

CORSO DI STUDIO: *Biotechnologie Industriali per lo Sviluppo Sostenibile (BISS)*

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

INSEGNAMENTO *Biochimica ed elementi di bioenergetica (CFU 9)*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	<i>Il anno</i>
Periodo di erogazione	<i>I semestre 07-10-24/17-01-25</i>
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	<i>9 CFU</i>
SSD	<i>BIO-10</i>
Lingua di erogazione	<i>Italiano</i>
Modalità di frequenza	<i>Frequenza facoltativa ma fortemente consigliata</i>

Docente	
Nome e cognome	<i>Liuzzi Grazia Maria</i>
Indirizzo mail	<i>graziamaria.liuzzi@uniba.it</i>
Telefono	<i>080-5443376</i>
Sede	<i>Nuovo palazzo Istituti Biologici, stanza n. 35, Campus Universitario</i>
Sede virtuale	<i>codice teams per attività di tutoraggio: 2o8ddc4</i>
Ricevimento	<i>da concordare</i>

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Laboratorio	Studio individuale
225	64	12	149
CFU/ETCS			
9	8	1	

Obiettivi formativi	L'insegnamento di Biochimica ed Elementi di Bioenergetica si propone di fornire le conoscenze per la comprensione dei meccanismi molecolari che sono alla base delle attività metaboliche cellulari. In particolare, il Corso sarà incentrato sullo studio della struttura e funzione delle principali classi di macromolecole biologiche e dei principali processi che permettono agli organismi viventi di ottenere energia attraverso l'ossidazione delle molecole assunte con la dieta e di trasformare queste molecole nei propri costituenti. Durante le lezioni saranno discussi i meccanismi di regolazione delle principali vie metaboliche, in diverse condizioni fisiopatologiche, con particolare riguardo al metabolismo glucidico, lipidico e amminoacidico. Queste conoscenze verranno acquisite mediante lezioni teoriche. Le attività di laboratorio saranno finalizzate ad avviare gli studenti all'approccio sperimentale in campo biochimico, attraverso esercitazioni pratiche di laboratorio in cui si introdurranno le tecniche biochimiche di base (preparazione di tamponi, uso di pHmetri e bilance analitiche, tecniche spettrofotometriche, elettroforetiche e cromatografiche) per analisi qualitative e quantitative di molecole biologiche.
Prerequisiti	Per frequentare con competenza il Corso di Biochimica ed Elementi di Bioenergetica, gli studenti devono aver acquisito conoscenze approfondite di Chimica generale, Chimica inorganica e organica.

Contenuti di insegnamento (Programma)	<p>Componenti molecolari delle cellule: Bioelementi. Biomolecole: composizione chimica, caratteristiche, specializzazione e differenziazione. Acqua: Struttura e proprietà. Definizione di pH e pK. Sistemi tampone</p> <p>Amminoacidi: Classificazione degli amminoacidi in base alle loro proprietà chimico-fisiche. Proprietà acido-basiche e curve di titolazione. Punto isoelettrico. Stereochimica. Cenni sull'attività ottica. Spettri di assorbimento.</p> <p>Proteine: struttura primaria: definizione, legame peptidico; struttura secondaria: alfa elica e struttura β a foglio pieghettato; struttura terziaria: definizione e legami responsabili. Interazioni elettrostatiche, legami idrogeno, interazioni idrofobiche e di Van der Waals, ponti disolfuro tra le catene laterali degli aminoacidi; struttura quaternaria e legami stabilizzanti tali strutture. Denaturazione. Classificazione delle proteine in base alla struttura e alla funzione. Molecole trasportatrici di ossigeno: mioglobina ed emoglobina: rapporto struttura-funzione; proprietà allosteriche e cooperatività.</p> <p>Enzimi. Definizione, nomenclatura e caratterizzazione degli enzimi. Cofattori enzimatici: ioni metallici, coenzimi trasportatori, gruppi prostetici. Specificità enzimatica. Identificazione di gruppi funzionali essenziali per la catalisi. Fattori che contribuiscono all'efficienza catalitica degli enzimi. Siti attivi e siti allosterici. Meccanismo d'azione degli enzimi: effetti di prossimità e di orientamento. Cinetica delle reazioni enzimatiche. Costante di Michaelis-Menten. Fattori che influenzano l'attività enzimatica. Inibizione enzimatica reversibile ed irreversibile. Inibizione di tipo competitivo, non competitivo e incompetitivo. Metodi grafici per la individuazione della natura della inibizione e per la determinazione della Km, Vmax. Enzimi regolatori ed allosterici. Modulazione positiva e negativa. Meccanismi molecolari dell'effetto cooperativo: modello simmetrico e sequenziale. Effetto omotropico ed eterotropico. Attivazione covalente di zimogeni. Isoenzimi.</p> <p>Vitamine. Nozione di vitamina. Vitamine idrosolubili. Strutture e ruoli come cofattori enzimatici.</p> <p>Lipidi. Classificazione e struttura. Proprietà degli acidi grassi.</p>

	<p>Membrane Biologiche: Struttura delle membrane. Modello del mosaico fluido e dei lipid-raft.</p> <p>Bioenergetica: Principi di termodinamica nelle reazioni biochimiche. Variazioni di energia libera standard delle reazioni chimiche, reazioni esergoniche ed endergoniche, convenzioni in energetica biochimica. Reazioni di ossido-riduzione. Potenziale di ossido-riduzione. Legami ad alto contenuto energetico. Fattori che influenzano l'energia libera standard di idrolisi dell'ATP. ATP e suo ruolo nell'utilizzazione dell'energia. Fosforilazione al livello del substrato. La carica energetica cellulare. Le reazioni dell'ATP.</p> <p>Introduzione al metabolismo. Vie cataboliche, anaboliche e anfiboliche. Il ciclo dell'energia nelle cellule. Ricambio metabolico: lo stato dinamico dei componenti cellulari. Ossidazioni biologiche e deidrogenazioni. Potenziali di riduzione. Trasportatori universali di elettroni. NADH, NADPH, Flavoproteine e coenzimi flavinici.</p> <p>Metabolismo glicidico. Classificazione degli zuccheri: monosaccaridi, disaccaridi e polisaccaridi riserva e strutturali. Glicolisi aerobia e anaerobia: reazioni, bilancio energetico e regolazione. Fermentazione alcolica e fermentazione lattica. Regolazione. Decarbossilazione ossidativa del piruvato e sua regolazione. Glicogenosintesi e glicogenolisi: reazioni; enzimi; regolazione ormonale. Gluconegenesi: Le tre deviazioni dalla via glicolitica, enzimi, regolazione ormonale. Ciclo dei pentosi fosfati. Significato metabolico del ciclo e produzione di NADPH e ribosio 5-fosfato al variare delle esigenze cellulari.</p> <p>Metabolismo lipidico. Attivazione e trasferimento degli acidi grassi nei mitocondri. β-ossidazione: reazioni, enzimi, bilancio energetico. Sintesi degli acidi grassi: formazione dei precursori della sintesi degli acidi grassi: reazioni della citrato liasi. AcilCoA carbossilasi e regolazione. Il complesso dell'acido grasso sintasi. Le reazioni della biosintesi degli acidi grassi saturi e regolazione. Differenze fra β-ossidazione e sintesi degli acidi grassi. Corpi chetonici. Significato fisiologico della formazione dei corpi chetonici.</p> <p>Metabolismo degli amminoacidi. Vie di ossidazione degli amminoacidi. Transaminazione, decarbossilazione, deaminazione ossidativa. Ciclo del glucosio-alanina. Formazione dei prodotti di escrezione azotati: il ciclo dell'urea. Bilancio e regolazione del ciclo dell'urea. Destino dello scheletro carbonioso degli amminoacidi: amminoacidi glucogenici e chetogenici.</p> <p>Metabolismo terminale. Ciclo di Krebs: le singole reazioni e regolazione metabolica; enzimi. Reazione globale e resa energetica; Reazioni anaplerotiche. Processi di ossido-riduzione: potenziali redox e variazioni di energia libera. Classi di enzimi che trasferiscono elettroni. La catena respiratoria: componenti; substrati; inibitori. Fosforilazione ossidativa. Trasporto elettronico nella catena respiratoria. L'accoppiamento della fosforilazione al trasporto degli elettroni. Carica energetica dell'ATP e potenziale di fosforilazione. Disaccoppianti e ionofori.</p> <p>Carriers mitocondriali. Il carrier di ADP/ATP. Carrier dei di- e tricarbossilici, carrier del piruvato, carrier del fosfato. Carrier ornitina/citrullina. Sistemi navetta per il trasporto del NADH dal citoplasma al mitocondrio: shuttle del malato-aspartato e shuttle del glicerolo-fosfato.</p> <p>ESERCITAZIONI DI LABORATORIO</p> <p>Approccio didattico all'uso delle principali tecniche biochimiche di analisi di proteine: elettroforesi e cromatografia. Esercitazioni pratiche: Preparazione di soluzioni. Soluzioni tampone. Dosaggio delle proteine con il metodo Bradford. Determinazione del coefficiente di estinzione molare di proteine. Determinazione del PM di proteine mediante gel-elettroforesi in SDS.</p>
<p>Testi di riferimento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) D.C. Nelson e M.M. Cox I principi di biochimica di Lehninger., Ed. Zanichelli, Bologna. 2) D.C. Nelson e M.M. Cox Introduzione alla biochimica di Lehninger. Ed. Zanichelli, Bologna. 3) P. Riccio La biochimica essenziale. Ed. Laterza, Bari. 4) E.E. Abali, S.D. Cline, D.S. Franklin, S. Viselli Le basi della biochimica. Ed.

	Zanichelli, Bologna
Note ai testi di riferimento	I testi sono integrati con le diapositive delle lezioni e con le schede delle esercitazioni, distribuite dal docente durante le lezioni e le esercitazioni
Materiali didattici	Il materiale didattico è disponibile nella classe Teams "Corso di Biochimica ed Elementi di Bioenergetica" cod Team 2o8ddc4

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame finale prevede un colloquio orale volto ad accertare con chiarezza l'apprendimento degli argomenti affrontati durante il corso di Biochimica. Potrà essere prevista inoltre una prova in itinere, facoltativa, basata su quiz a risposta multipla, sugli argomenti trattati nella prima parte del corso, riguardanti la struttura e funzione delle principali macromolecole e gli elementi di bioenergetica. Tale prova costituisce una verifica, utile allo studente, dell'apprendimento in aula e il suo esito verrà preso in considerazione per la valutazione finale.</p> <p>Durante il colloquio orale lo studente dovrà dimostrare un'adeguata conoscenza delle principali vie metaboliche e della loro regolazione, con particolare attenzione alle correlazioni fra le diverse vie metaboliche studiate.</p> <p>Verranno valutati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il grado di approfondimento dell'argomento, - la capacità di descrizione delle strutture molecolari, - la capacità di analizzare le vie metaboliche evidenziandone la regolazione e sapendo fare dei collegamenti tra i vari argomenti. <p>Verrà particolarmente apprezzata la chiarezza nell'espressione dei concetti esposti e la capacità di utilizzare l'appropriata terminologia.</p> <p>La frequenza assidua ed il grado di partecipazione attiva in aula saranno elementi di valutazione positiva.</p>

<p>Criteria di valutazione</p>	<p>Conoscenza e capacità di comprensione Nella prova finale verrà valutata la capacità dello studente di esporre con padronanza i concetti fondamentali relativi agli aspetti biochimici generali e metabolici e alle strategie di regolazione dei processi biochimici specifici dei vari tessuti e organi e la loro integrazione e regolazione ormonale.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate Nella prova finale verrà valutata la capacità critica sviluppata dallo studente nell'esposizione dei concetti fondamentali degli argomenti proposti durante il corso.</p> <p>Abilità comunicative Verrà valutata la capacità dello studente di utilizzare la terminologia appropriata utile per una comunicazione corretta e rigorosa in ambito scientifico degli argomenti trattati durante il corso.</p> <p>Capacità di apprendere Verrà valutata la capacità di approfondimento dei concetti esposti durante il corso di biochimica che rappresenteranno la base per l'acquisizione delle competenze previste da altri corsi nell'ambito della formazione dello studente nel percorso di studio. Il livello raggiunto in tale capacità sarà verificato tramite la discussione degli argomenti di esame.</p>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p>Il voto finale sarà attribuito in trentesimi, dove 30 rappresenta il voto massimo e 18 il voto minimo. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</p> <p>Nella prova scritta in itinere, se presente, verrà attribuito, ad ogni domanda, un punteggio da 1 a 3 a seconda della difficoltà della domanda. La prova sarà superata se lo studente raggiungerà un punteggio minimo di 18. Tale punteggio farà media con quello ottenuto nella prova orale.</p> <p>Il livello di integrazione tra i vari contenuti del corso, il raggiungimento da parte dello studente di una visione organica dei temi affrontati, la padronanza espressive e la proprietà nel linguaggio scientifico utilizzata in corso di svolgimento del colloquio orale contribuiranno al raggiungimento di una valutazione elevata.</p>

Altro	

COURSE OF STUDY *Industrial Biotechnology for Sustainable Development*
ACADEMIC YEAR 2023-2024

ACADEMIC SUBJECT *Biochemistry and Elements of Bioenergetics*

General information	
Year of the course	Second
Academic calendar (starting and ending date)	<i>First semester 07-10-24/17-01-25</i>
Credits (CFU/ETCS):	9
SSD	BIO10
Language	Italian
Mode of attendance	Frequency to laboratory activities is mandatory (students are required to attend at least 75% of the laboratory activities) and it is recommended for frontal lessons

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Grazia Maria Liuzzi
E-mail	graziamaria.liuzzi@uniba.it
Telephone	080-5443376
Department and address	Nuovo palazzo Istituti Biologici, room n. 35, Campus Universitario
Virtual room	<i>Teams code for tutoring activity: 2o8ddc4</i>
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	Agree with the teacher by email

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (laboratory, workshops, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
225	64	12	149
CFU/ETCS			
9	8	1	

Learning Objectives	The course of Biochemistry and Elements of Bioenergetics aims to provide the knowledge for understanding the molecular mechanisms that underlie cellular metabolic activities. In particular, the course will focus on the study of the structure and function of the main classes of biological macromolecules and the main processes that allow living organisms to obtain energy through the oxidation of molecules taken by the diet and to transform these molecules into their own constituents. During the lessons, the mechanisms of regulation of the main metabolic pathways will be discussed, in different pathophysiological conditions, with regard to carbohydrate, lipid and amino acid metabolism. This knowledge will be acquired through theoretical lessons. The laboratory activities will be aimed at introducing students to the experimental approach in the biochemical field, through practical laboratory exercises in which the basic biochemical techniques will be introduced (preparation of buffers, use of pH meters and analytical balances, spectrophotometric, electrophoretic and chromatographic techniques) for qualitative and quantitative analyzes of biological molecules.
Course prerequisites	To competently attend the course of Biochemistry and Elements of Bioenergetics, students must have acquired in-depth knowledge of General Chemistry, Inorganic and Organic chemistry.

Teaching strategie	<p>The course is structured in frontal theoretical lessons and guided exercises in the biochemistry laboratory.</p> <p>The lessons take place in the classroom and the presentation takes place through the use of PowerPoint slides. During the lesson, discussion will be stimulated to provide both clarifications and further insights into the topic covered.</p> <p>For practical laboratory exercises, students are divided into groups (maximum 3 students per group).</p>
Expected learning outcomes in terms of	
Knowledge and understanding	<p>At the end of the course the student will have acquired in-depth theoretical knowledge concerning the structure-function relationships of the main biological macromolecules and their transformations in anabolic and catabolic processes at the cellular level.</p>
Applying knowledge and understanding on:	<p>The student must be able to present or summarize in a complete but concise manner the notions acquired during the course using a correct technical language and be able to evaluate and interpret the experimental data obtained during the laboratory exercises. The student must be able to transfer the notions learned to non-experts. The level of knowledge achieved, and the mastery of the fundamental concepts will be verified by discussing the topics under study during the oral exam. Furthermore, the skills acquired in the preparation of buffers, spectrophotometric measurements, application of Lambert Beer's law and preparation of calibration lines will be verified during the exam.</p>
Soft skills	<p>Knowledge and understanding At the end of the course the student will have acquired in-depth theoretical knowledge concerning the structure-function relationships of the main biological macromolecules and their transformations in anabolic and catabolic processes at cellular level.</p> <p>Autonomy of judgment At the end of the course the student will have to demonstrate the ability to critically analyze the information acquired regarding the homeostatic mechanisms that regulate the functioning of cell and the integration between organs and tissues. The achievement of this objective will be verified by the discussion during the oral exam.</p> <p>Communication skills At the end of the course, the student will have to demonstrate the ability to communicate clearly and effectively the fundamental principles and concepts of the topics studied using a technical terminology. The verification of these skills will be assessed based on the presentation methods shown during the oral exam.</p> <p>Learning ability The student will have to demonstrate that he/she has developed good skills in deepening his/her understanding of complex concepts that allow him to use the knowledge acquired during the biochemistry course in the subsequent teachings envisaged in the course of study. The level achieved in this capacity will be verified through the discussion of the exam topics.</p>

Syllabus	
Content knowledge	<p>First part</p> <p>Molecular components of cells: Bioelements. Biomolecules: chemical composition, characteristics, specialization and differentiation. Water: Structure and properties. Definition of pH and pK. Buffer systems.</p> <p>Amino acids: structures and properties, stereoisomerism, acid-basic properties and isoelectric point.</p> <p>Protein structure and function: primary structure; secondary structure: peptide bond, alpha helix and β sheet structure; tertiary structure; quaternary structure. Denaturation. Classification of proteins. Oxygen transport molecules: myoglobin and hemoglobin: structure - function relationship; allosteric properties and cooperativity. Collagen: structure and biosynthesis.</p> <p>Enzymes: Classification, coenzymes, enzyme activity regulation. Kinetics of enzymatic reactions. Constant of Michaelis-Menten. Factors that influence enzyme activity. Reversible and irreversible enzymatic inhibition. Competitive, non-competitive and uncompetitive inhibition. Graphic methods for the identification of the nature of the inhibition and for the determination of K_m, V_{max}. Regulatory and allosteric enzymes.</p> <p>Lipids: structure and function of fatty acids, triacylglycerols, membrane lipids and cholesterol. Biological membranes and transport.</p> <p>Second part</p> <p>Bioenergetics and metabolism: Standard free energy changes and equilibrium constant. Phosphate group transfer potential. Free-energy and redox potential. Glycolysis, pentose phosphate pathway and gluconeogenesis. Glycogen metabolism. Pyruvate dehydrogenase complex and its regulation. Krebs cycle. Fatty acid oxidation. Ketone bodies. Transamination and oxidative deamination. Urea cycle. Amino acid degradation. Respiratory chain and oxidative phosphorylation. Biosynthesis of lipids: fatty acids, triacylglycerols, membrane lipids, cholesterol. Gluconeogenesis and its regulation. Tissue-specific metabolism.</p> <p>Hormones, receptors and general mechanisms of signal transduction. Integration of metabolism and hormonal regulation.</p>
Texts and readings	<p>1) D.C. Nelson e M.M. Cox I principi di biochimica di Lehninger., Ed. Zanichelli, Bologna.</p> <p>2) D.C. Nelson e M.M. Cox Introduzione alla biochimica di Lehninger. Ed. Zanichelli, Bologna.</p> <p>3) P. Riccio La biochimica essenziale. Ed. Laterza, Bari.</p> <p>4) E.E. Abali, S.D.. Cline, D.S. Franklin, S. Viselli Le basi della biochimica. Ed Zanichelli, Bologna</p>
Notes, additional materials	The texts are integrated with the slides of the lessons and the tutorials, distributed by the teacher during lessons and exercises.
Repository	The teaching material is available in the Teams class "Course of Biochemistry and Elements of Bioenergetics" cod Team 2o8ddc4

Assessment	
Assessment methods	<p>The final exam includes an oral interview aimed at clearly ascertaining the learning of the topics covered during the Biochemistry course. An optional mid-term test based on multiple-choice quizzes on the topics covered in the first part of the course might be administered at the end of the first part of the course. This test constitutes a verification, useful for the student, of learning in the classroom and its outcome will be taken into consideration for the final evaluation.</p> <p>During the oral exam, the student will have to demonstrate an adequate knowledge of the main metabolic pathways and their regulation, with particular attention to the correlations between the different metabolic pathways studied.</p>

	<p>Will be evaluated:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the degree of detail of the topic, - the ability to describe molecular structures, - the ability to analyze metabolic pathways, highlighting their regulation and knowing how to make connections between the various topics. <p>The clarity in the expression of the concepts exposed and the ability to use the appropriate terminology will be particularly appreciated.</p> <p>Regular attendance and the degree of active participation in the classroom will be elements of positive evaluation.</p>
Assessment criteria	<p>Knowledge and understanding</p> <p>In the final exam, the student's ability to masterfully explain the fundamental concepts relating to the general and metabolic biochemical aspects and to the strategies for regulating the specific biochemical processes of the various tissues and organs and their integration and hormonal regulation will be evaluated.</p> <p>Applying knowledge and understanding</p> <p>In the final test, the critical ability developed by the student in exposing the fundamental concepts of the topics proposed during the course will be evaluated.</p> <p>Communicating knowledge and understanding</p> <p>The student's ability to use the appropriate terminology useful for correct and rigorous communication in the scientific field of the topics covered during the course will be evaluated.</p> <p>Capacities to continue learning</p> <p>The ability to deepen the concepts exposed during the biochemistry course will be evaluated since they will represent the basis for the acquisition of the skills foreseen by other courses in the context of the student's training. The level achieved in this capacity will be verified through the discussion of the exam topics.</p>
Final exam and grading criteria	<p>The final grade is expressed in 30th, where 18 represents the minimum and 30 the maximum. The exam is considered passed when the grade is greater than or equal to 18.</p> <p>In the ongoing written test, if present, a score from 1 to 3 will be assigned to each question, depending on the difficulty of the question. The test will be passed if the student reaches a minimum score of 18. This score will be averaged with that obtained in the oral exam.</p> <p>The level of integration between the various contents of the course, the achievement by the student of an organic vision of the topics addressed, the expressive mastery and the property in the scientific language used during the oral interview will contribute to the achievement of a high evaluation.</p>
Further information	.