

# Università di Pisa

## Regolamento didattico

<b>Corso di Studio</b>	WBOR-LM - BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI
<b>Tipo di Corso di Studio</b>	Laurea Magistrale
<b>Classe</b>	Biotecnologie industriali (LM-8 R)
<b>Anno Ordinamento</b>	2025/2026
<b>Anno Regolamento (coorte)</b>	2025/2026

## Presentazione

<b>Struttura didattica di riferimento</b>	DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA
	- FRANCESCO BALESTRI
	- MARIAGRAZIA DI LUCA
	- BEATRICE GIUNTOLI
	- LISA LOMBARDI
	- BENEDETTA MENNUCCI
	- LAURA MILENA PEDRAZA GONZALEZ
<b>Docenti di Riferimento</b>	- CHIARA PUCCIARIELLO
	- DARIO PUPPI
	- VITTORIA RAFFA
	- GIOVANNI SIGNORE
	- ARIANNA TAVANTI
	- MARIANNA VITIELLO
<b>Tutor</b>	- Gemma Burbui
	- Riccardo Carra
	- Maria Grazia Ciuffreda
	- Chiara Colecchia
	- Pietro De Marinis
	- Gabriele Degl'Innocenti

- Rebecca Diversi
- Silvia Farroni
- ROBERTO GIOVANNONI
- BEATRICE GIUNTOLI
- Chiara Giovannetti
- Nicole Pisani
- Ludovica Radino
- Andrea Repetti
- Iris Annapia Riboli
- ARIANNA TAVANTI
- Mattia Zeqja

<b>Durata</b>	2 Anni
<b>CFU</b>	120
<b>Titolo Rilasciato</b>	Laurea Magistrale in BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI
<b>Titolo Congiunto</b>	Sì
<b>Atenei Convenzionati</b>	Scuola Superiore Sant'Anna - di Studi Universitari e Perfezionamento Data: 05/11/2015
<b>Doppio Titolo</b>	No
<b>Modalità Didattica</b>	Convenzionale
<b>Lingua/e in cui si tiene il Corso</b>	Italiano
<b>Indirizzo internet del Corso di Studio</b>	<a href="https://www.biologia.unipi.it/biotecnologie-molecolari.html">https://www.biologia.unipi.it/biotecnologie-molecolari.html</a>
<b>Il corso è</b>	Trasformazione di corso 509
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	12
<b>Sedi del Corso</b>	Università di Pisa (Responsabilità Didattica)

# Obiettivi della Formazione

## **Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)**

L'Università di Pisa è attualmente impegnata da una profonda evoluzione, innescata dalla pubblicazione del D.M. 270/04, incentrata su innovativi processi di autonomia, di responsabilità e di qualità. L'attuazione di tali processi, però, dipende anche dalla possibilità di realizzare una più efficace integrazione tra università e apparato produttivo. L'autonomia didattica si sta indirizzando verso alcuni obiettivi di sistema, come il ridurre e razionalizzare il numero dei corsi di laurea e delle prove d'esame, migliorare la qualità e la trasparenza dell'offerta e il rapportarsi tra progettazione e analisi della domanda di conoscenze e competenze espressa dai principali attori del mercato del lavoro, come elemento fondamentale per la qualità e l'efficacia delle attività cui l'università è chiamata.

Si è chiesto ai consessi l'espressione di un parere circa l'ordinamento didattico del corso in BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI.

Il fatto che l'Università di Pisa abbia privilegiato nel triennio la formazione di base spostando al secondo livello delle lauree magistrali numerosi indirizzi specialistici che potranno coprire alcune esigenze di conseguimento di professionalità specifiche per determinati settori, è stato giudicato positivamente sottolineando anche che, oltre all'attenzione posta alla formazione di base, positivi sono sia la flessibilità curricolare che l'autonomia e la specificità della sede universitaria, che mostra in questo contesto tutte le eccellenze di cui è depositaria.

Il corso di studio, in previsione del riesame annuale, nell'intento di verificare e valutare gli interventi mirati al miglioramento del corso stesso effettuerà nuove consultazioni con le organizzazioni maggiormente rappresentative nel settore di interesse.

## **Consultazione con le organizzazioni rappresentative – a livello nazionale e internazionale – della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)**

Le consultazioni successive con le organizzazioni rappresentative sono state effettuate tramite il Comitato di Indirizzo.

Il Comitato di Indirizzo(CDI) comune a tutti i Corsi di Studio del Dipartimento di Biologia, è composto da 24 membri: 13 rappresentanti di enti ed aziende esterne, in qualità di stakeholder, 9 docenti dei vari corsi, 1 rappresentante degli studenti ed il Responsabile dell'Unità didattica del dipartimento. Il Comitato, che si è appena ricostituito cercando di ampliare la propria componente esterna a più settori di interesse, ha lo scopo di arricchire, potenziare e migliorare l'offerta formativa soprattutto riguardo alle interazioni con soggetti esterni ed alle esigenze del mondo del lavoro. In particolare, il Comitato si occupa di esaminare i regolamenti didattici, di proporre l'attivazione di insegnamenti a scelta ed organizzare attività seminariali per la preparazione all'esame di stato per la professione di Biologo e Biologo Junior. Il CDI è inoltre in collegamento con le attività di Job Placement dell'Ateneo (Ufficio career service) attraverso la partecipazione del suo responsabile alle riunioni e l'organizzazione di incontri informativi con gli studenti circa gli sbocchi occupazionali.

Altro organismo di cui si è tenuto conto è la 'Conferenza nazionale permanente di Biotecnologie' la cui ultima riunione si è svolta in modalità telematica il giorno 22 gennaio 2021. La fotografia nazionale raccolta dalla Giunta mostra come ci sia una distribuzione delle attività di base (minimo 10 CFU) più o meno costante nelle varie sedi, mentre per le attività caratterizzanti la situazione sia più variegata: ci si propone la definizione di un core syllabus condiviso dalle varie aree di competenza. L'obiettivo è quello di avere un profilo riconosciuto e condiviso; conferire ai CdS la multidisciplinarietà; individuare un profilo minimo generalista; individuare aree di competenza specialistiche.

Si è discusso anche sui test di ingresso alla laurea L2, che dovrebbero verificare le conoscenze in entrata più che la cultura generale. A tale scopo è disponibile il portale orientazione, creato da CISIA (orientazione.it), per poter erogare test autovalutazione, simili ai test di ammissione. Negli ultimi anni le varie sedi hanno tentato di trovare test condivisi CISIA (TOLC-B). E' seguita una analisi dei dati relativi all'immissione del mondo nel lavoro, come spunto di riflessione sulla struttura delle lauree magistrali. Come ultimo punto sono state discusse le modifiche in corso all'Ordine dei Biologi, secondo cui si prevede l'istituzione di 3 settori:

1. Biologia generale e biomedica (LM6-7-8-9 LM-61) che riprende la vecchia figura del biologo/biotecnologo;
  2. Ambiente (LM6-7-8-9), possibile partecipazione di LM 75;
  3. Nutrizione e igiene (LM6 LM7-LM9- LM61) non c'è la LM8, ma la giunta ha già espressamente richiesto che venga inserita anche la LM8, e il CUN ha ufficiosamente espresso parere favorevole.
- Ci si indirizza quindi sui tre settori, con svolgimento di esami a temi separati e distinti.

## **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

### **Ricercatore Biotecnologo**

#### **Funzioni in un contesto di lavoro:**

Attività professionali di elevata responsabilità finalizzate al trasferimento tecnologico di conoscenze dei sistemi biologici complessi all'ideazione e realizzazione di specifiche piattaforme biotecnologiche nei settori di punta della ricerca biotecnologica molecolare: genomica strutturale e funzionale, microbiologia, biochimica, modellistica molecolare e biologia cellulare, con particolare riferimento a tecnologie cellulari per la manipolazione di cellule staminali e generazione di organismi transgenici.

#### **Competenze associate alla funzione:**

Conoscenza multidisciplinare di sistemi biologici complessi e di specifiche metodologie strumentali per l'ideazione e realizzazione di strategie biotecnologiche innovative in diversi ambiti disciplinari, in piena autonomia, consapevolezza, nel rispetto delle normative bioetiche e di biosicurezza, tenendo anche in considerazione le ricadute sociali ed economiche insite nella attuazione di beni e servizi biotecnologici. Esperto nella: ideazione di strumenti di investigazione molecolare ad alta efficienza come microarray, biochip e biosensori utilizzabili per varie finalità; progettazione di processi biocatalitici industriali, che prevedono l'impiego di enzimi e/o microrganismi, per la biotrasformazione di molecole di interesse industriale volte anche al biorisanamento ambientale. Competenza bioinformatica, computazionale e statistica per l'analisi, trattamento ed interpretazione di risultati numerici. Capacità di coordinare team di ricerca multidisciplinari finalizzati allo sviluppo di piattaforme multifunzionali di indagine biotecnologica.

#### **Sbocchi occupazionali:**

Università, Enti e Laboratori di ricerca pubblici e privati, quali imprese, aziende e ditte, dove svolgere attività professionale inerente la progettazione, realizzazione, controllo ed analisi di procedure e prodotti biotecnologici nei settori di punta della ricerca e sviluppo biotecnologico molecolare. La possibilità di lavoro sono anche dettate dalla necessità, sempre più stringente di produrre, in via biotecnologica, nuove biomolecole farmacologicamente attive, costruire banche dati pubbliche, in particolare di genomica e proteomica, allestire e validare vaccini ricombinanti utilizzabili per il trattamento e prevenzione di malattie nell'uomo, sviluppare sistemi diagnostici rapidi ed affidabili nonché risolvere i pressanti problemi di bioconversione, biomonitoraggio e risanamento ambientale. I laureati possono sostenere l'esame di stato per l'abilitazione

all'esercizio della professione di Biologo senior, ottenere l'iscrizione nell'Ordine Nazionale dei Biologi (sezione A) ed inserirsi nel mondo del lavoro come consulenti libero-professionisti esperti in procedure biotecnologico-applicate, così come proseguire proficuamente studi di livello superiore come Master, Dottorati di Ricerca e Scuole di Specializzazione.

## **Tecnico specialista in biotecnologie molecolari**

### **Funzioni in un contesto di lavoro:**

Attività professionali di elevata responsabilità finalizzate al trasferimento tecnologico di conoscenze dei sistemi biologici complessi all'ideazione e realizzazione di specifiche piattaforme biotecnologiche nei settori di punta della ricerca biotecnologica molecolare: genomica strutturale e funzionale, microbiologia, biochimica, modellistica molecolare e biologia cellulare, con particolare riferimento a tecnologie cellulari per la manipolazione di cellule staminali e generazione di organismi transgenici.

Le possibilità di lavoro sono anche rappresentate dalla necessità, sempre più stringente di produrre, in via biotecnologica, nuove biomolecole farmacologicamente attive, costruire banche dati pubbliche, in particolare di genomica e proteomica, allestire e validare vaccini ricombinanti utilizzabili per il trattamento e prevenzione di malattie nell'uomo, sviluppare sistemi diagnostici rapidi ed affidabili nonché risolvere i pressanti problemi di bioconversione, biomonitoraggio e risanamento ambientale.

### **Competenze associate alla funzione:**

Conoscenza multidisciplinare di sistemi biologici complessi e di specifiche metodologie strumentali per l'ideazione e realizzazione di strategie biotecnologiche innovative in diversi ambiti disciplinari, in piena autonomia, consapevolezza, nel rispetto delle normative bioetiche e di biosicurezza, tenendo anche in considerazione le ricadute sociali ed economiche insite nella attuazione di beni e servizi biotecnologici. Esperto nella: ideazione di strumenti di investigazione molecolare ad alta efficienza come microarray, biochip e biosensori utilizzabili per varie finalità; progettazione di processi biocatalitici industriali, che prevedono l'impiego di enzimi e/o microrganismi, per la biotrasformazione di molecole di interesse industriale volte anche al biorisanamento ambientale. Competenza bioinformatica, computazionale e statistica per l'analisi, trattamento ed interpretazione di risultati numerici. Capacità di coordinare team di ricerca multidisciplinari finalizzati allo sviluppo di piattaforme multifunzionali di indagine biotecnologica.

### **Sbocchi occupazionali:**

Università, Enti e Laboratori di ricerca pubblici e privati, quali imprese, aziende e ditte, dove svolgere attività professionale inerente la progettazione, realizzazione, controllo ed analisi di procedure e prodotti biotecnologici nei settori di punta della ricerca e sviluppo biotecnologico molecolare. I laureati possono sostenere l'esame di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Biologo senior, ottenere l'iscrizione nell'Ordine Nazionale dei Biologi (sezione A) ed inserirsi nel mondo del lavoro come consulenti libero-professionisti esperti in procedure biotecnologico-applicate.

Gli studenti laureati in Biotecnologie Molecolari, oltre agli sbocchi previsti per i laureati magistrali della classe LM-8 hanno la possibilità di proseguire proficuamente studi di livello superiore, partecipando a programmi di dottorato nazionali e internazionali o a Master, grazie alla preparazione multidisciplinare ed alla propensione alla attività di ricerca sviluppata durante il loro percorso formativo. Inoltre, i laureati in Biotecnologie Molecolari hanno la possibilità di partecipare ai concorsi per l'ammissione alle Scuole di Specializzazione di area sanitaria aperte ai non medici (Farmacologia e Tossicologia clinica, Microbiologia e Virologia, Patologia clinica e Biochimica clinica).

## **Il corso prepara alla professione di (Codifiche ISTAT):**

- Biologi e professioni assimilate (2.3.1.1.1)
- Biochimici (2.3.1.1.2)
- Biofisici (2.3.1.1.3)
- Biotecnologi (2.3.1.1.4)
- Microbiologi (2.3.1.2.2)

## **Conoscenze richieste per l'accesso**

Per essere ammesso al corso di laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari occorre essere in possesso di un diploma universitario di durata triennale in Biotecnologie ( L-2) o in Scienze Biologiche (L-13) o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari i laureati in altre classi di laurea dovranno dimostrare il possesso di requisiti curriculari corrispondenti ad adeguati numeri di CFU in gruppi di settori scientifico-disciplinari che verranno definiti nel regolamento didattico.

In accordo con gli obiettivi formativi della Classe LM-8 è richiesta la conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1. Tutti gli studenti in possesso dei requisiti curriculari saranno soggetti a una verifica della personale preparazione con le modalità indicate nel Regolamento del Corso di Studio.

## **Modalità di ammissione**

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari devono essere in possesso di un diploma di Laurea nella classe delle Lauree Triennali L-2 Biotecnologie (ex Classe 1 Biotecnologie DM 509/1999), o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente. Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari dei laureati in altre classi di laurea, si prevede il possesso di requisiti curriculari corrispondenti a 90 CFU nei SSD riconducibili ai settori di base indicati nelle tabelle delle Classi ministeriali L-2 - Biotecnologie (da FIS/01 - a FIS/08 - INF/01 - da MAT/01 a MAT/09 - MED/01 - SECS-S/01,02 - CHIM/01,02,03,06 - BIO/01,10,11,13,17,18,19) o - L13 - Scienze Biologiche (BIO/01, 02, 04, 05, 06, 07, 09, 10, 11, 18, 19 – da FIS/01 a FIS/ 08 - INF/01 - ING-INF/05 – da MAT/ 01 a 09 - CHIM/01, 02, 03, 06).

La verifica dell'adeguatezza della preparazione iniziale, inclusa la conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1, sarà compiuta da una commissione appositamente nominata o dal consiglio di corso di laurea tramite esame del curriculum universitario dello studente che richiede l'iscrizione, entrando

eventualmente nel merito del contenuto di specifici esami.

Il livello della conoscenza della lingua inglese può essere comprovato anche da apposita certificazione o dalla presenza, nel curriculum universitario dello studente che richiede l'iscrizione, di almeno 3 CFU di lingua inglese.

Qualora la commissione appositamente nominata o il consiglio di corso di laurea lo ritenga necessario lo studente potrà essere eventualmente convocato per un colloquio orale in ingresso.

L'eventuale colloquio avrà come finalità quella di verificare la preparazione propedeutica alle materie oggetto della LM, la motivazione e il potenziale dello studente per affrontare la LM in questione.

In base al risultato della prova lo studente potrà:

- essere ammesso al corso di laurea magistrale,
- essere invitato ad acquisire cfu in alcune discipline prima di essere ammesso al corso di laurea magistrale

- non essere ammesso al corso di laurea magistrale.

## **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Nel rispetto degli obiettivi della Classe, la Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari ha l'obiettivo di formare laureati specialisti esperti in attività professionali di ricerca e sviluppo in diversi ambiti correlati con le discipline biochimiche, biomolecolari, genetiche e cellulari in campo microbico, animale e vegetale.

Il percorso formativo, che si basa sull'acquisizione delle conoscenze teorico-metodologiche ed applicative nei diversi settori delle recenti biotecnologie, delinea due principali tematiche di apprendimento, di cui al Quadro A4.b, l'Area Genomica funzionale e l' Area biochimico-ambientale

L'Area di apprendimento di Genomica funzionale si concretizza con l'acquisizione di approfondite e specifiche competenze di biologia molecolare post-genomica, tecnologie genetiche e microbiche, di cellule staminali ed animali modello, organismi transgenici sia vegetali sia animali, biotecnologie in neuroscienze, biotecnologie di organismi vegetali ed animali; esse si completano con approfondite conoscenze sull'organizzazione e regolazione dell'espressione di geni e genomi a cui si affiancano conoscenze dei metodi di valutazione biostatistici.

L'Area di apprendimento biochimico-ambientale si concretizza con l'acquisizione di forti conoscenze di biochimica applicata, approfondite conoscenze ed esperienze relative alle simulazioni chimiche di modellistica molecolare di biomolecole, di biomateriali e biochip in sistemi biologici, e si avvale, inoltre, dello studio di biotecnologie microbiche, e della tossicologia.

Il percorso formativo è articolato in modo che al I anno di corso di studio vengano acquisite la maggior parte delle discipline, organizzate in modo da consentire l'approfondimento sequenziale dei contenuti disciplinari tramite attento coordinamento dei relativi programmi; nel II anno di studio, invece, l'apprendimento formativo si realizzerà fundamentalmente tramite attività sperimentale svolta in laboratori e finalizzata alla preparazione ed elaborazione della Tesi di Laurea.

L'Area di apprendimento di Genomica funzionale, si avvale delle conoscenze delle metodologie biostatistiche che sono essenziali per la corretta interpretazione e valutazione dei dati sperimentali, e di conoscenze finalizzate a comprendere la genomica strutturale e funzionale di cellule procariotiche ed eucariotiche, vegetali ed animali, con particolare attenzione a cellule staminali e generazione di organismi modello transgenici sia vegetali sia animali, strategie biotecnologie per l'investigazione molecolare di biomolecole, biotecnologie microbiche, vegetali ed in neuroscienze.

L'area di apprendimento biochimico-ambientale si avvale di conoscenze di biochimica applicata e modellistica molecolare di biomolecole catalitiche e non, strategie di produzione di biomateriali, allestimento di processi industriali biocatalitici per la biotrasformazione di molecole di interesse industriale, avvalendosi anche di biotecnologiche microbiche.

Il II anno del corso di studio è caratterizzato da una consistente attività sperimentale connessa con la preparazione della tesi di laurea, la cui elaborazione consente l'acquisizione di capacità lavorativa e progettuale autonoma; il raggiungimento di tale obiettivo qualificante, si basa sull'acquisizione e rigorosa applicazione del metodo scientifico sperimentale, controllo e valutazione dei risultati sperimentali ottenuti con l'impiego di adeguati strumenti biostatistici dei quali il laureato avrà acquisito piena conoscenza durante il I anno del percorso formativo.

La figura professionale che emerge avrà mentalità flessibile sia per le conoscenze multipisciplinari acquisite sia per l'intensa attività laboratoristica sostenuta per la preparazione delle Tesi Magistrale. Potrà svolgere funzioni di elevata responsabilità ed autonomamente, sia come operatore tecnico altamente qualificato per la progettazione di metodologie innovative volte alla soluzione biotecnologica di problemi legati alla produzione su larga scala di beni utilizzabili in campo biologico, biomedico, sanitario, bioindustriale, diagnostico, ambientale e biofarmaceutico, sia come ricercatore capace di ideare e realizzare specifiche piattaforme biotecnologiche nei settori di punta della ricerca biotecnologica molecolare, quali la genomica strutturale e funzionale, microbiologia, biochimica,

modellistica molecolare e biologia cellulare, con particolare riferimento a tecnologie cellulari per la manipolazione di cellule staminali e generazione di organismi transgenici.

Inoltre, i laureati acquisiranno capacità di accedere a studi di livello superiore come master, dottorati di ricerca e scuole di specializzazione.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

Il laureato magistrale in Biotecnologie molecolari acquisisce:

- competenze applicative di tipo metodologico, strumentale e dal carattere multidisciplinare, con riferimento a metodologie biochimiche, genetiche, bioinformatiche e computazionali rilevanti per la manipolazione genica di microrganismi e organismi transgenici sia vegetali sia animali, per l'analisi a high throughput proteine (naturali e ricombinanti), per l'allestimento di nuove piattaforme biotecnologiche di varia entità (biosensori, piattaforme di biorisanamento ambientali e sistemi biocatalitici industriali, biopesticidi, delivery system farmacologici);
- matura una completa padronanza del metodo scientifico di indagine;
- è capace di lavorare in gruppo e possiede capacità di gestire e coordinare progetti e gruppi di lavoro multidisciplinari;
- è capace di raccogliere ed interpretare i dati biologici e di disegnare nuovi esperimenti per rispondere a quesiti biologici rilevanti utilizzando gli opportuni strumenti;
- L'attività didattica frontale farà riferimento alla lettura critica della letteratura scientifica, allo scopo di maturare padronanza del metodo scientifico.

Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici di ciascuna attività didattica sarà verificato tramite prove, scritte o orali, per ciascun insegnamento. Gli aspetti relativi alla padronanza del metodo scientifico di indagine, alla raccolta ed interpretazione dei dati e alla lettura critica della letteratura scientifica sono acquisite e verificate in ambito dell'internato di tesi per il quale è previsto un ampio numero di crediti.

### **Conoscenza e comprensione e Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dettaglio**

#### **1. AREA DI APPRENDIMENTO DI GENOMICA FUNZIONALE**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

Nel Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari vengono impartite approfondite conoscenze finalizzate alla comprensione delle attuali tematiche biotecnologiche, quali quelle di genomica strutturale e funzionale, microbiche e biochimiche, di modellistica molecolare e di biologia cellulare, con particolare riferimento alle tecnologie per la manipolazione di cellule staminali e generazione di organismi transgenici.

Nell'area di apprendimento di Genomica funzionale i laureati acquisiscono conoscenze biochimico-molecolari e macromolecolari delle cellule procariotiche ed eucariotiche, degli agenti virali, della loro attività, apprendono la conoscenza di strumenti di investigazione molecolare ad alta efficienza, come microarray, strategie che consentono modificazioni/ manipolazioni geniche (e.g. gene editing) di microrganismi procariotici ed eucariotici, cellule vegetali ed animali, in particolare cellule staminali e di organismi modello transgenici.

Le conoscenze e capacità di comprensione indicate, implementate da conoscenze di biostatistica, sono sviluppate tramite attività didattiche che prevedono la partecipazione a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori didattici, oltreché mediate da studio personale delle più recenti pubblicazioni scientifiche e seminari. L'acquisizione delle conoscenze è verificata mediante prove orali e, ove ritenuto necessario, prove scritte che hanno come presupposto l'impiego del rigore logico. Parte fondante della preparazione biotecnologica dello studente è costituita dalla valutazione dell'elaborato della Tesi di Laurea, esclusivamente sperimentale, da parte della Commissione di Esame di Laurea.

## **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

Il Laureato Magistrale in Biotecnologie Molecolari nell'area di apprendimento di Genomica funzionale acquisisce la capacità di applicare le competenze in attività di elevata professionalità nelle conoscenze molecolari e macromolecolari delle cellule procariotiche ed eucariotiche, abilità di condurre analisi genetiche e genomiche e di funzioni cellulari sia con supporti tecnologici, anche "in silico", che tramite l'impiego di cellule e/o animali transgenici; capacità di applicare e progettare strategie per la produzione di vettori utilizzabili per l'allestimento di piattaforme vaccinali innovative; capacità di utilizzare strumenti di investigazione molecolare ad alta efficienza come piattaforme di biosensoristica, e strategie che consentono modificazione e manipolazione genica di microrganismi procariotici ed eucariotici, protisti di interesse bioindustriale, cellule vegetali e staminali ed organismi modello transgenici.

Il laureato acquisisce, inoltre, capacità informatiche di base relativamente ai sistemi operativi, word processing, impiego di data-base gnomici e proteomici; uso di Internet. È capace di acquisire, elaborare, e trasmettere dati anche con strumenti elettronici.

Gli strumenti didattici atti a conseguire le capacità di applicare le conoscenze di base per affrontare le diverse problematiche biotecnologiche includono intense attività di laboratorio, l'analisi dei dati, l'elaborazione di documenti tecnici sia individualmente che in gruppo.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

369EE Biologia Molecolare Avanzata (6 CFU)

130PP Biostatistica (6 CFU)

316FF Biotecnologie applicate alla rigenerazione dei tessuti ed alla protezione d'organo (3 CFU)

046FF Biotecnologie Microbiche (6 CFU)

319GG Biotecnologie vegetali in campo farmaceutico (3 CFU)

362EE Genomica avanzata (6 CFU)

444EE Plant Molecular Physiology and Transformation of Plants (6 CFU)

261CC Scienza dei Biomateriali (6 CFU)

386EE Tossicologia e Mutagenesi (6 CFU)

415EE Transgenic models and molecular methods for Neurosciences (6 CFU)

## **2. AREA DI APPRENDIMENTO BIOCHIMICO-AMBIENTALE**

### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

Nel Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari vengono impartite approfondite conoscenze finalizzate alla comprensione delle attuali tematiche biotecnologiche, quali quelle di genomica strutturale e funzionale, microbiche e biochimiche, di modellistica molecolare e di biologia cellulare, con particolare riferimento alle tecnologie per la manipolazione di cellule staminali e generazione di organismi transgenici.

Per quanto attiene all'area di apprendimento Industriale biochimico-ambientale i laureati acquisiscono conoscenze di biochimica industriale volte alla produzione di molecole biologiche catalitiche e non, di modellistica molecolare delle stesse, produzione di biomateriali, utilizzazione di strategie per allestire processi biocatalitici, mediante l'impiego di enzimi per la biotrasformazione di molecole di interesse industriale e utilizzabili nel risanamento ambientale, avvalendosi anche di biotecnologiche microbiche e di protisti di interesse industriale ed ambientale.

Le conoscenze e capacità di comprensione indicate, implementate da conoscenze di biostatistica, sono sviluppate tramite attività didattiche che prevedono la partecipazione a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori didattici, oltreché mediante studio personale delle più recenti pubblicazioni scientifiche e seminari. L'acquisizione delle conoscenze è verificata mediante prove orali e, ove ritenuto necessario, prove scritte che hanno come presupposto l'impiego del rigore logico.

Parte fondante della preparazione biotecnologica dello studente è costituita dalla valutazione

dell'elaborato della Tesi di Laurea, esclusivamente sperimentale, da parte della Commissione di Esame di Laurea.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

Il Laureato Magistrale in Biotecnologie Molecolari nell'area di apprendimento biochimico-ambientale acquisisce la capacità di applicare le competenze in attività di elevata professionalità nell'ambito della produzione di molecole biologiche catalitiche e non, modellistica molecolare di biomolecole e generazione di biochip, strategie per allestire processi biocatalitici e generazione di microrganismi geneticamente modificati per la produzione di biomolecole utilizzabili in strategie di biorisanamento ambientale.

Il laureato acquisisce, inoltre, capacità informatiche di base relativamente ai sistemi operativi, word processing, impiego di data-base gnomici e proteomici; uso di Internet. È capace di acquisire, elaborare, e trasmettere dati anche con strumenti elettronici.

Gli strumenti didattici atti a conseguire le capacità di applicare le conoscenze di base per affrontare le diverse problematiche biotecnologiche includono intense attività di laboratorio, l'analisi dei dati, l'elaborazione di documenti tecnici sia individualmente che in gruppo.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

367EE Biochimica Applicata (6 CFU)

046FF Biotecnologie Microbiche (6 CFU)

150EE Biotecnologie per il risanamento ambientale (3 CFU)

319GG Biotecnologie vegetali in campo farmaceutico (3 CFU)

110CC Modellistica molecolare di biomolecole (6 CFU)

514GG Piante ed inquinanti ambientali (3 CFU)

444EE Plant Molecular Physiology and Transformation of Plants (6 CFU)

261CC Scienza dei Biomateriali (6 CFU)

### **Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di Apprendimento**

#### **Autonomia di giudizio (making judgements):**

Il laureato Magistrale in Biotecnologie Molecolari:

- è in grado di lavorare in autonomia, sviluppando progetti, definendo le strategie investigative e realizzative da avviare anche adottando metodologie innovative.

- è in grado di analizzare, adattare, attuare protocolli sperimentali nonché individuare le metodiche ottimali per l'analisi critica dei risultati ottenuti.

-possiede capacità critiche ed autonomia di giudizio sulle problematiche etiche, sociali, economiche insite nei campi di applicazione delle biotecnologie.

-è capace di reperire e selezionare criticamente le sorgenti di dati bibliografici, banche dati, e la letteratura in campo scientifico.

L'autonomia di giudizio viene sviluppata tramite lo studio critico di articoli scientifici.

In particolare lo studente dovrà sviluppare in completa autonomia di giudizio un progetto di ricerca cui è stato dedicato un congruo numero di CFU che terminerà con la stesura di un elaborato autonomo provvisto di bibliografia.

La verifica dell'autonomia di giudizio avviene prima della laurea in occasione del colloquio con i correlatori previsto dal Regolamento didattico del Corso di studio ed in sede di discussione della tesi di laurea

#### **Capacità di apprendimento (learning skills):**

Il laureato in Biotecnologie Molecolari è capace di approfondire autonomamente tematiche complesse, di individuare, applicare e sviluppare tecniche innovative nel campo di pertinenza, di lavorare in modo autonomo e di proseguire autonomamente in studi superiori (master, dottorato, specializzazione) ed ogni altra forma di formazione professionale permanente.

Il raggiungimento di tali obiettivi è reso possibile attraverso lo studio della bibliografia e articoli scientifici oltre alla partecipazione anche in forma attiva a seminari scientifici regolarmente organizzati in ambito dipartimentale.

Il Relatore verifica in corso di svolgimento dell'internato di tesi la capacità di apprendimento sia degli aspetti sperimentali sia di quelli teorici concettuali ed esprime un giudizio basato anche sulla stesura dell'elaborato finale che è inviato alla commissione di laurea per la discussione del voto finale.

## **Caratteristiche della prova finale**

La prova finale prevede un periodo di attività di ricerca inerente un progetto sperimentale di natura biotecnologica. La prova finale si conclude con la discussione della tesi. Un docente del Laboratorio frequentato dallo studente avrà la funzione di Relatore con responsabilità di seguire il lavoro svolto dallo studente sia relativamente all'apprendimento delle metodologie sperimentali connesse alla specifica tematica di ricerca, sia alla stesura dell'elaborato scritto. Durante l'internato di tesi, lo studente apprenderà il corretto uso di tutti gli strumenti (tecnici, informatici, metodologici) inerenti l'attività svolta, il saper interpretare criticamente i risultati ottenuti e valutarne la potenzialità per ulteriori utili sviluppi applicabili nelle biotecnologie.

Le capacità acquisite durante l'internato di tesi verranno valutate dal Relatore e da due Correlatori secondo criteri che permettano l'accertamento che il candidato abbia acquisito:

- (1) Padronanza della problematica scientifica nel contesto della quale si inserisce il lavoro sperimentale svolto durante l'internato di Tesi;
- (2) Autonomia nell'applicazione di metodologie impiegate per lo svolgimento del lavoro di Tesi;
- (3) Capacità di valutare criticamente l'adeguatezza del disegno sperimentale all'ottenimento di determinati risultati;
- (4) Autonomia nella valutazione e interpretazione dei risultati ottenuti;
- (5) Autonomia nella stesura dell'elaborato di Tesi;
- (6) Capacità di utilizzare fluentemente la lingua inglese scritta e orale.
- (7) Proprietà di linguaggio tecnico-scientifico, chiarezza espositiva e correttezza nella presentazione dell'elaborato di tesi.

Lo studente ha la possibilità di scegliere se svolgere parte delle attività inerenti la prova finale nell'ambito di un tirocinio presso Enti esterni convenzionati.

## **Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale può avere due modalità di svolgimento:

- può essere previsto un internato di tesi;
- può essere previsto un tirocinio a cui si somma un internato di tesi.

La commissione di laurea comprende alcuni membri fissi con diritto di voto (il presidente e 1-3 commissari), il relatore e i due correlatori. L'elenco degli 8 membri permanenti (fra cui vengono nominati il presidente e gli altri commissari) viene definito ogni anno dal Consiglio del Corso di Studi su proposta della Commissione Lauree.

La commissione prende visione dei giudizi espressi da relatore e correlatori. Nella seduta di Esame di Laurea, lo studente espone la tesi e risponde alle domande della Commissione esaminatrice. La Commissione, quindi, prende in considerazione i giudizi espressi dai correlatori e dal relatore (assegnati in base alla loro competenza scientifica in relazione all'argomento di tesi presentato dallo studente e anche nell'utilizzo della lingua inglese) che propone il voto dell'esame di laurea mentre i correlatori si esprimono in merito alla congruità o meno del voto proposto. Viene quindi letto il curriculum e si

procede alla votazione segreta indipendentemente dagli esiti precedenti. Il voto di laurea magistrale è determinato dal curriculum complessivo degli studi, dalla Tesi e dalla sua discussione, nel rispetto del Regolamento Didattico di Ateneo e seguendo i criteri generali di valutazione dei candidati formulati dal Consiglio del Corso di Studi. Il voto viene espresso in centodecimi. Per l'attribuzione della lode occorre il voto unanime della commissione. Il voto finale è quindi determinato dalla commissione davanti alla quale il candidato discute la tesi di laurea magistrale. Il voto massimo è 110/110 eventualmente qualificato con lode.

Il voto finale, salva la lode, risulta dalla somma delle seguenti componenti: A) media dei voti in trentesimi, ponderata coi crediti, sugli esami di profitto superati nell'ambito del Corso di laurea magistrale (75% del peso totale); B) media dei voti attribuiti in trentesimi da ciascuno dei 5-7 membri (2-4 membri fissi, il relatore e i due correlatori) della Commissione di Laurea dopo avere valutato una serie di aspetti esplicitati successivamente, tra cui l'eventuale giudizio del tirocinio (25% del peso totale). Il voto finale viene definito in base alla seguente formula  $(A \times 3 + B) \times 115/120$ . E' facoltà del relatore o del presidente (sentito anche il parere dei correlatori) proporre, nel caso in cui il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110, l'assegnazione della lode; per proporre il conferimento della lode è necessario che lo studente abbia conseguito la votazione di 110/110 senza arrotondamenti in eccesso, e che abbia conseguito la votazione di 30/30 con lode in almeno 2 esami fondamentali del corso di laurea magistrale o che abbia una media curricolare di almeno 29/30.

# Esperienza dello Studente

## Aule

<https://su.unipi.it/OccupazioneAule>

## Laboratori e Aule informatiche

Vedi allegato

## Sale Studio

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento/item/1300-sale-studio>

## Biblioteche

<http://www.sba.unipi.it/it/biblioteche/polo-3/scienze-naturali-e-ambientali>

## Orientamento in ingresso

<https://orientamento.unipi.it/>

## Orientamento e tutorato in itinere

<https://www.unipi.it/index.php/servizi-e-orientamento>

## Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero (Tirocini e stage)

<https://www.unipi.it/index.php/tirocini-e-job-placement>

## Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

<https://www.unipi.it/index.php/internazionale>

## Accompagnamento al lavoro

<https://www.unipi.it/index.php/career-service>

## Eventuali altre iniziative

Il Corso di Laurea Magistrale parteciperà a tutte le iniziative dell'Università di orientamento promosse dall'Università di Pisa e, nella figura dei docenti e del Responsabile dell'orientamento, si renderà disponibile anche ad eventuali ulteriori iniziative che potranno presentarsi.

Con cadenza annuale verrà organizzata dalla Scuola Superiore Sant'Anna una giornata di orientamento 'Scienze della vita', con una presentazione dal titolo 'Studiare Biotecnologie a Pisa', a cui parteciperà il Presidente del Consiglio aggregato dei Corsi di studio in Biotecnologie o un suo delegato.

Nel corso di tale iniziativa verranno illustrati, oltre al corso di laurea triennale, i Corsi di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari, corso di studi offerto congiuntamente con la Scuola Superiore Sant'Anna, e il Corso di Laurea Magistrale in Biotechnologies and Applied Artificial Intelligence for Health, corso tenuto interamente in lingua inglese.

## Opinioni studenti

L'analisi dei dati registrati nell'anno 2023-24 mostra un numero elevato di questionari compilati (n=66) da studenti e studentesse, il più alto dall'anno accademico 2017-18, a dimostrazione della consapevolezza da essi/esse acquisita sul questionario quale strumento di valutazione, capace di evidenziare eventuali criticità e di stimolare la messa in opera di potenziali azioni correttive. Non si evidenziano particolari criticità in nessuna delle voci del questionario, con trend che vengono mantenuti stabilmente maggiori o uguali a 3, indicando che il CdL in Biotecnologie Molecolari è un corso apprezzato dagli /dalle studenti/studentesse. Giudicate positivamente (valore medio 3.4) sono le strutture bibliotecarie e le attività di tutorato svolte da docenti e tutors.

## Opinioni laureati

Nell'anno 2023 il numero di laureati in WBO è stato di 27 studenti, leggermente inferiore all'anno precedente, ma superiore alla media degli anni precedenti (media 21.9), con un ottimo tasso di compilazione del questionario, 92.6%, valore in linea con l'anno precedente. L'età media di laurea si attesta su 25.3 anni, dato più basso dal 2016, con un voto medio di laurea pari a 109.9, suggerendo che le misure introdotte per abbreviare le carriere degli studenti abbiano avuto effetto positivo, senza alterare la qualità del percorso. Il 72% degli studenti ha conseguito il titolo di studi nello stesso ateneo, mentre il 28 % proviene da altro ateneo (20% proviene da un altro ateneo del centro; il 4% da un altro Ateneo del Nord; 4% da altro Ateneo del sud/isole 4%), confermando la buona attrattività del corso di laurea magistrale. Circa il 90% degli studenti al momento dell'iscrizione ha un'età regolare o 1 anno di ritardo. La durata media del corso di laurea magistrale è di 2.6 anni, in linea con i risultati dei precedenti anni, con un ritardo di 0.6 anni. Questo dato, seppure incoraggiante, spinge a potenziare le misure già intraprese per favorire il completamento della carriera degli studenti entro il tempo previsto. Si osserva un calo nella percentuale di studenti che hanno frequentato con regolarità oltre il 75% dei corsi, rispetto agli anni precedenti, percentuale che si attesta 76.6% contro una media negli ultimi sette anni pari a 86.6%, dato che necessita ulteriore approfondimento.

Piuttosto limitata la percentuale degli studenti hanno svolto periodi di studio all'estero durante il biennio magistrale (8%), suggerendo che siano da potenziare le attività di internazionalizzazione.

Il 44% circa degli studenti ha svolto un lavoro durante il percorso di studi, ma solo nel 18% dei casi si tratta di un lavoro coerente con gli studi effettuati.

Il 76 % degli studenti è complessivamente soddisfatto del corso di studi seguito, tuttavia solo il 58% degli studenti valuta le attrezzature per le attività didattiche adeguate, suggerendo che sia necessaria una rivalutazione delle stesse. In calo, rispetto allo scorso anno il numero di studenti che hanno usufruito dei servizi di orientamento allo studio post-laurea (28%), di questi solo il 42.9% se ne dichiara soddisfatto. Dati analoghi per quanto concerne il servizio di sostegno alla ricerca del lavoro e l'ufficio/servizi job placement; in questo caso, però il 75% degli studenti si dichiara complessivamente soddisfatto. Positivi i giudizi su segreterie studenti (63.2), l'organizzazione degli esami (88%) e carico di studio degli insegnamenti/durata del corso di studio (68%), suggerendo che ci siano ancora margini di miglioramento.

Il lieve calo la percentuale degli studenti (68%) che dichiara di voler proseguire il percorso di studi, di questi oltre la metà (52%) indica di voler conseguire un dottorato di ricerca.

Tra gli aspetti ritenuti rilevanti nella ricerca del lavoro, principalmente viene indicata l'acquisizione di professionalità (84.8%). Equamente suddiviso l'interesse a lavorare nel settore pubblico (40%) e privato (40%).

# Risultati della Formazione

## Dati di ingresso, di percorso e di uscita

I dati di seguito analizzati, aggiornati al 31 maggio 2024, sono stati forniti dall'ufficio statistica dell'Ateneo e consultabili sul portale UnipiStat (<http://unipistat.unipi.it/index.php>).

### Ingresso

- Numerosità studenti in ingresso

Il numero delle immatricolazioni rimane abbastanza stabile (2016-17: 23, 2017-18: 33, 2018-19: 30, 2019-20: 40, 2020-21: 39, 2021-22: 30, 2022-23: 24, 2023-24: 32).

- Provenienza culturale e geografica

Gli studenti iscritti a questa magistrale provengono in maggioranza dalla triennale in Biotecnologie, con un numero sempre più alto di studenti provenienti da Scienze Biologiche.

Il voto di laurea triennale pari a 110 è quello maggiormente rappresentato tra gli studenti iscritti (40,6%).

Gli studenti provengono dall'Ateneo pisano per circa il 60%, si osserva poi una percentuale pari al 9,4% proveniente dalle Università toscane (6,3% Università di Siena e 3,1% Università di Firenze), il 6,3% dall'Università del Salento, 3,1 dall'Università della Campania e 3,1 dall'Università di Bari. Completa il quadro una percentuale del 3,1% da Università del Piemonte, Bologna, Brescia Camerino, Pavia e Trento, indicando un netto miglioramento nell'attrattività del Corso di Laurea.

Il numero di studenti con cittadinanza straniera è in aumento e si attesta al 6,3%.

Le studentesse sono il 65,6% contro il 34,4% degli studenti.

### Percorso

- Studenti iscritti

Il trend delle iscrizioni agli anni successivi al primo mostra un trend stabile. La percentuale di studenti che passano dal primo al secondo anno è alto.

- Passaggi, trasferimenti, abbandoni in uscita

La percentuale di studenti passati ad un altro corso di studio dell'ateneo è quasi inesistente. Nel 2023 nessuno degli immatricolati ha rinunciato agli studi al primo anno.

La percentuale di abbandoni è diminuita (12%) rispetto agli anni precedenti (20%).

La percentuale di studenti trasferiti presso un altro ateneo è molto bassa.

- Andamento carriere studenti

Il numero di studenti attivi rimane molto alto ed immutato negli anni.

- Votazioni agli esami

La votazione degli esami è stabile al 28.

Il rendimento, inteso come rapporto percentuale tra la media dei CFU acquisiti dagli studenti attivi e 60 (numero teorico di CFU acquisibili in un anno) è in aumento e rimane comunque alto.

### Uscita

Il numero dei laureati è alto e distribuito secondo anno (in corso) ed il primo anno fuori corso.

Il voto di laurea è medio alto tra 105 ed il 110.

## Organizzazione e Gestione della Qualità

### Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

## **Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

## **Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

## **Riesame annuale**

<https://www.unipi.it/index.php/qualita-e-valutazione>

# Classe/Percorso

<b>Classe</b>	Biotechnologie industriali (LM-8 R)
<b>Percorso di Studio</b>	comune

## Quadro delle attività formative

<b>Caratterizzante</b>				
<b>Ambito disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Intervallo di CFU da RAD</b>	<b>SSD</b>	<b>Attività Formative</b>
Discipline chimiche e chimico-industriali	12	12 - 18	CHIM/02	1 - MODELLISTICA MOLECOLARE DI BIOMOLECOLE, 6 CFU, OBB
		12 - 18	CHIM/04	1 - SCIENZA DEI BIOMATERIALI, 6 CFU, OBB
Discipline biologiche	30	24 - 30	BIO/06	1 - TRANSGENIC MODELS AND MOLECULAR METHODS FOR NEUROSCIENCES, 6 CFU, OBB
		24 - 30	BIO/10	1 - BIOCHIMICA APPLICATA, 6 CFU, OBB
		24 - 30	BIO/11	1 - BIOLOGIA MOLECOLARE AVANZATA, 6 CFU, OBB
				1 - GENOMICA AVANZATA, 3 CFU, OBB
		24 - 30	BIO/18	1 - GENOMICA AVANZATA, 3 CFU, OBB
		24 - 30	BIO/19	1 - BIOTECNOLOGIE MICROBICHE, 6 CFU, OBB
Discipline tecnico scientifiche, giuridiche, economiche e di contesto	6	6 - 6	SECS-S/02	1 - BIOSTATISTICA, 6 CFU, OBB
<b>Totale Caratterizzante</b>	<b>48</b>	<b>42 - 54</b>		

<b>Affine/Integrativa</b>				
<b>Ambito disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Intervallo di CFU da RAD</b>	<b>SSD</b>	<b>Attività Formative</b>
Attività formative affini o integrative	12	12 - 18	BIO/04	1 - PLANT MOLECULAR PHYSIOLOGY AND TRANSFORMATION OF PLANTS A, 6 CFU, OBB
		12 - 18	BIO/09	1 - NEUROSCIENZE AVANZATE, 3 CFU, OBB
		12 - 18	BIO/18	1 - TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI, 3 CFU, OBB
<b>Totale Affine/Integrativa</b>	<b>12</b>	<b>12 - 18</b>		

<b>A scelta dello studente</b>				

Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	12	12 - 15	AGR/02	1 - BIOMASSE E BIOENERGIE, 3 CFU, OPZ
				1 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE DELLE PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	AGR/03	1 - BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI, 3 CFU, OPZ
				1 - PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	AGR/04	1 - BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO, 3 CFU, OPZ
				1 - NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/04	1 - Biologia dello sviluppo delle piante, 3 CFU, OPZ
				1 - BIOTECNOLOGIE PER IL RECUPERO AMBIENTALE, 3 CFU, OPZ
				1 - PLANT SYNTHETIC BIOLOGY, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/05	1 - I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/06	0004E - ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS, 3 CFU, OPZ
				0009E - DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO IN ITALIANO: CALCIO, MITOCONDRI E MORTE NEURONALE, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/09	1 - BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	BIO/10	0040E - APPLIED CELLULAR MICROSCOPY, 3 CFU, OPZ
				0041E - ANALYTICAL TECHNIQUES IN

				<p>BIOCHEMISTRY, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>0010E - FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>0039E - CELL BIOPHYSICS, 3 CFU, OPZ</p>
		12 - 15	BIO/14	<p>1 - FARMACOLOGIA GENERALE, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - BIOFARMACI, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>0038E - PRECLINICAL AND CLINICAL DRUG DEVELOPMENT, 3 CFU, OPZ</p>
		12 - 15	BIO/18	<p>1 - TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - FARMACOGENETICA, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - GENETICA DELLE POPOLAZIONI, 6 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - BIOTECNOLOGIE GENETICHE, 6 CFU, OPZ</p>
		12 - 15	BIO/19	<p>1 - TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI, 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING", 3 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - MICRORGANISMI E BIOSENSORISTICA, 3 CFU, OPZ</p>
		12 - 15	MED/07	<p>1 - MICROBIOLOGIA MOLECOLARE, 6 CFU, OPZ</p> <hr/> <p>1 - MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI, 3 CFU, OPZ</p> <hr/>

				1 - MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	MED/41	1 - BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	MED/42	1 - BIOSICUREZZA, 3 CFU, OPZ
		12 - 15	NN	1 - SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO, 1 CFU, OPZ
		12 - 15	NN	1 - CORSO SEMINARIALE, 3 CFU, OPZ
Totale A scelta dello studente	12	12 - 15		

<b>Lingua/Prova Finale</b>				
<b>Ambito disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Intervallo di CFU da RAD</b>	<b>SSD</b>	<b>Attività Formative</b>
Per la prova finale	44	19 - 44	PROFIN_S	1 - TESI DI LAUREA MAGISTRALE, 19 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z))
				1 - TESI DI LAUREA MAGISTRALE, 44 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z))
Totale Lingua/Prova Finale	44	19 - 44		

<b>Altro</b>				
<b>Ambito disciplinare</b>	<b>CFU</b>	<b>Intervallo di CFU da RAD</b>	<b>SSD</b>	<b>Attività Formative</b>
Ulteriori conoscenze linguistiche	3	3 - 3	NN	1 - ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE), 3 CFU, OBB
Tirocini formativi e di orientamento	0	0 - 25	NN	1 - TIROCINIO, 25 CFU, OPZ
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	1 - 1	NN	2 - ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO, 1 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z))
				2 - ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO, 1 CFU, OPZ (Modulo dell'Attività formativa

			integrata TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z))
Totale Altro	4	4 - 29	
Totale	120	89 - 160	

## Percorso di Studio: comune (PDS0)

CFU totali: 259, di cui 60 derivanti da AF obbligatorie e 199 da AF a scelta

### 0° Anno (anno accademico 2024/2025)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No

### 1° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS (0004E)</p> <p><b>Obiettivi</b>                      Il corso si propone di fornire al discente un approfondimento delle conoscenze teoriche e pratiche propedeutiche alla manipolazione, gestione e studio del fenotipo di modelli transgenici per malattie correlate allo sviluppo con particolare riferimento al sistema nervoso. I laboratori si svilupperanno in tre blocchi principali: i) saranno illustrate le strategie per l'allevamento, il mantenimento e la genotipizzazione di animali transgenici in combinazione con specifici "driver" Cre; ii) saranno illustrate le principali metodologie impiegate per gene delivery mediante "applicazioni stereotassiche", per lo studio della connettività strutturale mediante traccianti anterogradi e retrogradi iii) saranno inoltre presi in esame i principali test utilizzati per la valutazione dei paradigmi comportamentali di modelli per disordini del neurosviluppo.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
<p>ANALYTICAL TECHNIQUES IN BIOCHEMISTRY (0041E)</p> <p><b>Obiettivi</b>                      Il corso si prefigge lo scopo di fornire una base teorica e sperimentale in relazione a tecniche e processi di analisi biochimica strumentale. Saranno fornite tramite lezioni frontali le nozioni di base necessarie per effettuare in maniera consapevole le attività sperimentali, con particolare riferimento a principi di fluorescenza, cromatografia, e spettrometria di massa. L'attività sperimentale sarà effettuata singolarmente o in piccoli gruppi, e prevede l'applicazione pratica delle tecniche studiate.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<p>APPLIED CELLULAR MICROSCOPY (0040E)</p> <p><b>Obiettivi</b>                      Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia di fluorescenza per l'analisi di processi biologici che avvengono alla scala nanometrica. Particolare enfasi sarà rivolta all'utilizzo della</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

microscopia a super-risoluzione per lo studio di complessi molecolari (es: protein binding), delle fasi nanocondensate (es: topological associating domains sulla cromatina, lipid rafts in membrana) e dei processi di internalizzazione cellulare di sistemi esogeni (es: virus).						
<b>BIOCHIMICA APPLICATA (367EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di introdurre lo studente nel campo delle applicazioni a livello biotecnologico di attuali conoscenze biochimiche. Verranno prese in considerazione le basi della modulazione della biosintesi di metaboliti primari e secondari di rilevanza applicativa; verrà affrontato l'utilizzo di biocatalizzatori nell'industria chimica e farmaceutica nonché in campo bioanalitico. Verranno presi in esame la strutturazione ed il funzionamento di sensori enzimatici. Verranno inoltre prese in esame: le modificazione delle caratteristiche strutturali e funzionali di proteine mediante mutagenesi sito-specifica; gli chaperone molecolari nella stabilizzazione strutturale e nel controllo della funzione di biomolecole; i fondamenti biochimici del "drug discovery" e del "drug delivery".	6	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/10	Si
<b>BIOFARMACI (207EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso verterà sulle principali tipologie di nuovi farmaci consentite dalle biotecnologie, con specifici esempi di molecole già utilizzate in terapia: proteine e peptidi ricombinanti, anticorpi monoclonali e frammenti anticorpali, immunotossine, vaccini, oligonucleotidi.. Il corso prevederà anche dei cenni sulla terapia genica.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<b>BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)</b> <b>Obiettivi</b> Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No
<b>BIOLOGIA MOLECOLARE AVANZATA (369EE)</b> <b>Obiettivi</b> Aspetti rilevanti della regolazione genetica ed epigenetica dell'espressione genica negli eucarioti a livello trascrizionale e post-trascrizionale. Analisi dei profili di espressione di interi genomi. Principi e metodologie di base per studi su larga scala del trascrittoma e del proteoma. Mappe di interazioni proteiche. Attività di laboratorio inerente ad analisi di un dataset di trascrittomica a partire da file fastQ: analisi di qualità, allineamento rispetto al genoma di riferimento, filtraggio e manipolazione dei dati, generazione delle tabelle di conte normalizzate, analisi di espressione genica differenziale, analisi GO (gene ontology) e rappresentazione dei risultati per via grafica, tabulare e tramite analisi delle principali componenti.	6	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/11	Si
<b>BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI (316GG)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/03	No

<p>che, a livello biochimico-molecolare, caratterizzano l'intero ciclo (ri)-produttivo delle piante da frutto a partire dai processi induttivi e di transizione di fase del meristema. Verranno quindi descritti i meccanismi molecolari che determinano la differenziazione e formazione e sviluppo del fiore e provocano fenomeni di incompatibilità. Verranno discusse le basi biologiche dell'allegagione, cascola e crescita del frutto, e i meccanismi che regolano la maturazione e senescenza con particolare riferimento ai processi cellulari (es. trasporto zuccheri, transizione cloroplasto-cromoplasto, alterazione della struttura della parete primaria) che definiscono la qualità dei frutti. Verranno descritte le applicazioni biotecnologiche relative al controllo di tali processi. Il processo di fioritura nelle specie frutticole. Aspetti genetici e molecolari della transizione di fase. Incompatibilità gametofitica e sporofitica dei fruttiferi. Interazione seme-frutto: ruolo degli ormoni e dei fattori di trascrizione. Basi molecolari della cascola dei frutticini (abscissione) e della maturazione dei frutti: processi etilene-dipendenti ed etilene-indipendenti.</p>						
<p><b>BIOMASSE E BIOENERGIE (317GG)</b>  <b>Obiettivi</b>  Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulle principali caratteristiche delle filiere delle bioenergie e dei biocarburanti e sulle biotecnologie applicate nella valorizzazione delle biomasse agro-forestali, sia da residui colturali che da scarti di lavorazione e da colture dedicate impiegate nel recupero e nella valorizzazione di terreni agrari non adatti alle coltivazioni "food" e/o nella fitodepurazione delle acque reflue superficiali. Le filiere bioenergetiche ed il loro ruolo nella riduzione delle emissioni di GHG e nello sviluppo economico e ambientale della società. La sostenibilità della produzione della bioenergia e dei biocarburanti. Stima delle produzioni energetiche ottenibili dalle biomasse residuali. Le colture dedicate per il fito-rimedio e la fitodepurazione e per obiettivi di carattere agro-ambientale: colture erbacee ed arboree, colture annuali e poliennali. Analisi della vocazionalità delle aree. Teoria e pratica dei processi biotecnologici alla base delle filiere di produzione di biocarburanti liquidi e gassosi.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/02	No
<p><b>BIOSICUREZZA (315FF)</b>  <b>Obiettivi</b>  Fornire conoscenze di base di epidemiologia e profilassi delle malattie infettive ed analisi del rischio finalizzate alla tutela sanitaria ed ambientale nei confronti delle biotecnologie. Principi generali di epidemiologia e prevenzione delle malattie infettive. Classificazione degli agenti biologici secondo la normativa per la sicurezza in laboratorio. Definizioni di pericolo, rischio, e rischio accettabile. Fondamenti di Analisi del rischio ed analisi rischi-benefici. La valutazione del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: agricoltura, produzione di alimenti, farmacologia e medicina, processi</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No

industriali,risanamento e controllo ambientale. Casi studio. Controllo del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: misure di contenimento, sanificazione ambientale e smaltimento dei rifiuti. Casi studio.						
<b>BIOSTATISTICA (130PP)</b> <b>Obiettivi</b> Introdurre lo studente alle conoscenze informatiche e alle metodologie per il trattamento statistico dei dati e dei segnali in ambito biomedico.	6	LM-8 R	B	Discipline tecnico scientifiche, giuridiche, economiche e di contesto	SECS-S/02	Si
<b>BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO (316FF)</b> <b>Obiettivi</b> introduzione ai meccanismi di danno e rigenerazione dei tessuti, e di protezione d'organo. Colture di cellule staminali e progenitrici –tipo di coltura, mezzo di coltura, ambiente colturale, tecniche di mantenimento, differenziamento e criopreservazione di cellule staminali e progenitrici in vitro. Tecniche di analisi di vitalità e senescenza della nicchia staminale. Introduzione alle micro vescicole – metodi di separazione e caratterizzazione delle micro vescicole. Metodi di protezione d'organo: pre-condizionamento e post-condizionamento. Xenotrapianto e animali transgenici. Tecniche di bio-stampa 3D di organi e tessuti. Tecniche di organo su chip. Tecniche di mappaggio dello stato epigenetico. Casi studio di rigenerazione tissutale in vivo: vasi sanguiferi artificiali, fegato artificiale, polmone artificiale, rigenerazione cardiaca. Casi studio di protezione multi-organo in vivo: sepsi, ARDS, tecniche di circolazione extracorporea e trapianto cuore-polmone.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/41	No
<b>BIOTECNOLOGIE GENETICHE (364EE)</b> <b>Obiettivi</b> Ruolo e applicazione delle biotecnologie genetiche nella ricerca. Basi teoriche per sviluppare tecniche volte alla modificazione disistemi genetici modello per la validazione funzionale di saggi biologici. Vettori per esprimere proteine umane in Saccharomyces cerevisiae.Costruzione di un “pool” di ceppi di lievito con delezioni “barcoded”. Principi e metodologie di base per screening genetici che utilizzano il lievito comesistema modello. Utilizzo del lievito Saccharomyces cerevisiae come sistema modello per studiare le basi molecolari di malattie umane. Attività dilaboratorio inerente a: costruzione di ceppi di lievito con delezione genica e ceppi transgenici per lo studio di espressione di proteine e analisi delfenotipo. Esempi di saggi funzionali in lievito.	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
<b>BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE (387EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si integra con quello di Neuroscienze Avanzate e si prefigge di fornire una applicazione pratica agli argomenti affrontati in tale corso	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/09	No
<b>BIOTECNOLOGIE MICROBICHE (046FF)</b> <b>Obiettivi</b> Verranno studiate le tecniche disponibili per studi di genomica, metagenomica e proteomica dei	6	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/19	Si

microrganismi, nonché le metodiche oggi utilizzate per la diagnostica molecolare e genotipizzazione dei microrganismi. Seguirà una analisi delle nuove strategie per la vaccinazione, per l'allestimento di sistemi di scale up, e per la sintesi di agenti biomedicali, prodotti alimentari, biopesticidi. Infine, verranno studiati i determinanti di virulenza e patogenicità di microrganismi ritenuti potenziali agenti bioterroristici/ecoterroristici.						
<b>BIOTECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE (150EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti per comprendere i meccanismi di attenuazione naturale e biodegradazione degli xenobiotici nell'ambiente. Si propone altresì di fornire le basi relative alle competenze di programmazione di interventi tesi all'ottimizzazione della naturale omeostasi ambientale, all'insegna del recupero di zone degradate, attraverso l'applicazione di organismi viventi come piante, batteri e funghi, quali agenti di detossificazione e/o degradazione degli inquinanti nell'ambiente.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No
<b>BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO (319GG)</b> <b>Obiettivi</b> Contribuire allo sviluppo delle capacità individuali di applicare un insieme di discipline (chimiche, biologiche, microbiologiche, biochimiche, farmaceutiche) per valorizzare ed esaltare le capacità metaboliche di microrganismi, cellule, tessuti od organi vegetali per la produzione di principi attivi utili per l'industria farmaceutica. Conoscenza delle basi biologiche della coltura in vitro di cellule, tessuti e organi di specie vegetali. Metodi per incrementare la produzione di metaboliti secondari dalle colture cellulari. Biotrasformazioni. Uso di sistemi di cellule immobilizzate. Coltivazione in bioreattori. La produzione di principi attivi utili dalle piante. "biofarm". Metaboliti secondari di origine vegetale di interesse farmacologico e commerciale. Produzione di metaboliti da cellule in coltura o da plantule micropropagate. Le biotecnologie applicate alla coltivazione delle piante aromatiche ed officinali, la produzione di "hairy roots". Presentazione di alcuni casi studio: caratteristiche botaniche delle specie, importanza economica, utilizzo e possibili applicazioni di interesse industriale.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/04	No
<b>CALCIUM, MITOCHONDRIA AND NEURONAL DEATH (0009E)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso propone di comprendere ed approfondire le conoscenze riguardanti i meccanismi di disfunzione e morte neuronale, in quanto essi rappresentano le cause primarie della patogenesi malattie neurologiche e neurodegenerative, come ischemia, epilessia, sclerosi laterale amiotrofica, Alzheimer, Parkinson ed Huntington. La famiglia delle proteine B-cell lymphoma-2 (Bcl-2), le disfunzioni mitocondriali e bioenergetiche, ed il danno neuronale a carico del	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No

Ca <sup>2+</sup> possiedono un ruolo rilevante nell'inizio e/o progressione di queste malattie. Sarà consolidato anche l'aspetto riguardante l'identificazione dei meccanismi alla base del fallimento delle strategie di trattamento usate finora.						
CELL BIOPHYSICS (0039E) <b>Obiettivi</b> L'insegnamento fornisce le basi fisiche che caratterizzano i sistemi complessi che costituiscono l'unità più semplice della vita, la cellula. In particolare: • termodinamica dei sistemi biologici lontani dall'equilibrio e ruolo della selezione naturale • strutture alla nanoscala come piattaforme per i processi biologici e la loro regolazione • applicazione di tecniche fisiche sperimentali allo studio dei processi fisici intracellulari, con particolare riguardo alla microscopia/nanoscopia ottica.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
FARMACOGENETICA (154EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulle basi genetiche della variabilità della risposta individuale ai farmaci più comunemente utilizzati. I polimorfismi dei geni implicati nel metabolismo dei farmaci, dei recettori di membrana e dei trasportatori cellulari che modulano l'efficacia e la capacità dei farmaci di dare effetti avversi. La variabilità genetica dei bersagli molecolari dell'azione dei farmaci. La correlazione tra profilogenetico individuale ed esito della terapia.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
FARMACOLOGIA GENERALE (336EE) <b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS (0010E) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di illustrare come le tecniche moderne di imaging di fluorescenza permettano di studiare a risoluzione nanometrica processi intracellulari in tempo reale. Dopo una breve premessa sul processo di fluorescenza e la sua implementazione in microscopia e sullo sviluppo delle proteine fluorescenti (fluorofori geneticamente codificati), sarà poi presentata l'applicazione "funzionale" della microscopia confocale (es: biosensori, analisi di processi dinamici mediante FRAP/FCS, binding molecolare mediante FRET, analisi di colocalizzazione). Seguirà la descrizione delle moderne tecniche di super-risoluzione (nanoscopia) che permettono imaging di sistemi biologici con risoluzioni inferiori a 50-100 nm. Tutte le tecniche saranno presentate utilizzando esempi sperimentali di processi biologici, in particolare: regolazione della trascrizione, struttura della membrana plasmatica ed effetto sui recettori di membrana. L'attività di Laboratorio si concentrerà su	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No

acquisizione di immagini presso la facility di microscopia confocale-Airyscan del CISUP, attiva presso l'Unità di Biologia Cellulare e dello Sviluppo						
FRONTIERS IN BIOTECHNOLOGY (1284Z) <b>Obiettivi</b> Il corso di "Frontiers in Biotechnology" è organizzato in cicli di seminari di una o più ore e mira a fornire una panoramica ampia e aggiornata su aree rilevanti nelle Biotecnologie, discutendo criticamente i suoi diversi aspetti. I seminari di "Frontiers in Biotechnology" descriveranno il percorso che ha portato a diverse importanti scoperte scientifiche coprendo aspetti che vanno dalla ricerca di base a quella applicata e metodologica, così come quelli che affrontano le applicazioni scientifiche, della salute e delle biotecnologie agrarie. Gli studenti saranno esposti a una ampia varietà di tematiche in ambito biotecnologico e di applicazioni su organismi modello con livelli di complessità crescente, dai microrganismi agli organismi superiori.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	NN	No
GENETICA DELLE POPOLAZIONI (284EE) <b>Obiettivi</b> Gli studenti dovranno acquisire gli strumenti più elementari per descrivere e analizzare la composizione genetica delle popolazioni naturali e dovranno saper discutere il significato dei fattori che aumentano e diminuiscono la variabilità genetica e che modificano la struttura genetica delle popolazioni nello spazio e nel tempo. La prima parte del corso prevede lezioni cattedratiche, la seconda parte prevede la discussione in aula da parte degli studenti di articoli scientifici preselezionati.	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
GENOMICA AVANZATA (362EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire conoscenze di base sulla struttura, la funzione e l'evoluzione dei genomi di procarioti e di eucarioti. Saranno considerate le diverse metodiche utilizzate per lo studio dei genomi e sarà discusso come l'adozione di approcci genomici hanno cambiato il modo di affrontare le problematiche biologiche. Il corso inoltre prevede di introdurre gli studenti all'utilizzo e alla comprensione degli strumenti bioinformatici necessari alla gestione e all'analisi dei dati provenienti da esperimenti di sequenziamento. Accanto alla presentazione delle tecniche e degli algoritmi sottostanti saranno proposte attività pratiche su dati reali relativi a genomi batterici, animali e vegetali.	3	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/11	Si
GENOMICA AVANZATA (362EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire conoscenze di base sulla struttura, la funzione e l'evoluzione dei genomi di procarioti e di eucarioti. Saranno considerate le diverse metodiche utilizzate per lo studio dei genomi e sarà discusso come l'adozione di approcci genomici hanno cambiato il modo di affrontare le problematiche biologiche. Il corso inoltre prevede di introdurre gli studenti all'utilizzo e alla comprensione degli strumenti bioinformatici necessari alla gestione e all'analisi dei dati provenienti da esperimenti di	3	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/18	Si

sequenziamento. Accanto alla presentazione delle tecniche e degli algoritmi sottostanti saranno proposte attività pratiche su dati reali relativi a genomi batterici, animali e vegetali.						
<b>I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI (156EE)</b> <b>Obiettivi</b> Le finalità del Corso sono quelle di fornire le conoscenze di base delle principali biotecnologie industriali applicate ai protisti. Saranno presi in considerazione argomenti quali, i protisti capaci di produrre molecole difficilmente sintetizzabili, l'uso dei protisti come bioindicatori di diversi tipi di habitat, i protisti nei processi di depurazione biologica delle acque di scarico civili e industriali, i sistemi di produzione algale come fonte di prodotti esostanze utili in campo farmacologico, cosmetico e nutrizionale.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<b>MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA (143FF)</b> <b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi molecolari sottesi alla patogenesi delle infezioni microbiche, individuano i meccanismi molecolari della patogenicità microbica e della risposta immunitaria alle infezioni.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
<b>METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING" (519EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha come obiettivo quello di fornire concetti innovativi nella manipolazione genica dei microrganismi utilizzabili in vari ambiti delle biotecnologie (e.g. allestimento di ceppi attenuati, espressione di proteine eterologhe, gene delivery).	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/19	No
<b>MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI (114FF)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato alla conoscenza dell'epidemiologia, meccanismi patogenetici e diagnosi microbiologica/sierologia dei microrganismi causa di infezioni, tossi-infezioni ed intossicazioni gastro-enteriche di origine alimentare. Richiama i concetti generali delle interazioni ospite-parassita e della risposta immunitaria dell'ospite verso agenti infettivi batterici, con particolare riguardo alla risposta mucosale.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
<b>MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)</b> <b>Obiettivi</b> Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro relazioni filogenetiche; (iii) sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No

la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.						
MICROORGANISMI E BIOSENSORISTICA (554EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si prefigge di fornire agli studenti di Laurea magistrale concetti, esempi ed applicazioni dei microrganismi, o parti di essi, nella progettazione e sviluppo di biosensori utilizzabili in ambito medico e ambientale. Verranno discussi esempi di biosensori sviluppati utilizzando metodiche molecolari e tecniche di rilevazione del segnale di ultima generazione.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/19	No
NEUROSCIENZE AVANZATE (385EE) <b>Obiettivi</b> Il corso si prefigge di fornire agli studenti le conoscenze relative all'uso di biotecnologie nella ricerca applicata al campo delleneuroscienze. Verranno impartiti principi di fisiologia del Sistema Nervoso Centrale, di Neurobiologia, di Neurofisiologia. Attività ligando-recettore deineurotrasmettitori e meccanismi di trasduzione del segnale a livello di membrana. Tecniche cellulari di interesse neurobiologico. Tecniche biomolecolari applicate alle Neuroscienze: real-time RT-PCR, differential display analysis, uso di microarray, RNA interference. Uso di radiotraccianti nelle Neuroscienze. Uso di modelli animali nello studio delle malattie neurodegenerative. Biotecnologie per lo sviluppo di farmaci e di sostanze di interesse per le Neuroscienze.	3	LM-8 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/09	Si
NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI (518GG) <b>Obiettivi</b> Alla luce della recente normativa UE qualsiasi cibo che non sia stato consumato "in modo rilevante" prima del maggio 1997 è da considerarsi nuovo alimento. La categoria comprende nuovi alimenti, alimenti da nuove fonti, nuove sostanze utilizzate nei prodotti alimentari nonché nuove modalità e tecnologie per la produzione di alimenti. Il corso si propone di fornire conoscenze specifiche sull'utilizzo di biotecnologie e di tecniche artificiali di coltivazione delle piante per la produzione di "Novel Foods" di origine vegetale. In particolare saranno perseguiti i seguenti obiettivi : a) Conoscere la base dei processi di crescita delle cellule delle piante superiori in coltura in vitro ed acquisire una sufficiente padronanza delle tecniche di manipolazione delle colture cellulari come "Novel foods" o come ingredienti o fonti di ingredienti di nuovi prodotti alimentari; b) Acquisire conoscenze di base sulle tecnologie di produzione "indoor" e "vertical" di prodotti vegetali tradizionali e di nuovi prodotti realizzabili in ambito urbano o periurbano.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/04	No
PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI (514GG) <b>Obiettivi</b> Il corso si compone di due parti, una teorica della durata di 16 ore durante la quale saranno introdotti i principali inquinanti ambientali del suolo, dell'acqua e dell'atmosfera ed i loro effetti sulle piante. In	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/03	No

particolare, si analizzeranno gli impatti sulle specie vegetali ad uso agricolo ed alimentare con l'obiettivo di far comprendere i danni diretti sull'organismo vegetale e quelli indiretti provocati dalla contaminazione e dall'accumulo nelle parti eduli. Nella parte di laboratorio (16 ore) verranno introdotti i metodi per l'analisi degli elementi minerali e dei composti organici nei suoli, nelle acque e nei tessuti/organi vegetali. Le strumentazioni utilizzate per l'analisi saranno la spettrometria ad emissione atomica e la spettrometria di massa tandem accoppiata con la cromatografia in fase liquida ad alte prestazioni.						
<p>PLANT MOLECULAR PHYSIOLOGY AND TRANSFORMATION OF PLANTS (444EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>This course deals with the molecular processes that rule the response to endogenous and exogenous stimuli, including hormones and stresses. Hormone metabolism and signaling pathways will be presented. Subsequently, the regulatory processes related to plant development will be described, special emphasis will be brought to cell-cell signaling and environment-cell communication. The last part of the course will be dedicated to the molecular responses to environmental stresses. Plant transformation techniques will be described. The use of transgenic plants in agriculture will be discussed.</p>	6	LM-8 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/04	Si
<p>PLANT SYNTHETIC BIOLOGY (527EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Fornire nozioni generali di biologia sintetica e presentare le possibilità di espansione dell'orizzonte delle biotecnologie vegetali rappresentate dall'applicazione di tali approcci, secondo lo stato dell'arte della ricerca. Argomenti proposti • Tecnologie abilitanti: sequenziamento del DNA, sintesi genica, metodologie di clonaggio e assemblaggio di costrutti di DNA. • Espansione sintetica del codice genetico. • Strumenti per l'assemblaggio di circuiti logici genetici. • Ingegneria delle proteine: metodologie di produzione e selezione di varianti proteiche ad alta resa. • Genomi e cellule sintetiche. • Aspetti sociali ed etici riguardanti la biologia sintetica. • Tecnologie recenti di modifica genetica di precisione applicabili in piante. • Disegno ed espressione di sensori geneticamente codificati in piante. • Ingegneria metabolica in piante: casi di studio.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No
<p>PRECLINICAL AND CLINICAL DRUG DEVELOPMENT (0038E)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso presenterà e discuterà le problematiche relative alla progettazione di sperimentazioni precliniche e cliniche, con particolare riferimento alle metodologie di sperimentazione preclinica e clinica, all'analisi dei dati e agli aspetti pratici, logistici ed etici della conduzione di una sperimentazione preclinica e clinica.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<p>SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)</p>	1	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No

				studente		
<b>SCIENZA DEI BIOMATERIALI (261CC)</b> <b>Obiettivi</b> Lo studente acquisirà i concetti di base della chimica dei biomateriali polimerici e dei meccanismi di polimerizzazione, dibiofunzionalizzazione e degradazione. Apprenderà inoltre le principali tecniche di caratterizzazione chimico-fisica e biologica di polimeri per applicazioni biomediche, e le principali metodologie per la preparazione di sistemi micro/nanostrutturati per applicazioni di ingegneria tissutale e rilascio controllato emirato di farmaci/principi bioattivi. Verranno discusse tecniche avanzate di microscopia a fluorescenza, elettronica e a sonda per lo studio dell'interazione cellula-biomateriale. Infine verranno presentati i meccanismi molecolari coinvolti nell'interazione cellula-biomateriale (es. signalling delle integrine, dinamica dei filopodia, lamellipodia e delle placche di adesione focale, rimodellamento del citoscheletro).	6	LM-8 R	B	Discipline chimiche e chimico-industriali	CHIM/04	Si
<b>TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI (479EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia ottica e confocale con particolari approfondimenti sullo studio delle interazioni dei microrganismi planctonici e sessili mediante applicazioni di Live Imaging.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/19	No
<b>TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI (386EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso ha lo scopo di fornire una panoramica sui vari aspetti connessi alla Tossicologia generale (studi di tossicità a breve e lungotermine) e speciale (Mutagenesi, Cancerogenesi e Teratogenesi). Si intendono affrontare i principali aspetti della Tossicologia generale e speciale e i meccanismi attraverso cui si manifesta la tossicità, sia negli organismi animali, i principali saggi sviluppati i (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa. Saranno discussi anche i loro possibili impieghi nel campo delle biotecnologie con particolare riferimento all'impatto sulla salute umana e sull'ambiente. Di seguito gli argomenti principali trattati. Introduzione al corso. La tossicologia come scienza della sperimentazione animale: finalità e campi di applicazione. Metodiche di tossicologia alternativa (uso di sistemi cellulari in vitro, ex vivo o di organismi invertebrati). La risposta tossicologica e i fattori che la influenzano: tossicocinetica e tossicodinamica come "modulatori" della risposta tossicologica. Cenni di tossicologia farmacologica. Principali descrittori della tossicologia per la valutazione della tossicità (generale e speciale) e per l'estrapolazione del rischio tossicologico per l'uomo e l'ambiente. Breve ricapitolazione dei principali aspetti inerenti la mutagenesi, cancerogenesi e teratogenesi.	3	LM-8 R	C	Attività formative affini o integrative	BIO/18	Si
<b>TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA (389EE)</b>	3	LM-8 R	D	A scelta dello	BIO/18	No

<p><b>Obiettivi</b> Verranno presentate le principali metodiche sperimentali usate in Tossicologia per l'identificazione di agenti tossici, cancerogeni, teratogeni e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Si intendono presentare alcuni dei principali saggi sviluppati in organismi animali (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa, in sistemi cellulari in vitro ed ex vivo o in organismi invertebrati. Di seguito gli argomenti principali trattati. Descrizione di alcune metodiche di tossicologia generale (acuta, subacuta e cronica) e speciale (cancerogenesi, mutagenesi e tossicologia dell'apparato riproduttivo) e di ecotossicologia. Alcuni esempi di applicazione delle metodiche di tossicologia alternativa per la salvaguardia della salute umana, degli animali e dell'ambiente.</p>				studente		
<p>TRANSGENIC MODELS AND MOLECULAR METHODS FOR NEUROSCIENCES (415EE) <b>Obiettivi</b> Generation of transgenic organisms (<i>C. elegans</i>, <i>Drosophila</i>, <i>Danio rerio</i>, <i>Xenopus</i>, mouse); in vivo gene targeting (RNA interference, mouse gene KO and knock-in and Conditional KO); viral vectors for gene mis-expression and inactivation in vivo and in vitro; viral tracing of neuronal connections, genome editing, CRISPR Cas9; antibody and peptide libraries.</p>	6	LM-8 R	B	Discipline biologiche	BIO/06	Si
<p>VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE DELLE PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE (322GG) <b>Obiettivi</b> Illustrare la procedura della valutazione di rischio ambientale per le piante transgeniche, in modo che gli studenti acquisiscano capacità critiche per stimare l'importanza e l'entità del rischio a seconda della pianta (o coltura), del tipo di utilizzo (coltivazione vs importazione e trasformazione), della modificazione genetica (evento) e del contesto (ad es. agroecosistema o aree geografiche di riferimento). Il corso si basa sull'esperienza del titolare come membro esperto del Gruppo di Lavoro sulla Valutazione del Rischio Ambientale del Panel OGM presso l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Conseguentemente, il corso è principalmente fondato sull'approccio dell'EFSA alla valutazione del rischio in base (i) al Reg. CE No. 1829/2003 sugli alimenti geneticamente modificati per uso umano o animale e (ii) alla Direttiva CE 18/2001 sul rilascio intenzionale di organismi geneticamente modificati nell'ambiente. Concetti di pericolo e rischio. I principi che regolano la procedura di valutazione del rischio ambientale (VRA) per le piante geneticamente modificate (PGM). I parametri di valutazione (endpoints). Applicazione a casi di studio selezionati. Problematiche specifiche legate al tipo di pianta (coltura) e di modificazione genetica (evento). VRA: valutazione caso per caso e fase per fase. Utilizzo delle piante per la coltivazione vs importazione e trasformazione. Le sei fasi della VRA</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/02	No

<p>per le PGM: (1) la formulazione del problema, inclusa l'identificazione del pericolo; (2) la caratterizzazione del pericolo; (3) la caratterizzazione dell'esposizione; (4) la caratterizzazione del rischio; (5) le strategie per la gestione del rischio; (6) la valutazione complessiva del rischio. Le sette aree d'interesse per la VRA delle PGM: (1) persistenza e invasività delle PGM e dei loro parentali compatibili, compreso il trasferimento di geniverticali (da pianta a pianta); (2) trasferimento di geni orizzontale (da pianta a microrganismi); (3) interazione tra PGM e organismi bersaglio; (4) interazione tra PGM e organismi non bersaglio; (5) impatto delle tecniche specifiche di coltivazione, gestione e raccolta delle PGM; (6) effetti sui cicli biogeochimici; (7) effetti sulla salute umana ed animale. Considerazioni trasversali per la VRA delle PGM: scelta dei comparatori, aree geografiche di riferimento, principi generali per l'analisi statistica dei dati, effetti a lungo termine. Casi di studio selezionati (lavoro in gruppo seguito da discussione plenaria).</p>					
--	--	--	--	--	--

## 2° Anno (anno accademico 2026/2027)

Attività Formativa	CFU	Classe	TAF	Ambito	SSD	Obblig.
<p>ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS (0004E)</p> <p><b>Obiettivi</b>            Il corso si propone di fornire al discente un approfondimento delle conoscenze teoriche e pratiche propedeutiche alla manipolazione, gestione e studio del fenotipo di modelli transgenici per malattie correlate allo sviluppo con particolare riferimento al sistema nervoso. I laboratori si svilupperanno in tre blocchi principali: i) saranno illustrate le strategie per l'allevamento, il mantenimento e la genotipizzazione di animali transgenici in combinazione con specifici "driver" Cre; ii) saranno illustrate le principali metodologie impiegate per gene delivery mediante "applicazioni stereotassiche", per lo studio della connettività strutturale mediante traccianti anterogradi e retrogradi iii) saranno inoltre presi in esame i principali test utilizzati per la valutazione dei paradigmi comportamentali di modelli per disordini del neurosviluppo.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
<p>BIOFARMACI (207EE)</p> <p><b>Obiettivi</b>            Il corso verterà sulle principali tipologie di nuovi farmaci consentite dalle biotecnologie, con specifici esempi di molecole già utilizzate in terapia: proteine e peptidi ricombinanti, anticorpi monoclonali e frammenti anticorpali, immunotossine, vaccini, oligonucleotidi.. Il corso prevederà anche dei cenni sulla terapia genica.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/14	No
<p>BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)</p> <p><b>Obiettivi</b>            Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No

di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.						
<p>BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI (316GG)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi che, a livello biochimico-molecolare, caratterizzano l'intero ciclo (ri)-produttivo delle piante da frutto a partire dai processi induttivi e di transizione di fase del meristema. Verranno quindi descritti i meccanismi molecolari che determinano la differenziazione e formazione e sviluppo del fiore e provocano fenomeni di incompatibilità. Verranno discusse le basi biologiche dell'allegagione, cascola e crescita del frutto, e i meccanismi che regolano la maturazione e senescenza con particolare riferimento ai processi cellulari (es. trasporto zuccheri, transizione cloroplasto-cromoplasto, alterazione della struttura della parete primaria) che definiscono la qualità dei frutti. Verranno descritte le applicazioni biotecnologiche relative al controllo di tali processi. Il processo di fioritura nelle specie frutticole. Aspetti genetici e molecolari della transizione di fase. Incompatibilità gametofitica e sporofitica dei fruttiferi. Interazione seme-frutto: ruolo degli ormoni e dei fattori di trascrizione. Basi molecolari della cascola dei frutticini (abscissione) e della maturazione dei frutti: processi etilene-dipendenti ed etilene-indipendenti.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/03	No
<p>BIOMASSE E BIOENERGIE (317GG)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulle principali caratteristiche delle filiere delle bioenergie e dei biocarburanti e sulle biotecnologie applicate nella valorizzazione delle biomasse agro-forestali, sia da residui colturali che da scarti di lavorazione e da colture dedicate impiegate nel recupero e nella valorizzazione di terreni agrari non adatti alle coltivazioni "food" e/o nella fitodepurazione delle acque reflue superficiali. Le filiere bioenergetiche ed il loro ruolo nella riduzione delle emissioni di GHG e nello sviluppo economico e ambientale della società. La sostenibilità della produzione della bioenergia e dei biocarburanti. Stima delle produzioni energetiche ottenibili dalle biomasse residuali. Le colture dedicate per il fito-rimedio e la fitodepurazione e per obiettivi di carattere agro-ambientale: colture erbacee ed arboree, colture annuali e poliennali. Analisi della vocazionalità delle aree. Teoria e pratica dei processi biotecnologici alla base delle filiere di produzione di biocarburanti liquidi e gassosi.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/02	No
<p>BIOSICUREZZA (315FF)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Fornire conoscenze di base di epidemiologia e profilassi delle malattie infettive ed analisi del rischio finalizzate alla tutela sanitaria ed ambientale nei confronti delle biotecnologie. Principi generali di epidemiologia e prevenzione delle malattie infettive. Classificazione degli agenti biologici secondo la</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No

<p>normativa per la sicurezza in laboratorio. Definizioni di pericolo, rischio, e rischio accettabile. Fondamenti di Analisi del rischio ed analisi rischi-benefici. La valutazione del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: agricoltura, produzione di alimenti, farmacologia e medicina, processi industriali,risanamento e controllo ambientale. Casi studio. Controllo del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: misure di contenimento, sanificazione ambientale e smaltimento dei rifiuti. Casi studio.</p>						
<p>BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO (316FF)</p> <p><b>Obiettivi</b>  introduzione ai meccanismi di danno e rigenerazione dei tessuti, e di protezione d'organo. Colture di cellule staminali e progeneritrici –tipo di coltura, mezzo di coltura, ambiente colturale, tecniche di mantenimento, differenziamento e criopreservazione di cellule staminali e progeneritrici in vitro. Tecniche di analisi di vitalità e senescenza della nicchia staminale. Introduzione alle micro vescicole – metodi di separazione e caratterizzazione delle micro vescicole. Metodi di protezione d'organo: pre-condizionamento e post-condizionamento. Xenotrapianto e animali transgenici. Tecniche di bio-stampa 3D di organi e tessuti. Tecniche di organo su chip. Tecniche di mappaggio dello stato epigenetico. Casi studio di rigenerazione tissutale in vivo: vasi sanguiferi artificiali, fegato artificiale, polmone artificiale, rigenerazione cardiaca. Casi studio di protezione multi-organo in vivo: sepsi, ARDS, tecniche di circolazione extracorporea e trapianto cuore-polmone.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/41	No
<p>BIOTECNOLOGIE GENETICHE (364EE)</p> <p><b>Obiettivi</b>  Ruolo e applicazione delle biotecnologie genetiche nella ricerca. Basi teoriche per sviluppare tecniche volte alla modificazione disistemi genetici modello per la validazione funzionale di saggi biologici. Vettori per esprimere proteine umane in Saccharomyces cerevisiae.Costruzione di un “pool” di ceppi di lievito con delezioni “barcoded”. Principi e metodologie di base per screening genetici che utilizzano il lievito comesistema modello. Utilizzo del lievito Saccharomyces cerevisiae come sistema modello per studiare le basi molecolari di malattie umane. Attività dilaboratorio inerente a: costruzione di ceppi di lievito con delezione genica e ceppi transgenici per lo studio di espressione di proteine e analisi delfenotipo. Esempi di saggi funzionali in lievito.</p>	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
<p>BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE (387EE)</p> <p><b>Obiettivi</b>  Il corso si integra con quello di Neuroscienze Avanzate e si prefigge di fornire una applicazione pratica agli argomenti affrontati in tale corso</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/09	No
<p>BIOTECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE (150EE)</p> <p><b>Obiettivi</b>  Il corso si propone di fornire allo studente gli</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No

strumenti per comprendere i meccanismi di attenuazione naturale e biodegradazione degli xenobiotici nell'ambiente. Si propone altresì di fornire le basi relative alle competenze di programmazione di interventi tesi all'ottimizzazione della naturale omeostasi ambientale, all'insegna del recupero di zone degradate, attraverso l'applicazione di organismi viventi come piante, batteri e funghi, quali agenti di detossificazione e/o degradazione degli inquinanti nell'ambiente.						
<b>BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO (319GG)</b> <b>Obiettivi</b> Contribuire allo sviluppo delle capacità individuali di applicare un insieme di discipline (chimiche, biologiche, microbiologiche, biochimiche, farmaceutiche) per valorizzare ed esaltare le capacità metaboliche di microrganismi, cellule, tessuti od organi vegetali per la produzione di principi attivi utili per l'industria farmaceutica. Conoscenza delle basi biologiche della coltura in vitro di cellule, tessuti e organi di specie vegetali. Metodi per incrementare la produzione di metaboliti secondari dalle colture cellulari. Biotrasformazioni. Uso di sistemi di cellule immobilizzate. Coltivazione in bioreattori. La produzione di principi attivi utili dalle piante. "biofarm". Metaboliti secondari di origine vegetale di interesse farmacologico e commerciale. Produzione di metaboliti da cellule in coltura o da plantule micropropagate. Le biotecnologie applicate alla coltivazione delle piante aromatiche ed officinali, la produzione di "hairy roots". Presentazione di alcuni casi studio: caratteristiche botaniche delle specie, importanza economica, utilizzo e possibili applicazioni di interesse industriale.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/04	No
<b>CALCIUM, MITOCHONDRIA AND NEURONAL DEATH (0009E)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso propone di comprendere ed approfondire le conoscenze riguardanti i meccanismi di disfunzione e morte neuronale, in quanto essi rappresentano le cause primarie della patogenesi malattie neurologiche e neurodegenerative, come ischemia, epilessia, sclerosi laterale amiotrofica, Alzheimer, Parkinson ed Huntington. La famiglia delle proteine B-cell lymphoma-2 (Bcl-2), le disfunzioni mitocondriali e bioenergetiche, ed il danno neuronale a carico del Ca <sup>2+</sup> possiedono un ruolo rilevante nell'inizio e/o progressione di queste malattie. Sarà consolidato anche l'aspetto riguardante l'identificazione dei meccanismi alla base del fallimento delle strategie di trattamento usate finora.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/06	No
<b>FARMACOGENETICA (154EE)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulle basi genetiche della variabilità della risposta individuale ai farmaci più comunemente utilizzati. I polimorfismi dei geni implicati nel metabolismo dei farmaci, dei recettori di membrana e dei trasportatori cellulari che modulano l'efficacia e la	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No

capacità dei farmaci di dare effetti avversi. La variabilità genetica dei bersagli molecolari dell'azione dei farmaci. La correlazione tra profilogenetico individuale ed esito della terapia.						
<p>FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS (0010E)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso si propone di illustrare come le tecniche moderne di imaging di fluorescenza permettano di studiare a risoluzione nanometrica processi intracellulari in tempo reale. Dopo una breve premessa sul processo di fluorescenza e la sua implementazione in microscopia e sullo sviluppo delle proteine fluorescenti (fluorofori geneticamente codificati), sarà poi presentata l'applicazione "funzionale" della microscopia confocale (es: biosensori, analisi di processi dinamici mediante FRAP/FCS, binding molecolare mediante FRET, analisi di colocalizzazione). Seguirà la descrizione delle moderne tecniche di super-risoluzione (nanoscopia) che permettono imaging di sistemi biologici con risoluzioni inferiori a 50-100 nm. Tutte le tecniche saranno presentate utilizzando esempi sperimentali di processi biologici, in particolare: regolazione della trascrizione, struttura della membrana plasmatica ed effetto sui recettori di membrana. L'attività di Laboratorio si concentrerà su acquisizione di immagini presso la facility di microscopia confocale-Airyscan del CISUP, attiva presso l'Unità di Biologia Cellulare e dello Sviluppo</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/10	No
<p>FRONTIERS IN BIOTECHNOLOGY (1284Z)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Il corso di "Frontiers in Biotechnology" è organizzato in cicli di seminari di una o più ore e mira a fornire una panoramica ampia e aggiornata su aree rilevanti nelle Biotecnologie, discutendo criticamente i suoi diversi aspetti. I seminari di "Frontiers in Biotechnology" descriveranno il percorso che ha portato a diverse importanti scoperte scientifiche coprendo aspetti che vanno dalla ricerca di base a quella applicata e metodologica, così come quelli che affrontano le applicazioni scientifiche, della salute e delle biotecnologie agrarie. Gli studenti saranno esposti a una ampia varietà di tematiche in ambito biotecnologico e di applicazioni su organismi modello con livelli di complessità crescente, dai microrganismi agli organismi superiori.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	NN	No
<p>GENETICA DELLE POPOLAZIONI (284EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p> <p>Gli studenti dovranno acquisire gli strumenti più elementari per descrivere e analizzare la composizione genetica delle popolazioni naturali e dovranno saper discutere il significato dei fattori che aumentano e diminuiscono la variabilità genetica e che modificano la struttura genetica delle popolazioni nello spazio e nel tempo. La prima parte del corso prevede lezioni cattedratiche, la seconda parte prevede la discussione in aula da parte degli studenti di articoli scientifici prelezionati.</p>	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No

<p>I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI (156EE)</p> <p><b>Obiettivi</b> Le finalità del Corso sono quelle di fornire le conoscenze di base delle principali biotecnologie industriali applicate ai protisti. Saranno presi in considerazione argomenti quali, i protisti capaci di produrre molecole difficilmente sintetizzabili, l'uso dei protisti come bioindicatori di diversi tipi di habitat, i protisti nei processi di depurazione biologica delle acque di scarico civili e industriali, i sistemi di produzione algale come fonte di prodotti esostanze utili in campo farmacologico, cosmetico e nutrizionale.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/05	No
<p>MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA (143FF)</p> <p><b>Obiettivi</b> Lo scopo del corso è fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi molecolari sottesi alla patogenesi delle infezioni microbiche, individuano i meccanismi molecolari della patogenicità microbica e della risposta immunitaria alle infezioni.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
<p>METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING" (519EE)</p> <p><b>Obiettivi</b> Il corso ha come obiettivo quello di fornire concetti innovativi nella manipolazione genica dei microrganismi utilizzabili in vari ambiti delle biotecnologie (e.g. allestimento di ceppi attenuati, espressione di proteine eterologhe, gene delivery).</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/19	No
<p>MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI (114FF)</p> <p><b>Obiettivi</b> Il corso è finalizzato alla conoscenza dell'epidemiologia, meccanismi patogenetici e diagnosi microbiologica/sierologia dei microrganismi causa di infezioni, tossi-infezioni ed intossicazioni gastro-enteriche di origine alimentare. Richiama i concetti generali delle interazioni ospite-parassita e della risposta immunitaria dell'ospite verso agenti infettivi batterici, con particolare riguardo alla risposta mucosale.</p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
<p>MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)</p> <p><b>Obiettivi</b> Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro relazioni filogenetiche; (iii) sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.</p>	6	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/07	No
<p>MICRORGANISMI E BIOSENSORISTICA (554EE)</p> <p><b>Obiettivi</b></p>	3	LM-8 R	D	A scelta dello	BIO/19	No

Il corso si prefigge di fornire agli studenti di Laurea magistrale concetti, esempi ed applicazioni dei microrganismi, o parti di essi, nella progettazione e sviluppo di biosensori utilizzabili in ambito medico e ambientale. Verranno discussi esempi di biosensori sviluppati utilizzando metodiche molecolari e tecniche di rilevazione del segnale di ultima generazione.				studente		
<b>MODELLISTICA MOLECOLARE DI BIOMOLECOLE (110CC)</b> <b>Obiettivi</b> L'insegnamento si propone di introdurre lo studente alla modellistica molecolare di base, fornendo al contempo una panoramica delle applicazioni della disciplina allo studio di biomolecole e alla risoluzione di problemi di interesse chimico-biologico in vista di applicazioni biotecnologiche. Apprenderà le principali tecniche computazionali utili per l'analisi conformazionale di piccole e grandi molecole. Tramite esercitazioni con comunisofware di calcolo molecolare e di visualizzazione grafica lo studente imparerà a svolgere simulazioni sulle proprietà spettroscopiche, chimiche ed ottiche di singole molecole.	6	LM-8 R	B	Discipline chimiche e chimico-industriali	CHIM/02	Si
<b>NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI (518GG)</b> <b>Obiettivi</b> Alla luce della recente normativa UE qualsiasi cibo che non sia stato consumato "in modo rilevante" prima del maggio 1997 è da considerarsi nuovo alimento. La categoria comprende nuovi alimenti, alimenti da nuove fonti, nuove sostanze utilizzate nei prodotti alimentari nonché nuove modalità e tecnologie per la produzione di alimenti. Il corso si propone di fornire conoscenze specifiche sull'utilizzo di biotecnologie e di tecniche artificiali di coltivazione delle piante per la produzione di "Novel Foods" di origine vegetale. In particolare saranno perseguiti i seguenti obiettivi : a) Conoscere la base dei processi di crescita delle cellule delle piante superiori in coltura in vitro ed acquisire una sufficiente padronanza delle tecniche di manipolazione delle colture cellulari come "Novel foods" o come ingredienti o fonti di ingredienti di nuovi prodotti alimentari; b) Acquisire conoscenze di base sulle tecnologie di produzione "indoor" e "vertical" di prodotti vegetali tradizionali e di nuovi prodotti realizzabili in ambito urbano o periurbano.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/04	No
<b>PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI (514GG)</b> <b>Obiettivi</b> Il corso si compone di due parti, una teorica della durata di 16 ore durante la quale saranno introdotti i principali inquinanti ambientali del suolo, dell'acqua e dell'atmosfera ed i loro effetti sulle piante. In particolare, si analizzeranno gli impatti sulle specie vegetali ad uso agricolo ed alimentare con l'obiettivo di far comprendere i danni diretti sull'organismo vegetale e quelli indiretti provocati dalla contaminazione e dall'accumulo nelle parti eduli. Nella parte di laboratorio (16 ore) verranno introdotti	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/03	No

i metodi per l'analisi degli elementi minerali e dei composti organici nei suoli, nelle acque e nei tessuti/organi vegetali. Le strumentazioni utilizzate per l'analisi saranno la spettrometria ad emissione atomica e la spettrometria di massa tandem accoppiata con la cromatografia in fase liquida ad alte prestazioni.						
PLANT SYNTHETIC BIOLOGY (527EE) <b>Obiettivi</b> Fornire nozioni generali di biologia sintetica e presentare le possibilità di espansione dell'orizzonte delle biotecnologie vegetali rappresentate dall'applicazione di tali approcci, secondo lo stato dell'arte della ricerca. Argomenti proposti • Tecnologie abilitanti: sequenziamento del DNA, sintesi genica, metodologie di clonaggio e assemblaggio di costrutti di DNA. • Espansione sintetica del codice genetico. • Strumenti per l'assemblaggio di circuiti logici genetici. • Ingegneria delle proteine: metodologie di produzione e selezione di varianti proteiche ad alta resa. • Genomi e cellule sintetiche. • Aspetti sociali ed etici riguardanti la biologia sintetica. • Tecnologie recenti di modifica genetica di precisione applicabili in piante. • Disegno ed espressione di sensori geneticamente codificati in piante. • Ingegneria metabolica in piante: casi di studio.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/04	No
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	LM-8 R	D	A scelta dello studente	MED/42	No
TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI (479EE) <b>Obiettivi</b> Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia ottica e confocale con particolari approfondimenti sullo studio delle interazioni dei microrganismi planctonici e sessili mediante applicazioni di Live Imaging.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/19	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z) <b>Obiettivi</b> L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea). <b>Moduli</b> ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO (2) TESI DI LAUREA MAGISTRALE (1)	45 1 44	LM-8 R	E	Per la prova finale	NN, PROFIN_S	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z) <b>Obiettivi</b> L'Attività prevede un tirocinio ed un internato di tesi. L'internato di tesi prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente sia durante il tirocinio che nel periodo successivo seguito da un relatore	20	LM-8 R	E	Per la prova finale	NN, PROFIN_S	No

(scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea). <b>Moduli</b> TESI DI LAUREA MAGISTRALE (1) ALTRE ATTIVITA' PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO (2)	19 1					
TIROCINIO (1005Z) <b>Obiettivi</b> L'attività formativa prevede un tirocinio di 25 CFU propedeutico alla tesi di laurea da svolgersi sotto la guida di un tutor interno che sarà anche relatore della tesi.	25	LM-8 R	F	Tirocini formativi e di orientamento	NN	No
TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA (389EE) <b>Obiettivi</b> Verranno presentate le principali metodiche sperimentali usate in Tossicologia per l'identificazione di agenti tossici, cancerogeni,teratogeni e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Si intendono presentare alcuni dei principali saggi sviluppati in organismi animali (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa, in sistemi cellulari in vitro ed ex vivo o in organismi invertebrati. Di seguito gli argomenti principali trattati. Descrizione di alcune metodiche di tossicologia generale (acuta, subacuta e cronica) e speciale (cancerogenesi, mutagenesi e tossicologia dell'apparato riproduttivo) e di ecotossicologia. Alcuni esempi di applicazione delle metodiche di tossicologia alternativa per la salvaguardia della salute umana, degli animali e dell'ambiente.	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	BIO/18	No
ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z) <b>Obiettivi</b> L'obiettivo è di aver acquisito ulteriori conoscenze linguistiche di una lingua della comunità europea (Inglese) che permettano allo studente di scrivere e parlare fluentemente (livello B2).	3	LM-8 R	F	Ulteriori conoscenze linguistiche	NN	Si
VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE DELLE PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE (322GG) <b>Obiettivi</b> Illustrare la procedura della valutazione di rischio ambientale per le piante transgeniche, in modo che gli studenti acquisiscano capacità critiche per stimare l'importanza e l'entità del rischio a seconda della pianta (o coltura), del tipo di utilizzo (coltivazione vs importazione e trasformazione), della modificazione genetica (evento) e del contesto (ad es. agroecosistema o aree geografiche di riferimento). Il corso si basa sull'esperienza del titolare come membro esperto del Gruppo di Lavoro sulla Valutazione del Rischio Ambientale del Panel OGM presso l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Conseguentemente, il corso è principalmente fondato sull'approccio dell'EFSA alla valutazione del rischio in base (i) al Reg. CE No. 1829/2003 sugli	3	LM-8 R	D	A scelta dello studente	AGR/02	No

alimenti geneticamente modificati per uso umano o animale e (ii) alla Direttiva CE 18/2001 sul rilascio intenzionale di organismi geneticamente modificati nell'ambiente. Concetti di pericolo e rischio. I principi che regolano la procedura di valutazione del rischio ambientale (VRA) per le piante geneticamente modificate (PGM). I parametri di valutazione (endpoints). Applicazione a casi di studio selezionati. Problematiche specifiche legate al tipo di pianta (coltura) e di modificazione genetica (evento). VRA: valutazione caso per caso e fase per fase. Utilizzo delle piante per la coltivazione vs importazione e trasformazione. Le sei fasi della VRA per le PGM: (1) la formulazione del problema, inclusa l'identificazione del pericolo; (2) la caratterizzazione del pericolo; (3) la caratterizzazione dell'esposizione; (4) la caratterizzazione del rischio; (5) le strategie per la gestione del rischio; (6) la valutazione complessiva del rischio. Le sette aree d'interesse per la VRA delle PGM: (1) persistenza e invasività delle PGM e dei loro parentali compatibili, compreso il trasferimento di geni verticali (da pianta a pianta); (2) trasferimento di geni orizzontale (da pianta a microrganismi); (3) interazione tra PGM e organismi bersaglio; (4) interazione tra PGM e organismi non bersaglio; (5) impatto delle tecniche specifiche di coltivazione, gestione e raccolta delle PGM; (6) effetti sui cicli biogeochimici; (7) effetti sulla salute umana ed animale. Considerazioni trasversali per la VRA delle PGM: scelta dei comparatori, aree geografiche di riferimento, principi generali per l'analisi statistica dei dati, effetti a lungo termine. Casi di studio selezionati (lavoro in gruppo seguito da discussione plenaria).

## Piano di Studio: WBOR-LM-25-25-25

<b>Anno Regolamento Didattico</b>	2025/2026
<b>Anno di Coorte</b>	2025/2026
<b>Anno di Revisione</b>	2025/2026

<b>Stato Piano generato</b>	Approvato
<b>Schema Statutario</b>	Sì
<b>Totale CFU</b>	120
<b>Totale CFU Obbligatorii</b>	63

### Anno di Corso: 1° (2025/2026)

<b>Totale CFU Minimi</b>	54
<b>Totale CFU Obbligatorii</b>	54

**Regola 1: OBBLIGATORI PRIMO ANNO (Obbligatoria)**  
Attività Obbligatorie. 10AF.

<b>CFU obbligatori</b>	54
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
BIOCHIMICA APPLICATA (367EE)	6	BIO/10	Sì	No
BIOLOGIA MOLECOLARE AVANZATA (369EE)	6	BIO/11	Sì	No
BIOSTATISTICA (130PP)	6	SECS-S/02	Sì	No
BIOTECNOLOGIE MICROBICHE (046FF)	6	BIO/19	Sì	No
GENOMICA AVANZATA (362EE)	6	BIO/18, BIO/11	Sì	No
NEUROSCIENZE AVANZATE (385EE)	3	BIO/09	Sì	No
PLANT MOLECULAR PHYSIOLOGY AND TRANSFORMATION OF PLANTS (444EE)	6	BIO/04	Sì	No
SCIENZA DEI BIOMATERIALI (261CC)	6	CHIM/04	Sì	No
TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI (386EE)	3	BIO/18	Sì	No
TRANSGENIC MODELS AND MOLECULAR METHODS FOR NEUROSCIENCES (415EE)	6	BIO/06	Sì	No

**Regola 5: SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (Da elenco)**  
1 CFU a scelta tra i seguenti.

<b>Sovrannumeraria</b>	SI
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)	1	MED/42	No	No

### Anno di Corso: 2° (2026/2027)

<b>Totale CFU Minimi</b>	66
<b>Totale CFU Obbligatorii</b>	9

**Regola 2: OBBLIGATORI SECONDO ANNO (Obbligatoria)**  
Attività Obbligatorie. 2AF.

<b>CFU obbligatori</b>	9
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
MODELLISTICA MOLECOLARE DI BIOMOLECOLE (110CC)	6	CHIM/02	Sì	No
ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z)	3	NN	Sì	No

**Regola 3: TESI (Gruppo scelta esami)**

Gruppo Scelta Esami. 45 CFU

<b>TAF</b>	E - Lingua/Prova Finale
<b>Ambito</b>	83801 - Per la prova finale
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z)	45	NN, PROFIN_S	No	No
TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z)	20	PROFIN_S, NN	No	No
TIROCINIO (1005Z)	25	NN	No	No

**Regola 4: LIBERA SCELTA (Gruppo scelta esami)**

Gruppo Scelta Esami. 12 CFU

<b>TAF</b>	D - A scelta dello studente
<b>Ambito</b>	83800 - A scelta dello studente
<b>Sovrannumeraria</b>	NO
<b>Abilita scelta da libretto</b>	NO

Attività Formativa	CFU	Settori	Statutaria	Controllo Anno
ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS (0004E)	3	BIO/06	No	No
ANALYTICAL TECHNIQUES IN BIOCHEMISTRY (0041E)	3	BIO/10	No	No
APPLIED CELLULAR MICROSCOPY (0040E)	3	BIO/10	No	No
BIOFARMACI (207EE)	3	BIO/14	No	No
BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)	3	BIO/04	No	No
BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI (316GG)	3	AGR/03	No	No
BIOMASSE E BIOENERGIE (317GG)	3	AGR/02	No	No
BIOSICUREZZA (315FF)	3	MED/42	No	No
BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO (316FF)	3	MED/41	No	No
BIOTECNOLOGIE GENETICHE (364EE)	6	BIO/18	No	No
BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE (387EE)	3	BIO/09	No	No
BIOTECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE (150EE)	3	BIO/04	No	No
BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO (319GG)	3	AGR/04	No	No

CALCIUM, MITOCHONDRIA AND NEURONAL DEATH (0009E)	3	BIO/06	No	No
CELL BIOPHYSICS (0039E)	3	BIO/10	No	No
FARMACOGENETICA (154EE)	3	BIO/18	No	No
FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)	3	BIO/14	No	No
FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS (0010E)	3	BIO/10	No	No
FRONTIERS IN BIOTECHNOLOGY (1284Z)	3	NN	No	No
GENETICA DELLE POPOLAZIONI (284EE)	6	BIO/18	No	No
I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI (156EE)	3	BIO/05	No	No
MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA (143FF)	3	MED/07	No	No
METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING" (519EE)	3	BIO/19	No	No
MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI (114FF)	3	MED/07	No	No
MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)	6	MED/07	No	No
MICRORGANISMI E BIOSENSORISTICA (554EE)	3	BIO/19	No	No
NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI (518GG)	3	AGR/04	No	No
PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI (514GG)	3	AGR/03	No	No
PLANT SYNTHETIC BIOLOGY (527EE)	3	BIO/04	No	No
PRECLINICAL AND CLINICAL DRUG DEVELOPMENT (0038E)	3	BIO/14	No	No
TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI (479EE)	3	BIO/19	No	No
TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA (389EE)	3	BIO/18	No	No

# Obiettivi attività formative

## 0° Anno (anno accademico 2024/2025)

- SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)

## 1° Anno (anno accademico 2025/2026)

- ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS (0004E)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire al discente un approfondimento delle conoscenze teoriche e pratiche propedeutiche alla manipolazione, gestione e studio del fenotipo di modelli transgenici per malattie correlate allo sviluppo con particolare riferimento al sistema nervoso. I laboratori si svilupperanno in tre blocchi principali: i) saranno illustrate le strategie per l'allevamento, il mantenimento e la genotipizzazione di animali transgenici in combinazione con specifici "driver" Cre; ii) saranno illustrate le principali metodologie impiegate per gene delivery mediante "applicazioni stereotassiche", per lo studio della connettività strutturale mediante traccianti anterogradi e retrogradi iii) saranno inoltre presi in esame i principali test utilizzati per la valutazione dei paradigmi comportamentali di modelli per disordini del neurosviluppo.

- ANALYTICAL TECHNIQUES IN BIOCHEMISTRY (0041E)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si prefigge lo scopo di fornire una base teorica e sperimentale in relazione a tecniche e processi di analisi biochimica strumentale. Saranno fornite tramite lezioni frontali le nozioni di base necessarie per effettuare in maniera consapevole le attività sperimentali, con particolare riferimento a principi di fluorescenza, cromatografia, e spettrometria di massa. L'attività sperimentale sarà effettuata singolarmente o in piccoli gruppi, e prevede l'applicazione pratica delle tecniche studiate.

- APPLIED CELLULAR MICROSCOPY (0040E)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia di fluorescenza per l'analisi di processi biologici che avvengono alla scala nanometrica. Particolare enfasi sarà rivolta all'utilizzo della microscopia a super-risoluzione per lo studio di complessi molecolari (es: protein binding), delle fasi nanocondensate (es: topological associating domains sulla cromatina, lipid rafts in membrana) e dei processi di internalizzazione cellulare di sistemi esogeni (es: virus).

- BIOCHIMICA APPLICATA (367EE)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di introdurre lo studente nel campo delle applicazioni a livello biotecnologico di attuali conoscenze biochimiche. Verranno prese in considerazione le basi della modulazione della biosintesi di metaboliti primari e secondari di rilevanza applicativa; verrà affrontato l'utilizzo di biocatalizzatori nell'industria chimica e farmaceutica nonché in campo bioanalitico. Verranno presi in esame la strutturazione ed il funzionamento di sensori enzimatici. Verranno inoltre prese in esame: la modificazione delle caratteristiche strutturali e funzionali di proteine mediante mutagenesi sito-specifica; gli chaperone molecolari nella stabilizzazione strutturale e nel controllo della funzione di biomolecole; i fondamenti biochimici del "drug discovery" e del "drug delivery".

- BIOFARMACI (207EE)

### **Obiettivi Formativi**

Il corso verterà sulle principali tipologie di nuovi farmaci consentite dalle biotecnologie, con specifici esempi di molecole già utilizzate in terapia: proteine e peptidi ricombinanti, anticorpi monoclonali e

frammenti anticorpali, immunotossine, vaccini, oligonucleotidi.. Il corso prevederà anche dei cenni sulla terapia genica.

- **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)**

**Obiettivi Formativi**

Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.

- **BIOLOGIA MOLECOLARE AVANZATA (369EE)**

**Obiettivi Formativi**

Aspetti rilevanti della regolazione genetica ed epigenetica dell'espressione genica negli eucarioti a livello trascrizionale e post-trascrizionale. Analisi dei profili di espressione di interi genomi. Principi e metodologie di base per studi su larga scala del trascrittoma e del proteoma. Mappe di interazioni proteiche. Attività di laboratorio inerente ad analisi di un dataset di trascrittoma a partire da file fastQ: analisi di qualità, allineamento rispetto al genoma di riferimento, filtraggio e manipolazione dei dati, generazione delle tabelle di conte normalizzate, analisi di espressione genica differenziale, analisi GO (gene ontology) e rappresentazione dei risultati per via grafica, tabulare e tramite analisi delle principali componenti.

- **BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI (316GG)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi che, a livello biochimico-molecolare, caratterizzano l'intero ciclo (ri)-produttivo delle piante da frutto a partire dai processi induttivi e di transizione di fase del meristema. Verranno quindi descritti i meccanismi molecolari che determinano la differenziazione e formazione e sviluppo del fiore e provocano fenomeni di incompatibilità. Verranno discusse le basi biologiche dell'allegagione, cascola e crescita del frutto, e i meccanismi che regolano la maturazione e senescenza con particolare riferimento ai processi cellulari (es. trasporto zuccheri, transizione cloroplasto-cromoplasto, alterazione della struttura della parete primaria) che definiscono la qualità dei frutti. Verranno descritte le applicazioni biotecnologiche relative al controllo di tali processi. Il processo di fioritura nelle specie frutticole. Aspetti genetici e molecolari della transizione di fase. Incompatibilità gametofitica e sporofitica dei fruttiferi. Interazione seme-frutto: ruolo degli ormoni e dei fattori di trascrizione. Basi molecolari della cascola dei frutticini (abscissione) e della maturazione dei frutti: processi etilene-dipendenti ed etilene-indipendenti.

- **BIOMASSE E BIOENERGIE (317GG)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulle principali caratteristiche delle filiere delle bioenergie e dei biocarburanti e sulle biotecnologie applicate nella valorizzazione delle biomasse agro-forestali, sia da residui colturali che da scarti di lavorazione e da colture dedicate impiegate nel recupero e nella valorizzazione di terreni agrari non adatti alle coltivazioni "food" e/o nella fitodepurazione delle acque reflue superficiali. Le filiere bioenergetiche ed il loro ruolo nella riduzione delle emissioni di GHG e nello sviluppo economico e ambientale della società. La sostenibilità della produzione della bioenergia e dei biocarburanti. Stima delle produzioni energetiche ottenibili dalle biomasse residuali. Le colture dedicate per il fito-rimedio e la fitodepurazione e per obiettivi di carattere agro-ambientale: colture erbacee ed arboree, colture annuali e poliennali. Analisi della vocazionalità delle aree. Teoria e pratica dei processi biotecnologici alla base delle filiere di produzione di biocarburanti liquidi e gassosi.

- **BIOSICUREZZA (315FF)**

**Obiettivi Formativi**

Fornire conoscenze di base di epidemiologia e profilassi delle malattie infettive ed analisi del rischio finalizzate alla tutela sanitaria ed ambientale nei confronti delle biotecnologie. Principi generali di epidemiologia e prevenzione delle malattie infettive. Classificazione degli agenti biologici secondo la normativa per la sicurezza in laboratorio. Definizioni di pericolo, rischio, e rischio accettabile. Fondamenti di Analisi del rischio ed analisi rischi-benefici. La valutazione del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: agricoltura, produzione di alimenti, farmacologia e medicina, processi

industriali,risanamento e controllo ambientale. Casi studio. Controllo del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: misure di contenimento, sanificazione ambientale e smaltimento dei rifiuti. Casi studio.

- **BIOSTATISTICA (130PP)**

**Obiettivi Formativi**

Introdurre lo studente alle conoscenze informatiche e alle metodologie per il trattamento statistico dei dati e dei segnali in ambito biomedico.

- **BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO (316FF)**

**Obiettivi Formativi**

introduzione ai meccanismi di danno e rigenerazione dei tessuti, e di protezione d'organo. Colture di cellule staminali e progenitrici –tipo di coltura, mezzo di coltura, ambiente colturale, tecniche di mantenimento, differenziamento e criopreservazione di cellule staminali e progenitrici in vitro. Tecniche di analisi di vitalità e senescenza della nicchia staminale. Introduzione alle micro vescicole – metodi di separazione e caratterizzazione delle micro vescicole. Metodi di protezione d'organo: pre-condizionamento e post-condizionamento. Xenotrapianto e animali transgenici. Tecniche di bio-stampa 3D di organi e tessuti. Tecniche di organo su chip. Tecniche di mappaggio dello stato epigenetico. Casi studio di rigenerazione tissutale in vivo: vasi sanguiferi artificiali, fegato artificiale, polmone artificiale, rigenerazione cardiaca. Casi studio di protezione multi-organo in vivo: sepsi, ARDS, tecniche di circolazione extracorporea e trapianto cuore-polmone.

- **BIOTECNOLOGIE GENETICHE (364EE)**

**Obiettivi Formativi**

Ruolo e applicazione delle biotecnologie genetiche nella ricerca. Basi teoriche per sviluppare tecniche volte alla modificazione disistemi genetici modello per la validazione funzionale di saggi biologici. Vettori per esprimere proteine umane in *Saccharomyces cerevisiae*.Costruzione di un “pool” di ceppi di lievito con delezioni “barcoded”. Principi e metodologie di base per screening genetici che utilizzano il lievito comesistema modello. Utilizzo del lievito *Saccharomyces cerevisiae* come sistema modello per studiare le basi molecolari di malattie umane. Attività dilaboratorio inerente a: costruzione di ceppi di lievito con delezione genica e ceppi transgenici per lo studio di espressione di proteine e analisi delfenotipo. Esempi di saggi funzionali in lievito.

- **BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE (387EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si integra con quello di Neuroscienze Avanzate e si prefigge di fornire una applicazione pratica agli argomenti affrontati in tale corso

- **BIOTECNOLOGIE MICROBICHE (046FF)**

**Obiettivi Formativi**

Verranno studiate le tecniche disponibili per studi di genomica, metagenomica e proteomica dei microrganismi, nonché le metodicheoggi utilizzate per la diagnostica molecolare e genotipizzazione dei microrganismi. Seguirà una analisi delle nuove strategie per la vaccinazione, perl'allestimento di sistemi di scale up, e per la sintesi di agenti biomedicali, prodotti alimentari, biopesticidi. Infine, verranno studiati i determinanti divirulenza e patogenicità di microrganismi ritenuti potenziali agenti bioterroristici/ecoterroristici.

- **BIOTECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE (150EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti per comprendere i meccanismi di attenuazione naturale e biodegradazione degli xenobiotici nell'ambiente. Si propone altresì di fornire le basi relative alle competenze di programmazione di interventi tesi all'ottimizzazione della naturale omeostasi ambientale, all'insegna del recupero di zone degradate, attraverso l'applicazione di organismi viventi come piante, batteri e funghi, quali agenti di detossificazione e/o degradazione degli inquinanti nell'ambiente.

- BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO (319GG)

**Obiettivi Formativi**

Contribuire allo sviluppo delle capacità individuali di applicare un insieme di discipline (chimiche, biologiche, microbiologiche, biochimiche, farmaceutiche) per valorizzare ed esaltare le capacità metaboliche di microrganismi, cellule, tessuti od organi vegetali per la produzione di principi attivi utili per l'industria farmaceutica. Conoscenza delle basi biologiche della coltura in vitro di cellule, tessuti e organi di specie vegetali. Metodi per incrementare la produzione di metaboliti secondari dalle colture cellulari. Biotrasformazioni. Uso di sistemi di cellule immobilizzate. Coltivazione in bioreattori. La produzione di principi attivi utilidalle piante. "biofarm". Metaboliti secondari di origine vegetale di interesse farmacologico e commerciale. Produzione di metaboliti da cellule in coltura o da plantule micropropagate. Le biotecnologie applicate alla coltivazione delle piante aromatiche ed officinali, la produzione di "hairy roots". Presentazione di alcuni casi studio: caratteristiche botaniche delle specie, importanza economica, utilizzo e possibili applicazioni di interesse industriale.

- CALCIUM, MITOCHONDRIA AND NEURONAL DEATH (0009E)

**Obiettivi Formativi**

Il corso propone di comprendere ed approfondire le conoscenze riguardanti i meccanismi di disfunzione e morte neuronale, in quanto essi rappresentano le cause primarie della patogenesi malattie neurologiche e neurodegenerative, come ischemia, epilessia, sclerosi laterale amiotrofica, Alzheimer, Parkinson ed Huntington. La famiglia delle proteine B-cell lymphoma-2 (Bcl-2), le disfunzioni mitocondriali e bioenergetiche, ed il danno neuronale a carico del  $Ca^{2+}$  possiedono un ruolo rilevante nell'inizio e/o progressione di queste malattie. Sarà consolidato anche l'aspetto riguardante l'identificazione dei meccanismi alla base del fallimento delle strategie di trattamento usate finora.

- CELL BIOPHYSICS (0039E)

**Obiettivi Formativi**

L'insegnamento fornisce le basi fisiche che caratterizzano i sistemi complessi che costituiscono l'unità più semplice della vita, la cellula. In particolare: • termodinamica dei sistemi biologici lontani dall'equilibrio e ruolo della selezione naturale • strutture alla nanoscala come piattaforme per i processi biologici e la loro regolazione • applicazione di tecniche fisiche sperimentali allo studio dei processi fisici intracellulari, con particolare riguardo alla microscopia/nanosopia ottica.

- FARMACOGENETICA (154EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulle basi genetiche della variabilità della risposta individuale ai farmaci più comunemente utilizzati. I polimorfismi dei geni implicati nel metabolismo dei farmaci, dei recettori di membrana e dei trasportatori cellulari che modulano l'efficacia e la capacità dei farmaci di dare effetti avversi. La variabilità genetica dei bersagli molecolari dell'azione dei farmaci. La correlazione tra profilo genetico individuale ed esito della terapia.

- FARMACOLOGIA GENERALE (336EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato a fornire conoscenze di farmacologia generale con una introduzione alle principali tipologie di nuovi farmaci consentiti dalle biotecnologie e alle loro caratteristiche distintive rispetto ai farmaci classici.

- FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS (0010E)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di illustrare come le tecniche moderne di imaging di fluorescenza permettano di studiare a risoluzione nanometrica processi intracellulari in tempo reale. Dopo una breve premessa sul processo di fluorescenza e la sua implementazione in microscopia e sullo sviluppo delle proteine fluorescenti (fluorofori geneticamente codificati), sarà poi presentata l'applicazione "funzionale" della microscopia confocale (es: biosensori, analisi di processi dinamici mediante FRAP/FCS, binding molecolare mediante FRET, analisi di colocalizzazione). Seguirà la descrizione delle moderne tecniche di

super-risoluzione (nanoscopia) che permettono imaging di sistemi biologici con risoluzioni inferiori a 50-100 nm. Tutte le tecniche saranno presentate utilizzando esempi sperimentali di processi biologici, in particolare: regolazione della trascrizione, struttura della membrana plasmatica ed effetto sui recettori di membrana. L'attività di Laboratorio si concentrerà su acquisizione di immagini presso la facility di microscopia confocale-Airyscan del CISUP, attiva presso l'Unità di Biologia Cellulare e dello Sviluppo

- **FRONTIERS IN BIOTECHNOLOGY (1284Z)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso di "Frontiers in Biotechnology" è organizzato in cicli di seminari di una o più ore e mira a fornire una panoramica ampia e aggiornata su aree rilevanti nelle Biotecnologie, discutendo criticamente i suoi diversi aspetti. I seminari di "Frontiers in Biotechnology" descriveranno il percorso che ha portato a diverse importanti scoperte scientifiche coprendo aspetti che vanno dalla ricerca di base a quella applicata e metodologica, così come quelli che affrontano le applicazioni scientifiche, della salute e delle biotecnologie agrarie. Gli studenti saranno esposti a una ampia varietà di tematiche in ambito biotecnologico e di applicazioni su organismi modello con livelli di complessità crescente, dai microrganismi agli organismi superiori.

- **GENETICA DELLE POPOLAZIONI (284EE)**

**Obiettivi Formativi**

Gli studenti dovranno acquisire gli strumenti più elementari per descrivere e analizzare la composizione genetica delle popolazioni naturali e dovranno saper discutere il significato dei fattori che aumentano e diminuiscono la variabilità genetica e che modificano la struttura genetica delle popolazioni nello spazio e nel tempo. La prima parte del corso prevede lezioni cattedratiche, la seconda parte prevede la discussione in aula da parte degli studenti di articoli scientifici preselezionati.

- **GENOMICA AVANZATA (362EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze di base sulla struttura, la funzione e l'evoluzione dei genomi di procarioti e di eucarioti. Saranno considerate le diverse metodiche utilizzate per lo studio dei genomi e sarà discusso come l'adozione di approcci genomici hanno cambiato il modo di affrontare le problematiche biologiche. Il corso inoltre prevede di introdurre gli studenti all'utilizzo e alla comprensione degli strumenti bioinformatici necessari alla gestione e all'analisi dei dati provenienti da esperimenti di sequenziamento. Accanto alla presentazione delle tecniche e degli algoritmi sottostanti saranno proposte attività pratiche su dati reali relativi a genomi batterici, animali e vegetali.

- **GENOMICA AVANZATA (362EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze di base sulla struttura, la funzione e l'evoluzione dei genomi di procarioti e di eucarioti. Saranno considerate le diverse metodiche utilizzate per lo studio dei genomi e sarà discusso come l'adozione di approcci genomici hanno cambiato il modo di affrontare le problematiche biologiche. Il corso inoltre prevede di introdurre gli studenti all'utilizzo e alla comprensione degli strumenti bioinformatici necessari alla gestione e all'analisi dei dati provenienti da esperimenti di sequenziamento. Accanto alla presentazione delle tecniche e degli algoritmi sottostanti saranno proposte attività pratiche su dati reali relativi a genomi batterici, animali e vegetali.

- **I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI (156EE)**

**Obiettivi Formativi**

Le finalità del Corso sono quelle di fornire le conoscenze di base delle principali biotecnologie industriali applicate ai protisti. Saranno presi in considerazione argomenti quali, i protisti capaci di produrre molecole difficilmente sintetizzabili, l'uso dei protisti come bioindicatori di diversi tipi di habitat, i protisti nei processi di depurazione biologica delle acque di scarico civili e industriali, i sistemi di produzione algale come fonte di prodotti e sostanze utili in campo farmacologico, cosmetico e nutrizionale.

- **MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA (143FF)**

**Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi molecolari sottesi alla patogenesi delle infezioni microbiche, individuano i meccanismi molecolari della patogenicità microbica e della risposta immunitaria alle infezioni.

- **METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING" (519EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha come obiettivo quello di fornire concetti innovativi nella manipolazione genica dei microrganismi utilizzabili in vari ambiti delle biotecnologie (e.g. allestimento di ceppi attenuati, espressione di proteine eterologhe, gene delivery).

- **MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI (114FF)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato alla conoscenza dell'epidemiologia, meccanismi patogenetici e diagnosi microbiologica/sierologia dei microrganismi causa di infezioni, tossi-infezioni ed intossicazioni gastroenteriche di origine alimentare. Richiama i concetti generali delle interazioni ospite-parassita e della risposta immunitaria dell'ospite verso agenti infettivi batterici, con particolare riguardo alla risposta mucosale.

- **MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)**

**Obiettivi Formativi**

Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro relazioni filogenetiche; (iii) sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.

- **MICROORGANISMI E BIOSENSORISTICA (554EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si prefigge di fornire agli studenti di Laurea magistrale concetti, esempi ed applicazioni dei microrganismi, o parti di essi, nella progettazione e sviluppo di biosensori utilizzabili in ambito medico e ambientale. Verranno discussi esempi di biosensori sviluppati utilizzando metodiche molecolari e tecniche di rilevazione del segnale di ultima generazione.

- **NEUROSCIENZE AVANZATE (385EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si prefigge di fornire agli studenti le conoscenze relative all'uso di biotecnologie nella ricerca applicata al campo delle neuroscienze. Verranno impartiti principi di fisiologia del Sistema Nervoso Centrale, di Neurobiologia, di Neurofisiologia. Attività ligando-recettore dei neurotrasmettitori e meccanismi di trasduzione del segnale a livello di membrana. Tecniche cellulari di interesse neurobiologico. Tecniche biomolecolari applicate alle Neuroscienze: real-time RT-PCR, differential display analysis, uso di microarray, RNA interference. Uso di radiotraccianti nelle Neuroscienze. Uso di modelli animali nello studio delle malattie neurodegenerative. Biotecnologie per lo sviluppo di farmaci e di sostanze di interesse per le Neuroscienze.

- **NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI (518GG)**

**Obiettivi Formativi**

Alla luce della recente normativa UE qualsiasi cibo che non sia stato consumato "in modo rilevante" prima del maggio 1997 è da considerarsi nuovo alimento. La categoria comprende nuovi alimenti, alimenti da nuove fonti, nuove sostanze utilizzate nei prodotti alimentari nonché nuove modalità e tecnologie per la produzione di alimenti. Il corso si propone di fornire conoscenze specifiche sull'utilizzo di biotecnologie e di tecniche artificiali di coltivazione delle piante per la produzione di "Novel Foods" di origine vegetale. In particolare saranno perseguiti i seguenti obiettivi: a) Conoscere la base dei processi di crescita delle cellule delle piante superiori in coltura in vitro ed acquisire una sufficiente padronanza delle tecniche

dimanipolazione delle colture cellulari come “Novel foods” o come ingredienti o fonti di ingredienti di nuovi prodotti alimentari; b) Acquisire conoscenze di base sulle tecnologie di produzione “indoor” e “vertical” di prodotti vegetali tradizionali e di nuovi prodotti realizzabili in ambito urbano o periurbano.

- **PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI (514GG)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si compone di due parti, una teorica della durata di 16 ore durante la quale saranno introdotti i principali inquinanti ambientali del suolo, dell’acqua e dell’atmosfera ed i loro effetti sulle piante. In particolare, si analizzeranno gli impatti sulle specie vegetali ad uso agricolo ed alimentare con l’obiettivo di far comprendere i danni diretti sull’organismo vegetale e quelli indiretti provocati dalla contaminazione e dall’accumulo nelle parti eduli. Nella parte di laboratorio (16 ore) verranno introdotti i metodi per l’analisi degli elementi minerali e dei composti organici nei suoli, nelle acque e nei tessuti/organi vegetali. Le strumentazioni utilizzate per l’analisi saranno la spettrometria ad emissione atomica e la spettrometria di massa tandem accoppiata con la cromatografia in fase liquida ad alte prestazioni.

- **PLANT MOLECULAR PHYSIOLOGY AND TRANSFORMATION OF PLANTS (444EE)**

**Obiettivi Formativi**

This course deals with the molecular processes that rule the response to endogenous and exogenous stimuli, including hormones and stresses. Hormone metabolism and signaling pathways will be presented. Subsequently, the regulatory processes related to plant development will be described, special emphasis will be brought to cell-cell signaling and environment-cell communication. The last part of the course will be dedicated to the molecular responses to environmental stresses. Plant transformation techniques will be described. The use of transgenic plants in agriculture will be discussed.

- **PLANT SYNTHETIC BIOLOGY (527EE)**

**Obiettivi Formativi**

Fornire nozioni generali di biologia sintetica e presentare le possibilità di espansione dell’orizzonte delle biotecnologie vegetali rappresentate dall’applicazione di tali approcci, secondo lo stato dell’arte della ricerca. Argomenti proposti • Tecnologie abilitanti: sequenziamento del DNA, sintesi genica, metodologie di clonaggio e assemblaggio di costrutti di DNA. • Espansione sintetica del codice genetico. • Strumenti per l’assemblaggio di circuiti logici genetici. • Ingegneria delle proteine: metodologie di produzione e selezione di varianti proteiche ad alta resa. • Genomi e cellule sintetiche. • Aspetti sociali ed etici riguardanti la biologia sintetica. • Tecnologie recenti di modifica genetica di precisione applicabili in piante. • Disegno ed espressione di sensori geneticamente codificati in piante. • Ingegneria metabolica in piante: casi di studio.

- **PRECLINICAL AND CLINICAL DRUG DEVELOPMENT (0038E)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso presenterà e discuterà le problematiche relative alla progettazione di sperimentazioni precliniche e cliniche, con particolare riferimento alle metodologie di sperimentazione preclinica e clinica, all’analisi dei dati e agli aspetti pratici, logistici ed etici della conduzione di una sperimentazione preclinica e clinica.

- **SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)**

- **SCIENZA DEI BIOMATERIALI (261CC)**

**Obiettivi Formativi**

Lo studente acquisirà i concetti di base della chimica dei biomateriali polimerici e dei meccanismi di polimerizzazione, difunzionalizzazione e degradazione. Apprenderà inoltre le principali tecniche di caratterizzazione chimico-fisica e biologica di polimeri per applicazioni biomediche, e le principali metodologie per la preparazione di sistemi micro/nanostrutturati per applicazioni di ingegneria tissutale e rilascio controllato di farmaci/principi bioattivi. Verranno discusse tecniche avanzate di microscopia a fluorescenza, elettronica e a sonda per lo studio dell’interazione cellula-biomateriale. Infine verranno presentati i meccanismi molecolari coinvolti nell’interazione cellula-biomateriale (es. signalling delle integrine, dinamica dei filopodia, lamellipodia e delle placche di adesione focale, rimodellamento del citoscheletro).

- **TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI (479EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia ottica e confocale con particolari approfondimenti sullo studio delle interazioni dei microrganismi planctonici e sessili mediante applicazioni di Live Imaging.

- **TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI (386EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha lo scopo di fornire una panoramica sui vari aspetti connessi alla Tossicologia generale (studi di tossicità a breve e lungotermine) e speciale (Mutagenesi, Cancerogenesi e Teratogenesi). Si intendono affrontare i principali aspetti della Tossicologia generale e speciale e i meccanismi attraverso cui si manifesta la tossicità, sia negli organismi animali, i principali saggi sviluppati (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa. Saranno discussi anche i loro possibili impieghi nel campo delle biotecnologie con particolare riferimento all'impatto sulla salute umana e sull'ambiente. Di seguito gli argomenti principali trattati. Introduzione al corso. La tossicologia come scienza della sperimentazione animale: finalità e campi di applicazione. Metodiche di tossicologia alternativa (uso di sistemi cellulari in vitro, ex vivo o di organismi invertebrati). La risposta tossicologica e i fattori che la influenzano: tossicocinetica e tossicodinamica come "modulatori" della risposta tossicologica. Cenni di tossicologia farmacologica. Principali descrittori della tossicologia per la valutazione della tossicità (generale e speciale) e per l'estrapolazione del rischio tossicologico per l'uomo e l'ambiente. Breve ricapitolazione dei principali aspetti inerenti la mutagenesi, cancerogenesi e teratogenesi.

- **TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA (389EE)**

**Obiettivi Formativi**

Verranno presentate le principali metodiche sperimentali usate in Tossicologia per l'identificazione di agenti tossici, cancerogeni, teratogeni e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Si intendono presentare alcuni dei principali saggi sviluppati in organismi animali (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa, in sistemi cellulari in vitro ed ex vivo o in organismi invertebrati. Di seguito gli argomenti principali trattati. Descrizione di alcune metodiche di tossicologia generale (acuta, subacuta e cronica) e speciale (cancerogenesi, mutagenesi e tossicologia dell'apparato riproduttivo) e di ecotossicologia. Alcuni esempi di applicazione delle metodiche di tossicologia alternativa per la salvaguardia della salute umana, degli animali e dell'ambiente.

- **TRANSGENIC MODELS AND MOLECULAR METHODS FOR NEUROSCIENCES (415EE)**

**Obiettivi Formativi**

Generation of transgenic organisms (*C. elegans*, *Drosophila*, *Danio rerio*, *Xenopus*, mouse); in vivo gene targeting (RNA interference, mouse gene KO and knock-in and Conditional KO); viral vectors for gene mis-expression and inactivation in vivo and in vitro; viral tracing of neuronal connections, genome editing, CRISPR Cas9; antibody and peptide libraries.

- **VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE DELLE PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE (322GG)**

**Obiettivi Formativi**

Illustrare la procedura della valutazione di rischio ambientale per le piante transgeniche, in modo che gli studenti acquisiscano capacità critiche per stimare l'importanza e l'entità del rischio a seconda della pianta (o coltura), del tipo di utilizzo (coltivazione vs importazione e trasformazione), della modificazione genetica (evento) e del contesto (ad es. agroecosistema o aree geografiche di riferimento). Il corso si basa sull'esperienza del titolare come membro esperto del Gruppo di Lavoro sulla Valutazione del Rischio Ambientale del Panel OGM presso l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Conseguentemente, il corso è principalmente fondato sull'approccio dell'EFSA alla valutazione del rischio in base (i) al Reg. CE No. 1829/2003 sugli alimenti geneticamente modificati per uso umano o animale e (ii) alla Direttiva CE 18/2001 sul rilascio intenzionale di organismi geneticamente modificati nell'ambiente. Concetti di pericolo e rischio. I principi che regolano la procedura di valutazione del rischio ambientale (VRA) per le piante geneticamente modificate (PGM). I parametri di valutazione (endpoints).

Applicazione a casi di studio selezionati. Problematiche specifiche legate al tipo di pianta (coltura) e dimodificazione genetica (evento). VRA: valutazione caso per caso e fase per fase. Utilizzo delle piante per la coltivazione vs importazione e trasformazione. Le sei fasi della VRA per le PGM: (1) la formulazione del problema, inclusa l'identificazione del pericolo; (2) la caratterizzazione del pericolo; (3) la caratterizzazione dell'esposizione; (4) la caratterizzazione del rischio; (5) le strategie per la gestione del rischio; (6) la valutazione complessiva del rischio. Le sette aree d'interesse per la VRA delle PGM: (1) persistenza e invasività delle PGM e dei loro parentali compatibili, compreso il trasferimento di geniverticali (da pianta a pianta); (2) trasferimento di geni orizzontale (da pianta a microrganismi); (3) interazione tra PGM e organismi bersaglio; (4) interazione tra PGM e organismi non bersaglio; (5) impatto delle tecniche specifiche di coltivazione, gestione e raccolta delle PGM; (6) effetti sui cicli biogeochimici; (7) effetti sulla salute umana ed animale. Considerazioni trasversali per la VRA delle PGM: scelta dei comparatori, aree geografiche di riferimento, principi generali per l'analisi statistica dei dati, effetti a lungo termine. Casi di studio selezionati (lavoro in gruppo seguito da discussione plenaria).

## 2° Anno (anno accademico 2026/2027)

- **ADVANCED METHODOLOGY IN TRANSGENIC MODELS ANALYSIS (0004E)**

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire al discente un approfondimento delle conoscenze teoriche e pratiche propedeutiche alla manipolazione, gestione e studio del fenotipo di modelli transgenici per malattie correlate allo sviluppo con particolare riferimento al sistema nervoso. I laboratori si svilupperanno in tre blocchi principali: i) saranno illustrate le strategie per l'allevamento, il mantenimento e la genotipizzazione di animali transgenici in combinazione con specifici "driver" Cre; ii) saranno illustrate le principali metodologie impiegate per gene delivery mediante "applicazioni stereotassiche", per lo studio della connettività strutturale mediante traccianti anterogradi e retrogradi iii) saranno inoltre presi in esame i principali test utilizzati per la valutazione dei paradigmi comportamentali di modelli per disordini del neurosviluppo.

- **BIOFARMACI (207EE)**

### **Obiettivi Formativi**

Il corso verterà sulle principali tipologie di nuovi farmaci consentite dalle biotecnologie, con specifici esempi di molecole già utilizzate in terapia: proteine e peptidi ricombinanti, anticorpi monoclonali e frammenti anticorpali, immunotossine, vaccini, oligonucleotidi.. Il corso prevederà anche dei cenni sulla terapia genica.

- **BIOLOGIA DELLO SVILUPPO DELLE PIANTE (445EE)**

### **Obiettivi Formativi**

Studio della biologia dello sviluppo e dei meccanismi di polarizzazione e zonazione negli organismi vegetali.

- **BIOLOGIA MOLECOLARE DELLO SVILUPPO E DELLA MATURAZIONE DEI FRUTTI (316GG)**

### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire conoscenze sui processi che, a livello biochimico-molecolare, caratterizzano l'intero ciclo (ri)-produttivo delle piante da frutto a partire dai processi induttivi e di transizione di fase del meristema. Verranno quindi descritti i meccanismi molecolari che determinano la differenziazione e formazione e sviluppo del fiore e provocano fenomeni di incompatibilità. Verranno discusse le basi biologiche dell'allegagione, cascola e crescita del frutto, e i meccanismi che regolano la maturazione e senescenza con particolare riferimento ai processi cellulari (es. trasporto zuccheri, transizione cloroplasto-cromoplasto, alterazione della struttura della parete primaria) che definiscono la qualità dei frutti. Verranno descritte le applicazioni biotecnologiche relative al controllo di tali processi. Il processo di fioritura nelle specie frutticole. Aspetti genetici e molecolari della transizione di fase. Incompatibilità gametofitica e sporofitica dei fruttiferi. Interazione seme-frutto: ruolo degli ormoni e dei fattori di trascrizione. Basi molecolari della cascola dei frutticini (abscissione) e della maturazione dei frutti: processi etilene-dipendenti ed etilene-indipendenti.

- BIOMASSE E BIOENERGIE (317GG)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulle principali caratteristiche delle filiere delle bioenergie e dei biocarburanti esulle biotecnologie applicate nella valorizzazione delle biomasse agro-forestali, sia da residui colturali che da scarti di lavorazione e da colture dedicateimpiegate nel recupero e nella valorizzazione di terreni agrari non adatti alle coltivazioni “food” e/o nella fitodepurazione delle acque reflue superficiali. Le filiere bioenergetiche ed il loro ruolo nella riduzione delle emissioni di GHG e nello sviluppo economico e ambientale della società. La sostenibilitàdella produzione della bioenergia e dei biocarburanti. Stima delle produzioni energetiche ottenibili dalle biomasse residuali. Le colture dedicate per il fito-rimedio e la fitodepurazione e per obiettivi di carattere agro-ambientale: colture erbacee ed arboree, colture annuali e poliennali. Analisi della vocazionalità delle aree. Teoria e pratica dei processi biotecnologici alla base delle filiere di produzione di biocarburanti liquidi e gassosi.

- BIOSICUREZZA (315FF)

**Obiettivi Formativi**

Fornire conoscenze di base di epidemiologia e profilassi delle malattie infettive ed analisi del rischio finalizzate alla tutela sanitaria edambientale nei confronti delle biotecnologie. Principi generali di epidemiologia e prevenzione delle malattie infettive. Classificazione degli agenti biologici secondo la normativa per la sicurezza in laboratorio. Definizioni di pericolo, rischio, e rischio accettabile. Fondamenti di Analisi del rischio ed analisi rischi-benefici. La valutazione del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: agricoltura, produzione di alimenti, farmacologia e medicina, processi industriali,risanamento e controllo ambientale. Casi studio. Controllo del rischio nelle applicazioni delle biotecnologie: misure di contenimento, sanificazione ambientale e smaltimento dei rifiuti. Casi studio.

- BIOTECNOLOGIE APPLICATE ALLA RIGENERAZIONE DEI TESSUTI ED ALLA PROTEZIONE D'ORGANO (316FF)

**Obiettivi Formativi**

introduzione ai meccanismi di danno e rigenerazione dei tessuti, e di protezione d'organo. Colture di cellule staminali e progenitrici –tipo di coltura, mezzo di coltura, ambiente colturale, tecniche di mantenimento, differenziamento e criopreservazione di cellule staminali e progenitrici in vitro. Tecniche di analisi di vitalità e senescenza della nicchia staminale. Introduzione alle micro vescicole – metodi di separazione e caratterizzazione delle micro vescicole. Metodi di protezione d'organo: pre-condizionamento e post-condizionamento. Xenotrapianto e animali transgenici. Tecniche di bio-stampa 3D di organi e tessuti. Tecniche di organo su chip. Tecniche di mappaggio dello stato epigenetico. Casi studio di rigenerazione tissutale in vivo: vasi sanguiferi artificiali, fegato artificiale, polmone artificiale, rigenerazione cardiaca. Casi studio di protezione multi-organo in vivo: sepsi, ARDS, tecniche di circolazione extracorporea e trapianto cuore-polmone.

- BIOTECNOLOGIE GENETICHE (364EE)

**Obiettivi Formativi**

Ruolo e applicazione delle biotecnologie genetiche nella ricerca. Basi teoriche per sviluppare tecniche volte alla modificazione disistemi genetici modello per la validazione funzionale di saggi biologici. Vettori per esprimere proteine umane in *Saccharomyces cerevisiae*.Costruzione di un “pool” di ceppi di lievito con delezioni “barcoded”. Principi e metodologie di base per screening genetici che utilizzano il lievito comesistema modello. Utilizzo del lievito *Saccharomyces cerevisiae* come sistema modello per studiare le basi molecolari di malattie umane. Attività dilaboratorio inerente a: costruzione di ceppi di lievito con delezione genica e ceppi transgenici per lo studio di espressione di proteine e analisi delfenotipo. Esempi di saggi funzionali in lievito.

- BIOTECNOLOGIE IN NEUROSCIENZE (387EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso si integra con quello di Neuroscienze Avanzate e si prefigge di fornire una applicazione pratica agli argomenti affrontati in tale corso

- BIOTECNOLOGIE PER IL RISANAMENTO AMBIENTALE (150EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti per comprendere i meccanismi di attenuazione naturale e biodegradazione degli xenobiotici nell'ambiente. Si propone altresì di fornire le basi relative alle competenze di programmazione di interventi tesi all'ottimizzazione della naturale omeostasi ambientale, all'insegna del recupero di zone degradate, attraverso l'applicazione di organismi viventi come piante, batteri e funghi, quali agenti di detossificazione e/o degradazione degli inquinanti nell'ambiente.

- BIOTECNOLOGIE VEGETALI IN CAMPO FARMACEUTICO (319GG)

#### **Obiettivi Formativi**

Contribuire allo sviluppo delle capacità individuali di applicare un insieme di discipline (chimiche, biologiche, microbiologiche, biochimiche, farmaceutiche) per valorizzare ed esaltare le capacità metaboliche di microrganismi, cellule, tessuti od organi vegetali per la produzione di principi attivi utili per l'industria farmaceutica. Conoscenza delle basi biologiche della coltura in vitro di cellule, tessuti e organi di specie vegetali. Metodi per incrementare la produzione di metaboliti secondari dalle colture cellulari. Biotrasformazioni. Uso di sistemi di cellule immobilizzate. Coltivazione in bioreattori. La produzione di principi attivi utili dalle piante. "biofarm". Metaboliti secondari di origine vegetale di interesse farmacologico e commerciale. Produzione di metaboliti da cellule in coltura o da plantule micropropagate. Le biotecnologie applicate alla coltivazione delle piante aromatiche ed officinali, la produzione di "hairy roots". Presentazione di alcuni casi studio: caratteristiche botaniche delle specie, importanza economica, utilizzo e possibili applicazioni di interesse industriale.

- CALCIUM, MITOCHONDRIA AND NEURONAL DEATH (0009E)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso propone di comprendere ed approfondire le conoscenze riguardanti i meccanismi di disfunzione e morte neuronale, in quanto essi rappresentano le cause primarie della patogenesi delle malattie neurologiche e neurodegenerative, come ischemia, epilessia, sclerosi laterale amiotrofica, Alzheimer, Parkinson ed Huntington. La famiglia delle proteine B-cell lymphoma-2 (Bcl-2), le disfunzioni mitocondriali e bioenergetiche, ed il danno neuronale a carico del  $Ca^{2+}$  possiedono un ruolo rilevante nell'inizio e/o progressione di queste malattie. Sarà consolidato anche l'aspetto riguardante l'identificazione dei meccanismi alla base del fallimento delle strategie di trattamento usate finora.

- FARMACOGENETICA (154EE)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sulle basi genetiche della variabilità della risposta individuale ai farmaci più comunemente utilizzati. I polimorfismi dei geni implicati nel metabolismo dei farmaci, dei recettori di membrana e dei trasportatori cellulari che modulano l'efficacia e la capacità dei farmaci di dare effetti avversi. La variabilità genetica dei bersagli molecolari dell'azione dei farmaci. La correlazione tra profilo genetico individuale ed esito della terapia.

- FLUORESCENCE MICROSCOPY FOR UNDERSTANDING NANOSCALE BIOLOGICAL SYSTEMS (0010E)

#### **Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di illustrare come le tecniche moderne di imaging di fluorescenza permettano di studiare a risoluzione nanometrica processi intracellulari in tempo reale. Dopo una breve premessa sul processo di fluorescenza e la sua implementazione in microscopia e sullo sviluppo delle proteine fluorescenti (fluorofori geneticamente codificati), sarà poi presentata l'applicazione "funzionale" della microscopia confocale (es: biosensori, analisi di processi dinamici mediante FRAP/FCS, binding molecolare mediante FRET, analisi di colocalizzazione). Seguirà la descrizione delle moderne tecniche di super-risoluzione (nanoscopia) che permettono imaging di sistemi biologici con risoluzioni inferiori a 50-100 nm. Tutte le tecniche saranno presentate utilizzando esempi sperimentali di processi biologici, in particolare: regolazione della trascrizione, struttura della membrana plasmatica ed effetto sui recettori di membrana. L'attività di Laboratorio si concentrerà su acquisizione di immagini presso la facility di microscopia confocale-Airyscan del CISUP, attiva presso l'Unità di Biologia Cellulare e dello Sviluppo

- FRONTIERS IN BIOTECHNOLOGY (1284Z)

**Obiettivi Formativi**

Il corso di “Frontiers in Biotechnology” è organizzato in cicli di seminari di una o più ore e mira a fornire una panoramica ampia e aggiornata su aree rilevanti nelle Biotecnologie, discutendo criticamente i suoi diversi aspetti. I seminari di “Frontiers in Biotechnology” descriveranno il percorso che ha portato a diverse importanti scoperte scientifiche coprendo aspetti che vanno dalla ricerca di base a quella applicata e metodologica, così come quelli che affrontano le applicazioni scientifiche, della salute e delle biotecnologie agrarie. Gli studenti saranno esposti a una ampia varietà di tematiche in ambito biotecnologico e di applicazioni su organismi modello con livelli di complessità crescente, dai microrganismi agli organismi superiori.

- GENETICA DELLE POPOLAZIONI (284EE)

**Obiettivi Formativi**

Gli studenti dovranno acquisire gli strumenti più elementari per descrivere e analizzare la composizione genetica delle popolazioni naturali e dovranno saper discutere il significato dei fattori che aumentano e diminuiscono la variabilità genetica e che modificano la struttura genetica delle popolazioni nello spazio e nel tempo. La prima parte del corso prevede lezioni cattedratiche, la seconda parte prevede la discussione in aula da parte degli studenti di articoli scientifici preselezionati.

- I PROTISTI NEI PROCESSI INDUSTRIALI (156EE)

**Obiettivi Formativi**

Le finalità del Corso sono quelle di fornire le conoscenze di base delle principali biotecnologie industriali applicate ai protisti. Saranno presi in considerazione argomenti quali, i protisti capaci di produrre molecole difficilmente sintetizzabili, l'uso dei protisti come bioindicatori di diversi tipi di habitat, i protisti nei processi di depurazione biologica delle acque di scarico civili e industriali, i sistemi di produzione algale come fonte di prodotti e sostanze utili in campo farmacologico, cosmetico e nutrizionale.

- MECCANISMI MOLECOLARI DELLA PATOGENICITÀ MICROBICA (143FF)

**Obiettivi Formativi**

Lo scopo del corso è fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi molecolari sottesi alla patogenesi delle infezioni microbiche, individuano i meccanismi molecolari della patogenicità microbica e della risposta immunitaria alle infezioni.

- METODOLOGIE AVANZATE DI "MICROBIAL ENGINEERING" (519EE)

**Obiettivi Formativi**

Il corso ha come obiettivo quello di fornire concetti innovativi nella manipolazione genica dei microrganismi utilizzabili in vari ambiti delle biotecnologie (e.g. allestimento di ceppi attenuati, espressione di proteine eterologhe, gene delivery).

- MICROBIOLOGIA DEGLI ALIMENTI (114FF)

**Obiettivi Formativi**

Il corso è finalizzato alla conoscenza dell'epidemiologia, meccanismi patogenetici e diagnosi microbiologica/sierologia dei microrganismi causa di infezioni, tossi-infezioni ed intossicazioni gastroenteriche di origine alimentare. Richiama i concetti generali delle interazioni ospite-parassita e della risposta immunitaria dell'ospite verso agenti infettivi batterici, con particolare riguardo alla risposta mucosale.

- MICROBIOLOGIA MOLECOLARE (051FF)

**Obiettivi Formativi**

Obiettivi del corso: Acquisizione delle basi teoriche di metodologie molecolari applicabili alla generazione di ceppi ricombinanti, rilevamento di microrganismi e dei loro rapporti filogenetici, produzione di nuove molecole e vaccini ricombinanti. Scopo del corso è fornire le nozioni teorico-pratiche di metodologie molecolari microbiologiche. Verranno approfondite: (i) basi molecolari del trasferimento genico e generazione di ricombinanti; (ii) criteri di sistematica molecolare dei microrganismi ed analisi delle loro

relazioni filogenetiche; (iii) sistemi molecolari innovativi per la rilevazione di batteri, virus e funghi da campioni biotici e non. Strategie per la produzione di farmaci antimicrobici e vaccini ricombinanti.

- **MICROORGANISMI E BIOSENSORISTICA (554EE)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si prefigge di fornire agli studenti di Laurea magistrale concetti, esempi ed applicazioni dei microrganismi, o parti di essi, nella progettazione e sviluppo di biosensori utilizzabili in ambito medico e ambientale. Verranno discussi esempi di biosensori sviluppati utilizzando metodiche molecolari e tecniche di rilevazione del segnale di ultima generazione.

- **MODELLISTICA MOLECOLARE DI BIOMOLECOLE (110CC)**

**Obiettivi Formativi**

L'insegnamento si propone di introdurre lo studente alla modellistica molecolare di base, fornendo al contempo una panoramica delle applicazioni della disciplina allo studio di biomolecole e alla risoluzione di problemi di interesse chimico-biologico in vista di applicazioni biotecnologiche. Apprenderà le principali tecniche computazionali utili per l'analisi conformazionale di piccole e grandi molecole. Tramite esercitazioni con comunisofware di calcolo molecolare e di visualizzazione grafica lo studente imparerà a svolgere simulazioni sulle proprietà spettroscopiche, chimiche ed ottiche di singole molecole.

- **NUOVE PRODUZIONI ALIMENTARI VEGETALI (518GG)**

**Obiettivi Formativi**

Alla luce della recente normativa UE qualsiasi cibo che non sia stato consumato "in modo rilevante" prima del maggio 1997 è da considerarsi nuovo alimento. La categoria comprende nuovi alimenti, alimenti da nuove fonti, nuove sostanze utilizzate nei prodotti alimentari nonché nuove modalità e tecnologie per la produzione di alimenti. Il corso si propone di fornire conoscenze specifiche sull'utilizzo di biotecnologie e di tecniche artificiali di coltivazione delle piante per la produzione di "Novel Foods" di origine vegetale. In particolare saranno perseguiti i seguenti obiettivi : a) Conoscere la base dei processi di crescita delle cellule delle piante superiori in coltura in vitro ed acquisire una sufficiente padronanza delle tecniche di manipolazione delle colture cellulari come "Novel foods" o come ingredienti o fonti di ingredienti di nuovi prodotti alimentari; b) Acquisire conoscenze di base sulle tecnologie di produzione "indoor" e "vertical" di prodotti vegetali tradizionali e di nuovi prodotti realizzabili in ambito urbano o periurbano.

- **PIANTE ED INQUINANTI AMBIENTALI (514GG)**

**Obiettivi Formativi**

Il corso si compone di due parti, una teorica della durata di 16 ore durante la quale saranno introdotti i principali inquinanti ambientali del suolo, dell'acqua e dell'atmosfera ed i loro effetti sulle piante. In particolare, si analizzeranno gli impatti sulle specie vegetali ad uso agricolo ed alimentare con l'obiettivo di far comprendere i danni diretti sull'organismo vegetale e quelli indiretti provocati dalla contaminazione e dall'accumulo nelle parti eduli. Nella parte di laboratorio (16 ore) verranno introdotti i metodi per l'analisi degli elementi minerali e dei composti organici nei suoli, nelle acque e nei tessuti/organi vegetali. Le strumentazioni utilizzate per l'analisi saranno la spettrometria ad emissione atomica e la spettrometria di massa tandem accoppiata con la cromatografia in fase liquida ad alte prestazioni.

- **PLANT SYNTHETIC BIOLOGY (527EE)**

**Obiettivi Formativi**

Fornire nozioni generali di biologia sintetica e presentare le possibilità di espansione dell'orizzonte delle biotecnologie vegetali rappresentate dall'applicazione di tali approcci, secondo lo stato dell'arte della ricerca. Argomenti proposti • Tecnologie abilitanti: sequenziamento del DNA, sintesi genica, metodologie di clonaggio e assemblaggio di costrutti di DNA. • Espansione sintetica del codice genetico. • Strumenti per l'assemblaggio di circuiti logici genetici. • Ingegneria delle proteine: metodologie di produzione e selezione di varianti proteiche ad alta resa. • Genomi e cellule sintetiche. • Aspetti sociali ed etici riguardanti la biologia sintetica. • Tecnologie recenti di modifica genetica di precisione applicabili in piante. • Disegno ed espressione di sensori geneticamente codificati in piante. • Ingegneria metabolica in piante: casi di studio.

- SALUTE E SICUREZZA IN LABORATORIO (378FF)
- TECNICHE DI MICROSCOPIA E LIVE IMAGING APPLICATE AI MICRORGANISMI (479EE)  
**Obiettivi Formativi**  
 Il corso ha come obiettivo quello di fornire principi ed esperienze pratiche sulle principali tecniche di microscopia ottica e confocale con particolari approfondimenti sullo studio delle interazioni dei microrganismi planctonici e sessili mediante applicazioni di Live Imaging.
- TESI DI LAUREA MAGISTRALE A (1941Z)  
**Obiettivi Formativi**  
 L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).
- TESI DI LAUREA MAGISTRALE B (1942Z)  
**Obiettivi Formativi**  
 L'Attività prevede un tirocinio ed un internato di tesi. L'internato di tesi prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente sia durante il tirocinio che nel periodo successivo seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).
- TIROCINIO (1005Z)  
**Obiettivi Formativi**  
 L'attività formativa prevede un tirocinio di 25 CFU propedeutico alla tesi di laurea da svolgersi sotto la guida di un tutor interno che sarà anche relatore della tesi.
- TOSSICOLOGIA E MUTAGENESI APPLICATA (389EE)  
**Obiettivi Formativi**  
 Verranno presentate le principali metodiche sperimentali usate in Tossicologia per l'identificazione di agenti tossici, cancerogeni, teratogeni e mutageni e per la comprensione dei loro meccanismi di azione. Si intendono presentare alcuni dei principali saggi sviluppati in organismi animali (mammiferi e altri vertebrati) e, in alternativa, in sistemi cellulari in vitro ed ex vivo o in organismi invertebrati. Di seguito gli argomenti principali trattati. Descrizione di alcune metodiche di tossicologia generale (acuta, subacuta e cronica) e speciale (cancerogenesi, mutagenesi e tossicologia dell'apparato riproduttivo) e di ecotossicologia. Alcuni esempi di applicazione delle metodiche di tossicologia alternativa per la salvaguardia della salute umana, degli animali e dell'ambiente.
- ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE (INGLESE) (1940Z)  
**Obiettivi Formativi**  
 L'obiettivo è di aver acquisito ulteriori conoscenze linguistiche di una lingua della comunità europea (Inglese) che permettano allo studente di scrivere e parlare fluentemente (livello B2).
- VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE DELLE PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE (322GG)  
**Obiettivi Formativi**  
 Illustrare la procedura della valutazione di rischio ambientale per le piante transgeniche, in modo che gli studenti acquisiscano capacità critiche per stimare l'importanza e l'entità del rischio a seconda della pianta (o coltura), del tipo di utilizzo (coltivazione vs importazione e trasformazione), della modificazione genetica (evento) e del contesto (ad es. agroecosistema o aree geografiche di riferimento). Il corso si basa sull'esperienza del titolare come membro esperto del Gruppo di Lavoro sulla Valutazione del Rischio Ambientale del Panel OGM presso l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA). Conseguentemente, il corso è principalmente fondato sull'approccio dell'EFSA alla valutazione del rischio in base (i) al Reg. CE No. 1829/2003 sugli alimenti geneticamente modificati per uso umano o animale e (ii) alla Direttiva CE 18/2001 sul rilascio intenzionale di organismi geneticamente modificati

nell'ambiente. Concetti di pericolo e rischio. I principi che regolano la procedura di valutazione del rischio ambientale (VRA) per le piante geneticamente modificate (PGM). I parametri di valutazione (endpoints). Applicazione a casi di studio selezionati. Problematiche specifiche legate al tipo di pianta (coltura) e dimodificazione genetica (evento). VRA: valutazione caso per caso e fase per fase. Utilizzo delle piante per la coltivazione vs importazione e trasformazione. Le sei fasi della VRA per le PGM: (1) la formulazione del problema, inclusa l'identificazione del pericolo; (2) la caratterizzazione del pericolo; (3) la caratterizzazione dell'esposizione; (4) la caratterizzazione del rischio; (5) le strategie per la gestione del rischio; (6) la valutazione complessiva del rischio. Le sette aree d'interesse per la VRA delle PGM: (1) persistenza e invasività delle PGM e dei loro parentali compatibili, compreso il trasferimento di geni verticali (da pianta a pianta); (2) trasferimento di geni orizzontale (da pianta a microrganismi); (3) interazione tra PGM e organismi bersaglio; (4) interazione tra PGM e organismi non bersaglio; (5) impatto delle tecniche specifiche di coltivazione, gestione e raccolta delle PGM; (6) effetti sui cicli biogeochimici; (7) effetti sulla salute umana ed animale. Considerazioni trasversali per la VRA delle PGM: scelta dei comparatori, aree geografiche di riferimento, principi generali per l'analisi statistica dei dati, effetti a lungo termine. Casi di studio selezionati (lavoro in gruppo seguito da discussione plenaria).