

ALTERAZIONI CHIMICHE DEGLI ALIMENTI

1. Alterazioni a carico dei carboidrati

a) **Idrolisi** - interessa glucosidi, polisaccaridi, oligosaccaridi
- calore e pH favoriscono il processo

- produce variazione di colore e incapacità di formare gel
- i legami α -glucosidici (amido, glicogeno) sono più attaccabili dei β -glucosidici (cellulosa).

b) **Degradazione termica per disidratazione a "secco"**

- si producono furani, isomaltolo, ac. formico, acetico, piruvico, levulinico, acetato d'etile, acetoino

c) **Caramellizzazione** processo spinto di termolisi (scissione delle molecole col calore) favorito da acidi e alcuni sali

- trasposizione di gruppi funzionali nella stessa molecola

- anomerizzazioni: maltosio \rightarrow isomaltolo

- disidratazione dell'anello degli zuccheri \rightarrow composti aromatici ciclici (furano)

- formazione di doppi legami: se coniugati \rightarrow pigmenti

- formazione di nuovi polimeri glucosidici: per condensazione

si ha un imbrunimento e variazioni organolettiche gradite (caramello, birre scure, dolci)

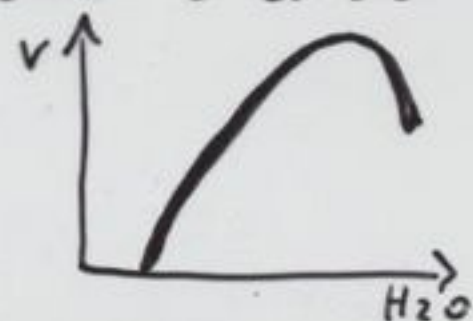
d) **Reazione di Maillard** reazione tra zucchero e gruppo amminico (proteico o non proteico)

- produzione di sostanze di colore bruno (melanoidine) e, odori e sapori particolari e diversi (HMF, reduttone)

- fattori favorevoli: ioni metallici ossidati (Fe^{3+})

- natura degli zuccheri: mono- e disaccaridi

- umidità dell'alimento



e) **Reazione di Strecker** produzione di sostanze aromatiche volatili (pirazine e aldeidi)

- interessa composti bicarbonilici e amminoacidi

f) **Imbrunimento enzimatico** ossidazione dei polifenoli (antociani, leucoantociani, tannini) in presenza di O_2 e catalizzata da enzimi (polifenolossidasi)

- imbrunimento della frutta e del vino.

2. Alterazioni a carico dei lipidi

a) **Idrolisi** gliceridi \rightarrow ac. grassi liberi - sapore di rancido (aumento acidità).

Grassi animali: idrolisi dopo macellazione

Oli vegetali: ac. liberi anche prima della raccolta, aumentano con i trattamenti di estrazione

A t° ambiente avviene grazie a enzimi idrolitici (lipoidrolasi)

Frittura: produce una lipolisi grave:

- peggiori caratteristiche organolettiche
- ac. grassi più soggetti ad ossidazioni
- abbassamento del punto di fumo

Applicazioni: - formaggi piccanti.
- yogurt.

b) **Autossidazione** ossidazione con formazione di composti disgustosi (rancidità) a carico di ^{ac.}grassi insaturi e polinsaturi. Avviene in 3 fasi

1) **inizio**: formazione di radicali liberi $CH_3-CH_2^\bullet$

richiede l'azione di O_2 , luce, pigmenti, ioni metallici pesanti

2) **propagazione**: radicali attaccano i grassi con formazione di nuovi radicali.

3) **terminazione** formazione di prodotti di degradazione: aldeidi, chetoni, esteri, acidi, alcoli, prod. ciclici di condensaz.

a catena corta e volatili → odore sgradevole

Fattori che influenzano le ossidazioni:

Composizione dei grassi: polinsaturi > monoinsaturi > saturi
(reagiscono col calore)

Percentuale di ac. grassi liberi reagiscono + velocemente

Esposizione all'ossigeno: vasta superficie di contatto con O_2
(es. emulsioni fini)

Temperatura: se alta favorisce la velocità di ossidazione, se bassa aumenta la solubilità dell'ossigeno nei tessuti e nella fase acquosa delle emulsioni (es. panna, burro)

Sostanze attivanti: catalizzatori: metalli di transizione (Fe, Ni, Co, ecc.); pigmenti (clorofilla, mioglobina); luce

Attività dell'acqua: la velocità d'ossidazione è inversamente proporzionale al contenuto di H_2O . Ad alta t° invece è direttamente proporzionale.

Ossidazioni di natura enzimatica

Lipo ossigenasi nei tessuti vegetali e animali. Possono iniziare negli organismi ancora in vita. Caratterizzano i caratteri organolettici degli alimenti contenenti grassi

3. Alterazioni a carico delle proteine

Poco rilevanti su l'aspetto nutrizionale e organolettico

Effetto della temperatura: azioni favorevoli: distruzione di tossine ed inattivazione di enzimi dannosi. Le $t^\circ > 100^\circ C$ producono modificazioni profonde ed irreversibili.

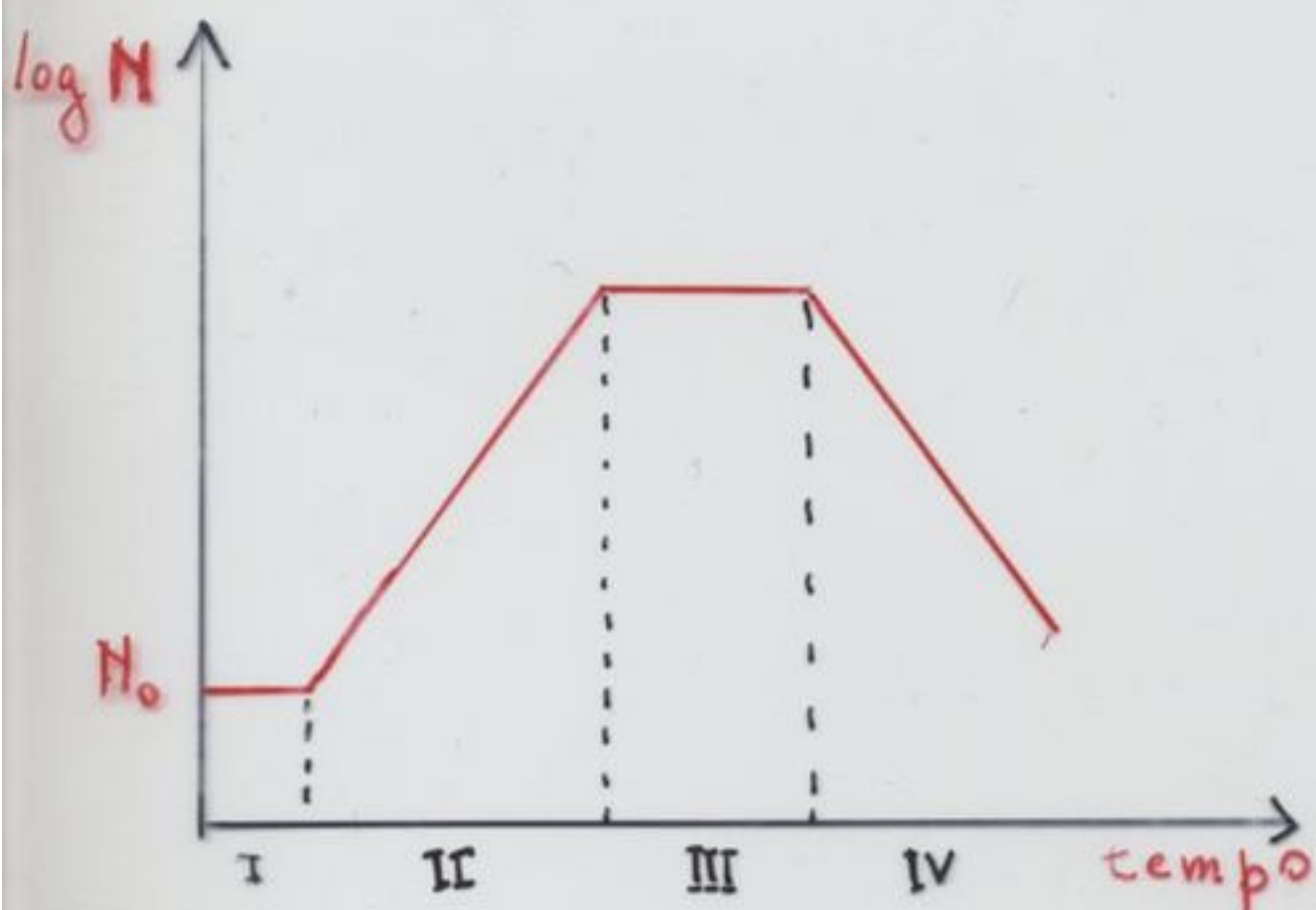
Raffreddamento rallenta i processi d'alterazione enzimatica

Scongelamento accelera " " " "

Aminoacidi: reazione di Maillard con i carboidrati, desolforazioni, deaminazioni, isomerizzazioni con perdita del valore nutrizionale.

ALTERAZIONI DI NATURA MICROBICA

Crescita dei microrganismi negli alimenti



Tratto I fase lag (ing. "sosta") adattamento all'ambiente di coltura, n° costante

Tratto II fase log crescita esponenziale intervallo tra due generazioni: $\frac{1}{4} h \rightarrow$ poche h. Durata max d. fase: 48 h.

Termina per cessata disponibilità di nutrienti, cambio del pH ecc.

Tratto III fase stazionaria crescita zero. Nuove cellule hanno composizione diversa e dimensioni minori, maggiore resistenza a fattori ambientali avversi (calore, freddo, radiazioni). I microrganismi sporigeni producono spore.

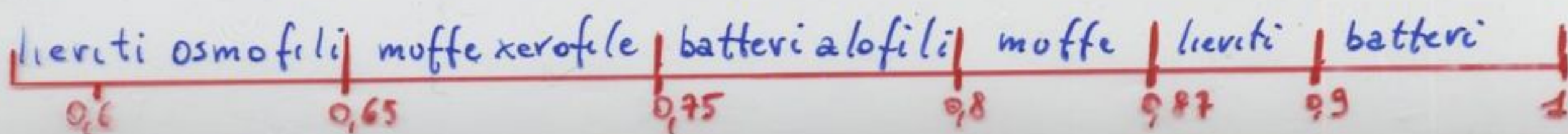
Tratto IV fase di morte n° delle morti $>$ n° individui generati

Fattori di sviluppo

attività dell' H_2O misura della quantità di H_2O libera presente nell'alimento, in rapporto al peso totale dell'alimento stesso (a_w)

Varia da 0 a 1. Per i microrganismi il valore max è tra 0,9 e 1, quello min. 0,6 (H_2O tutta legata), possono sopravvivere anche a valori inferiori (batteri liofilizzati). A $t^{\circ} < 0$ H_2O è ghiacciata per cui $A_w = 0$

classificazione: **osmofili** vivono in condizioni di elevata concentrazione di soluto nell'alimento (confettura, miele); possiedono un meccanismo di regolazione della π intracellulare o pareti cellulari resistenti. **Allofili** si sviluppano bene con alte concentrazioni saline ($NaCl$) **Xerofili** si moltiplicano in condizioni di disidratazione ($a_w = 0,65$)



Influenza del pH Batteri optimum ≈ 7 (neutro) min 4
(eccezioni \rightarrow 3,3 batteri lattici nel vino; \rightarrow 0-1 batteri acetici)

Lieviti e Muffe preferiscono valori piú bassi (acidità)

Influenza dell'Ossigeno m. anaerobi facoltativi utilizzano l'ossigeno quando è presente, ma vivono anche in sua assenza;

m. anaerobi obbligati non tollerano l'ossigeno;

m. anaerobi aerotolleranti tollerano l'ossigeno

aerobi vivono solo in presenza di ossigeno (max 20%)

Temperatura non esiste limite inferiore

Termofili opt. $\approx 50-60^\circ\text{C}$ max 110°C max 75°C x riproduzione

Mesofili opt. $\approx 20-45^\circ\text{C}$

Psicrofili opt. $\approx 0-15^\circ\text{C}$ min -10°C (non congelato)

Microorganismi patogeni

1. microbi si moltiplicano nell'organismo ospite \rightarrow infezione

2. microbi rilasciano sostanze dannose (tossine) \rightarrow intossicazione

Patogeni termoresistenti

m. termofili

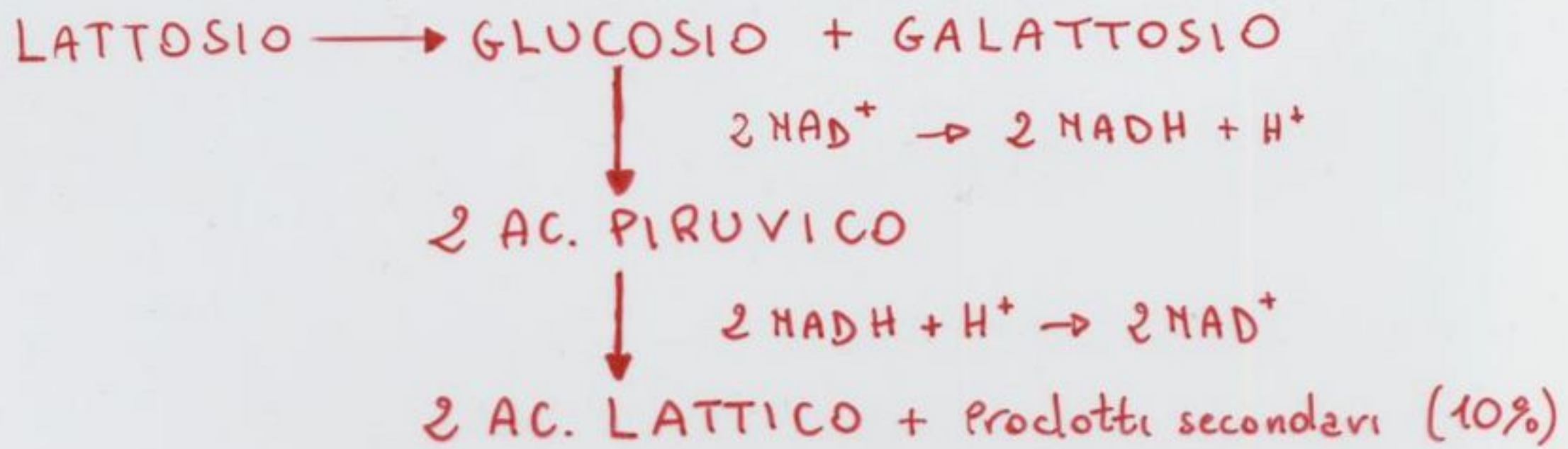
spore Clostridi (C. perfringens - C. botulinum)

tossine C. botulinum, Staphylococcus aureus, Salmonella

typhimurium, Escherichia coli

FERMENTAZIONE LATTICA

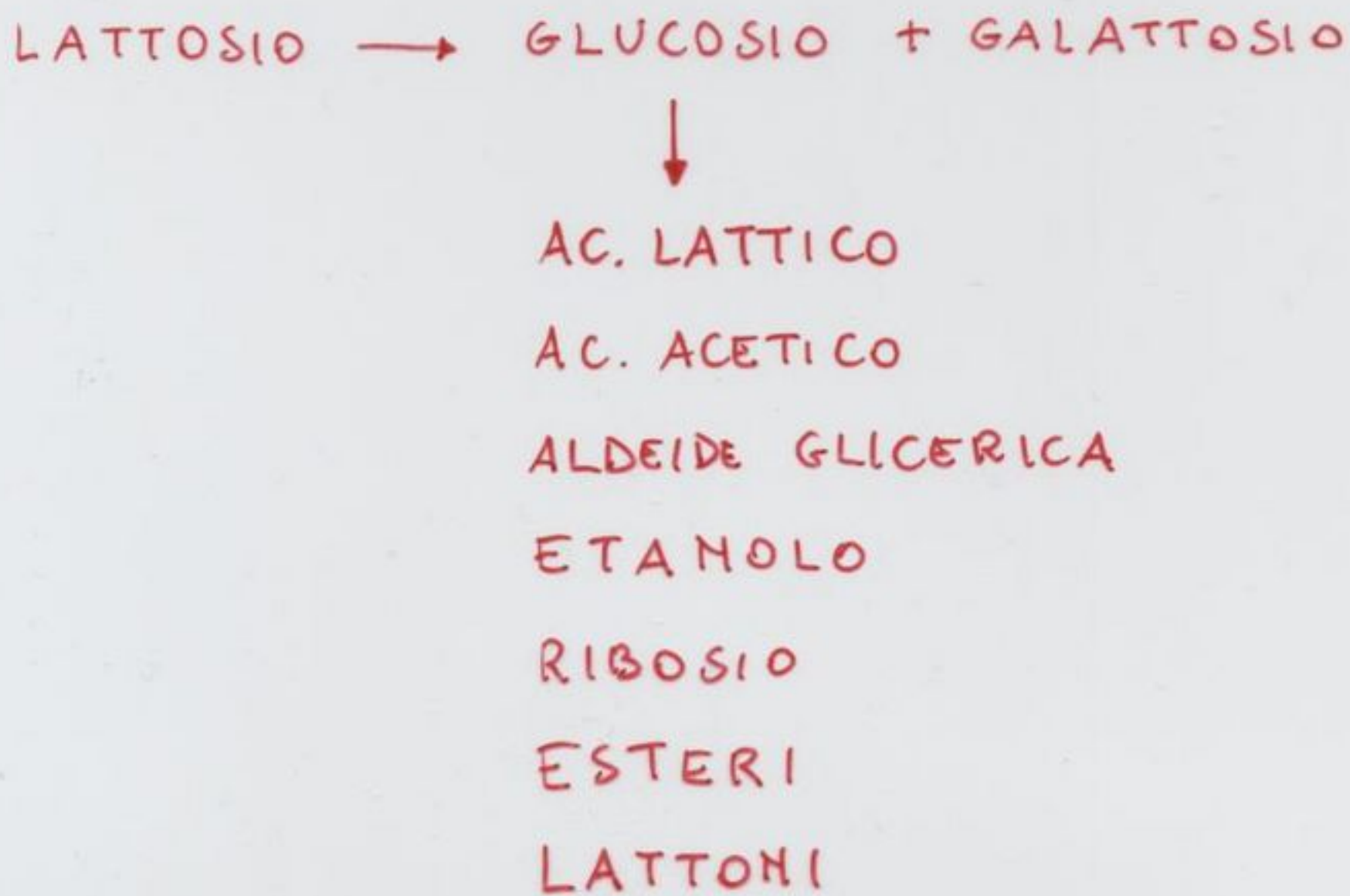
1) OMOLATTICA : prodotto \approx solo ac. lattico (90%)



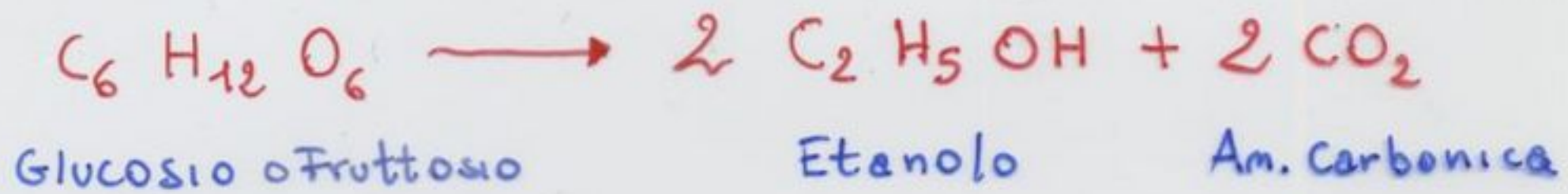
BATTERI OMOLATTICI: *Lactobacillus bulgaricus* (opt. 37°C)
 " *delbrueckii* (opt. 45°C)

PRODUZIONE AC. LATTICO resa < 85% a partire da
 melassa, Amido; controllo pH con NaOH \approx 5,5-6,0

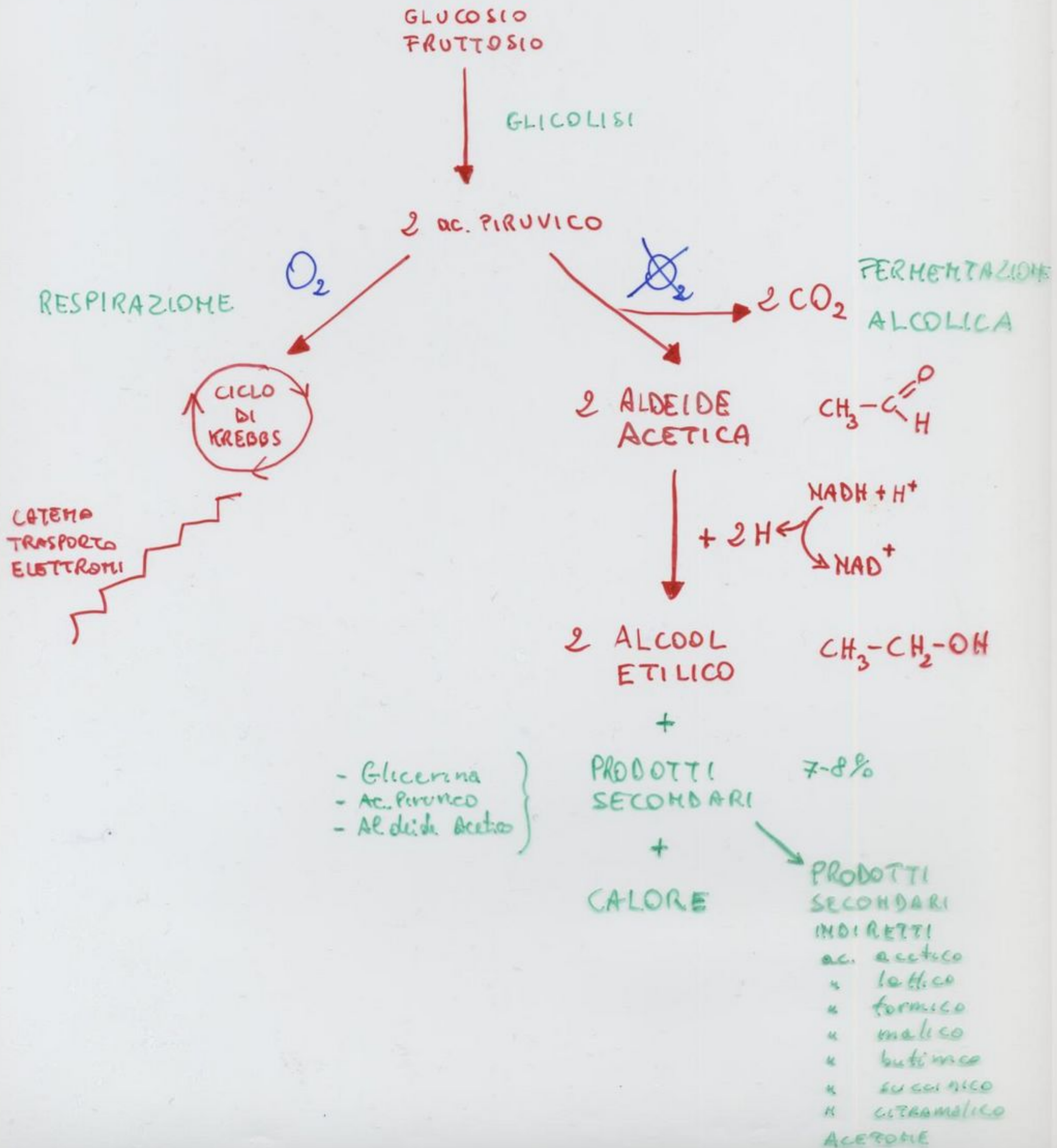
2) ETEROLATTICA



FERMENTAZIONE ALCOLICA

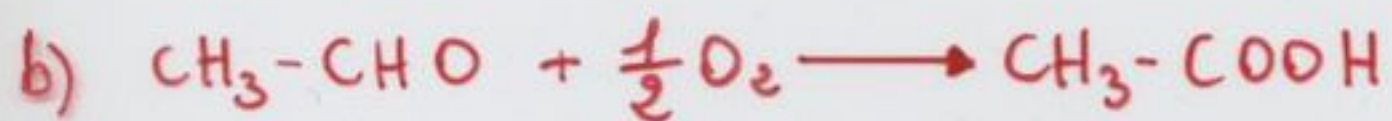
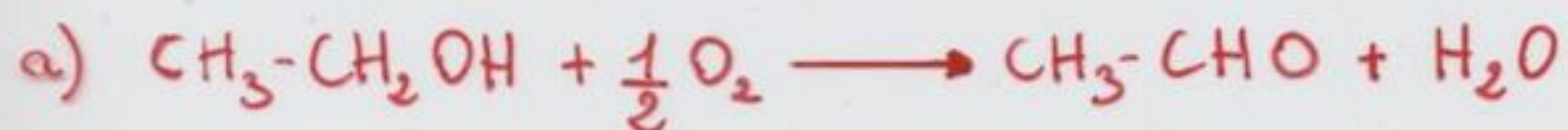
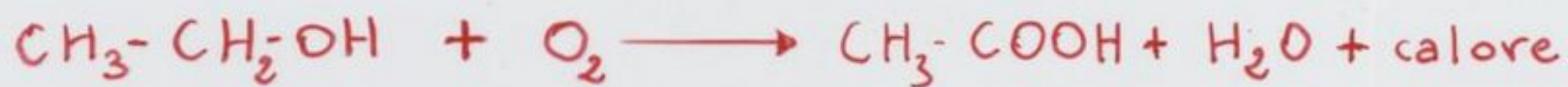


AGENTI : *Saccharomyces* spp. (*cerevisiae*, *oviformis*, *rosei* ...)
 Lieviti (m.o. anaerobi facoltativi)



FERMENTAZIONE ACETICA

Ossidazione dell'etanolo in acido acetico



AGENTI : BATTERI { Acetobacter oxidans
AEROBI { " pasteurianum
(opt 30°C) { Gluconobacter oxidans

Prodotti secondari : ACETATO D'ETILE
ACETATO D'ISOPENTILE
FORMIATO D'ETILE
ETERI

RESA : - TEORICA : 1g Etanolo \rightarrow 1,3 g Ac. acetico
- PRATICA : " \rightarrow < 0,8 g "

OSSIGENO : 695g ogni 100g Etanolo (235 l aria)

TEMPERATURA : 25°-30°C

> 35°C \rightarrow ossidazione $\text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

PRODUZIONE ACETO da VINO 40g/l ac. acetico

PRODUZIONE INDUSTRIALE AC. ACETICO resa = 90%