Università degli Studi di Cagliari
Facoltà di Biologia e Farmacia

Corso di Laurea triennale in Biotecnologie Industriali

Bioingegneria Industriale	**CFU**	6
	SSD	ING-IND/34

Docente	Alberto Cincotti
Indirizzo ufficio	Dip. Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materialli (Cagliari)
Tel.	070.6755066
Fax.	0706755057
E-mail	alberto.cincotti@dimcm.unica.it
Orario di ricevimento	Gli studenti possono concordare incontri per telefono o tramite posta elettronica

Obiettivi Formativi del corso

Conoscenze	**L'obiettivo fondamentale è che lo studente acquisisca familiarità con i sistemi di crescita sospesa dei microrganismi e del corrispondente consumo di nutrienti, sia dal punto di vista sperimentale (attraverso la conduzione di specifiche prove in Laboratorio) che teorico (attraverso l'applicazione dei principi primi di conservazione ai dati misurati nelle prove sperimentali). In particolare, lo studente dovrà raggiungere la capacità di comprensione delle specifiche di crescita microbica (medium di crescita, substrato organico limitante, nutrienti principali), delle misure utili a valutare la crescita (torbidità, peso secco della biomassa sospesa, concentrazione dei nutrienti e parametri ambientali quali temperatura, pH e concentrazione dell'ossigeno disciolto), così come delle equazioni matematiche di base utilizzate per lo studio cinetico della crescita microbica e la razionale conduzione di un bioreattore standard.**

Capacità	Lo studente sarà in grado di comprendere le principali problematiche poste sia dalla progettazione che dalla conduzione dei reattori biologici. Inoltre, lo studente sarà in grado di eseguire i calcoli di progettazione più elementari e di presentare i risultati ottenuti in forma grafica accompagnandoli da una breve relazione esplicativa.
Comportamenti	Il corso si propone sia di motivare lo studente a lavorare da solo e sia di promuovere il lavoro di gruppo.
Conoscenze richieste	**E' fortemente consigliato il superamento degli esami dei seguenti corsi: Matematica, Fisica, Chimica Fisica, Chimica generale, Chimica analitica, Chimica organica e Microbiologia generale. Sarebbe conveniente avere una conoscenza minima del software di trattamento dati come Microsoft Excel o Microcalc Origin.**

Programma

PARTE SPERIMENTALE

Elementi di Sicurezza nel laboratorio (normativa vigente in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro; principali fattori di rischio presenti nei laboratori; rischio biologico nei laboratori; classificazione degli agenti biologici; misure di sicurezza nel laboratorio biologico; schede di sicurezza dei prodotti utilizzati nei laboratori). Illustrazione delle principali apparecchiature ausiliarie utilizzate (centrifuga; termostato oscillante; dispositivi di filtrazione; pHmetro; spettrofotometro). Illustrazione delle principali misure e determinazioni analitiche per gli esperimenti con colture microbiche (misure di densità ottica; misure di pH; misure di portata volumetrica; determinazione del peso secco; determinazione enzimatica degli zuccheri). Esecuzione degli esperimenti di laboratorio (preparazione di soluzioni acide, basiche e tampone; preparazione delle attrezzature; preparazione della coltura microbica per l'inoculazione dei bioreattori; esecuzione dell'esperimento) Colture microbiche in beute agitate e reattori perfettamente agitati (batch, CSTR con e senza riciclo) al variare di quantità di substrato organico (Glucosio), tipo di substrato organico (Glucosio, Saccarosio e Vanillico, rispettivamente di facile, intermedia e difficile degradabilità), pH (7 a doppio tampone vs 4 e 9) e agitazione meccanica (Analisi della distribuzione dei tempi di residenza in reattore continuo CSTR e PFR attraverso conduzione prove stimolo-risposta con tracciante).

PARTE TEORICA

Il Sistema Internazionale di Misura: unità di misura di base e derivate; richiami di analisi matematica (equazioni algebriche e differenziali); Il bilancio di materia (con e senza reazione); la definizione di velocità di reazione (stechiometria); bilancio di materia per reattore BATCH e CSTR (reazione 1° e 2° Ordine); risoluzione problema cinetico (analisi differenziale e integrale); risoluzione problema di progetto e verifica per reattore BATCH e CSTR; la cinetica delle reazioni enzimatiche (Michaelis-Menten) e delle inibizioni (competitiva, acompetitiva e non-competitiva); determinazione cinetica enzimatica (Lineweaver-Burk plot); cinetica e stechiometria nella crescita di microrganismi (fasi di crescita, cinetica di Monod, Haldane, Contois e Tessier; determinazione costanti cinetiche).

Il corso, costituito da un modulo teorico ed uno sperimentale, è svolto in 60 ore di lezioni-esercitazioni (48 di modulo di laboratorio sperimentale e 24 di modulo di teoria).
Le 48 ore del modulo sperimentale si articoleranno in 9 Esercitazioni di 4 ore ciascuna: nella prima si parlerà di sicurezza in laboratorio e su come preparare una relazione/report sugli esperimenti da condurre; nella seconda si illustreranno le apparecchiature da utilizzare per le misure da operare durante le prove/esercitazioni condotte durante il corso e il loro principio di funzionamento (materiali e metodi); nella terza esercitazione saranno effettuate prove di crescita microbica su beute agitate al variare della concentrazione di glucosio; nella quarta e quinta esercitazione si seguirà la curva di crescita e relativo consumo di substrato organico in reattore Batch e l'effetto del tipo di substrato organico in beuta agitata; nella sesta esercitazione si studierà l'effetto del pH sulla crescita microbica in beuta e fermentatore Batch; nella settima, ottava e nona esercitazione si studierà l'effetto dell'agitazione meccanica attraverso conduzione di prove stimolo-risposta con tracciante su bioreattore CSTR (con e senza riciclo) e PFR.
Le 24 ore del modulo teorico si articoleranno in 12 Lezioni/esercitazioni di 2 ore ciascuna: circa un terzo sarà dedicato ai richiami di analisi matematica, cinetica chimica, e alla introduzione dei bilanci di materia; un altro terzo sarà dedicato all'analisi teorica della cinetica di reazioni enzimatiche con e senza inibizione e alla determinazione dei relativi parametri aggiustabili (risoluzione problema cinetica enzimatica attraverso confronto con misure sperimentali: regressione lineare); il rimanente terzo sarà dedicato all'analisi teorica della cinetica di crescita microbica con reattori Batch e CSTR (risoluzione problema cinetico attraverso confronto con misure sperimentali: regressione lineare).

Testi consigliati

- G. Genon – Processi biologici industriali – ed. CLUT, Torino, 1993
- Appunti dalle lezioni del corso messe a disposizione dal docente

Modalità di verifica/esame (spuntare le modalità di esame)	
Gli studenti fanno pervenire al docente le relazioni scritte sulle prove di laboratorio sviluppate durante il corso, entro una settimana dallo svolgimento della prova di laboratorio stessa. L'esame finale consiste in un esame orale sugli aspetti teorici affrontati durante il corso. La valutazione finale dello studente tiene conto di diversi aspetti: i) Impegno profuso e capacità di operare in laboratorio (tramite il controllo in itinere), ii) Capacità di descrivere i fenomeni osservati e di rappresentare i dati ottenuti ed in definitiva di illustrare i risultati conseguiti (tramite le relazioni scritte), iii) preparazione teorica relativamente agli argomenti trattati durante il corso (in base al punteggio attribuito a prova orale finale).	
Descrizione	L'esame di profitto del corso di Bioingegneria Industriale si basa sulla valutazione complessiva delle prove in itinere e del'esame orale finale. Potranno accedere all'esame solo gli studenti che non abbiano superato il limite massimo di ore di assenza stabilito dal consiglio del corso di studi.
Modalità iscrizione esame	Lo studente si deve prenotare entro tre giorni prima della data dell'esame orale finale. L'iscrizione può essere effettuata presso il Manager didattico del Corso di laurea di Biotecnologie Industriali (Consorzio UNO a Oristano) oppure direttamente presso il docente, via e-mail. Per poter sostenere l'esame orale, lo studente deve aver consegnato per tempo gli elaborati richiesti dal docente per le attività sperimentali condotte in lab.
Potenziali fattori di rischio per le attività di laboratorio	
Le ore iniziali del corso dedicate alla sicurezza (informazione e formazione finalizzate tra l'altro alla individuazione collettiva delle potenziali fonti di rischio nel laboratorio), la messa a disposizione di materiale sull'argomento, la distribuzione di un foglio con le principali norme di comportamento da seguire durante la permanenza in laboratorio e, infine, l'adozione sia di adeguate misure di sicurezza che di precauzioni standard costituiscono un'importante strumento per sensibilizzare gli studenti ad un comportamento prudente e responsabile che non sottovaluti i pericoli insiti nell'attività che essi svolgono in laboratorio. Inoltre, il fatto che negli esperimenti di crescita microbica si utilizzino colture miste che sono certificate (dalla scheda di sicurezza) come non patogene riduce notevolmente il potenziale rischio biologico.	