

## SYLLABUS DEL CORSO

### Fermentazioni e Bioprocessi Microbici

2425-3-E0201Q060

---

#### Obiettivi

##### Obiettivi di apprendimento

Dal punto di vista dell'**apprendimento**, gli obiettivi sono:

- Apprendimento delle diverse tecniche e tecnologie di processo nel campo dei processi fermentativi, dando ampio risalto alle condizioni necessarie per lo sviluppo di un processo che possa essere realizzato su scala industriale.
- Apprendimento delle modalità di analisi quantitativa di un processo fermentativo
- Apprendimento delle modalità di design di processo che devono mettere in correlazione le caratteristiche fisiologiche e metaboliche dei microorganismi e i requisiti di un processo fermentativo industriale.

##### **Applicazione delle conoscenze acquisite**

- Lo studente sarà in grado di caratterizzare un processo fermentativo dal punto di vista quantitativo e sarà in grado di definire quali sono i dati necessari che consentono un'adeguata e completa valutazione di un processo
- Lo studente saprà abbozzare il design di un processo fermentativo basandosi sulle caratteristiche fisiologiche e metaboliche dei microorganismi e sui requisiti di un processo di fermentazione industriale.
- Lo studente sarà in grado di analizzare, applicare e integrare le conoscenze acquisite con quanto verrà appreso in insegnamenti correlati alla produzione di prodotti dell'industria biotecnologica.

#### Contenuti sintetici

L'insegnamento approfondirà i seguenti argomenti:

- Requisiti fondamentali per l'implementazione di un processo fermentativo su scala industriale

- Elementi cruciali per la pianificazione di un processo di produzione
- Elementi di bioreattoristica e schemi di bioreattori per processi biologici
- Elementi e modalità di controllo dei bioreattori
- Cinetiche di crescita e produzione microbica
- Diverse modalità di fermentazione (Es: Batch, Colture continue e Fed-Batch)
- Analisi quantitativa dei processi: produttività, rese e bilanci di massa
- Casi-Studio: esempi di processi fermentativi industriali (inclusi casi di *problem solving*)

## Programma esteso

- Requisiti fondamentali per l'implementazione di un processo fermentativo su scala industriale  
Terreni di produzione, modalità di fermentazione, trattamento degli scarti di processo, produttività di processo
- Elementi cruciali per la pianificazione di un processo di produzione  
Definizione dei "tempi morti" di un processo produttivo e loro considerazione nella fase di pianificazione di processo
- Elementi di bioreattoristica e schemi di bioreattori per processi biologici  
Tipi di bioreattore: bubble column, air lift, stirred tank.  
Approfondimento su stirred tank: diversi tipi di agitatori (stirrer); oxygen transfer rate (OTR);
- Elementi e modalità di controllo dei bioreattori  
Definizione dei parametri misurati, determinati e calcolati  
Sonde per il monitoraggio del processo  
Metodi e modalità di controllo di processo
- Cinetiche di crescita e produzione microbica  
Definizione ed analisi quantitativa di fase lag, fase esponenziale e fase stazionaria  
Velocità di crescita specifica  
Legge di Monod e relazione con il processo di fermentazione
- Diverse modalità di fermentazione (Es: Batch, Colture continue e Fed-Batch)  
Definizione delle diverse modalità di fermentazione  
Analisi delle differenze tra le diverse modalità di fermentazione  
Applicazione delle diverse modalità di fermentazione
- Analisi quantitativa dei processi: produttività, rese e bilanci di massa  
I diversi tipi di processo (batch, coltura continua, fed-batch) vengono caratterizzati quantitativamente attraverso:
  - Calcolo delle produttività
  - Calcolo delle rese
  - Bilanci di massa (incl. bilancio di massa con grado di riduzione)
- Casi-Studio: esempi di processi fermentativi industriali (inclusi casi di *problem solving*)  
Alcuni casi studio che mettono in risalto la correlazione tra le caratteristiche fisiologiche/metaboliche di un microorganismo e le caratteristiche di processo verranno presentati (es: produzione di acido citrico, produzione di lisina)

## Prerequisiti

- Prerequisiti: conoscenze di base della biochimica e della microbiologia industriale
- Propedeuticità specifiche: Microbiologia Industriale.
- Propedeuticità generali: lo studente può sostenere gli esami del terzo anno dopo aver superato tutti gli

esami del primo anno di corso.

## Modalità didattica

Le attività didattiche saranno sotto forma di **lezioni frontali** in presenza , per un totale di **56 ore** (28 lezioni da 2 ore ciascuna).

L'insegnamento adotterà diverse modalità didattiche:

- da 42 a 44 ore si svolgeranno in modalità erogativa (didattica erogativa, DE) focalizzata sulla presentazione-illustrazione di contenuti, concetti, principi scientifici.
- 10 ore di esercitazioni che si svolgeranno in modalità interattiva (didattica Interattiva, DI) in presenza e in cui gli studenti potranno lavorare in gruppo o singolarmente.
- da 6 a 8 ore di lezione che si svolgeranno in co-presenza del docente responsabile e di docenti esterni (attivi in Accademia o in realtà industriali) che svolgeranno lezioni tematiche su argomenti specifici inerenti ai contenuti dell'insegnamento.

L'insegnamento è tenuto in lingua italiana e il materiale di supporto alle lezioni (diapositive e materiale di riferimento e approfondimento) sarà prevalentemente in lingua inglese.

Le lezioni sono videoregistrate (asincrone) e rese disponibile dal docente sulla pagina e-learning dell'insegnamento.

## Materiale didattico

L'insegnamento sarà svolto con l'ausilio dei supporti didattici a disposizione.

Tutto il materiale didattico proiettato viene messo a disposizione degli studenti sulla piattaforma e-learning dell'insegnamento.

Alcuni testi di riferimento sono:

### 1. Biochemical Engineering

A Textbook for Engineers, Chemists and Biologists

Second, Completely Revised and Enlarged Edition

2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.

KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Print ISBN: 978-3-527-33804-7; ePDF ISBN: 978-3-527-68499-1; ePub ISBN: 978-3-527-68501-1

### 2. Bioreaction Engineering

Principles

John Villadsen, Jens Nielsen, Gunnar Lidèn

Third Edition

Springer New York Dordrecht Heidelberg London

ISBN 978-1-4419-9687-9 e-ISBN 978-1-4419-9688-6

DOI 10.1007/978-1-4419-9688-6

### 3. Practical fermentation Technology

Edited by Brian McNeil and Linda M. Harvey

2008 John Wiley & Sons, Ltd.

ISBN: 978-0-470-01434-9

#### **4. Bioprocess Engineering Principles**

Pauline M. Doran  
Academic Press Limited  
ISBN: 0-12-388461-6

#### **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

#### **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

L'apprendimento sarà valutato secondo la modalità: Esame scritto + orale facoltativo.

In particolare, la prova scritta consta di esercizi di calcolo per l'analisi di processi fermentativi e di domande aperte in cui si richiede di esporre alcune delle nozioni esposte e spiegate durante le lezioni.

Solitamente la prova è composta da 2 esercizi e 2 domande aperte

Il punteggio massimo ottenibile da ciascuna risposta è esplicitato sul testo della prova scritta.

Lo studente/la studentessa che ha ottenuto una votazione di almeno 16/30 nella prova scritta, potrà richiedere di sostenere la prova orale.

#### **Orario di ricevimento**

Su appuntamento

#### **Sustainable Development Goals**

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

---