

Testi del Syllabus

Resp. Did. **GARDOSSI LUCIA** **Matricola: 005281**

Docente **GARDOSSI LUCIA, 6 CFU**

Anno offerta: **2019/2020**

Insegnamento: **689SM - CHIMICA DELLE BIOTRASFORMAZIONI**

Corso di studio: **SM13 - CHIMICA**

Anno regolamento: **2019**

CFU: **6**

Settore: **CHIM/06**

Tipo Attività: **D - A scelta dello studente**

Anno corso: **1**

Periodo: **Secondo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



Testi in italiano

Lingua insegnamento ITALIANO

Contenuti (Dipl.Sup.) Introduzione: la biocatalisi, le biotrasformazioni e le biotecnologie industriali integrate alla chimica sostenibile e rinnovabile. Nuovi settori di applicazione delle biotrasformazioni e impatto sul settore chimico. Biocatalizzatori: definizione, vantaggi e limiti tecnologici. Classificazione degli enzimi. Enzimi isolati o intracellulari. Processi sostenibili. La chimica verde: i dodici principi e concetti di "green-metrics". Confronto tra reazioni di sintesi chimica e biocatalizzate: la sintesi peptidica. Strategie per lo sviluppo di processi biocatalitici e biotrasformazioni: il ruolo del chimico nella selezione dell'enzima, l'ingegnerizzazione della proteina e nello sviluppo del processo. Specificità, selettività degli enzimi e metodi per lo studio delle proprietà enzimatiche. Teorie del meccanismo di catalisi enzimatica. Confronto con la catalisi chimica. Specificità di un enzima. Richiami al modello di Michaelis-Menten. Stabilità dei biocatalizzatori: fattori strutturali, enzimi da organismi termofili e ipertermofili. Stabilità cinetica e termodinamica. Fattori sperimentali che determinano la stabilità e l'efficienza dei biocatalizzatori: scelta del mezzo di reazione. Biocatalisi in mezzi non convenzionali. Metodi per la stabilizzazione dei biocatalizzatori. Principali classi di enzimi utilizzati in sintesi organica e nell'industria chimica. Controllo di reazioni catalizzate da enzimi. Progettazione razionale di un processo enzimatico. Traguardi economici e sostenibilità nei processi enzimatici. Resa e produttività di un processo. Enantioselettività degli enzimi applicata alla produzione di farmaci chirali e in chimica fine. Strategie per la produzione di composti enantiopuri. Risoluzione

cinetica:
 rapporto enantiomerico, eccesso enantiomerico e conversione.
 Determinazione di E (enantiomeric ratio).
 Produzione di amminoacidi enantiomericamente puri.
 Biotrasformazioni per la produzione di prodotti di rilevanza farmaceutica.
 Produzione di antibiotici beta-lattamici e statine.
 Uso di peptidasi e proteasi: sintesi peptidica. Uso nella detergenza.
 Uso di lipasi nella chimica fine, nel settore oleochimico, nel settore alimentare e per la produzione di biocarburanti. Proprietà delle lipasi.
 Immobilizzazione di enzimi. Esempi industriali di immobilizzazione di enzimi.
 Vantaggi e limiti. Tipi di immobilizzazione. Gruppi funzionali per l'immobilizzazione. Proprietà delle matrici. Classificazione dei carriers.
 Metodi di binding. Applicazioni industriale di enzimi immobilizzati.
 Metodi computazionali per lo studio delle proprietà dei biocatalizzatori.
 Biotrasformazioni nella produzione di aromi e fragranze.
 Biotrasformazioni nel settore delle bioraffinerie e nella trasformazione di biomasse: trasformazione dell'amido, produzione di sciroppo di fruttosio, biocarburanti di prima e seconda generazione, plastiche rinnovabili.
 Produzione di enzimi per uso industriale. Bioraffinerie, bioplastiche, biobased chemistry e bioeconomia.
 Produzione di building-blocks rinnovabili per via biotecnologica. Ruolo della chimica nell'economia circolare. La situazione italiana ed europea.

Testi di riferimento

K. Faber, Biotransformations in Organic Chemistry, Springer, 5th Ed.
 Bommarius, A.S. and Riebel, B. (2004) Biocatalysis, Wiley-VCH, Weinheim, (Germany)
 Pablo Domínguez de María "Industrial Biorenewables" Wiley
 (<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/111884372X,subjectCd-EG30.html>).

Obiettivi formativi

Conoscenza e capacità di comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere il potenziale, i vantaggi e le restrizioni delle biotrasformazioni, anche all'interno di specifici contesti industriali. Lo studente sarà aggiornato sulle nuove tendenze delle bioraffinerie e della chimica a base biologica. Lo studente sarà in grado di comprendere l'importanza della chimica sostenibile all'interno di uno specifico contesto chimico.
 Applicazione della conoscenza e della comprensione: lo studente sarà in grado di analizzare specifici problemi scientifici e tecnologici e quindi suggerire strategie biocatalizzate come soluzione.
 Autonomia: lo studente sarà in grado di riconoscere i casi in cui la biocatalisi è un vantaggio per la pianificazione di strategie sintetiche e di trasformazione.
 Capacità di comunicazione: lo studente sarà in grado di analizzare uno specifico contesto scientifico disponibile dalla letteratura relativa alla biocatalisi e descrivere le principali criticità e vantaggi.
 Capacità di apprendere: alla fine del corso lo studente dimostrerà di essere in grado di estrapolare le informazioni rilevanti dalla letteratura scientifica e di sviluppare connessioni critiche tra i concetti.

Prerequisiti

Chimica organica. Biochimica.

Metodi didattici

Lezioni frontali con l'ausilio di diapositive in powerpoint (fornite agli studenti) e seminari su temi specifici da parte di esperti. Analisi della letteratura scientifica di rilievo. Visite ad impianti industriali che utilizzano biotrasformazioni per i loro processi produttivi.

Altre informazioni

5% delle ore del corso saranno aperte alla trattazione di argomenti a scelta degli studenti, sempre nell'ambito della chimica delle biotrasformazioni

Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame prevede un elaborato scritto su un argomento a scelta dello studente che analizzerà la letteratura scientifica corrispondente. Il successivo colloquio orale prevederà la discussione di tale elaborato, e lo studente sarà chiamato a dimostrare la sua capacità sia di analizzare lo specifico argomento che di

contestualizzarlo all'interno del programma svolto durante il corso.

Programma esteso

Introduzione: la biocatalisi, le biotrasformazioni e le biotecnologie industriali integrate alla chimica sostenibile e rinnovabile. Nuovi settori di applicazione delle biotrasformazioni e impatto sul settore chimico. Biocatalizzatori: definizione, vantaggi e limiti tecnologici. Classificazione degli enzimi. Enzimi isolati o intracellulari. Processi sostenibili. La chimica verde: i dodici principi e concetti di "green-metrics". Confronto tra reazioni di sintesi chimica e biocatalizzate: la sintesi peptidica. Strategie per lo sviluppo di processi biocatalitici e biotrasformazioni: il ruolo del chimico nella selezione dell'enzima, l'ingegnerizzazione della proteina e nello sviluppo del processo. Specificità, selettività degli enzimi e metodi per lo studio delle proprietà enzimatiche. Teorie del meccanismo di catalisi enzimatica. Confronto con la catalisi chimica. Specificità di un enzima. Richiami al modello di Michaelis-Menten. Stabilità dei biocatalizzatori: fattori strutturali, enzimi da organismi termofili e ipertermofili. Stabilità cinetica e termodinamica. Fattori sperimentali che determinano la stabilità e l'efficienza dei biocatalizzatori: scelta del mezzo di reazione. Biocatalisi in mezzi non convenzionali. Metodi per la stabilizzazione dei biocatalizzatori. Principali classi di enzimi utilizzati in sintesi organica e nell'industria chimica. Controllo di reazioni catalizzate da enzimi. Progettazione razionale di un processo enzimatico. Traguardi economici e sostenibilità nei processi enzimatici. Resa e produttività di un processo. Enantioselettività degli enzimi applicata alla produzione di farmaci chirali e in chimica fine. Strategie per la produzione di composti enantiopuri. Risoluzione cinetica: rapporto enantiomerico, eccesso enantiomerico e conversione. Determinazione di E (enantiomeric ratio). Produzione di amminoacidi enantiomericamente puri. Biotrasformazioni per la produzione di prodotti di rilevanza farmaceutica. Produzione di antibiotici beta-lattamici e statine. Uso di peptidasi e proteasi: sintesi peptidica. Uso nella detergenza. Uso di lipasi nella chimica fine, nel settore oleochimico, nel settore alimentare e per la produzione di biocarburanti. Proprietà delle lipasi. Immobilizzazione di enzimi. Esempi industriali di immobilizzazione di enzimi. Vantaggi e limiti. Tipi di immobilizzazione. Gruppi funzionali per l'immobilizzazione. Proprietà delle matrici. Classificazione dei carriers. Metodi di binding. Applicazioni industriali di enzimi immobilizzati. Metodi computazionali per lo studio delle proprietà dei biocatalizzatori. Biotrasformazioni nella produzione di aromi e fragranze. Biotrasformazioni nel settore delle bioraffinerie e nella trasformazione di biomasse: trasformazione dell'amido, produzione di sciroppo di fruttosio, biocarburanti di prima e seconda generazione, plastiche rinnovabili. Produzione di enzimi per uso industriale. Bioraffinerie, bioplastiche, biobased chemistry e bioeconomia. Produzione di building-blocks rinnovabili per via biotecnologica. Ruolo della chimica nell'economia circolare. La situazione italiana ed europea.



Testi in inglese

Italian

Definition of biocatalysis. Advantages. Sustainable and green chemistry: the 12 principles. The development of biocatalysis in the last decades: the impact in industry and recent applications on biomass. Classification of enzymes. Mechanism of action, specificity, kinetics. Main enzymes classes used in organic chemistry and industry. Stability and stabilization of biocatalysts. Peptidases and proteases: peptide synthesis. Production of beta-lactam antibiotics. Biocatalysis in organic solvents: criteria for the choice of the solvent. Biocatalysts in other non conventional media. Immobilization of enzymes: advantages and challenges. Examples of industrial applications. Criteria for efficient immobilization of enzyme. Functional groups exploited for covalent anchorage. Carriers for immobilization and their properties. Rational design of biocatalyzed reaction. Control of enzyme properties. Economic constraints. Principles of cloning and expression of enzymes for industrial use. Computational methods for the study of enzyme properties. Enzyme selectivity: exploitation in chiral synthesis and drug resolution. Chirality in pharmaceutical chemistry: implications. Application in the production of aminoacids, drugs, statins (case study). Enantiomeric excess and enantiomeric ratio (E). Industrial technological applications of enzymes: detergents, food industry. Enzyme in oleo-chemical industry and for the synthesis of flavours and fragrances. Biocatalysis in biomass transformation. Transformation of starch: production of fructose syrup, first generation bioethanol. Second generation biorefineries and degradation of lignocellulosic biomass. Bioplastics. Bio-based chemistry. Production of renewable building blocks via fermentation. The role of chemistry in Bioeconomy and circular economy: the Italian and European scenario

K. Faber, *Biotransformations in Organic Chemistry*, Springer, 5th Ed. Bommarius, A.S. and Riebel, B. (2004) *Biocatalysis*, Wiley-VCH, Weinheim, (Germany)
Pablo Domínguez de María "Industrial Biorenewables" Wiley (<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/111884372X,subjectCd-EG30.html>).

Knowledge and understanding abilities: at the end of the course the student will be able to understand the potential, advantages and restrictions of biotransformations, also within specific industrial contexts. The student will be updated on the new trends of biorefineries and biobased chemistry. The student will be able to understanding the relevance of sustainable chemistry within a specific chemical context. Application of knowledge and understanding: the student will be able to analyse specific scientific and technological problems and then suggest biocatalysed strategies as a solution. Autonomy: the student will be able to recognize the cases where biocatalysis is an advantage for planning synthetic and transformation strategies. Communication skills: the student will be able to analyse a specific scientific context available from the literature related to biocatalysis and describe the major criticisms and advantages, using the English language. Ability to acquire new concepts: at the end of the course the student will demonstrate to be able to extract the relevant information from the scientific literature and to develop logical connections between concepts.

Organic chemistry. Biochemistry.

Front lectures with power point slides. Analysis of relevant scientific literature.
Specific seminars by invited experts. Visits of industrial plants making use of biotransformations.

5% of class hours will be available for the discussion of specific topics suggested by students within the frame of the chemistry of biotransformations.

The exam includes a written paper on a topic chosen by the student who will analyze the corresponding scientific literature. The following oral interview will include the discussion of this paper, and the student will be asked to demonstrate his/her ability both to analyze the specific topic and to contextualize it within the program developed during the course.

Definition of biocatalysis. Advantages.
Sustainable and green chemistry: the 12 principles.
The development of biocatalysis in the last decades: the impact in industry and recent applications on biomass.
Classification of enzymes. Mechanism of action, specificity, kinetics. Main enzymes classes used in organic chemistry and industry. Stability and stabilization of biocatalysts. Peptidases and proteases: peptide synthesis. Production of beta-lactam antibiotics. Biocatalysis in organic solvents: criteria for the choice of the solvent. Biocatalysts in other non conventional media. Immobilization of enzymes: advantages and challenges. Examples of industrial applications. Criteria for efficient immobilization of enzyme. Functional groups exploited for covalent anchorage. Carriers for immobilization and their properties.
Rational design of biocatalyzed reaction. Control of enzyme properties. Economic constraints.
Principles of cloning and expression of enzymes for industrial use.
Computational methods for the study of enzyme properties. Enzyme selectivity: exploitation in chiral synthesis and drug resolution.
Chirality in pharmaceutical chemistry: implications. Application in the production of aminoacids, drugs, statins (case study). Enantiomeric excess and enantiomeric ratio (E).
Industrial technological applications of enzymes: detergents, food industry. Enzyme in oleo-chemical industry and for the synthesis of flavours and fragrances. Biocatalysis in biomass transformation. Transformation of starch: production of fructose syrup, first generation bioethanol. Second generation biorefineries and degradation of lignocellulosic biomass.
Bioplastics. Bio-based chemistry. Production of renewable building blocks via fermentation. The role of chemistry in Bioeconomy and circular economy: the Italian and European scenario.