UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Fermentazioni e Bioprocessi Microbici

2627-3-E0201Q060

Obiettivi

Risultati attesi definiti in base ai Descrittori di Dublino (DdD)
Conoscenza e capacità di comprensione
Al termine del corso ci si aspetta che lo studente abbia:

- Appreso quali sono le 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.
- Appreso le modalità di analisi quantitativa di un processo fermentativo
- Appreso le basi della progettazione di un processo di fermentazione
- Appreso la correlazione tra le caratteristiche fisiologiche e metaboliche dei microorganismi e i requisiti di un processo fermentativo industriale.

Capacità di applicare le conoscenze
Al termine del corso 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'appropriata e completa valutazione di un processo
- Abbozzare il design di un processo fermentativo basandosi sulle caratteristiche fisiologiche e metaboliche dei microorganismi e sui requisiti di un processo di fermentazione industriale.
- Analizzare, applicare e integrare le conoscenze acquisite con quanto verrà appreso in altri insegnamenti correlati alla produzione di prodotti dell'industria biotecnologica.

Autonomia di giudizio
Al termine del corso ci si aspetta che lo studente sia in grado di:

- valutare i requisiti minimi e principali per la realizzazione di un processo di fermentazione.
- definire quali parametri quantitativi è necessario ricavare dall'analisi di un processo di fermentazione per valutare le prestazioni del processo.

Queste capacità saranno rese possibili grazie all'affiancamento delle lezioni teoriche con esercitazioni pratiche svolte in autonomia e in presenza del docente. Tali esercitazioni sono progettate in modo da favorire un'analisi critica dei risultati e dei modi di applicazione delle nozioni teoriche apprese.

Capacità di comuncazione
Al termine del corso ci si aspetta che lo studente sia in grado di comunicare con proprietà di linguaggio le nozioni apprese e di descrivere in modo rigoroso le caratteristiche di un processo di fermentazione.
Tale capaicità sarà favorita dal docente durante le lezioni teoriche, promuovendo l'intervento degli studenti.

Capacità di apprendimento
Al termine del corso, lo studente sarà in grado di leggere e comprendere in modo appropriato letteratura scientifica in cui si descrivono e analizzano quantitativamente processi di fermentazione microbica.
Tale capacità sarà promossa durante le lezioni teoriche in cui alcuni casi-studio vengono descritti grazie al supporto di letteratura scientifica.

Contenuti sintetici

L'insegnamento approfondirà i seguenti argomenti:

- Requisiti fondamentali per l'implementazione di un processo fermentativo su scala indistriale
- 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 ferementativi 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.
  Approfondimanto 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 ferementativi 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 svogeranno in modalità erogativa (didattica erogativa, DE) focalizzata sulla presentazione-illustrazione di contenuti, concetti, principi scientifici.
- 10 ore di esercitazioni che si svolgereanno 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 svolgereanno 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.

Il testo principale di riferimento è:
Bioprocess Engineering Principles
Pauline M. Doran
Academic Press Limited
ISBN: 0-12-388461-6

Altri testi di riferimento a cui alcune lezioni sono ispirate 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

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