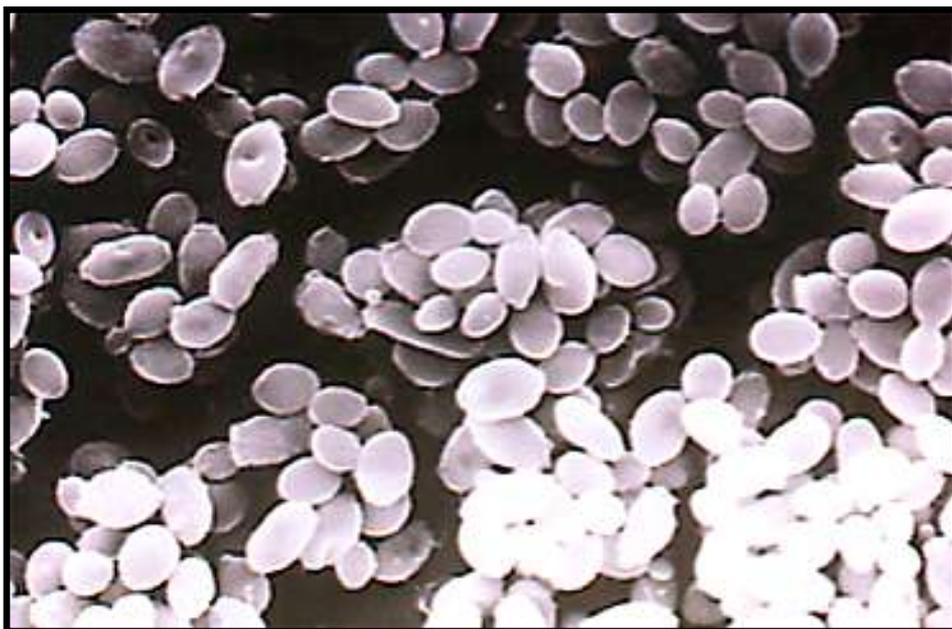


Lievitazione



Lievitazione

Determinata da inglobamento e sviluppo di gas (sotto forma di bolle) all'interno dell'impasto.

Bolle determinano struttura porosa.

Le bolle si possono formare in tre diverse fasi:

- durante l'impastamento;
- a seguito di fermentazione;
- durante la cottura.

Fermentazione

Lievitazione propriamente detta

Lievitazione = azione dei lieviti

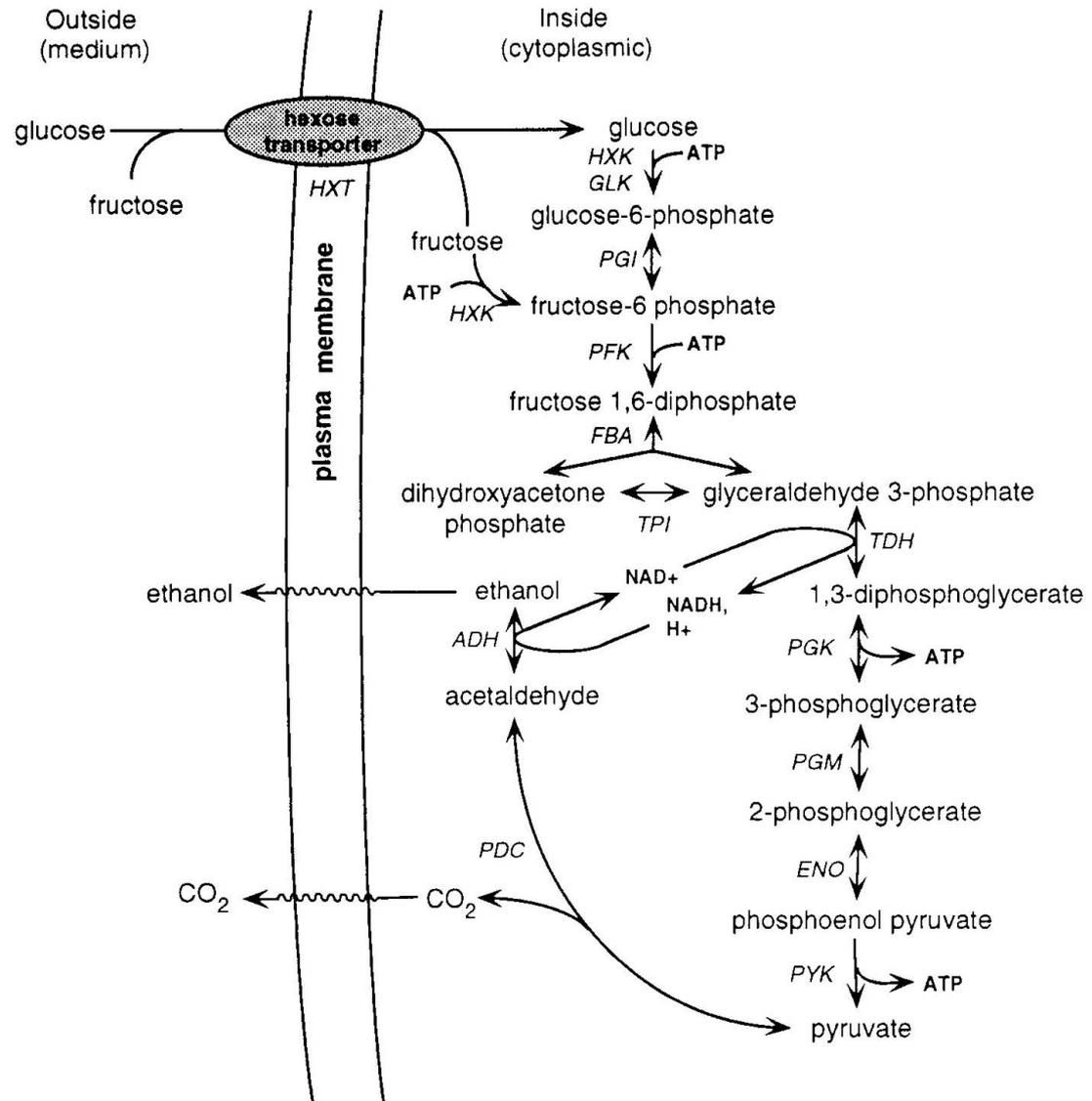
Fermentazione: processo di respirazione cellulare in mancanza di ossigeno

Lievito comune: *Saccharomyces cerevisiae*

Lievito naturale: batteri lattici e *Saccharomyces cerevisiae*

Fermentazione: schema generale

La produzione di alcool etilico ed anidride carbonica (metaboliti principali) si accompagna sempre alla produzione di altri composti. Tra questi ha particolare importanza l'aldeide acetica e il glicerolo.

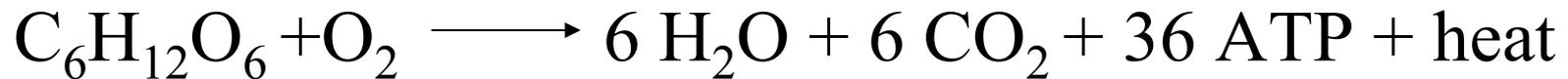


Fermentazione alcolica



Δ energetico -227 kcal (6,6% ritenuto: 15 kcal)

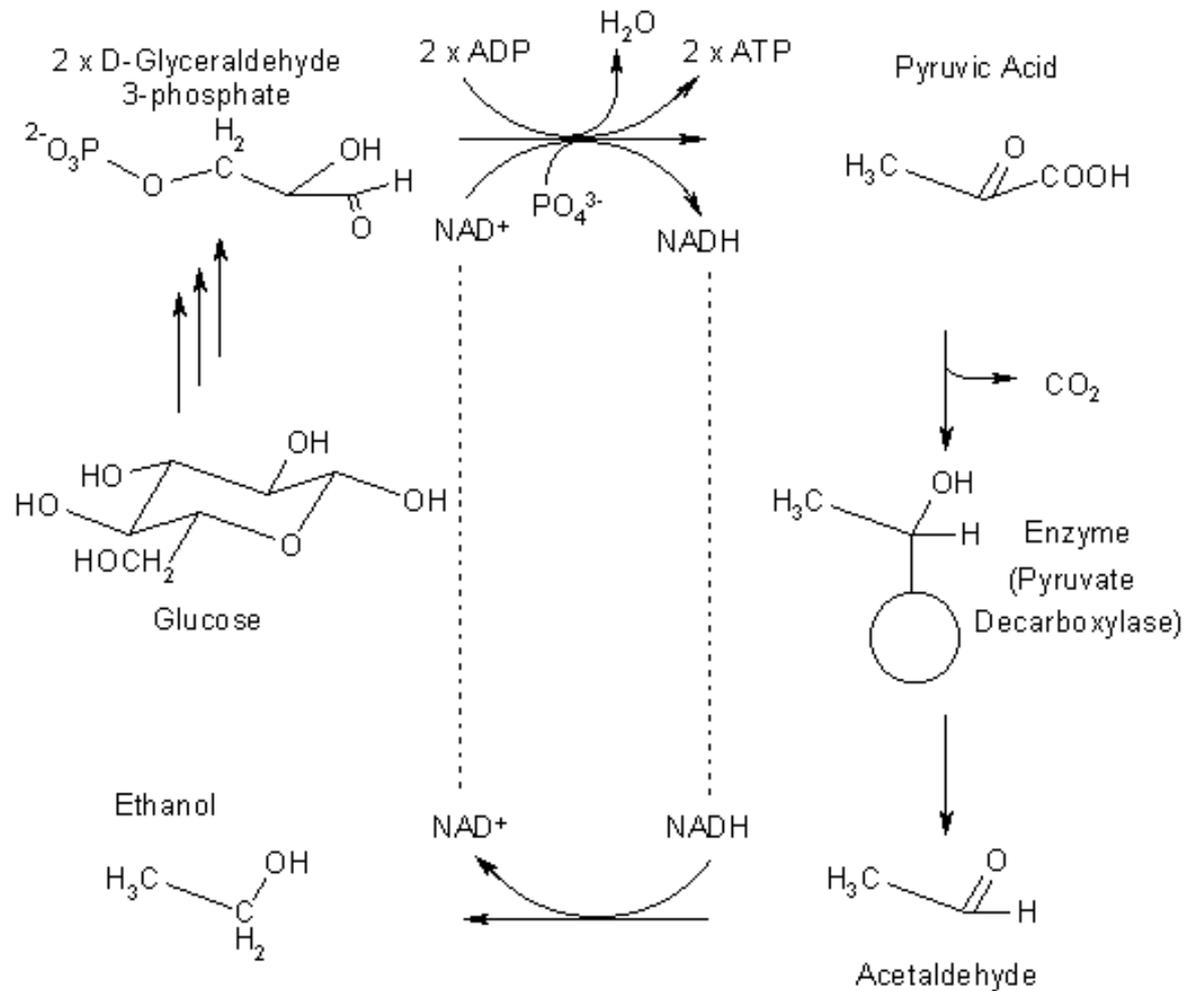
Respirazione



Δ energetico -686 kcal (40% ritenuto: 270 kcal)

- Avviene in ambiente anaerobio attraverso questo processo i lieviti sono in grado di procacciarsi energia dal glucosio in assenza di ossigeno.
- Si compie generalmente secondo lo schema di Meyerhof (1934).

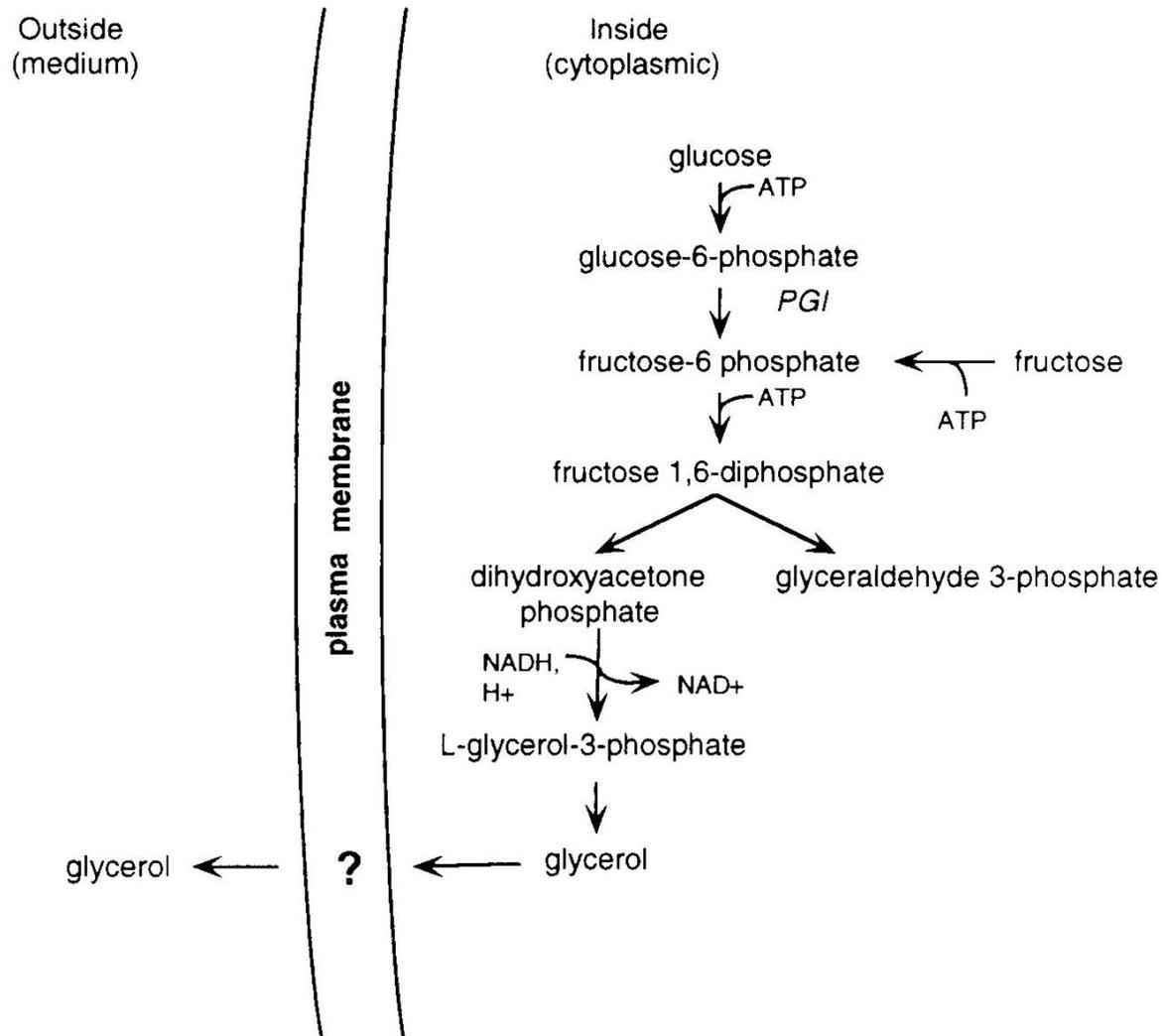
Schema fermentazione alcolica



Fermentazione alcolica

- La produzione di alcool etilico ed anidride carbonica (metaboliti principali) si accompagna sempre alla produzione di altri composti. Tra questi ha particolare importanza la glicerina e l'aldeide acetica.
- L'alcool etilico come tutte le sostanze alcoliche è atto a bloccare l'aldeide acetica determinando la formazione di glicerina.
- La formazione di glicerina è funzione dell'attitudine degli agenti fermentanti, dell'aerazione, della temperatura e del contenuto del contenuto di sostanze inibenti (alcoli).

Formazione glicerolo



Formazione glicerina e acido acetico

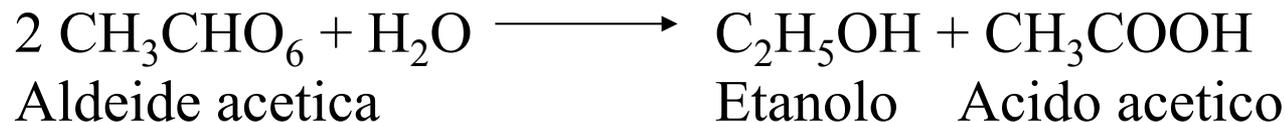
La glicerina si forma perché l'aldeide acetica non è più disponibile come accettore per il DPNH_2 che quindi riduce il diossiacetonfosfato a glicerolo fosfato e quindi a glicerina.

L'intera reazione può essere riassunta in questo modo:



Etanolo Acido acetico Glicerina

A pH alti (intorno a 6) il corso della fermentazione alcolica devia con formazione eccessiva di glicerina ed acido acetico. Tale deviazione dipende dall'azione di un enzima: l'aldeido dismutasi



Fermentazione

- Oltre ad alcool etilico e glicerina si ha la formazione di altri alcoli o polialcoli che nella maggior parte dei casi prendono origine dal metabolismo protidico dei lieviti e non dallo zucchero. Gli alcoli sono molto importanti per le caratteristiche organolettiche.
- Altri prodotti costanti della fermentazione sono l'acido succinico e l'acido lattico (prodotto in piccolissimi quantitativi) e prodotti dell'esterificazione tra acidi grassi e alcoli.

Temperatura di fermentazione

- Temperatura di fermentazione min < 4 °C; T max > 43 °C. A T > 53 °C il lievito viene distrutto.
- Temperatura di fermentazione: > 28 °C per fermentazioni brevi (60 – 90 min); 27 – 25 °C per fermentazioni di 2 – 4 h; 25 – 23 °C per fermentazioni lunghe.
- RH ottimale: 80 – 85%. pH ottimale: 5.

Fermentazioni non alcoliche

Oltre alla fermentazione alcolica avvengono altri tipi di fermentazioni da parte di diversi tipi di microrganismi con formazione di:

- - Acido lattico
- - Acido acetico
- - Acido butirrico

Fermentazione lattica

Il glucosio viene trasformato in acido lattico dai batteri lattici



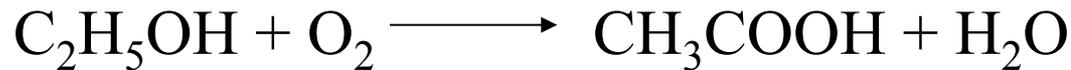
I batteri lattici si trovano normalmente nell'impasto in quanto apportati dal lievito compresso nel quale si trovano in piccole quantità; inoltre di solito sono presenti nella farina e negli ingredienti dell'impasto.

Temperatura ottimale della fermentazione lattica è 35 °C per cui alla temperatura di fermentazione da parte dei lieviti la fermentazione lattica avviene molto lentamente. D'altronde la presenza dell'acido lattico è fondamentale perché i lieviti richiedono un ambiente acido che non può essere fornito dall'impasto che ha pH tra 5,8 e 6,2.

Altre fermentazioni

FERMENTAZIONE ACETICA

L'etanolo viene trasformato in acido acetico da parte dei mycodermaceti che agiscono in maniera ottimale in presenza di aria.



In impasti normali solo il 5% dell'acidità è dovuta all'acido acetico.

FERMENTAZIONE BUTIRRICA

L'acido lattico ed i suoi sali possono essere attaccati da diversi batteri con produzione di acido butirrico



Acido lattico Acido butirrico

Temperatura ottimale 40 °C, quindi avviene solo se gli impasti vengono lasciati fermentare per tempo eccessivo così da avere un aumento di temperatura al di sopra di 32 °C.

Lievitazione controllata

Impiego del freddo per rallentare la fermentazione.

Se si abbassa la temperatura a 2 °C la fermentazione degli impasti viene bloccata per 24 ore, gli impasti vanno poi riscaldati progressivamente e lievitati realizzando appretti di lunga durata.

Vantaggi:

- risolve problemi organizzativi;
- può evitare il lavoro notturno.

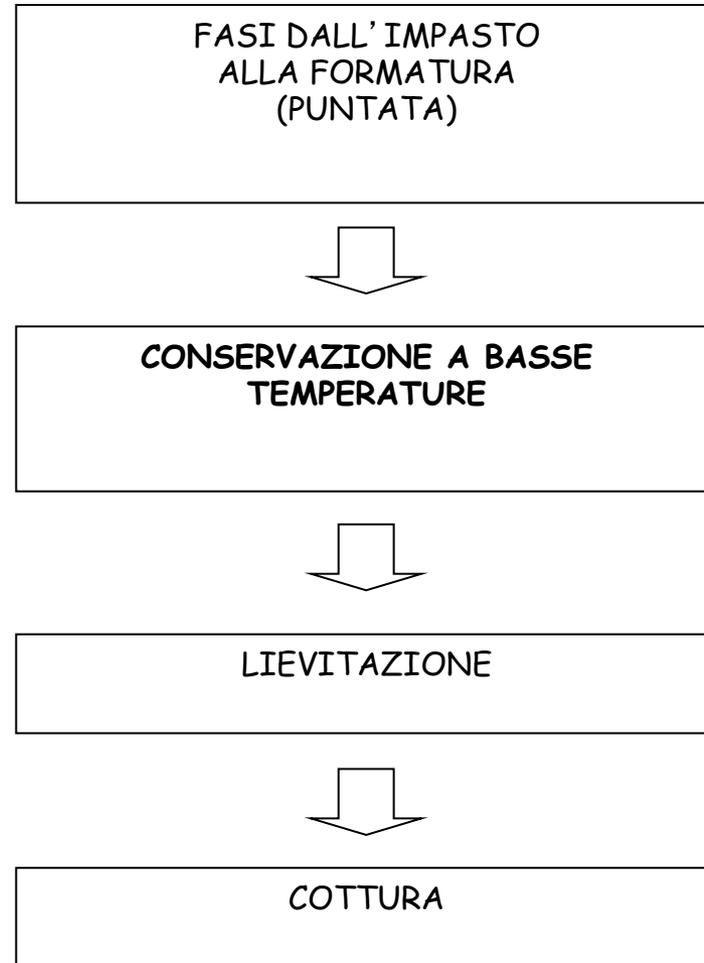
Svantaggi:

- formazione di crosta sulla superficie dell' impasto (mancato controllo RH)
- rigonfiamenti irregolari sulla superficie del pane (mancato controllo T)

Azioni correttive:

utilizzo di celle fermalievitazione con controllo RH e T

Lievitazione controllata



Lievitazione controllata

SCELTA MATERIE PRIME:

Sconsigliabile utilizzo di farine con alta attività amilasica.

- Alle temperature di conservazione le attività enzimatiche non vengono bloccate: le amilasi continuano azione amilolitica dando luogo a maltosio e gli enzimi proteolitici intervengono sulla maglia glutinica indebolendola e riducendone la capacità di trattenere CO₂. Conservazione non protraibile per tempi troppo lunghi.
- Il maltosio che non potrà essere utilizzato completamente dal lievito durante la lievitazione finale (che si limita alla sola fase di appretto) può determinare la formazione di pane troppo colorato in conseguenza dello sviluppo della reazione di Maillard durante la cottura.

Lievitazione controllata

SCelta CONDIZIONI OPERATIVE:

- Utilizzo impastatrici a spirale in modo da **inglobare il maggior quantitativo di aria possibile**. L'aria è costituita da un 80% circa di azoto e 20% circa di ossigeno. L'ossigeno viene consumato velocemente dal lievito fino a sparire del tutto durante la puntata.
- Durante il raffreddamento la CO₂ prodotta nella fase di puntata diventa più solubile nell'acqua di impasto facendo sparire le bollicine costituite unicamente da questo gas. Con il successivo riscaldamento l'anidride carbonica sciolta si libera di nuovo come gas andandosi a raccogliere in poche grosse bolle distribuite non uniformemente ed ulteriormente ingrossate dalla fermentazione finale. Questo fenomeno causa struttura irregolare della mollica e la formazione di bolle e cavità sotto la superficie. La superficie è infatti la prima zona a riscaldarsi dando origine alla liberazione di CO₂.
- Inglobando molta aria con l'impastamento è possibile **aumentare la quantità di azoto all'interno delle bollicine**, le quali, grazie allo scarso aumento di solubilità di questo gas a seguito del raffreddamento, rimarranno in alto numero nell'impasto, **favorendo la formazione di una mollica fine**.

Lievitazione controllata

Produzione di CO₂ prima della conservazione deve essere minima;

Dopo la conservazione la temperatura della pasta deve aumentare gradualmente fino alla T di lievitazione per evitare shock termici al glutine e ai lieviti;

T, RH e velocità dell'aria di riciclo nella cella devono essere controllate al fine di evitare l'evaporazione di umidità dalla superficie dell'impasto con formazione di crosta ostacolando l'omogenea trasmissione del calore e la condensazione di umidità sotto la crosta in fase di lievitazione che porta alla formazione di grosse bolle di CO₂ sotto la crosta;

La cottura deve essere effettuata ad una T inferiore al normale per evitare l'eccesso di colorazione;

L'acido ascorbico ha un effetto positivo sulla riuscita del processo, in quanto migliora lo sviluppo dell'impasto e la ritenzione di CO₂.

Celle di lievitazione e fermalievitazione

Ambienti isolati in grado di fornire le condizioni ottimali in termini di T ed RH per un adeguata fermentazione e lievitazione.

Sono fornite di adeguati sistemi isolanti e sistemi di condizionamento d'aria.

Gli impasti vengono posizionati su carrelli portateglie o su nastri trasportatori nel caso si operi con lievitazioni continue.

CELLE DI LIEVITAZIONE

La temperatura può essere mantenuta generalmente intorno a 27 °C per produzione di impasti con un umidità relativa intorno al 75 – 85%.

Camere dotate di termostati per regolazione d'aria e regolazione dell'umidità relativa tramite una modifica del controllo a termometro umido.

CELLE DI FERMALIEVITAZIONE

Regolazione T e RH secondo 4 fasi:

abbattimento: T programmata in modo da ottenere rapido abbattimento termico(-6/-7 °C);

conservazione: la pasta viene mantenuta a temperature di circa 1 – 2 °C ad un valore di RH ottimale del 85% e comunque > del 75%;

prefermentazione: periodo durante il quale i lieviti riprendono gradualmente attività grazie ad un aumento di T fino a 12 °C;

fermentazione o lievitazione: lievitazione finale a T < 28 °C

Surgelamento degli impasti

Surgelamento: raggiungimento nel più breve tempo possibile di una temperatura al cuore del prodotto di $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ tale da bloccare le attività metaboliche di microrganismi e reazioni enzimatiche. Congelamento rapido ottenuto utilizzando T intorno a $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ma non più basse per evitare danni da shock termico.

L'acqua libera viene trasformata in cristalli di ghiaccio di dimensioni diverse a seconda della velocità di congelamento.

Surgelamento dell'impasto ha **effetti negativi**:

- **su cellule di lievito**: surgelamento lento determina concentrazione progressiva dei soluti all'esterno della cellula creando un gradiente di concentrazione che porta alla plasmolisi; surgelamento rapido determina congelamento dell'acqua sia all'interno che all'esterno con formazione di piccoli cristalli che non danneggiano le strutture cellulari e non provocano fenomeni di retrazione cellulare.
- **sulla struttura della maglia glutinica**: rotture meccaniche della maglia causate da grossi cristalli di ghiaccio, impasti congelati conservati a lungo presentano un reticolo glutinino formato da fibre più sottili e spazi vuoti nelle zone di associazione tra glutine e amido, quindi minor capacità di ritenzione CO_2 .

Lo scongelamento deve essere lento per permettere al prodotto di riacquistare gradualmente le caratteristiche tipiche.

Surgelamento degli impasti

CONDIZIONI OPERATIVE

- Impastamento: deve essere tale da garantire la formazione di un reticolo glutinico omogeneo in grado di conferire alla pasta una buona capacità di ritenzione di CO₂;
- Lievito: deve essere impiegato in quantità superiore rispetto al metodo tradizionale per far fronte alla naturale riduzione di vitalità delle cellule e al loro ridotto potere fermentante;
- La durata della fase di puntata: deve essere ridotta o addirittura soppressa nel caso si realizzi un impastamento intensificato in quanto si rischierebbe una perdita di enzimi ed agenti riducenti dalle cellule morte o danneggiate, inoltre bisogna evitare una produzione di gas eccessiva prima del congelamento;
- In conservazione: l'impasto deve essere protetto da fenomeni di disidratazione e ossidazione.

Surgelamento degli impasti

Il surgelamento può essere applicato a:

- **pasta cruda da modellare**
- **pasta cruda modellata**
- **pane precotto:** in questo caso il pane deve essere cotto senza che si formi la crosta; cioè in forni dove la trasmissione di calore avvenga preferenzialmente per convezione. La cottura va terminata in un forno dove la trasmissione di calore avvenga preferenzialmente per irraggiamento.

Tipi di lievito

Lievito industriale compresso: contiene *S. cerevisiae* e batteri lattici venduto in pani, conservato a basse T è attivo anche con farine più deboli, consente fermentazioni rapide e semplici. Perde circa il 6,5 % della sua attività in 2 settimane a 4°C. A -23°C perde circa la stessa quantità nelle prime due settimane ma rimane successivamente stabile.

Lievito secco attivo: lievito industriale da reidrattare, conservato a temperatura ambiente. Ottenuto da diversi ceppi di *S. cerevisiae*. Umidità < 8%. Perde circa il 73% della sua attività in 4 settimane se conservato a 21°C in aria, se conservato sotto azoto perde solo l'1% dell'attività in un mese. La reidratazione avviene in soluzione zuccherina (5% saccarosio p/p) con rapporto 1:4 di lievito. Riposo per 10 min seguito da agitazione (omogeneizzazione) ed impiego entro 10 min dalla preparazione. Quantità di lievito secco attivo da utilizzare per impasto = 1/3 della quantità di lievito compresso. La quantità di acqua utilizzata per diluire il lievito deve essere sottratta dalla quantità di acqua stabilita dalla ricetta.

Attività dei lieviti

Essiccamento	Forma	Proteine (% s.s.)	Produzione gas
-	compresso	52	390
nastro	irregolare	40 – 42	140 -160
tamburo	sfere irregolari	41 – 43	160 – 185
spray	polvere	40 - 44	95 - 160

Lievito secco attivo istantaneo:

Preparato come di seguito:

a) Miscelazione

Lievito compresso + umettante (1% monostearato di sorbitano)

b) Estrusione

Attraverso trafilatura con diametro di 0,4 mm

c) Essiccamento

In letto fluido a temperatura aria di 160°C.

Le dimensioni regolari del prodotto permettono di controllare meglio la temperatura raggiunta in essiccamento (max 40 °C).

Essiccamento	Forma	Proteine (% s.s.)	Produzione gas
-	compresso	52	390
tamburo	sfere irregolari	41 - 43	160 - 185
letto fluido	cilindri regolari	52	341

Lievito naturale

Lievito naturale o di pasta acida: ottenuto da:

- 1) impasto di farina e acqua lasciato all'aria, con o senza addizione di fonti di microrganismi e substrato (miele, acqua in cui sono stati bagnati frutta secca o sterco).
- 2) un impasto precedente.

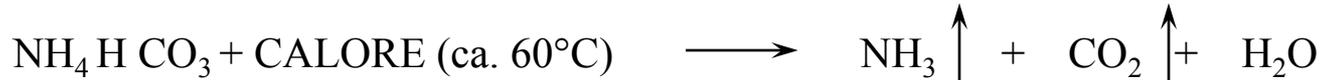
Utilizzato per fermentazioni lunghe destinate a farine di forza.

Lievitazione chimica

- Produzione di CO_2 ad alta temperatura a seguito dell'instaurarsi di reazioni chimiche.
- Si utilizzano reazioni che hanno un'alta energia di attivazione e che necessitano di calore per essere attivate.
- La lievitazione chimica avviene in forno.
- Viene definito 'lievito chimico' la molecola o le molecole che vengono utilizzate come reagenti nelle reazioni che portano alla formazione di CO_2 .

AGENTI LIEVITANTI

BICARBONATO D' AMMONIO - E 503



vantaggi

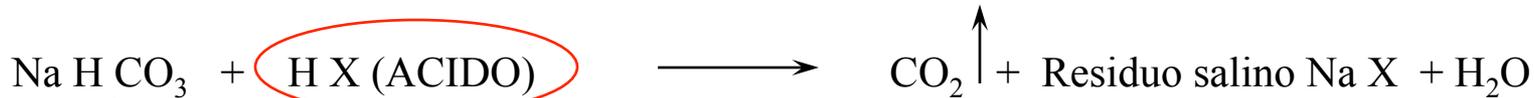
- si decompone con il calore, da 40°C
- non residuano sali con sapore sgradevole

svantaggi

- si può usare solo per prodotti in cui residua pochissima acqua (sapore di ammoniaca)



BICARBONATO DI SODIO - E 500 (Baking Soda)



Polvere lievitante

vantaggi

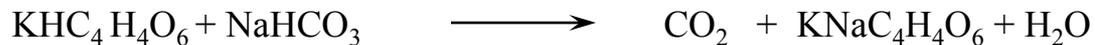
- economicità, sicurezza e facilità d'impiego
- purezza del prodotto commerciale
- nessun aroma sgradevole lasciato dopo cottura

svantaggi

- sviluppo gas anche nella fase di impasto
- talvolta il bicarbonato è incapsulato in grasso
- residuo salino che a volta influisce sull'aroma e reologia del prodotto
- un eccesso dà color marrone

AGENTI LIEVITANTI

CREMOR TARTARO - E 336



tartrato acido di potassio

tartrato di sodio e potassio

vantaggi

svantaggi

- basso costo

- elevata velocità di reazione

FOSFATO MONOCALCICO - E 341



fosfato monocalcico

fosfato tricalcico

disodio fosfato

PIROFOSFATO DI SODIO - E 340



pirofosfato di sodio

fosfato trisodico

vantaggi

- velocità sempre più lente, per la scarsa solubilità del pirofosfato in acqua fredda

GLUCONO- δ -LATTONE - E 575



svantaggi:

- bassissima velocità di reazione

AGENTI LIEVITANTI - ACIDI

Due sono le caratteristiche importanti per la loro selezione:

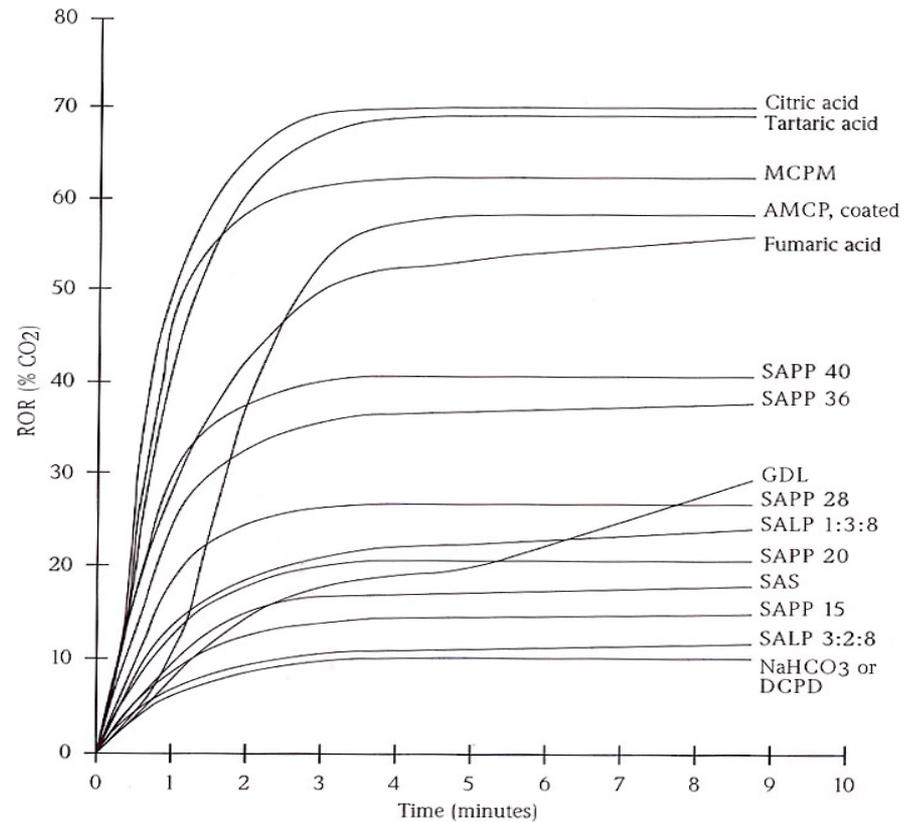
1. VALORE DI NEUTRALIZZAZIONE (NV) – si calcola come rapporto tra apporto di anidride carbonica ed agente lievitante moltiplicato per 100. Se un agente lievitante ha un elevato valore di neutralizzazione sta a significare che solo una piccola quantità è richiesta per un dato apporto di anidride carbonica.

Esempio:

NV pirofosfato sodio	73
NV acido citrico	131

AGENTI LIEVITANTI - ACIDI

2. VELOCITÀ DI REAZIONE – o di sviluppo della CO_2 . Gli acidi che reagiscono più velocemente con il bicarbonato sono gli acidi citrico e tartarico e gli altri acidi organici, come anche il cremor tartaro. Quelli invece che mostrano reazioni più lente sono il pirofosfato di sodio, il calcio fosfato ed il glucono- δ -lattone



MCP fosfato monocalcico E450
AMCP fosfato monocalcico acido E450
SAPP pirofosfato di sodio E450
GDL glucono daltattone E575
SAS solfato di sodio e alluminio
SALP fosfato di sodio e alluminio
DCP fosfato dicalcico E450

AGENTI LIEVITANTI

Agente lievitante	Lievit.te g	NaHCO ₃ g	NV	CO ₂ 8 min	Note
Pirofosfato sodio	3.5	2.5	73	37-41	Reazione veloce
Fosfato monocalcico	3.2	2.5	80	59-62	Reazione molto veloce
Fosfato acido monoCa	3.0	2.5	83	57-50	Inizio lento, poi veloce
Fosfato dicalcico	7.6	2.5	33	10-12	Reazione ritardata
Fosfato Na e AL	2.5	2.5	100	20-24	Reazione ritardata
Solfato Na e Al	2.5	2.5	100	16-18	Reazione ritardata
Cremor tartaro	5.6	2.5	45	65-67	Reazione molto veloce Inizio
Glucone D-lattone	5.6	2.5	45	29-31	lento, poi veloce
Acido citrico	1.9	2.5	131	68-70	Reazione molto veloce
Citrato monosodico	3.2	2.5	78	68-70	Reazione molto veloce
Acido tartarico	2.2	2.5	112	68-71	Reazione molto veloce
Acido fumarico	1.7	2.5	145	55-59	Reaz. legger.ritardata

- La velocità di generazione della CO₂ dipende dalla solubilità dei componenti del lievito. Più sono solubili e più veloce sarà la reazione ed il rilascio di CO₂.

- Per ritardare quindi lo sviluppo di gas, si utilizzano componenti a diversa granulometria e si aggiunge il bicarbonato come ultimo ingrediente nell'impastamento.

LIEVITI - AGENTI DI SEPARAZIONE

- AMIDI – per i lieviti ad uso casalingo, si usa per lo più amido di mais, anche se è più efficace l'amido pre-essiccato con un'umidità $< 7.5\%$. Con un incarto impermeabile al passaggio di umidità, questo lievito può durare anche anni. Altri amidi impiegati sono: frumento, tapioca, riso.

- FARINE

- CALCIO CARBONATO

- CALCIO SOLFATO

Una buona conservazione del lievito può essere raggiunta con l'aggiunta del 25-30% di agenti di separazione, il cui scopo è di prevenire la generazione prematura di CO_2

LIEVITI INDUSTRIALI

	A SINGOLA AZIONE		A DOPPIA AZIONE*	
Bicarbonato di sodio	36	32	30	30
Mono calcio fosfato	-	-	5	5
Pirofosfato di sodio	49	43	37	37
Amido	5	15	25	14
Calcio solfato	5	5	-	9
Calcio carbonato	5	5	3	5
Totale	100	100	100	100

* Con due agenti lievitanti: uno a rapida reazione ed uno a reazione ritardata

CONFRONTO LIEVITO BIOLOGICO VS CHIMICO

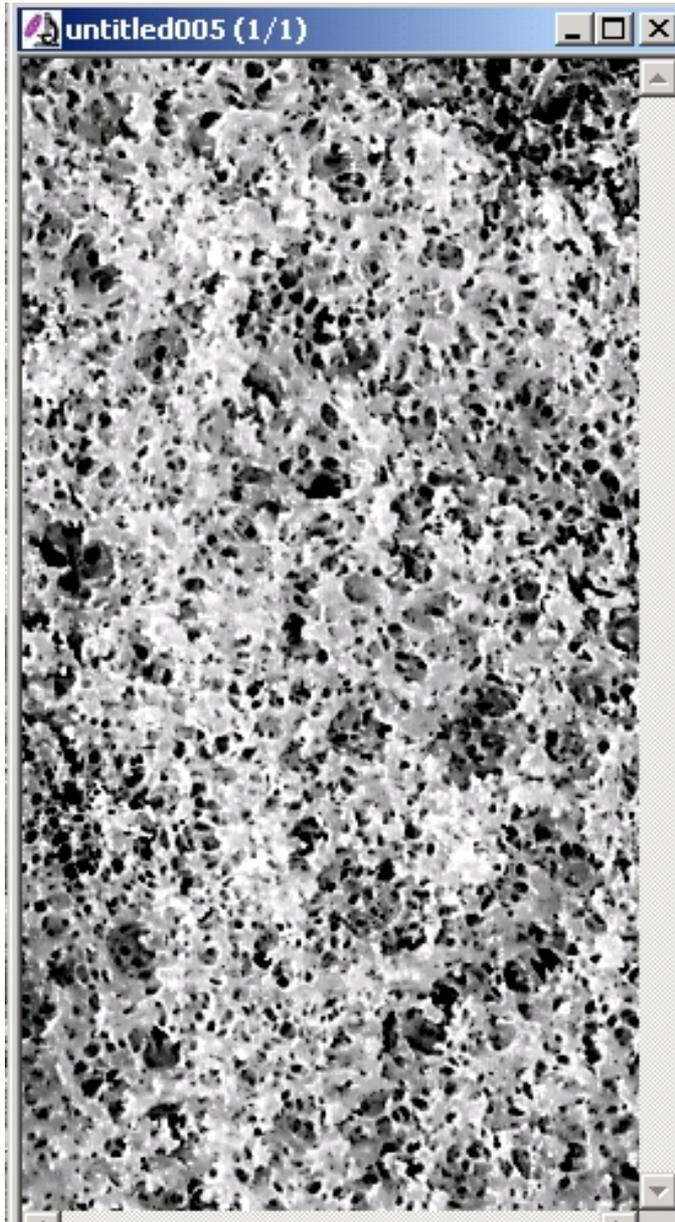
VANTAGGI	SVANTAGGI
<p>LIEVITO BIOLOGICO</p> <ul style="list-style-type: none">- L' anidride carbonica è sviluppata dall' azione degli enzimi sui carboi-drati senza sostanze aggiunte- Sotto prodotti della fermenta-zione danno un buon sapore- Il lento rilascio dei gas porta ad un pieno effetto lievitante	<ul style="list-style-type: none">- Il tempo richiesto per la lievita-zione è relativamente lungo- Sono necessarie particolari at- tenzioni per la crescita- Sono coinvolti i carboidrati nella formazione di prodotti volatili e che pertanto costituiscono perdite
<p>LIEVITO CHIMICO</p> <ul style="list-style-type: none">- Tempo breve per la lievitazione (pochi minuti rispetto alle ore)- Nessuna perdita di carboidrati- E' possibile calcolare la quantità di gas prodotta se nota la compo-sizione del lievito	<ul style="list-style-type: none">- Gusto dei prodotti cotto non così buono- Rimangono dei residui dei pro- dotti impiegati- Prodotti meno digeribili

LIEVITI AD USO CASALINGO

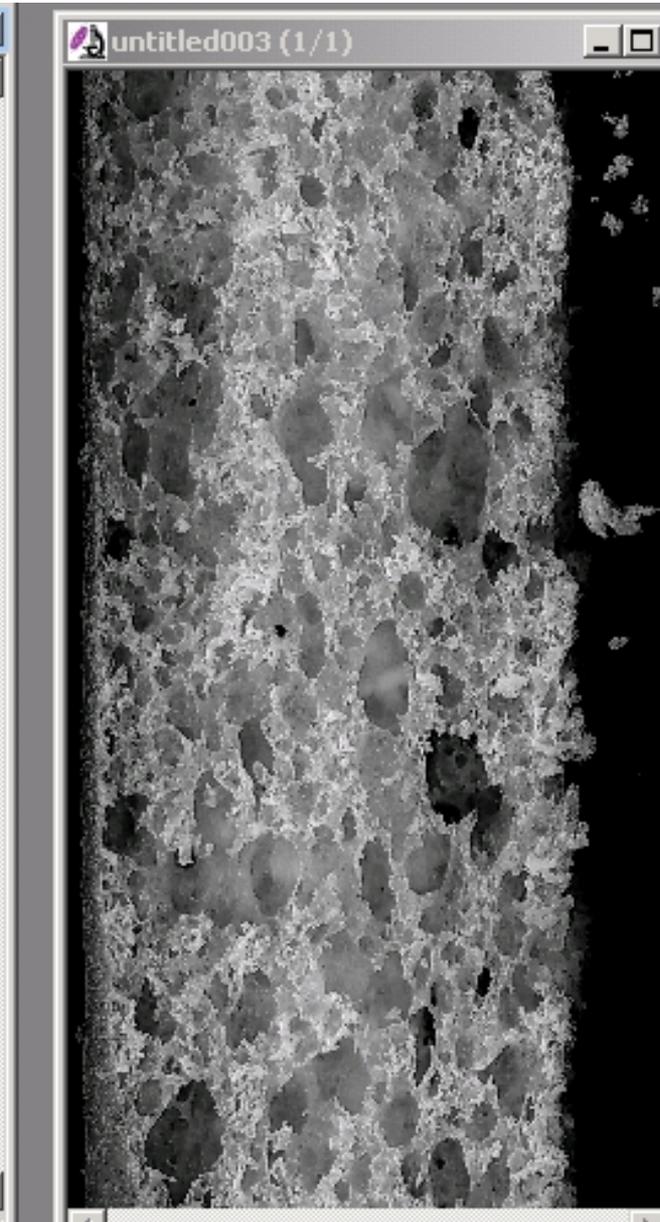
	CREMOR TARTARO			GLUCONO -δ- LATTONE
Bicarbonato sodio	30	27	27	27
Cremor tartaro	70	60	53	-
Amido	-	13	20	13
Glucono- δ -lattone	-	-	-	60
Totale	100	100	100	100

CONFRONTO LIEVITO CHIMICO VS BIOLOGICO

PRODOTTO
CON
LIEVITO
CHIMICO



PRODOTTO
CON
LIEVITO
BIOLOGICO



Lievitazione fisica

a) **Ottenuta per incorporazione di aria nella pasta.**

Si realizza utilizzando impastatrici che determinano inglobamento di aria o anche impastatrici provviste di un sistema di insufflamento di aria (impastatrici per paste montate).

Uova, grassi ed emulsionanti hanno importanza nel determinare la capacità dell'impasto di trattenere aria: questi ingredienti sono in grado di stabilizzare le bolle d'aria abbassando la tensione di superficiale dell'impasto.

L'esempio più semplice di lievitazione fisica sono le meringhe che si ottengono per sbattimento prolungato di albume e zucchero.

Anche nel Pan di Spagna l'aria viene inglobata nella miscela di uova e zucchero che grazie ad intensa azione meccanica dell'impastatrice fino all'ottenimento di una massa montata stabile alla quale viene aggiunta farina.

Durante la cottura l'aria ed il vapore acqueo si espandono fino a che le proteine non coagulano e l'amido non gelatinizza.

Lievitazione fisica

b) Ottenuta per dilatazione del vapore acqueo.

Lievitazione per laminazione: successione di passaggi dell'impasto attraverso coppie di cilindri, l'impasto sul quale viene disposto il grasso con metodi diversi, viene laminato, ripiegato su sé stesso e sottoposto ad una serie di laminazioni successive. Questo procedimento permette di compattare in un unico strato sottile più strati di grasso e impasto alternati. In cottura gli strati di grasso rendono l'impasto impermeabile al vapore d'acqua che si sviluppa e, esercitando una pressione interna provoca il sollevamento del volume del prodotto (es. pasta sfoglia).

Lievitazione in stampi chiusi: impasto posizionato stampi chiusi in modo da impedire la fuoriuscita di vapore per semplice effetto barriera. Questa lievitazione fisica è accompagnata da una lievitazione chimica ottenuta attraverso aggiunta di bicarbonato di sodio (es. wafer).