



CENTRO DI ECCELLENZA PER LA RICERCA SULLA BIRRA



UNIVERSITA` DEGLI STUDI DI PERUGIA



Prof. Giuseppe Perretti

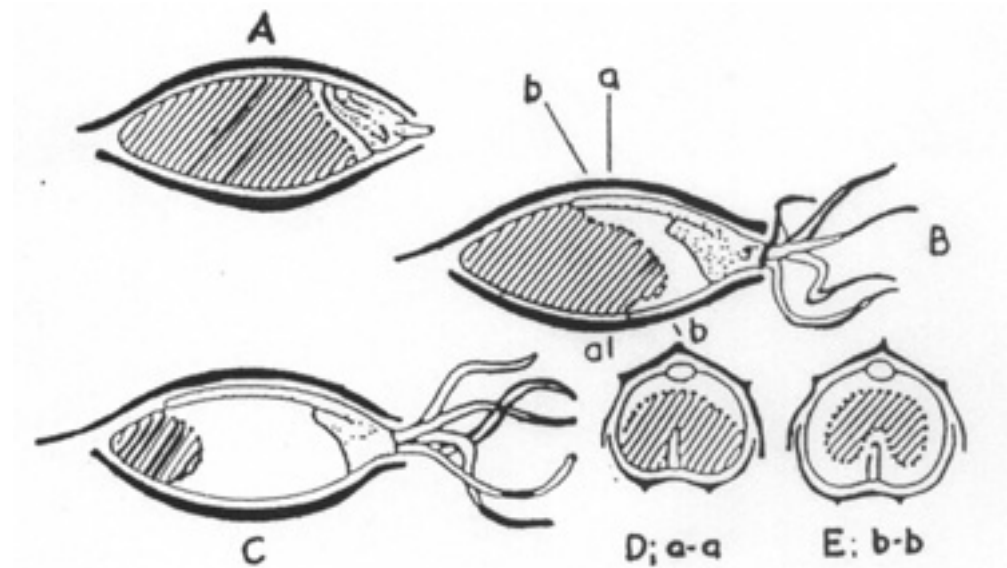


La tecnologia di produzione della birra:

Produzione Malto

Perché si utilizza l'orzo?

- **Elevata attività enzimatica**
- **Elevato contenuto in amido**
- **Cariosside vestita:**



protezione dell'embrione durante la germinazione

le glumelle forniscono un substrato filtrante del mosto

- **Pianta molto rustica, areale di diffusione più elevato rispetto ad altri cereali**



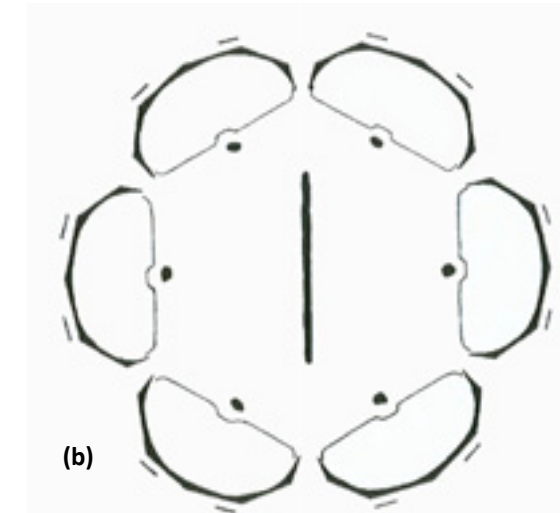
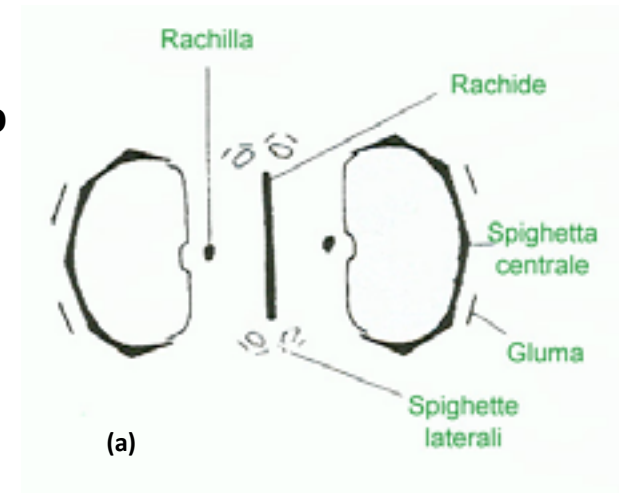
ORZO DA BIRRA



Orzo distico (a) e polistico (b)

Il distico (primaverile o invernale) è maggiormente coltivato in Europa. Considerato il migliore per la produzione della birra.

Il polistico è maggiormente coltivato in nord America.



| | Two-Row | Six-Row |
|--|---------|---------|
| Extract (% dry basis) | 81.0 | 79.0 |
| Total protein (% dry basis) | 11.5 | 12.5 |
| Soluble protein (% of the malt, dry basis) | 5.0 | 5.5 |
| Soluble total protein (%) | 43.5 | 44.0 |
| Diastatic power (◆Lintner) | 120 | 160 |
| α-amylase (dextrinizing units) | 50 | 45 |
| Wort viscosity (cP) | 1.5 | 1.5 |
| Wort β-glucan (ppm) | 110 | 140 |
| Wort color (◆SRM) | 1.5 | 1.5 |

Parametri qualitativi di malto prodotto da orzo distico e polistico coltivato in nord

America. Nuove cultivar hanno caratteristiche molto simili. Fonte: A Comparison of North American Two-Row

and Six-Row Malting Barley

Giuseppe Perretti - Tecnologia di Produzione della Birra



Si può produrre birra da orzo? Si ma...

- Sintesi di enzimi (principalmente idrolasi)
- Solubilizzazione delle sostanze di riserva (amido) e delle pareti cellulari dell'endosperma
- Degradazione delle proteine di riserva al fine di ottenere un profilo proteico - polipeptidico - aminoacidico ottimale
- Produzione di un substrato solubilizzabile ed estraibile in acqua calda durante il processo di ammostamento per la successiva fermentazione
- Soddisfare le caratteristiche richieste per la produzione della birra
- Produzione di sostanze aromatiche
- Sintesi di composti responsabili del colore

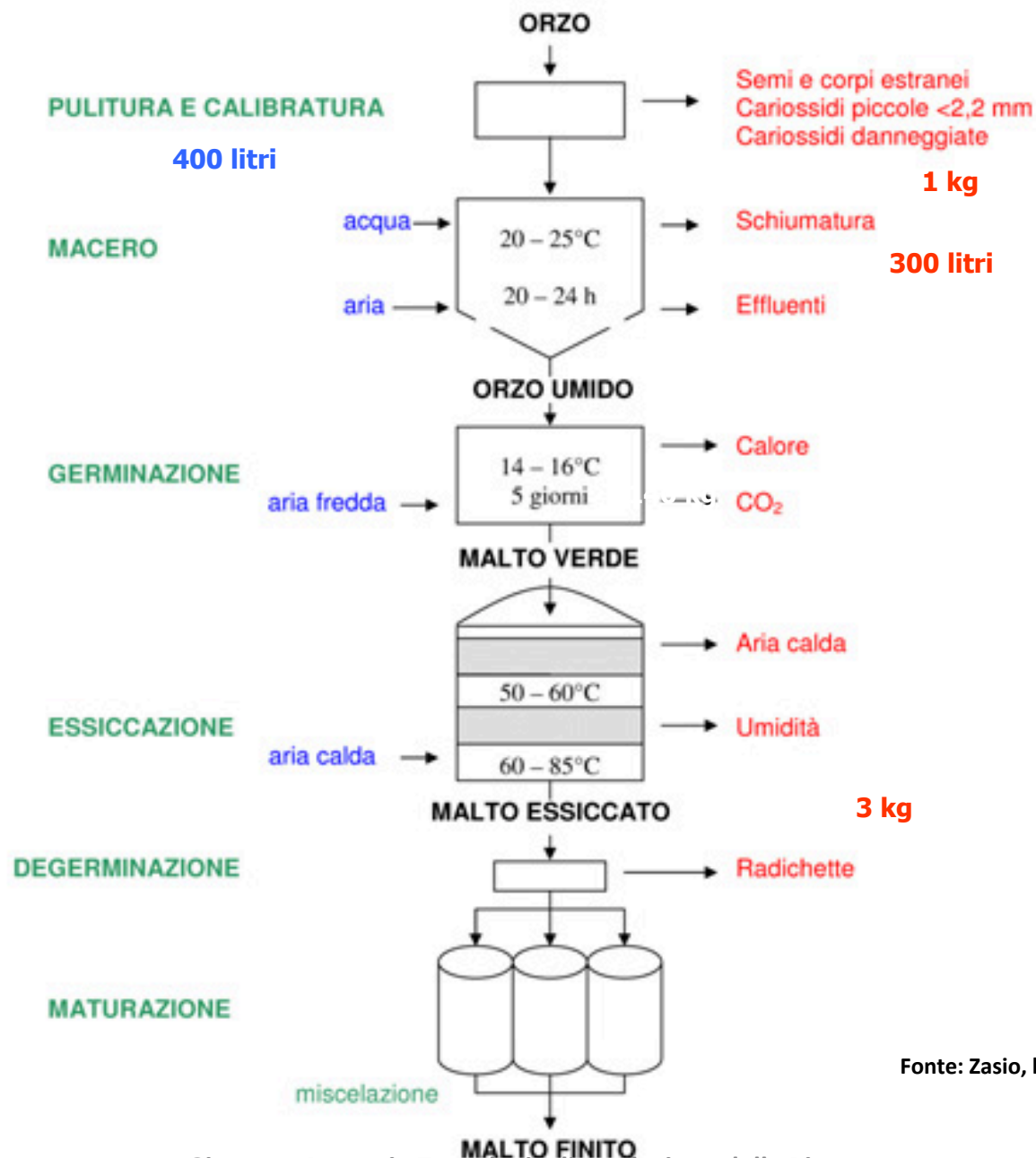


Composizione chimica

| Fraction | Proportions (% d.wt) | |
|----------------------------|----------------------|---------|
| | Barley | Malt |
| Starch | 63–65 | 58–60 |
| Sucrose | 1–2 | 3–5 |
| Reducing sugars | 0.1–0.2 | 3–4 |
| Other sugars | 1 | 2 |
| Soluble gums | 1–1.5 | 2–4 |
| Hemicelluloses | 8–10 | 6–8 |
| Cellulose | 4–5 | 5 |
| Lipids | 2–3 | 2–3 |
| 'Crude protein' (N × 6.25) | 8–11 | 8–11 |
| Salt-soluble proteins | | |
| Albumin | 0.5 | 2 |
| Globulin | 3 | – |
| Hordein 'protein' | 3–4 | 2 |
| Glutelin 'protein' | 3–4 | 3–4 |
| Amino acids and peptides | 0.5 | 1–2 |
| Nucleic acids | 0.2–0.3 | 0.2–0.3 |
| Minerals (ash) | 2 | 2.2 |
| Other substances | 5–6 | 6–7 |

Composizione chimica di un orzo distico e il corrispondente malto Pale. Fonte: Harris (1962) in Barley and Malt – Biology, Biochemistry, Technology

Diagramma produzione malto



4 kg

1 kg

300 litri

Da 100 kg di orzo si producono mediamente 80 kg di malto.

Da 16 kg di malto si producono mediamente 1 ettolitro di birra.

Da un ettaro di orzo (50 q.li) si possono produrre fino a 160 ettolitri di birra.

3 kg

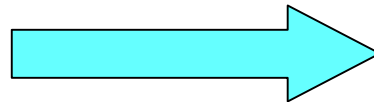
Fonte: Zasio, lezioni frontali

Obiettivi della macerazione (steeping)



- **pulizia delle cariossidi (polvere, schiumatura, effluenti)**
- **idratazione uniforme e completa dell'endosperma**
- **inizio del processo germinativo**
- **rischio sviluppo di muffe**

**Umidità di
conservazione
<14%**



**Umidità di
germinazione
>32%**

Macerazione (steeping)

➤ **Consiste nell'immersione dell'orzo in acqua con ripetute insufflazioni di aria.**



➤ **Un esempio:**

6 ore di macerazione

10 ore a secco

4 ore di macerazione

8 ore a secco

1 ora di macerazione

Tot 29 ore. T 15-25 °C.



Macerazione (steeping)

L'**umidità** finale del macero influenza fortemente la successiva disgregazione che avviene durante la germinazione

42% poco modificato

44% mediamente modificato

45-46% fortemente modificato



Normalmente l'acqua non è riciclata (a meno di trattamenti di depurazione)

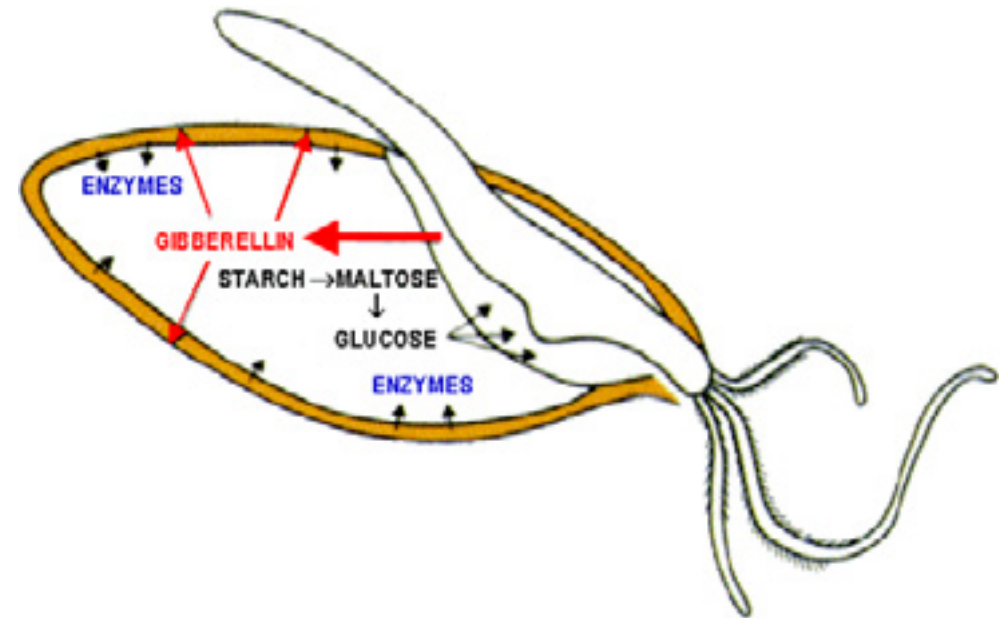
evitare sviluppo di microrganismi

rimozione di sostanze inibenti la germinazione (acido abscissico)

Germinazione

Obiettivi della germinazione

- sviluppo di un adeguato e bilanciato livello di enzimi
- idrolisi delle pareti cellulari e della matrice proteica
- inizio dell'idrolisi dell'amido nell'endosperma (4-5% dell'amido)
- minimizzare le perdite per respirazione
- ottenere i reagenti adeguati per la successiva essiccazione





Germinazione

- **Durante la germinazione avviene:**
- **Produzione di calore**
- **Produzione di CO₂**

Quindi

- **Importante tenere temperature sotto controllo**
- **Rimuovere CO₂ in eccesso mediante insufflazione di aria**

Germinazione

Principali sintesi in atto durante la germinazione:

Sintesi di enzimi amilolitici

Sintesi di fitoregolatori

Sintesi di enzimi proteolitici

Degradazione di polisaccaridi

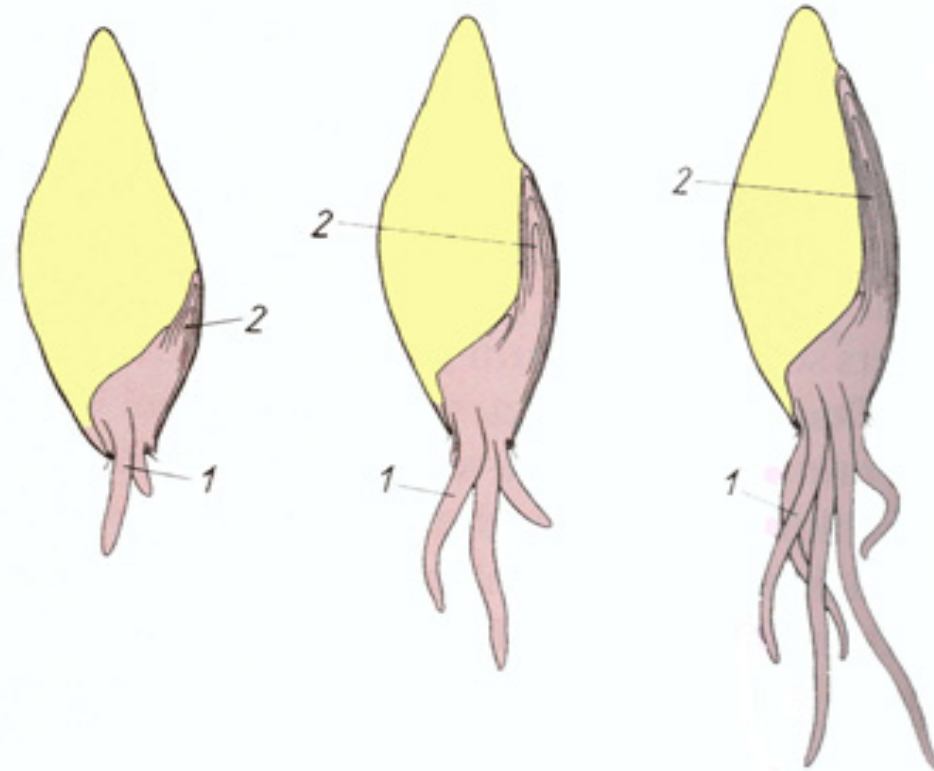
Diminuzione del contenuto di β -glucani

Diminuzione del contenuto di lipidi



Controllo della germinazione

Sviluppo dell'embrione in plantula, non capace di fotosintesi, grazie alla degradazione e consumo delle sostanze di riserva complesse dell'endosperma.



1- radichette

2- coleoptile

Controllo della germinazione



- **La radichetta diventa visibile uscendo dal micropilo.**
- **Le radichette sono ricche di proteine di neosintesi**
- **Rappresentano circa il 4% del peso del malto**
- **Eliminate dopo l'essiccazione ed utilizzate in zootecnica**

Controllo della germinazione

- La misura della lunghezza del coleoptile (piumetta) è una delle poche analisi sul singolo chicco per determinare la fine della germinazione

La lunghezza si divide in

Classe I (da 0 a $\frac{1}{4}$), Classe II (da $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$), Classe III (da $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$), Classe IV (da $\frac{3}{4}$ a 1)

Se la lunghezza supera quella del chicco (>1) si dice “ussaro”.



Malterie ad aie



Malterie pneumatiche





Essiccazione (kilning)

Obiettivi dell'essiccazione

- **Riduzione dell'umidità da circa 45 % a circa 5 %**
- **Facilitare lo stoccaggio**
- **Interruzione della germinazione (attività enzimatica) e delle reazioni biochimiche connesse**
- **Degradazione di aromi sgradevoli (DMS)**
- **Ottenimento di un prodotto macinabile**
- **Sviluppare l'aroma ed il colore tipico della birra**
- **Allontanamento delle radichette**



È importante evitare la denaturazione degli enzimi

Amilasi, proteasi ed altri enzimi devono essere preservati in quanto necessari in ammostamento

Temperature di essiccazione blande 50-60°C durante le prime fasi di essiccazione.



Essiccazione (kilning)

| Enzima | Temperatura di denaturazione (°C) | Commento |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Dipeptidasi | 55°C | molto sensibile |
| β -glucanasi | 55°-60°C | 50% è distrutta |
| Endopeptidasi | 60°-65°C | sensibile |
| β -amilasi | 65°-70°C | 40% è distrutta |
| β -glucan solubilasi | 70°C | relativamente stabile |
| Carbossipeptidasi | 75°C | relativamente stabile |
| α -amilasi | >80°C | stabile |

Fattori che favoriscono la formazione del colore

- Livello di disgregazione dell'endosperma (gruppi carbonile e gruppi α -aminici presenti)
- Umidità presente nel sistema
- Temperature finali di essiccazione
- Durata del colpo di fuoco



Essiccazione e colore del malto

Malto PILS: 56°C iniziali e colpi di fuoco a 75-85°C. Colore 3-4 EBC

Malto PALE: Colpo di fuoco a 60-90°C inizialmente e 100-105°C.

Malti caramello e Crystal: Esistono numerose varianti commerciali che sono caratterizzate da diversi colori ed intensità di aroma dovuti a differenti temperature di tostatura

| | |
|-------------------|----------------|
| CaraHell | 55-60°C |
| CaraPils | 70-80°C |
| CaraMonaco | 110°C |
| CaraRed | 140°C |
| CaraAmber | 150°C |

Il colore varia da 20 EBC a 300-500 EBC

Essiccazione e colore del malto



Prodotto da malto essiccato, in tamburo di torrefazione

Torrefatto a

215°C (chocolate 900-1100 EBC)

220-225°C (black 1200-1400 EBC)

Non ha attività enzimatica

Utilizzato per le Stout al 3-5%



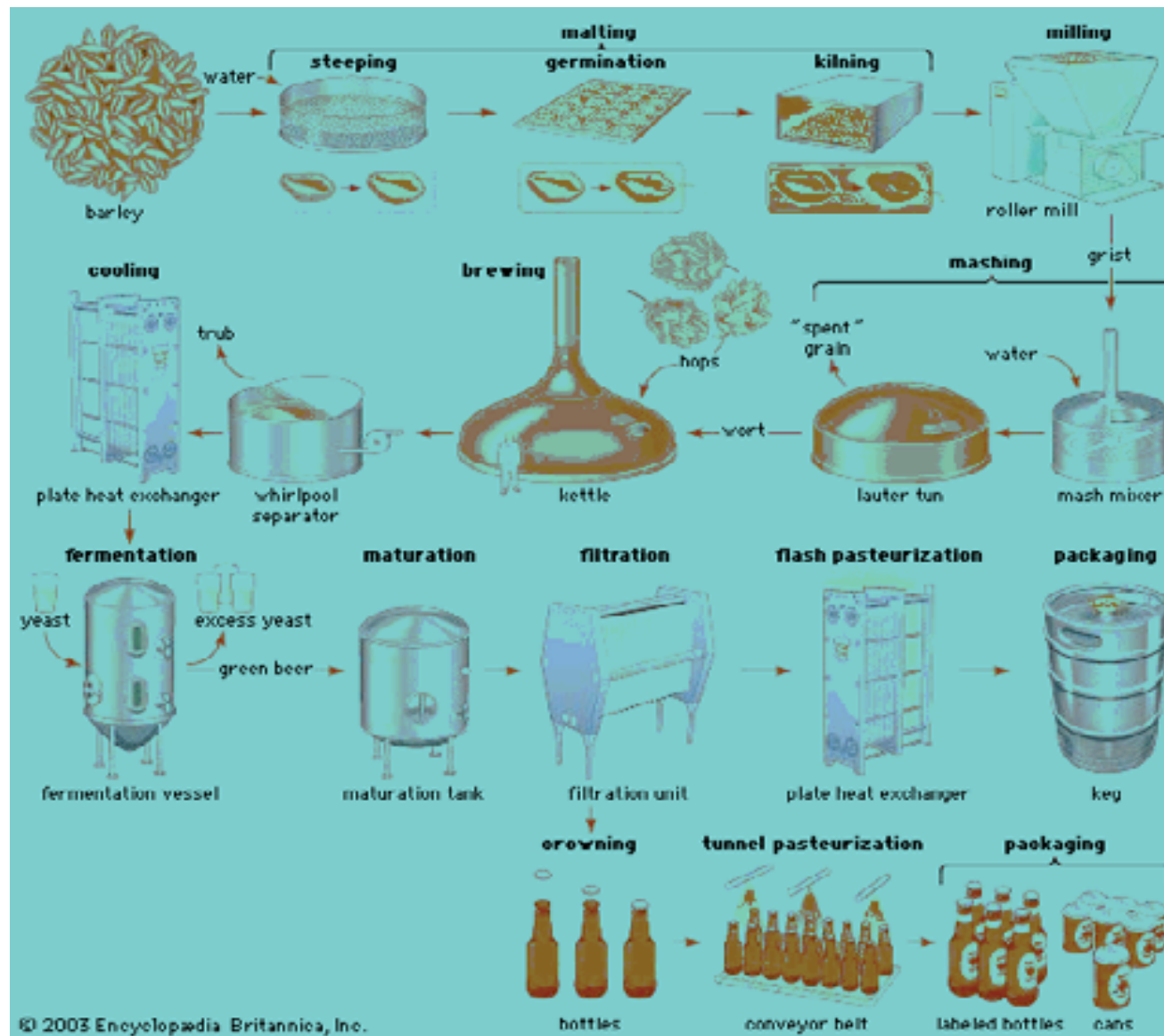
Aroma tipico di tostato, ma dolce (a differenza dell'orzo tostato che invece è amaro)



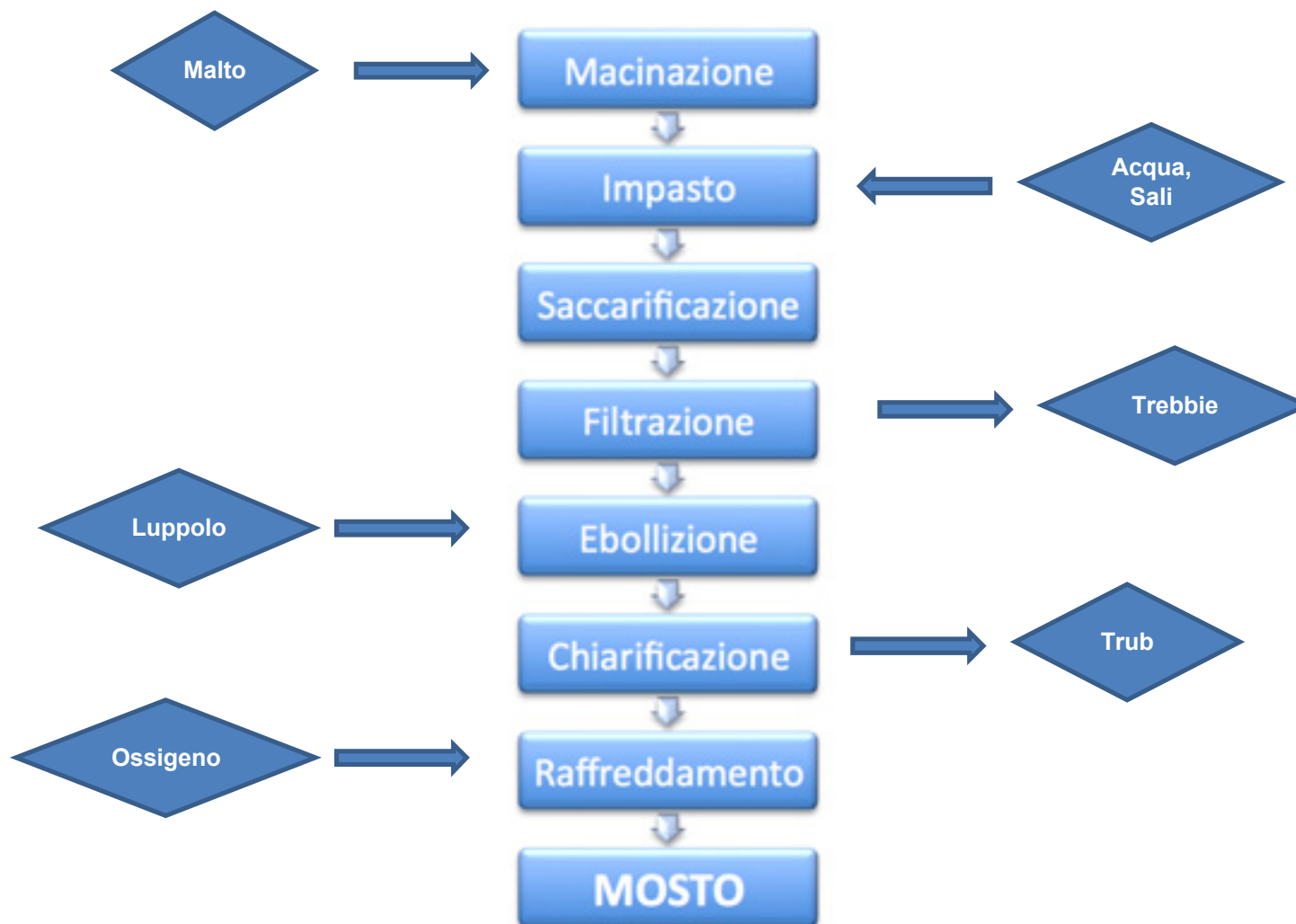
La tecnologia di produzione della birra:

Produzione Mosto

Schema produzione birra



Ammostamento



Ammostamento

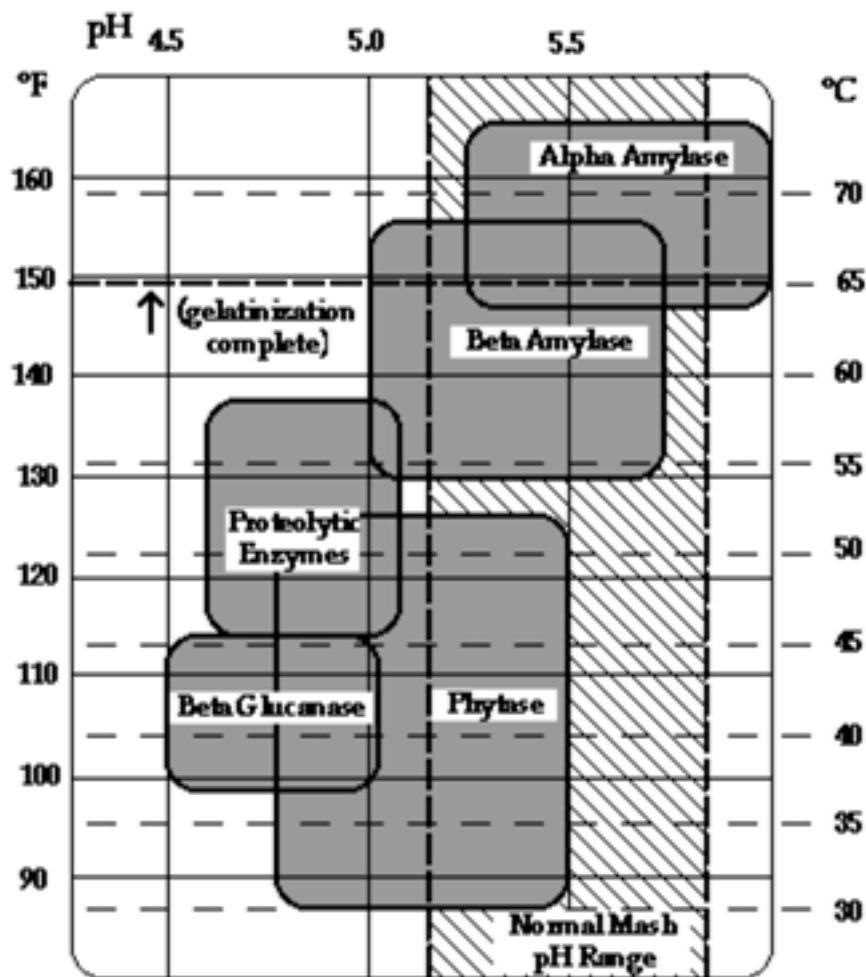


Obiettivi dell'ammontamento:

- **Composizione zuccherina appropriata al tipo di birra che si vuol produrre e conseguentemente al tipo di fermentazione che si intende applicare**
- **Attenuazione limite appropriata**
- **Fermentabilità appropriata**
- **Estrazione massima possibile degli zuccheri**
- **Produrre le sostanze azotate necessarie al lievito**
- **Giusta modificazione delle proteine per una corretta formazione della schiuma**

- **Esistono una moltitudine di enzimi nel malto che concorrono all'ottenimento di un buon mosto**

Condizioni per l'attività degli enzimi



L'importanza dell'acqua per la miscela



MISCELA: malto + acqua

L'acqua deve:

- **essere potabile**
- **priva di agenti tossici**
- **avere una giusta composizione minerale**

Es. acque dolci per birre chiare. acque dure per birre scure.

Acque troppo dure causano innalzamento eccessivo del pH in ammostamento

Tipica composizione chimica dell'acqua di alcune città e della loro birra



| Città | Tipo di birra | solidi sospesi totali (mg/l) | Na ⁺ (mg/l) | Mg ²⁺ (mg/l) | Ca ²⁺ (mg/l) | NO ₃ ²⁻ (mg/l) | Cl ⁻ (mg/l) | SO ₄ ²⁻ (mg/l) | HCO ₃ ⁻ (mg/l) |
|-----------------|---------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Burton | Pale ale | 1300 | 54 | 24 | 352 | 18 | 16 | 820 | 320 |
| Midlands | Mild ale | 750 | 28 | 48 | 148 | 0 | 77 | 240 | 260 |
| Dublino | Stout | 340 | 12 | 19 | 132 | 6 | 15 | 15 | 130 |
| Monaco | Lager scura | 280 | 6 | 30 | 106 | 3 | 2 | 8 | 120 |
| Pilsen | Pils | 50 | 2 | 1 | 10 | 0 | 5 | 6 | 15 |



Rapporto malto/acqua

Il rapporto malto/acqua può variare:

da 1 : 2,2 minimo

a 1 : 5,0 massimo

Il rapporto dipende dal tipo di birra che si vuol produrre e dall'impianto di sala cottura a disposizione (tino di filtrazione oppure filtro di miscela)

Birre scure e filtro di miscela richiedono impasti più concentrati

Per le birre Lager chiare e Pilsen si impasta con rapporti di 1 a 4 sino a 1 a 5.

Con 300 litri di acqua per ogni 100 kg di macinato si ottiene un PRIMO MOSTO con una concentrazione di 20°Plato.

100kg di macinato occupano un volume di circa 0,7 hl

Tipologie di ammostamento



Ammostamento per infusione (infusion mashing)

Viene aggiunto il macinato all'acqua preriscaldata per formare la miscela.

E' un sistema diffuso nei **birrifici inglesi**. Si utilizza una sola temperatura. Il tino di miscela non è riscaldato

Es. 63-67 °C per 60 minuti. Il mash-out a 78°C viene eseguito aggiungendo acqua calda.

Solo malti ben modificati possono essere utilizzati con questo sistema di ammostamento.



Tipologie di ammostamento

Ammostamento con rampe di temperature (rising-temperature infusion mashing)

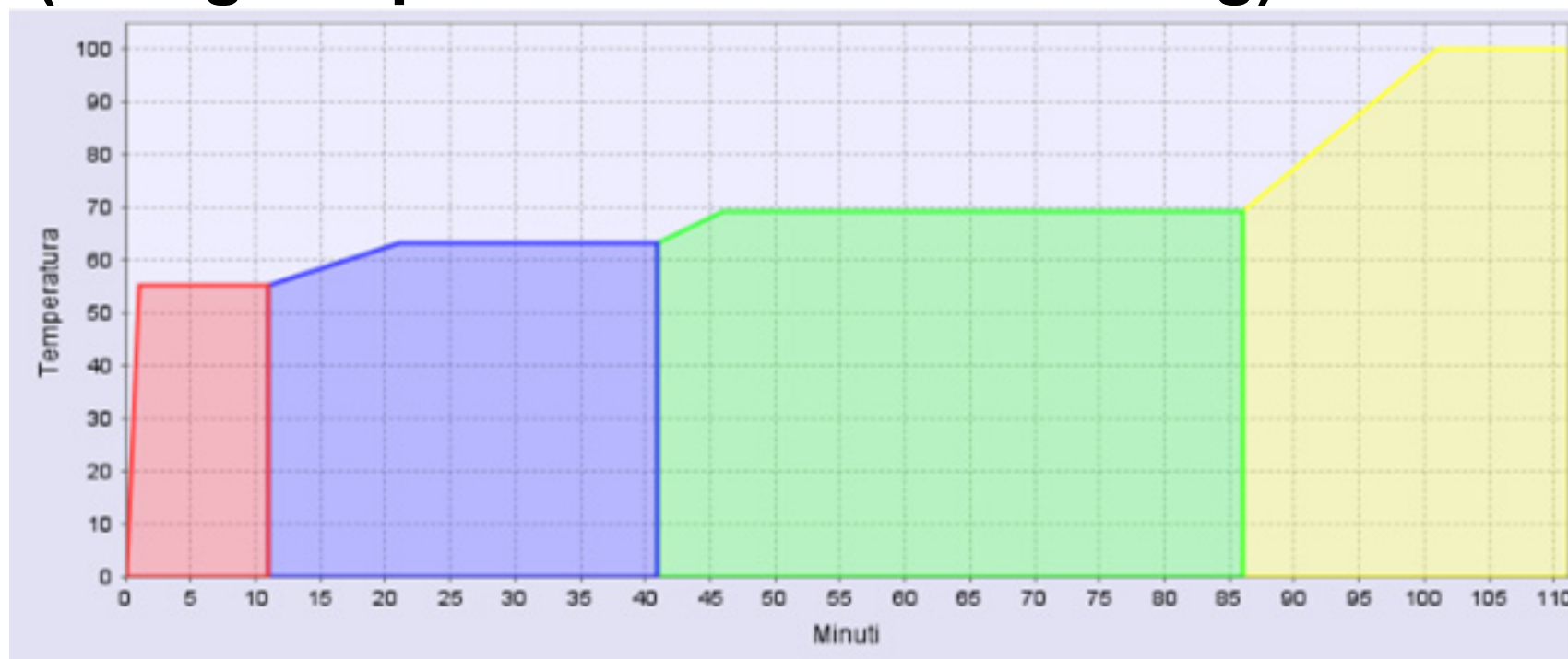
Viene eseguito con rampe di temperature. Nella maggior parte dei casi il tino di miscela è riscaldato.

È un ammostamento utilizzato per utilizzare sia malti ben modificati sia malti poco modificati.

Es. per un malto poco modificato:

30 min a 35 °C, 30 min a 50°C, 30-45 min a 65°C, 30 min a 70 °C, 30 min a 75°C.

Ammostamento con rampe di temperature (rising-temperature infusion mashing)





Ammostamento con decozione (decoction mashing)

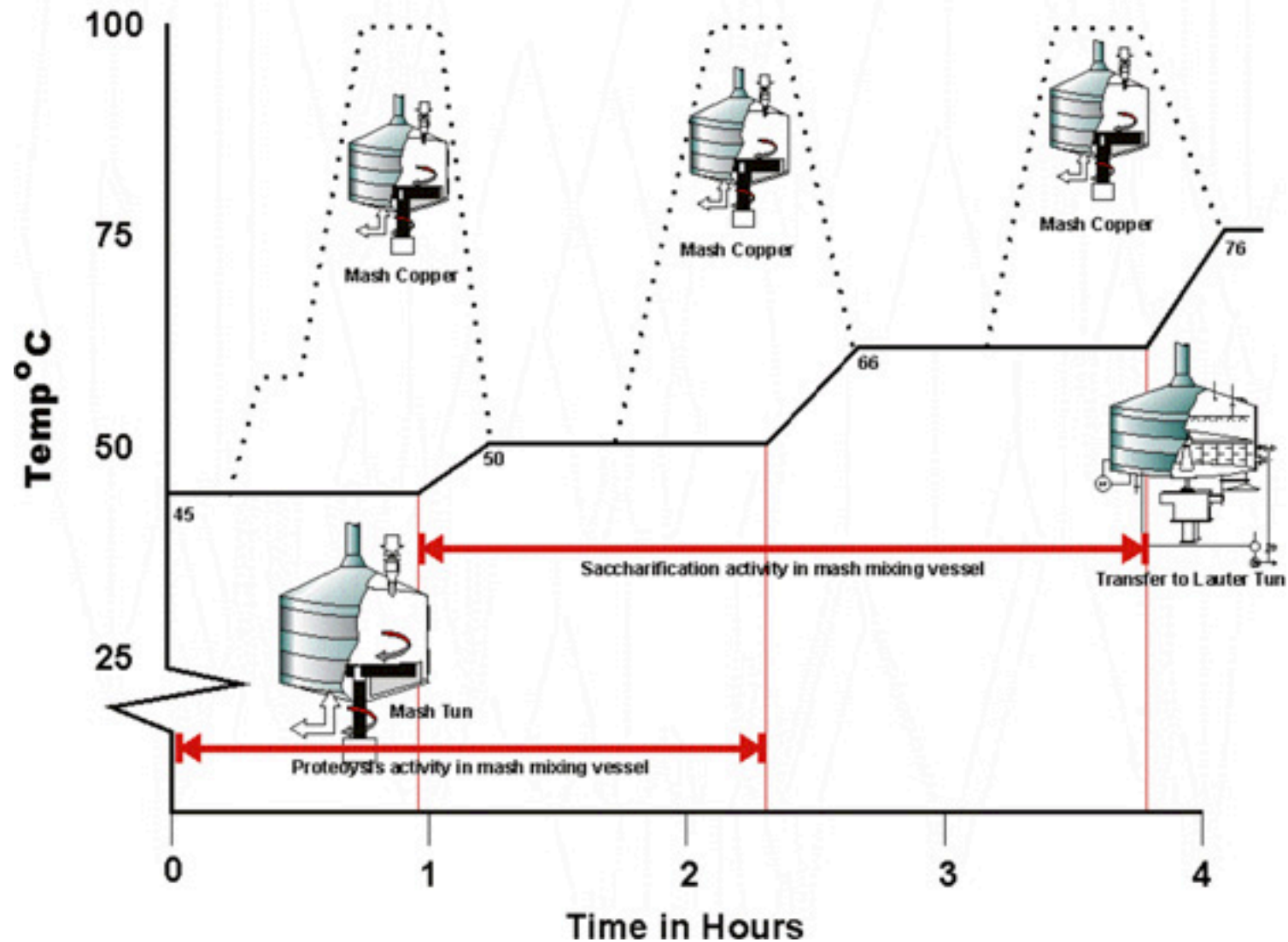
Utilizzato storicamente per la conversione di malto poco modificati. In questo processo una parte della miscela viene bollita e poi riunita alla rimanente parte.

Le alte temperature favoriscono la disgregazione dell'amido e quindi la successiva saccharificazione.

Utilizzato in caso di aggiunta di altri cereali come ad esempio mais e riso, frumento non maltato.

Processo molto lento. Gli ammostamenti delle Pilsner ceche venivano prodotti con tripla decozione. Processo molto lungo (6 ore).

Ammostamento con decozione (decoction mashing)





Nessun mosto è stato analizzato completamente. Alcuni studiosi ritengono che esistano migliaia di composti al suo interno.

Il mosto comprende zuccheri semplici, destrine, glucani, pentosani, fosfati, ioni inorganici, proteine, peptidi, amminoacidi, acidi nucleici, vitamine, acidi organici, sostanze fenoliche.

É il processo di idrolisi e quindi disgregazione dell'amido in zuccheri semplici, soprattutto maltosio, glucosio, maltotriosio e destrine (non fermentescibili).

La prova di saccharificazione avvenuta viene eseguita con metodo colorimetrico. La colorazione gialla della tintura di iodio dosata su una parte della miscela indica che la saccharificazione è terminata. Al contrario la colorazione blu indica una cattiva saccharificazione e quindi un errato processo di ammostamento.





giuseppe.perretti@unipg.it