

<b>Attività formativa</b>	BIOCATALISI				
<b>CFU</b>	6				
<b>Ore</b>	55				
<b>Tipo</b>	Lezioni frontali (40 h) + esercitazioni in laboratorio (15 h)				
<b>Obiettivo formativo</b>	Al termine del corso lo studente conosce i meccanismi enzimatici, le tecniche di immobilizzazione e le loro applicazioni in reattori a membrana, e gli aspetti stereochimici della biocatalisi; sa inoltre applicare tali competenze alla soluzione di problemi biotecnologici e alla progettazione e sintesi stereoselettive di nuove molecole. In particolare, i) è in grado di scegliere i biocatalizzatori per le suddette sintesi sulla base di economicità, sostenibilità, turnover e convenienza globale del processo, ii) è in grado di individuare eventuali criticità del processo enzimatico e proporre soluzioni, iii) è in grado di valutare la convenienza nella sostituzione di metodi biocatalitici a tecnologie tradizionali sulla base dei principi di riqualificazione dei processi industriali. Tali competenze sono applicabili a settori differenti, che vanno dalla produzione su macroscale di prodotti da biomasse, alla produzione di energia, alla produzione di prodotti per l'industria farmaceutica, alimentare, tessile e infine alla progettazione di strumenti diagnostici.				
<b>TEMATICA</b>			<b>LEZIONI</b>		
<b>Tema</b>	<b>Obiettivo</b>	<b>Ore</b>		<b>Argomenti</b>	<b>Durata (ore)</b>
Introduzione	Lo studente conosce l'organizzazione dell'insegnamento, della verifica e degli argomenti da studiare	2	1	Organizzazione delle lezioni e delle esperienze in laboratorio. Modalità di verifica dell'apprendimento. Introduzione agli argomenti del programma. Breve riassunto delle basi di cinetica e di strutturistica proteica già note.	2
Basi della biocatalisi	Lo studente conosce le basi della biocatalisi, conosce il concetto di selettività enzimatica ed è in grado di individuare quale processo utilizzare per ottenere prodotti enantiopuri	4	2	Basi della biocatalisi. Diversi tipi di selettività: chemoselettività, regioselettività, stereoselettività. Importanza della purezza enantiomerica nell'industria farmaceutica. Risoluzione cinetica di miscele racemiche. Condizioni per spostare l'equilibrio di reazione verso il prodotto voluto	2
			3	Risoluzione cinetica dinamica. Desimmetrizzazione di composti simmetrici prochirali. Generazione di molecole enantiopure a partire da sistemi prochirali	2
Approfondimento di alcune classi di enzimi	Lo studente conosce le informazioni necessarie per poter progettare una reazione biocatalitica, in particolare la natura del sito attivo e le condizioni che favoriscono la reazione catalizzata	8	4	Classificazione degli enzimi. Enzimi idrolitici. Meccanismo di catalisi e natura del sito attivo per esterasi, amidasi e proteasi. Sito attivo e cinetica delle lipasi. Esempio di applicazione industriale: sintesi dell'aspartame catalizzata da proteasi	2
			5	Enzimi che necessitano di cofattori. Transaminasi: meccanismo del piridossal fosfato, reazioni multienzimatiche. Tecniche per spostare l'equilibrio di reazione e ottimizzare la resa del processo. Esempio industriale: ottimizzazione di una transaminasi mutata per sintesi della sitagliptina sviluppato da Codexis.	2
			6	Enzimi coinvolti in reazioni redox: Alcol deidrogenasi/chetoreduktasi. Meccanismo di riduzione del NAD in presenza o in assenza di ione metallico. Riciclo del cofattore, glucosio deidrogenasi	2
7	Enzimi coinvolti in reazioni redox: ossidasi. Sito attivo e meccanismo di catalisi di HRP. Metodi diagnostici colorimetrici che sfruttano HRP	2			
Scelta della biocatalisi come alternativa	Lo studente apprende i principi fondamentali della green chemistry ed è in grado	2	8	Principi di green chemistry e metodi per la quantificazione dell'ecocompatibilità di una reazione. Valutazione della	2

ecocompatibile alla catalisi classica	di progettare sintesi multistep dove reazioni biocatalizzate hanno sostituito reazioni chimiche meno ecocompatibili			riqualificazione di processo tramite l'introduzione di biocatalizzatori: confronto con protocolli di chimica classica. Esempi industriali: sintesi di pregabalina e di atorvastatina. Retrosintesi biocatalitica: combinazione di biocatalisi e catalisi classica.	
Immobilizzazione di enzimi	Lo studente apprende i vantaggi nell'uso di enzimi immobilizzati e impara a scegliere la tecnica e il supporto più adatti allo scopo sintetico	8	9	Immobilizzazione di enzimi, scelta del supporto e della tecnica, immobilizzazione tramite chelazione con metalli, tramite legame covalente a supporto o tramite cross-linking.	2
			10	Immobilizzazione tramite entrapment in gel, liposomi o polimeri	2
			11	Immobilizzazione su nanoparticelle, nanofibre e superfici nanoporose. Entrapment in capsidi virali e cristalli di DNA. Nanolitografia con enzimi e sviluppo di biosensori.	2
			12	Biocatalizzatori immobilizzati in reattori a membrana. Reazioni in solventi non convenzionali. Processi enzimatici a cascata.	2
Reazioni a cascata coimmobilizzazione di enzimi e cofattori	Lo studente conosce le informazioni necessarie per poter progettare una sistema multienzimatico per eseguire reazioni a cascata	6	13	Coimmobilizzazione, effetto channeling, cascate enzimatiche con enzimi coimmobilizzati su DNA origami,	2
			14	Coimmobilizzazione di enzimi e cofattori, effetti di prossimità e cosmotropico	2
			15	Coimmobilizzazione di enzimi e cofattori su membrane in reattori a flusso continuo	2
Nucleotidi e anticorpi catalitici	Lo studente conosce l'applicazione di oligonucleotidi ed anticorpi come catalizzatori	2	16	Ribozimi, DNAzimi e aptameri. Biocatalisi controllata da autoassemblaggio di oligonucleotidi, ABzimi anticorpi come catalizzatori	2
Biocatalisi nell'industria	Lo studente conosce l'uso di enzimi per la produzione di molecole per la chimica fine, per uso industriale e per il largo consumo	8	17	Biocatalisi per il recupero di biomasse, digestione di materiale di scarto vegetale, progettazione di bioraffinerie per l'economia circolare	2
			18	Biocatalisi nell'industria farmaceutica, enzimi per la sintesi di molecole complesse, mutazione di enzimi per la produzione di molecole stereodefinitive	2
			19	Biocatalisi per le scienze dei materiali, polimerizzazione indotta da enzimi, effetto delle condizioni di reazione sulle caratteristiche chimico fisiche dei materiali	2
			20	Uso di enzimi nell'industria tessile, nella produzione di detersivi e nell'industria alimentare	2
Esercitazioni in laboratorio	Lo studente è in grado di eseguire la sintesi multistep di prodotti complessi tramite la catalisi enzimatica	15	21	Sintesi del 2-palmitoil-glicerolo: primo step, acilazione catalizzata da lipasi del glicerolo	4
			22	Purificazione di 1,3-butanoil-glicerolo. Secondo step, acilazione non catalizzata con acido palmitico della posizione 2	4
			23	Purificazione di 1,3-butanoil-2-palmitoil glicerolo. Terzo step, transesterificazione catalizzata da lipasi delle posizioni 1,3	4
			24	Purificazione di 2-palmitoil glicerolo e caratterizzazione	3