

- L'ammestamento nella produzione della birra



*Dr Stefano Buiatti, Docente di Tecnologia della Birra,
Dipartimento di Scienze degli Alimenti - Università di Udine*

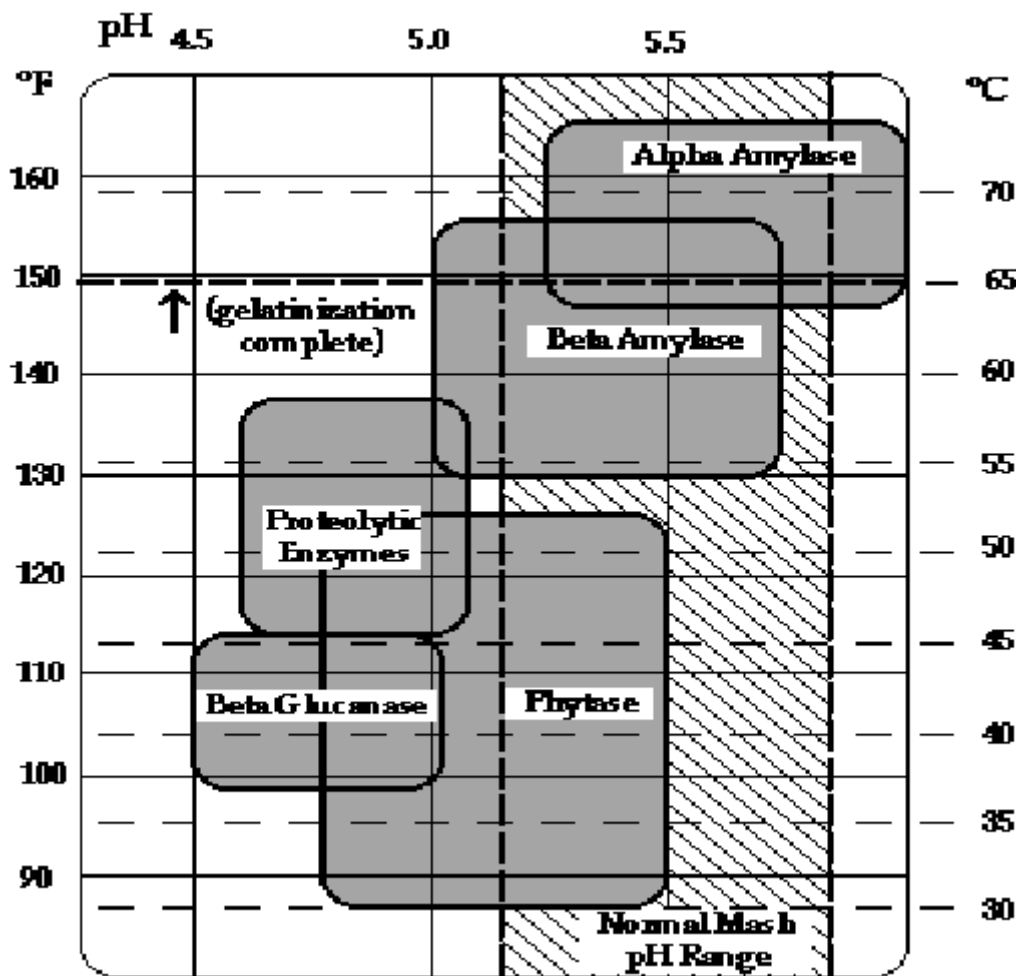
L'ammestamento (Mashing):

- Scopo dell'ammestamento è la solubilizzazione, ad opera degli enzimi, degli zuccheri complessi presenti nel malto.
- Tutte le sostanze che passano in soluzione vengono indicate come estratto
- Prima di questa fase solo il 15-25% del malto è solubile. L'ammestamento dovrebbe dare una resa pari a circa il 65-80% del peso del malto.
- La percentuale di estratto non fermentescibile (destrine e proteine) dipende dai tempi e temperature di ammestamento

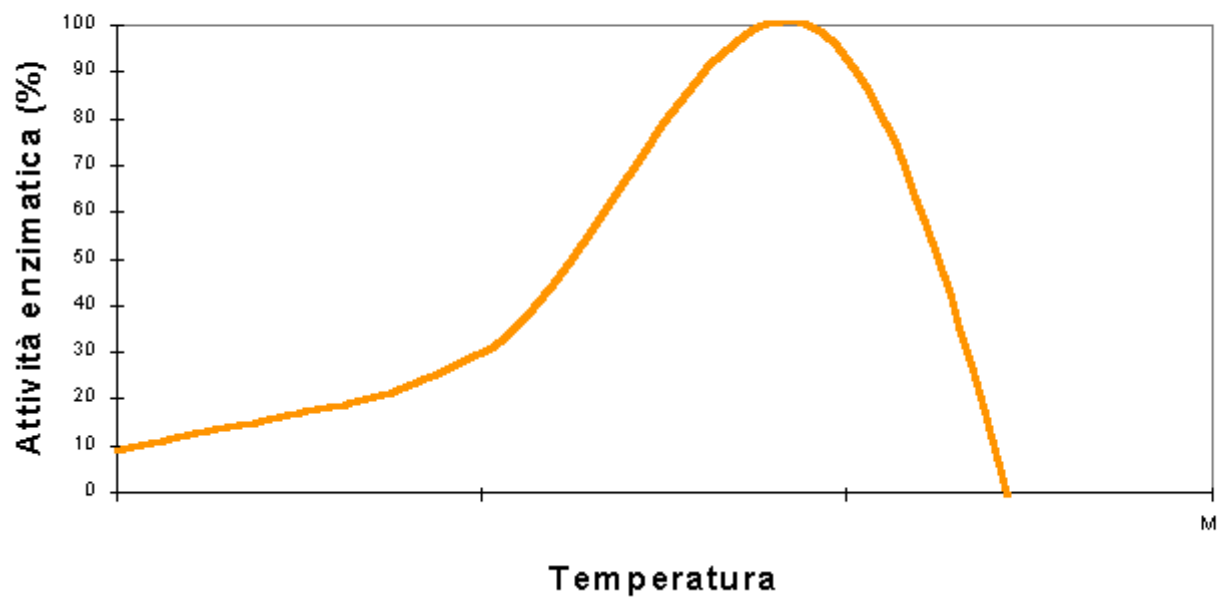
Gli enzimi:

- Gli enzimi sono molecole proteiche che svolgono il ruolo di catalizzatori biologici in tutte le reazioni biochimiche.
- Un catalizzatore aumenta la velocità di una reazione senza prendervi parte
- Gli enzimi hanno una elevata specificità verso il substrato
- Gli enzimi manifestano la massima attività in corrispondenza di valori ottimali di pH e temperatura

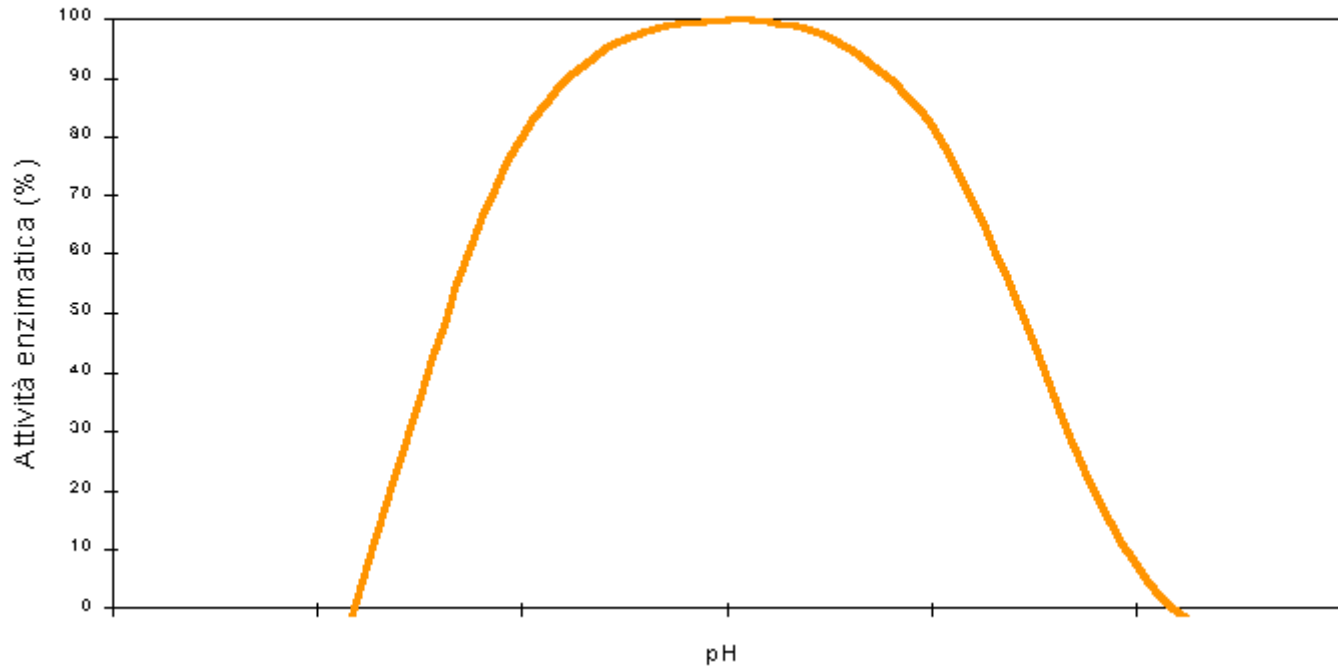
ENZIMA	Optimum T	Optimum pH	Funzione
Fitasi	30 - 52°C	4.4 - 5.5	abbassa il pH del mosto
β -glucanasi	36 - 45°C	4.5 - 5.0	degradazione β -glucani
Peptidasi	46 - 57°C	4.6 - 5.2	produzione FAN
Proteasi	46 - 57°C	4.6 - 5.2	degradazione proteine
β -amilasi	62 - 65°C	5.4 - 5.6	degrad. amido (zuccheri)
α -amilasi	72 - 75°C	5.6 - 5.8	degrad. amido (destrine)



Influenza della temperatura sull'attività enzimatica (Kunze, 1999)



Influenza del pH sull'attività enzimatica (Kunze, 1999)



Enzimi e optimum di temperatura

ENZIMI	(Kunze)	(Noonan)	(Papazian)	(Wainwright)	(Palmer)	(Fix)	(Briggs et al.)
β -amilasi	62 – 65	52 – 65	52 – 62	63 – 65	54 – 65		60 – 65
α -amilasi	72 – 75	65 – 70	65 – 67	70 – 75	68 – 75		70
peptidasi	45	45 – 50	45 – 50	50	46 – 57	47 – 52	
proteasi	55	50 – 60	50 – 60	45 – 50	46 – 57	47 – 52	

Enzimi e optimum di pH

ENZIMI	(Kunze)	(Noonan)	(Wheeler)	(Wainwright)	(Briggs et al.)	(Palmer)
β -amilasi	5.4 – 5.5	5.4	5.0	5.4 – 5.6	5.1 – 5.3	5.0 – 5.6
α -amilasi	5.6 – 5.8	5.1 – 5.9	5.6	5.3 – 5.8	5.3 – 5.7	5.3 – 5.8

Tempo e attività enzimatica:

- La massima attività enzimatica viene raggiunta tra 62 e 68°C dopo circa 10-20 min
- Dopo 40-60 min l'attività enzimatica decresce dapprima rapidamente per poi calare più lentamente.
- Un incremento quindi della durata dell'ammostamento porta anche a un incremento della concentrazione delle sostanze estrattive ma tale aumento diventa via via sempre più lento

Effetto della durata dell'ammostamento

sulla resa in estratto e azoto solubile:

(G.H. Palmer, 1989)

°C	65		65		65		65		45-60	
	15		30		45		60		60/60	
m inuti	N SOL (%)	RESA (L°/Kg)	N SOL (%)	RESA (L°/Kg)	N SOL (%)	RESA (L°/Kg)	N SOL (%)	RESA (L°/Kg)	N SOL (%)	RESA (L°/Kg)
Malto 4 gg	0.60	284	0.66	294	0.66	295	0.70	299	0.74	302
Malto 5 gg	0.60	291	0.66	297	0.66	300	0.76	305	0.76	305

% di maltosio (M) e destrine (D)

con diverse combinazioni di pH e temperatura:

(Wheeler, 1993)

	pH 4,5		pH 5,3		pH 5,6	
	M	D	M	D	M	D
62°C	67%	17%	66%	18%	65%	19%
65°C	64%	20%	62%	22%	61%	23%
68°C	60%	24%	59%	26%	58%	27%

Degradazione dell'amido:

- **Gelatinizzazione**

rigonfiamento dei granuli di amido in acqua calda. L'amido viene più facilmente attaccato dalle amilasi

- **Liquefazione**

riduzione della viscosità dell'amido gelatinizzato ad opera delle alfa-amilasi

- **Saccarificazione**

completa degradazione dell'amido a maltosio e destrine ad opera delle amilasi (alfa e beta)

Caratteristiche dell'amido dei principali cereali:

Temperatura di gelatinizzazione:

- Il diametro dei granuli di amido è compreso tra <6 microm a 15-20 microm.
- Sebbene i granuli più piccoli siano da 5 a 10 volte più numerosi i granuli grandi rappresentano più dell'85% dell'amido presente
- I granuli più grandi gelatinizzano a circa 58-62°C mentre circa 68°C è la temperatura necessaria per quelli più piccoli (Bamforth, 1998)

Amido dell'orzo e del malto (Kunze, 1996):

	Amido (%)	Zuccheri (%)
Orzo	63	2
Malto	58	8

Composizione dell'estratto:

I fattori che influenzano la composizione delle sostanze estrattive presenti nel mosto sono:

- temperature in fase di ammostamento
- tempo (durata dell'ammostamento)
- pH del mosto
- concentrazione del mosto

Composizione media di un mosto di birra (G.H. Palmer, 1989)

Costituenti	%
Soluti totali	10.0
¹ Carboidrati	91.0
² Proteine (N% x 6.25)	6.0
Sali minerali	2.0
Polifenoli totali	0.40
Acidi organici	0.40
Lipidi	0.01
Vitamine	0.006
¹ Frazione di carboidrati	
Destrine	~ 24.47
β - glucani <u>non utilizzati</u> dai lieviti	~ 0.03
Pentosani	~ 0.50
Zuccheri fermentescibili <u>utilizzati</u> dai lieviti	~ 75.00
² Frazione proteica (alto PM)	~ 70.00
Aminoacidi e	
Azoto peptidico (utilizzati dai lieviti)	~ 30.00

Zuccheri del mosto (Kunze,1999)

Ruolo delle Glicoproteine:

- Sono polimeri di destrine e proteine a medio e alto peso molecolare
- Vengono considerate come importante fattore nella stabilità della schiuma
- Le temperature considerate più idonee alla loro formazione sono intorno ai 71-72°C
- Una sosta di 30' a queste temperature è considerata ottimale (glycoprotein rest) (Lusk, 1987; Narziss, 1994; Ishibashi, 1997)

Importanza della densità del mosto (rapporto acqua/farine):

- Normalmente questo rapporto è di circa 2.5-3.0 L/Kg di farine
- Generalmente mosti più densi (basso rapporto acqua/farine) presentano una maggiore efficienza enzimatica, con un effetto più prolungato nel tempo (Noonan, 1986)
- Un mosto più concentrato, grazie alla minore capacità termica del malto rispetto a quella dell'acqua, è più "delicato" nei confronti degli enzimi
- Mosti più concentrati presentano quindi enzimi più resistenti alla inattivazione termica. Ciò è dovuto all'effetto protettivo determinato dalla elevata concentrazione dei colloidi e dei soluti presenti in soluzione

Calcolo della temperatura di ammostamento:

Per calcolare correttamente questa temperatura bisogna considerare diversi fattori:

- la temperatura desiderata (°C)
- volume dell'acqua aggiunta (L)
- temperatura dell'acqua aggiunta (°C)
- capacità termica dell'acqua (Kilojoules/Kg/°C)
- Quantità di farine (Kg)
- Temperatura delle farine (°C)
- capacità termica delle farine(Kilojoules/Kg/°C)

Come ottenere la temperatura di ammostamento:

Es.: per ottenere un mosto a 64°C dopo la miscelazione con le farine, quale deve essere la temperatura dell'acqua aggiunta ? Esempio:

- Volume di acqua 12 L
- Quantità di farine 4 Kg
- Capacità termica acqua (4.2 Kilojoules/Kg/°C)
- Capacità termica farine (2.3 Kilojoules/Kg/°C)

(1) Acqua (°C) + (2) Farine prima (°C) = (3) Acqua (L) + (4) Farine dopo (°C)

(1) (12 Kg) (4.2 KJ/Kg/°C) (X°C) + (2) (4 Kg) (2.3 KJ/Kg/°C) (29°C) =
(3) (12 Kg) (4.2 KJ/Kg/°C) (64°C) + (4) (4 Kg) (2.3 KJ/Kg/°C) (64°C)

X= 70.4°C

Soste di ammostamento:

- Impasto (“Doughing in”)
- Sosta “acida”
- Sosta di peptonizzazione
- Sosta di saccharificazione

Impasto (“Doughing In”):

- Lo scopo è quello di ottenere le condizioni ideali per la solubilizzazione degli enzimi presenti nello strato aleuronico del seme.
- Si evita inoltre che la farina più fine tenda ad impaccarsi grazie ad una regolare idratazione.
- Ha una durata di 15 - 30 min e può risultare utile solo nel caso di malti scuri, poco modificati e enzimaticamente deboli.

Sosta “acida”:

- Lo scopo è quello di abbassare l’iniziale pH del mosto quando si impiegano acque molto dolci che non provocano una significativa precipitazione dei fosfati di calcio con diminuzione del pH
- L’enzima coinvolto è la fitasi (30-52°C) che degrada la fitina, sale insolubile in cui gran parte dei fosfati del malto sono legati all’acido fitico
- Oltre all’abbassamento del pH a queste temperature sono attive anche le β -glucanasi. Viene inoltre liberato il mio-inositolo, vitamina del gruppo B necessaria allo sviluppo del lievito

Sosta di peptonizzazione:

- La degradazione proteica avviene tra 45 e 55°C ma continua più lentamente anche a temperature maggiori ad opera delle peptidasi e proteasi (o proteinasi)
- A 45°C si formano prevalentemente prodotti di degradazione a basso peso molecolare (nutrizione dei lieviti)
- A 55°C si formano prevalentemente prodotti di degradazione ad alto peso molecolare (schiuma, gusto, pienezza della birra, torbidità)

ta di saccharificazione

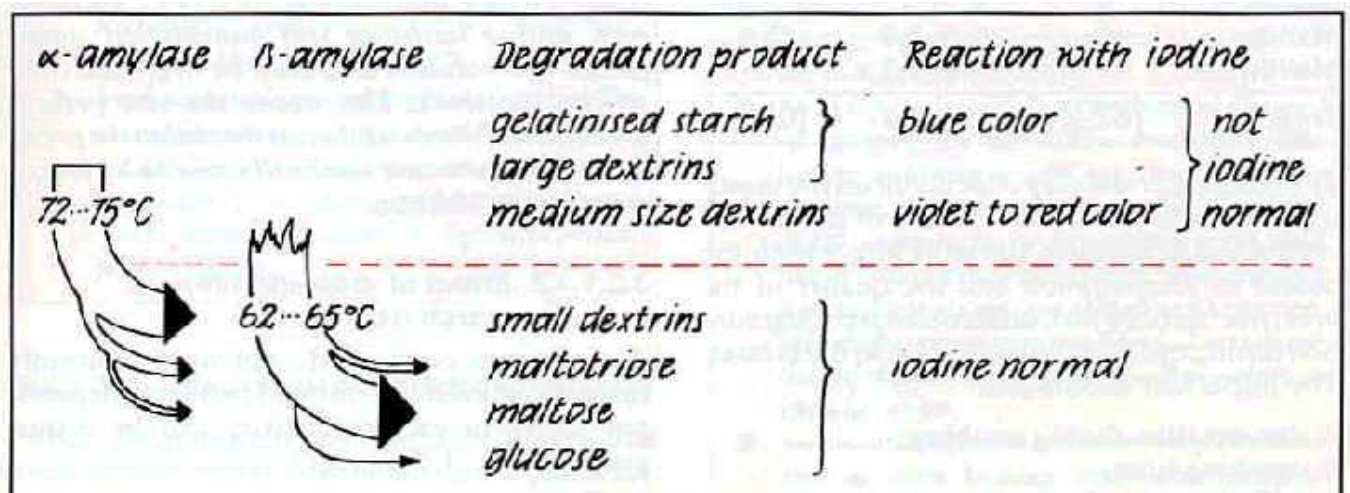
La temperatura

- Lo scopo è la degradazione dell'amido in zuccheri più semplici ad opera delle beta- e alfa-amilasi
- Come noto le beta-amilasi (60-65°C) formano maltosi o mentre le alfa-amilasi (70-75°C) prevalentemente destrine
- 65°C potrebbe essere considerato il valore di temperatura "soglia" tra un enzima e l'altro.
- Variazioni anche di 2-3°C per pochi minuti possono modificare in modo sensibile il rapporto maltosio/destrine

Zuccheri e temperatura (Fix, 1997)

ZUCCHERI (%)	60°C	65°C	70°C
Monosaccaridi	10	9	8
Disaccaridi	61	55	41
Trisaccaridi	9	12	16
Destrine	20	24	35

Degradazione dell'amido e colorazione allo iodio



(Kunze, 1999)

Tempo

- In funzione del pH del mosto, del rapporto acqua/farine e della temperatura, il tempo richiesto per completare il mashing può andare da 30 a 90 min
- Con temperature, concentrazioni e pH più alti viene favorita l'alfa-amilasi e la conversione dell'amido può essere completata in 30 min
- Temperature più basse, mosti più diluiti e pH più bassi tendono a dare mosti con attenuazione limite più elevata (maggiore attività beta-amilasica) ma con tempi di ammostamento più lunghi

pH

- Per le beta-amilasi l'optimum di pH è circa 5.3-5.4 mentre per le alfa-amilasi è di circa 5.6-5.7
- Il pH può essere corretto (abbassato) o trattando l'acqua prima dell'ammostamento o intervenendo direttamente sul mosto.
- La diminuzione del pH può essere ottenuta acidificando (es. con acido lattico, solfato o cloruro di calcio), con sosta "acida", utilizzando del malto acido o malti scuri e colorati che hanno un effetto di acidificazione del mosto

Rapporto acqua/farine

- Un rapporto 4:1 ha un effetto di diluizione sugli enzimi, la conversione dell'amido è rallentata ma il mosto a fine processo è più fermentescibile perché gli enzimi non sono stati inibiti dalle alte concentrazioni di zuccheri
- Un rapporto di 2.5:1 favorisce la proteolisi e una più rapida conversione dell'amido ma i prodotti della degradazione risultanti sono meno fermentescibili.

Infusione e decozione:

Ammostamento per infusione

E' il sistema tradizionale e il più semplice; prevede il riscaldamento a una o più temperature di tutta la miscela acqua/farine senza che venga mai raggiunta l'ebollizione.

Ammostamento per decozione (a "tempere")

Prevede l'innalzamento della temperatura della miscela acqua/farine in seguito al riscaldamento di una parte del mosto (1/3, 1/4) che viene portato ad ebollizione e poi riaggiunto alla miscela da cui era stata prelevata; in tal modo la temperatura complessiva aumenta sino al valore desiderato

Decozione: perché ?

- In origine il sistema di ammostamento per decozione era finalizzato ad ottenere il massimo della resa da malti di scarsa qualità o poco modificati. Oggi queste condizioni non sussistono più e la gran parte dei malti oggi disponibili sul mercato sono di buona qualità e ben modificati
- La decozione ha lo scopo di aumentare la temperatura del mosto ma le sue più importanti funzioni sono legate ai fenomeni che avvengono nelle aliquote portate ad ebollizione

Decozione: pro...

- L'ebollizione provoca una più intensa e completa gelatinizzazione dell'amido. Ciò consente un maggiore degrado enzimatico
- La decozione aumenta l'efficienza del processo di ammostamento con un aumento delle rese estratte
- Succedanei con temperature di gelatinizzazione più elevate possono essere portati ad ebollizione separatamente con una delle tempere
- Durante la cottura vengono prodotte delle melanoidine (effetto positivo sul gusto e aroma)
- Si verifica una coagulazione e precipitazione delle proteine con effetti positivi sulla limpidezza della birra
- Si ottiene una più efficace riduzione del DMS

Decozione: ...e contro

- La decozione è un processo che richiede più tempo, una maggiore organizzazione e un maggiore dispendio energetico
- Quando si raggiunge l'aliquote portata ad ebollizione alla massa del mosto si possono indurre dei fenomeni di tipo ossidativo
- Durante la cottura bisogna fare attenzione per evitare fenomeni di "bruciatura" del mosto
- Il valore di pH va attentamente monitorato ed eventualmente corretto (<5.7) per evitare l'estrazione di tannini dalle scorze del malto

Calcolo del volume di decozione:

- L'aliquote di mosto che viene prelevata e portata in decozione è circa 1/3 o 1/4 del volume totale
- Es. di calcolo: 20 HI di mosto a 50°C devono essere portati a 65°C. Qual è il volume di mosto da portare in decozione?
- $V = (65 - 50) \times 20 / (90 - 50)$
- $V = 15 \times 20 / 40 = 7.5$
- L'aliquote di mosto sarà pari a 7.5 HI