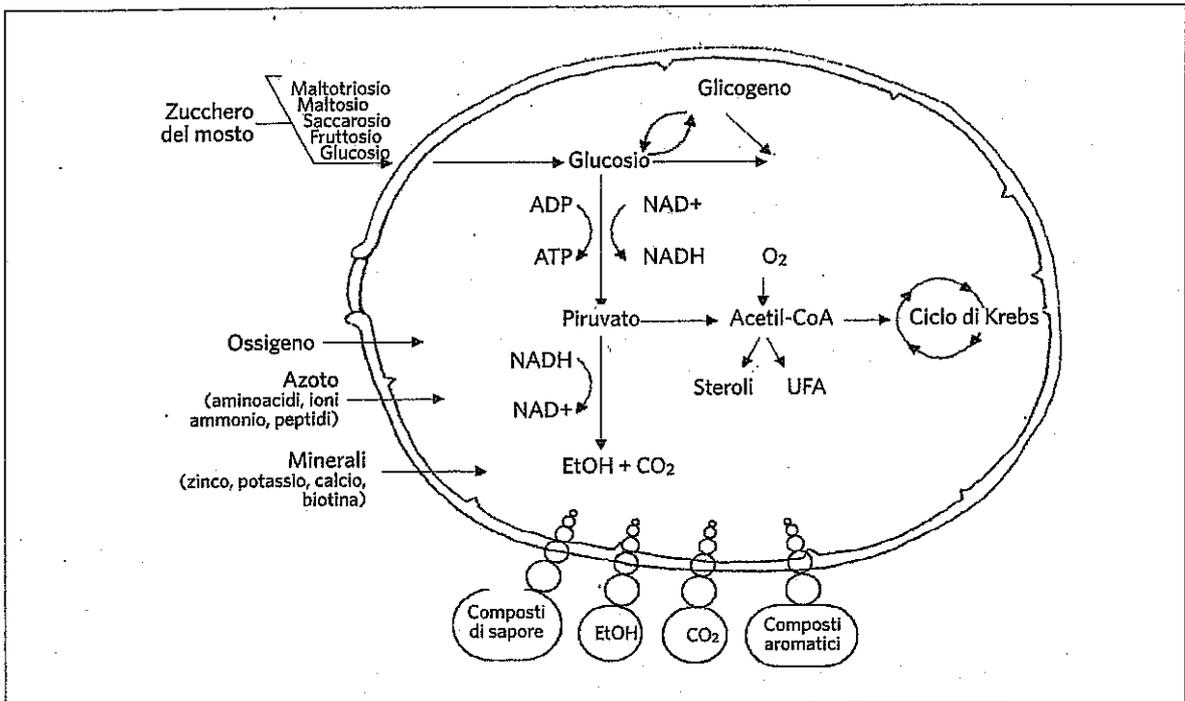
## **Biologia del lievito**

Appartiene al regno dei funghi, organismo unicellulare eucariote. Dimensioni di circa 5-10 micron (molto grande rispetto ai batteri che raggiungono i 0,5-2 micron) di forma rotonda od ovoidale.

Dal punto di vista chimico il lievito, sul peso secco, è composto dal 45-60% di proteine, 25-35% di carboidrati, 4-7% di lipidi e 6-9% di minerali, vitamine del gruppo B.



**Figura 2.1:** Schema semplificato della struttura cellulare del lievito.



**Figura 2.3:** Zucchero, ossigeno, azoto e minerali entrano nella cellula. Etanolo, anidride carbonica e composti di aroma e sapore escono.

Il lievito si propaga per gemmazione ed ogni cellula può dare origine fino a 30 cellule figlie ( Ale ) e 20 (Lager ).

Esistono più di 500 specie di lievito e all'interno di ogni specie ci sono migliaia di ceppi differenti.

Il lievito può viaggiare nella polvere, correnti d'aria per poi posarsi su qualsiasi superficie ( erbe, fiori, frutti, suolo ecc ) alla ricerca di nutrienti (zuccheri ) per moltiplicarsi.

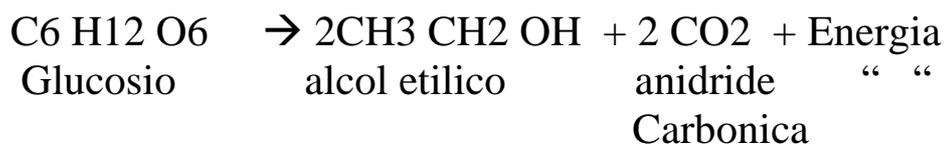
Grazie ai progressi della microbiologia la classificazione dei lieviti ha subito nel tempo diversi cambiamenti: è stato il primo organismo eucariote a cui è stato sequenziato l'intero genoma nel 1996.

Il genere del lievito per la produzione della birra è il Saccharomyces ( dal greco che significa “ fungo dello zucchero ).

Due sono le specie principali : S. cerevisiae ( lievito Ale ) e S. pastorianus ( lievito Lager ).

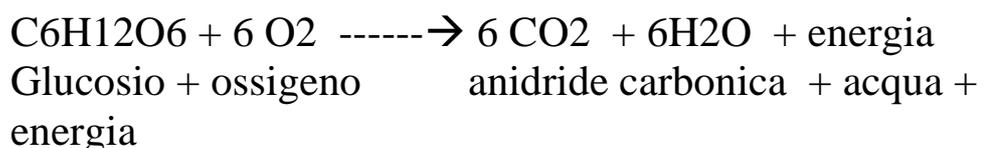
### **La fermentazione**

La reazione di fermentazione anaerobica è descritta dalla nota equazione di Gay-Lussac :



La fermentazione è una reazione esotermica ; la quantità di calore prodotta è pari a 24,8 Kcal/ mol di glucosio.

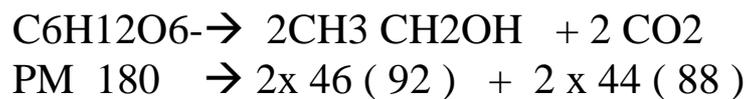
Nel caso della respirazione l'equazione è :



Il rendimento energetico della respirazione del glucosio è di 664 K cal / mol.

In condizioni anaerobiche la capacità riproduttiva della cellula è inferiore di 30 volte rispetto alle condizioni di aerobiosi. Ciononostante al termine della fermentazione il numero delle cellule presenti è quattro volte maggiore rispetto all'inoculo iniziale.

Si può calcolare la quantità in peso di etanolo e anidride carbonica prodotta per ogni mole di glucosio fermentato



In realtà non tutti i carboidrati fermentescibili sono trasformati in alcol etilico e CO<sub>2</sub> in quanto parte dell'energia prodotta viene utilizzata dal lievito per la moltiplicazione.

Maltosio + a.acido	→	lievito	+	al. Etilico	+	CO <sub>2</sub>	+	energia
100 g		0,5 g		5 g		48,7 g		46,8 g 50 Kcal

Di fatto l'equazione è composta da numerosi passaggi che si possono dividere in due parti principali .

- 1) da glucosio a due molecole di piruvato;
- 2) il piruvato entra nel mitocondri e viene scisso in CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O ( respirazione aerobica ciclo di Krebs + 36 ATP, sintesi delle proteine replicazione del DNA )
- 3) Il piruvato resta nel citosol dove viene convertito prima in acetaldeide e successivamente in etanolo.

### **Bassa e alta fermentazione**

I termini ALTA e BASSA fermentazione erano un tempo riferiti a caratteristiche fisiologiche dei lieviti

per cui certi lieviti tendevano a precipitare sul fondo del serbatoio a fine fermentazione oppure a risalire in superficie trascinati dalla CO<sub>2</sub> inglobata nei flocculi di cellule.

La flocculazione è la proprietà che hanno le singole cellule di lievito di aggregarsi in coaguli di migliaia di cellule.

Oggi il significato di alta e bassa fermentazione fa riferimento alle temperature alle quali il processo viene condotto. Nel caso di bassa fermentazione i valori di temperatura sono compresi tra 6 e 14 °C (tedesco Lager) mentre nel caso di alta fermentazione tra 15 e 25 °C (termine anglosassone Ale).

Il 90 % della birra prodotta è a bassa fermentazione, il rimanente ad alta fermentazione ed una nicchia a fermentazione spontanea (Lambic belghe).

### **Fabbisogni nutrizionali**

Per un regolare funzionamento della cellula del lievito sono necessari carboidrati semplici, una fonte azotata, Sali minerali (fosfati, solfati, calcio, magnesio, potassio, zinco ecc) e diverse vitamine del gruppo B.

Tutte queste sostanze sono presenti in un mosto di birra.

L'ossigeno è indispensabile per la biosintesi di steroli e di acidi grassi insaturi per il funzionamento della membrana cellulare.

### **Carboidrati**

Ordine di preferenza con cui il lievito utilizza lo zucchero:

- Glucosio (G)
- Fruttosio (F)
- Saccarosio (G-F)
- Maltosio (G-G)

Maltotriosio ( G-G-G ) non da tutti i ceppi  
 Maltotetraosio ( G-G-G-G ) non fermentato  
 Destrine ( G 5-30 ) “ “  
 Amido “ “

Gli zuccheri che non fermentano non possono essere introdotti nella cellula tramite le permeasi ; rimangono nella birra finita contribuendo alle sue caratteristiche organolettiche “ corpo della birra”.

### Sostanze azotate

Le cellule assorbono amminoacidi e di o tri-peptidi e in forma inorganica ammoniacale.

Gli amminoacidi vengono assimilati a diversa velocità ( 4 gruppi ).

La disponibilità di amminoacidi ( FAN Free Amino Nitrogen ) per una regolare fermentazione deve essere di 150-200 mg/ L. Gli a.a sono coinvolti nella sintesi degli alcoli superiori molto utili al profilo aromatico della birra.

### METABOLISMO LIEVITI

Metabolismo	Prodotti di fermentazione
Carboidrati	Alcol etilico Anidride carbonica Glicerolo Acidi grassi Esteri
Lipidi	Esteri Acidi grassi a corta catena
Amminoacidi	Alcoli superiori Anidride solforosa Acido solfidrico
Carboidrati/ amminoacidi	Diacetile Acetoino 2-3 Butandiolo

## **Prodotti secondari della fermentazione**

Dal metabolismo del lievito per birra si possono produrre 500/800 composti di sapore ed aroma. Dopo l'inoculo il lievito subisce una fase di LATENZA, MOLTIPLICAZIONE LOGARITMICA, STAZIONARIA, DI DECLINO.

I composti che hanno il maggior impatto sulle caratterizzazioni sensoriali della birra sono gli esteri, alcoli superiori, quelli che contengono zolfo e composti carbonilici aldeidi e chetoni ( incluso il diacetile ).

### **Esteri**

Un estere è un composto volatile formato da un acido organico e un alcol ( etilico e superiori ) , conferiscono alla birra l'aroma fruttato e floreale. La birra ne contiene circa 60 di cui i più importanti per l'aroma della birra sono l'etilacetato ( solvente ), isoamilacetato ( banana ), il caproato di etile ( mela ) ecc.

La concentrazione degli esteri nella birra dipende dal grado Plato (  $> 13^{\circ}\text{P}$  ), dal tipo di fermentazione alta 40-60 mg/l bassa 30-50 mg/l e dalla disponibilità di ossigeno.

### **Alcoli superiori**

La birra può contenere qualsiasi combinazione di circa 40 alcoli superiori che le conferiscono un tono fruttato ( frutta tropicale, ananas, pera, ecc ) l'n.propanolo, alcol isoamilico, isobutanolo contribuiscono con l'etanolo a sentori caldi e di solvente. La formazione degli alcoli superiori ad opera degli lieviti è correlata al metabolismo degli amminoacidi sia nella fase di biosintesi degli stessi che a partire dagli amminoacidi già presenti nella cellula.

La loro concentrazione dipende dalla temperatura , elevato grado plato (  $> 13^{\circ}\text{P}$  ), ridotta concentrazione negli amminoacidi nel mosto, elevata ossigenazione del mosto.

Per il profilo aromatico della birra è importante il rapporto fra esteri ed alcoli superiori che dovrebbe essere di 2,5-3 : 1 .

## **Diacetile**

Il diacetile o 2-3 butandione è un composto organico che appartiene al gruppo chimico dei chetoni ed è un sottoprodotto della sintesi della valina.

Anche a bassi livelli può contribuire ad una sensazione di scivolosità al palato e fornisce un sapore ed aroma di burro fuso. Alcuni ceppi di lievito, in particolare ale inglesi altamente flocculanti producono molto diacetile in quanto non danno tempo al lievito di riassorbirlo e ridurlo ad acetoina.

## **Acidi organici**

Durante la fermentazione il lievito produce acidi organici ac. acetico, ac. Lattico, ac. Butirrico, ac caproico che danno aromi di aceti, vomito, animali da cortile. Necessari per la produzione degli esteri.

## **Composti solforati**

I composti sulfurei presenti nella birra sono dimetil solfuro ( DMS ), anidride solforosa, acido solfidrico (  $H_2S$  ) e mercaptani.

Il DMS trasmette alla birra aroma di mais e cavolo cotto ( malto , lievito ).

L' $SO_2$  prodotta dal lievito, viene percepita come un fiammifero acceso e viene ridotta ad acido solfidrico caratterizzato da un odore di uova marce.

## **Acetaldeide**

Nei primi giorni della fermentazione si forma questo composto principale responsabile della birra non matura descritto come erbaceo, di mela verde.

## **Composti fenolici**

I composti fenolici possono essere prodotti dagli ingredienti e dalla fermentazione. Il loro odore viene indicato come farmaco, plastica, cerotto, affumicato e speziato. Non sono molto volatili per cui rimangono nella birra durante tutto l'invecchiamento.

Il composto fenolico sgradevole principale è il 4-vinil guaiacolo ( 4 VG ) prodotto dal lievito ( fornito di gene POF ) a partire dall'acido ferulico fornito dal malto e dal luppolo. La maggior parte dei ceppi di lievito ha una mutazione naturale del gene POF che impedisce di produrre 4-VG.

Le hefenweizen bavaresi sa di chiodi di garofano, rauchbier di affumicato.

Il Brettanomyces è un genere di lievito che molti birrai e vitivinicoltori considerano un contaminante; abbonda nell'ambiente, produce aromi di pollaio, sella di cavallo, sudore e 4-VG ( utile nelle Lambic belghe ).

Composti di fermentazione	Sapore o aroma
Acetato di etile	Fruttato, solvente
Alcoli superiori	Mal di testa
Acetato isoamilico	Banana, pera
Acetaldeide	Mela verde ( birra giovane )
Diacetile	Burro
Acido solfidrico	Uovo marcio
DMS o DMSO	Verdura , mais cotto
Fenoli	Speziato, pepe, chiodi di garofano, fumo, medicinale.