



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea
Scienze Biologiche

Strategie di miglioramento dei lieviti enologici: dall'evoluzione adattativa
alle nuove tecnologie

Strategies for the Improvement of Wine Yeasts: From Adaptive Laboratory Evolution
to Modern Technologies

Tesi di Laurea di:
di:

Francesco Fiorini

Docente Referente
Chiar.mo Prof.

Maurizio Ciani

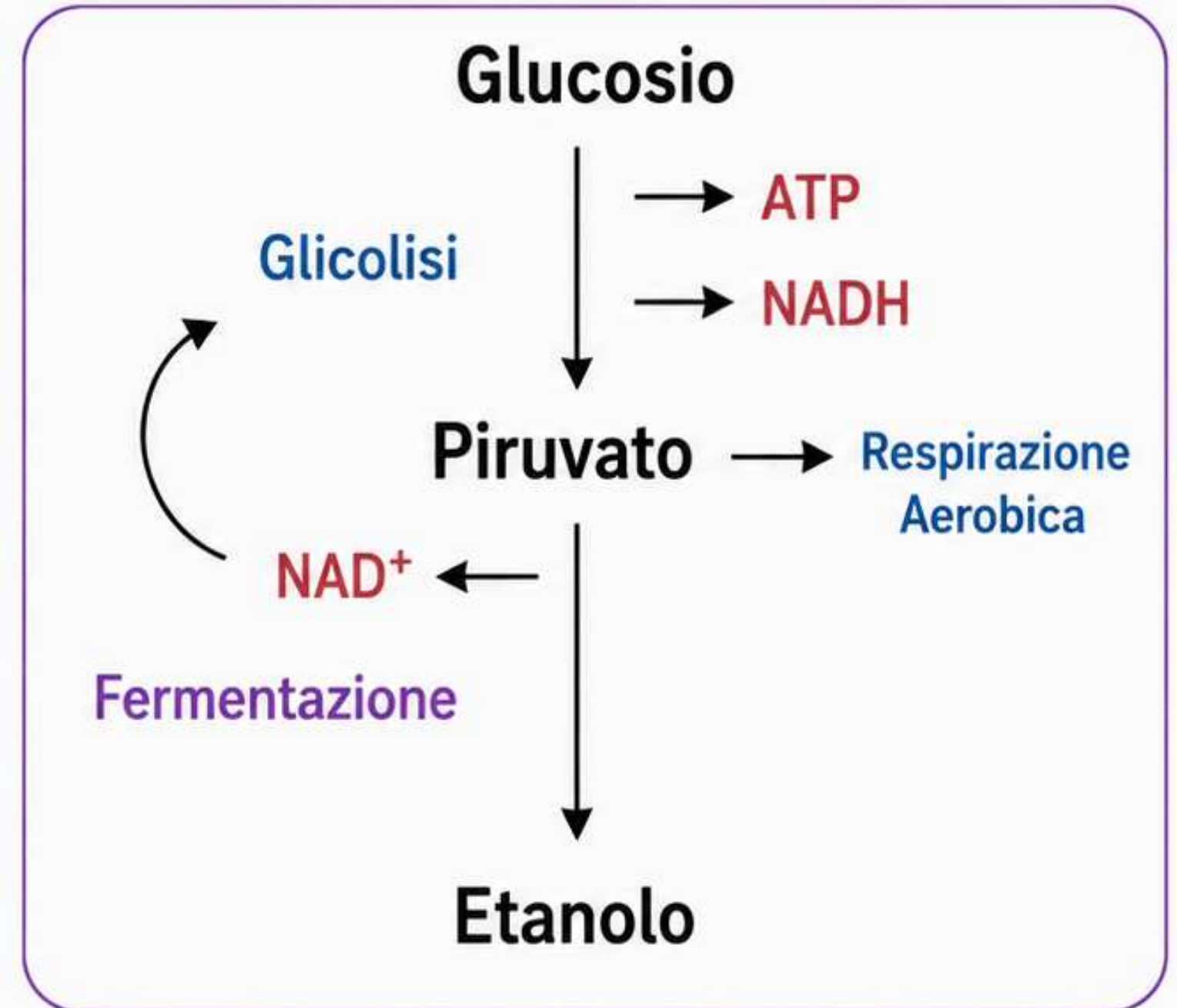
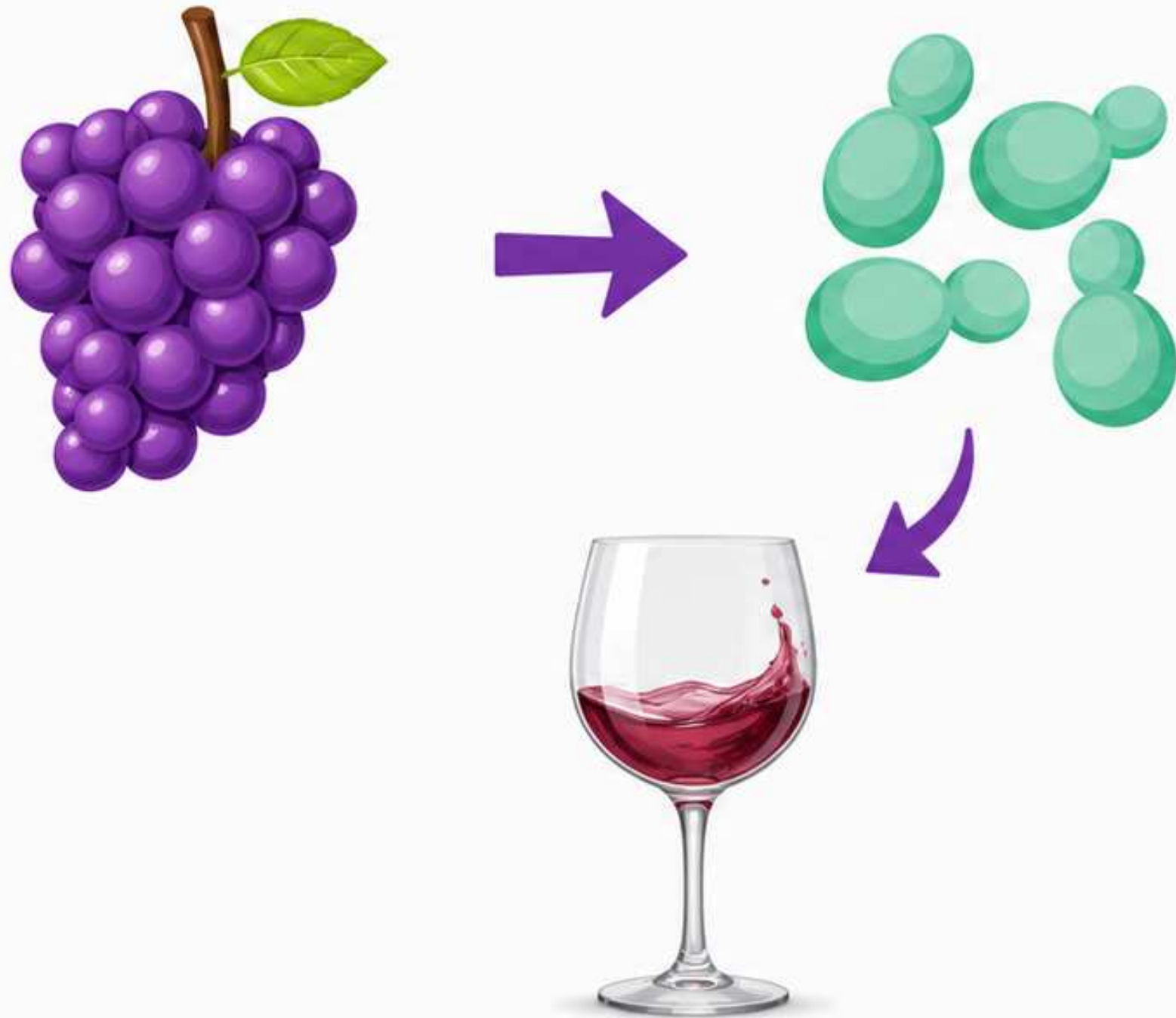
Sessione Luglio

Anno Accademico 2025-2025

LA FERMENTAZIONE ALCOLICA



Saccharomyces cerevisiae



I PRODOTTI DELLA FERMENTAZIONE ALCOLICA



ESTERI



ALCOLI SUPERIORI



COMPOSTI CARBONILICI



ACIDI ORGANICI VOLATILI



GLICEROLO



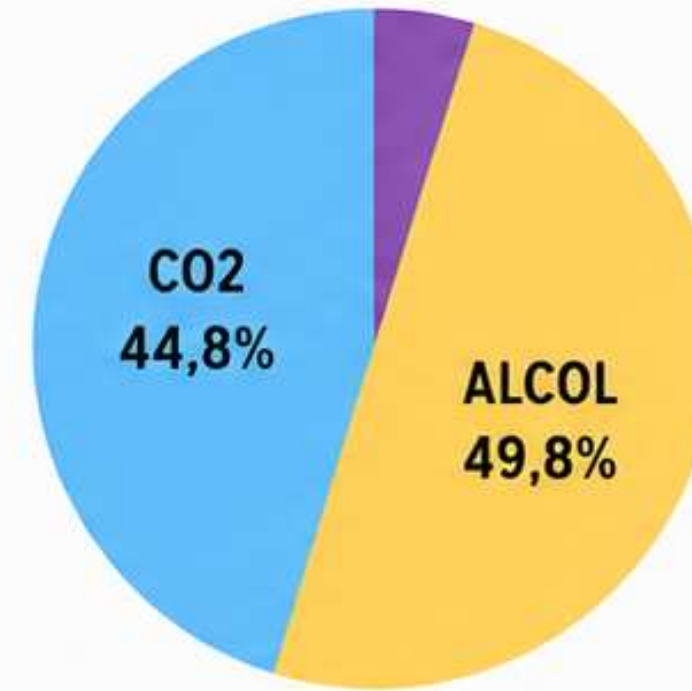
COMPOSTI SOLFORATI VOLATILI



**DETERMINANO LE CARATTERISTICHE
ORGANOLETTICHE E DEGUSTATIVE
DEL VINO E DIPENDONO DA:**



COMPOSIZIONE MEDIA DEI PRODOTTI



ALTRE SOSTANZE
5,5%



ALCOL
49,8%



CO2
44,8%

I PARAMETRI CHE DIPENDONO DA:



TEMPERATURA



ZUCCHERI



NUTRIENTI



CEPPO DI LIEVITO



STRESS DA ETANOLO

INNALZAMENTO DELLE TEMPERATURE E PROBLEMATICHE SCIENTIFICHE

CONDIZIONE IDEALE (CLIMA TEMPERATO)

✓ EQUILIBRIO TRA LE MATURAZIONI



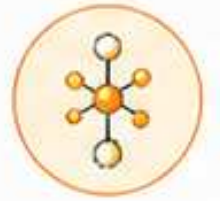
MATURAZIONE FENOLICA

Composti fenolici maturi, colore, struttura ed equilibrio



MATURAZIONE TECNOLOGICA

Zuccheri adeguati, acidità e nutrienti in equilibrio



MATURAZIONE AROMATICA

Aromi terpenici, complessità e identità



RISULTATO NEL VINO

VINI EQUILIBRATI, FRESCHI, COMPLESSI, ARMONICI

FINESTRA DI RACCOLTA AMPIA



CONDIZIONE ALTERATA (INNALZAMENTO DELLE TEMPERATURE)



SQUILIBRIO TRA LE MATURAZIONI



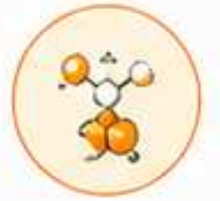
MATURAZIONE FENOLICA

↓ Sintesi e resa compresse, tannini verdi, diminuzione del colore e della stabilità



MATURAZIONE TECNOLOGICA

↑ Maggior accumulo di zuccheri con pH elevato



MATURAZIONE AROMATICA

↑ Prevalenza aromi neutri "cotti", perdita di identità varietale



RISULTATO NEL VINO

VINI SBILANCIATI, ALCOLICI, POCO FRESCHI, CON AROMI TROPPO MATURI

FINESTRA DI RACCOLTA RISTRETTA



AUMENTO TEMPERATURE ↓



MAGGIORE ACCUMULO ZUCCHERI



AUMENTO ETANOLO NEL VINO



STRESS PER I LIEVITI



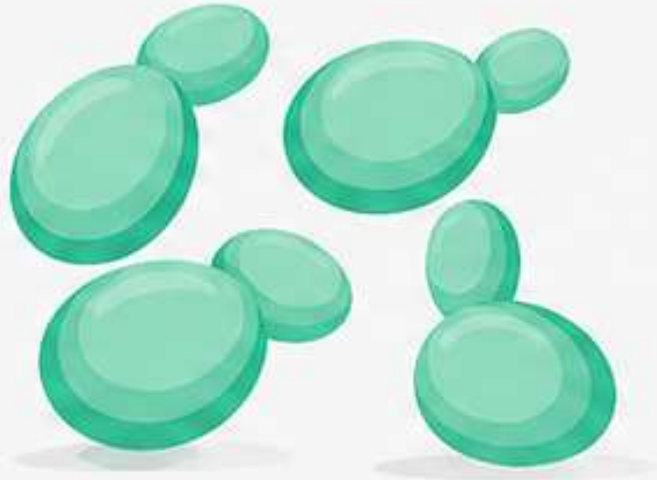
RALLENTAMENTO / ARRESTO FERMENTATIVO



NECESSITÀ DI CEPPI PIÙ TOLLERANTI

OBIETTIVI DELLO STUDIO

Novo M., Gonzalez R., Bertran E., Martínez M., Yuste M., Morales P., Improved fermentation kinetics by wine yeast strains evolved under ethanol stress, *Food Microbiology*, 42, 2014, pp. 92–101.



1. SELEZIONARE CEPPI DI *S. CEREVISIAE* **PIÙ TOLLERANTI ALL'ETANOLO**



2. MIGLIORARE LE **CINETICHE FERMENTATIVE** IN CONDIZIONI DI STRESS



3. OTTENERE FERMENTAZIONI **PIÙ EFFICIENTI E COMPLETE**



4. VALUTARE L'**ADATTAMENTO EVOLUTIVO** DEI LIEVITI TRAMITE ALE



5. STUDIARE L'IMPATTO DELLO STRESS ETANOLICO SULLE **PERFORMANCE ENOLOGICHE**

MATERIALI E METODI

Crescita in coltura continua

Evoluzione adattativa sotto stress da etanolo

CEPPI IN STUDIO



L76

(*Saccharomyces cerevisiae*)

Isolato da uve
Parellada

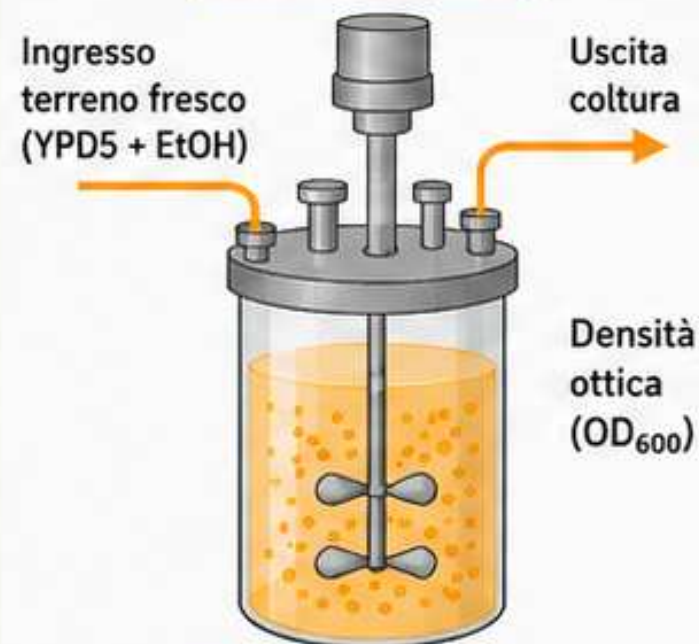


L78

(*Saccharomyces cerevisiae*)

Isolato da uve
Cabernet Sauvignon

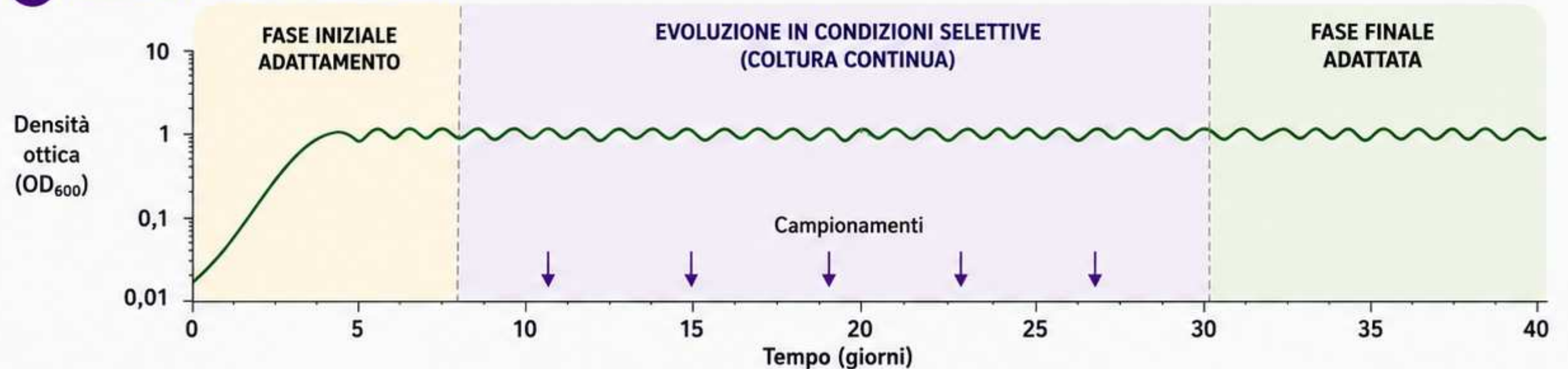
BIOREATTORE



Temperatura: 28 °C

Aerazione e agitazione costanti

1 ANDAMENTO DELLA CULTURA



2 CONCENTRAZIONE DI ETANOLO



3 SCHEMA SPERIMENTALE

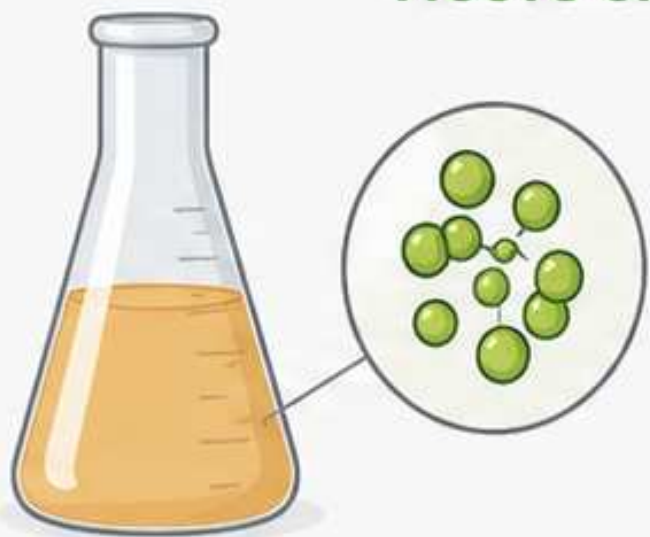


ANALISI DELLE CINETICHE FERMENTATIVE

1

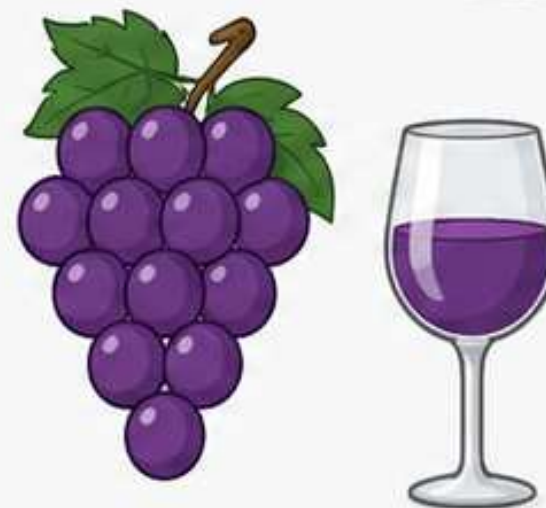
CAMPIONI / CONDIZIONI

MOSTO SINTETICO



- Composizione definita
- Condizioni controllate
- Confronto tra ceppi

MOSTO NATURALE



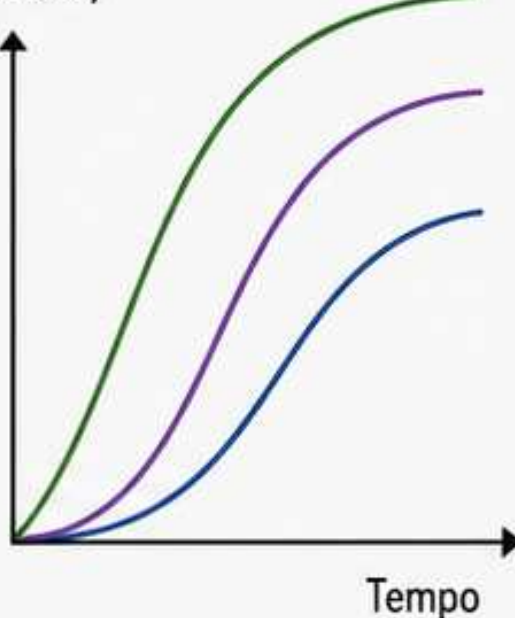
- Condizioni di vinificazione reali
- Valutazione delle prestazioni
- Impatto sulla qualità del vino

2

ANALISI SVOLTE

2.1 MONITORAGGIO FERMENTAZIONE

CO₂
(emessa)



- Curva di CO₂
- Velocità fermentativa
- Completezza fermentativa

2.2 ANALISI METABOLICHE (HPLC)



- Zuccheri (glucosio, fruttosio)
- Etanolo
- Acido acetico

- ↓ Consumo zuccheri
- ↓ Efficienza fermentativa
- ↑ Stress metabolico

2.3 ANALISI COMPOSTI VOLATILI (GC)



- Esteri
- Alcoli superiori
- Altri composti aromatici



Qualità aromatica

RISULTATI DELL'ESPERIMENTO: PERFORMANCE FERMENTATIVE

1 MOSTO DI CHARDONNAY

- **14%** → NESSUNA DIFFERENZA ✓
 - **15%** → L76M2, L76M4 MIGLIORI ✓
- ↓ ZUCCHERI RESIDUI

2 MOSTO DI GRENACHE

- ↑ AZOTO → ↑ VELOCITÀ FERMENTATIVA ✓
- L76M2, L76M4 MIGLIORI ✓

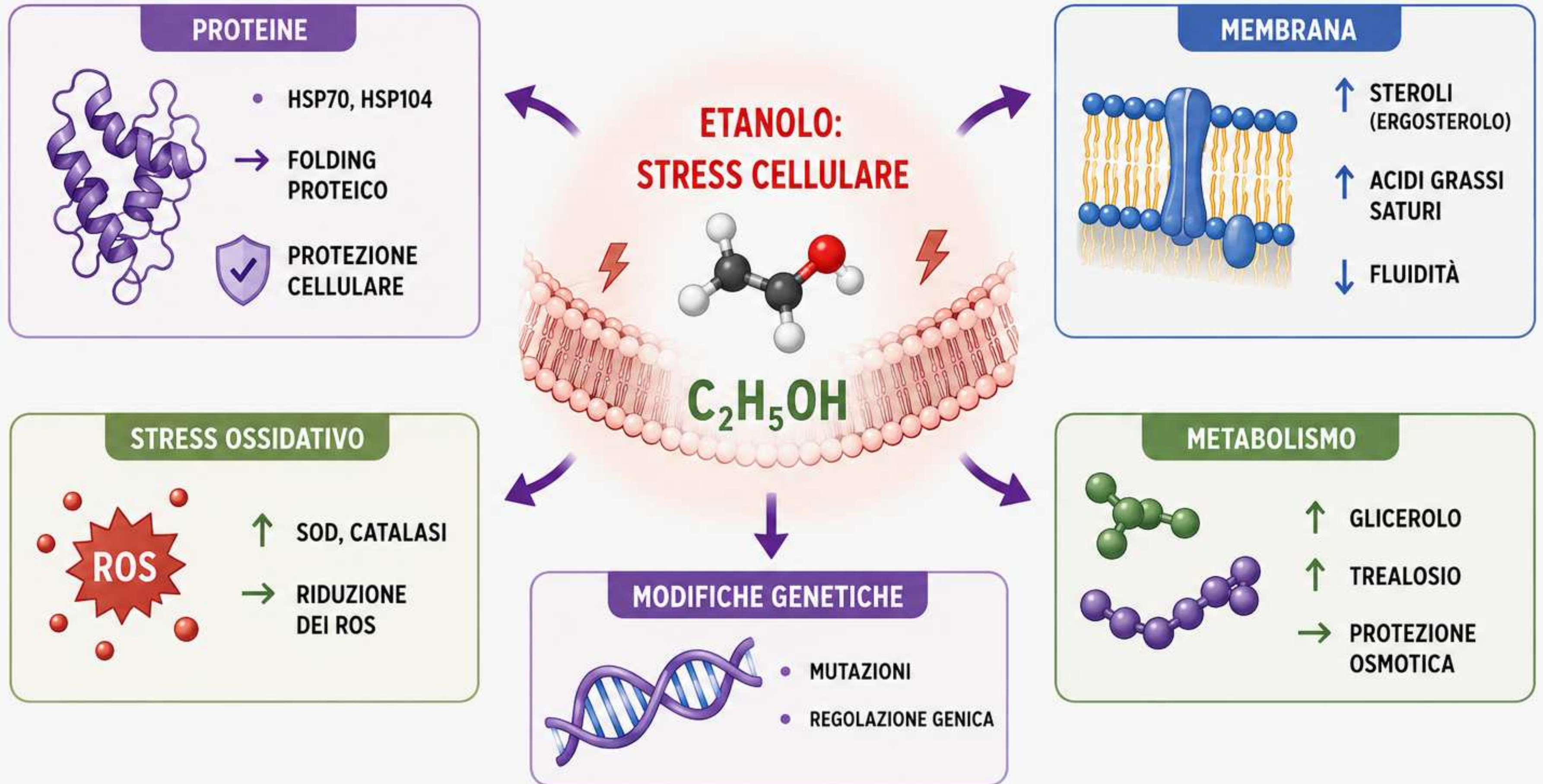


TRADE-OFF METABOLICO

-  • ↑ GLICEROLO ✓
-  • ↑ ACIDO ACETICO ⚠
-  • ↓ ESTERI / ↑ ALCOLI SUPERIORI



MECCANISMI BIOLOGICI E MOLECOLARI

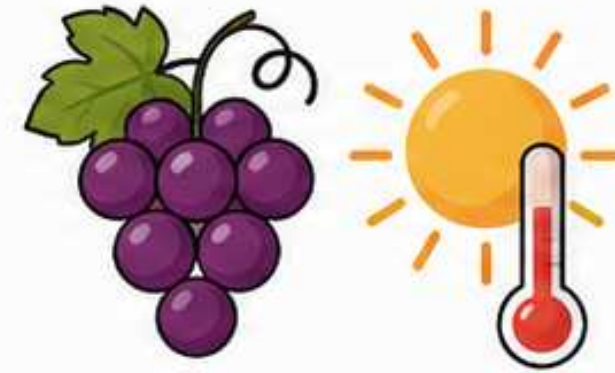


IMPLICAZIONI PER L'INDUSTRIA ENOLOGICA

1. FERMENTAZIONI PIÙ AFFIDABILI



2. MIGLIORE GESTIONE DEI MOSTI DIFFICILI



3. MAGGIORE CONTROLLO DEL PROCESSO



4. MIGLIORE QUALITÀ FINALE DEL VINO



STRATEGIE MODERNE PER IL MIGLIORAMENTO DEI LIEVITI ENOLOGICI



EVOLUZIONE ADATTATIVA (ALE)



BREEDING E IBRIDAZIONE TRA CEPPI



GENOME EDITING (CRISPR-CAS9)



TECNOLOGIE OMICHE

(GENOMICA, TRASCRITTOMICA, METABOLOMICA)



FERMENTAZIONI MISTE

(SACCHAROMYCES / NON-SACCHAROMYCES)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

FRANCESCO FIORINI

