

# CORSO DI LAUREA MAGISTRALE CLASSE LM 6 BIOLOGIA CELLULARE E MOLECOLARE

## Finalità

Formazione di operatori altamente specializzati in grado di applicare le loro conoscenze nell'ambito della biologia cellulare e molecolare in diversi settori che coprono principalmente aspetti relativi ai meccanismi biologici alla base del funzionamento delle cellule procariotiche ed eucariotiche animali e vegetali e delle interazioni tra cellule nello sviluppo di un organismo.

Preparazione scientifica di livello altamente qualificato per consentire l'accesso ai Dottorati di Ricerca del settore offerti dalla Facoltà e da altri Atenei a livello nazionale e internazionale.

## Obiettivi formativi

Al termine del corso, i laureati di laurea magistrale in Biologia Cellulare e Molecolare saranno in possesso di:

- una solida preparazione culturale nella moderna biologia di base e nei diversi settori della biologia applicata, con un'elevata preparazione scientifica e operativa nelle discipline di interesse per la biologia molecolare, cellulare e dei sistemi biologici.
- un'approfondita conoscenza della metodologia strumentale, degli strumenti analitici e delle tecniche di acquisizione e analisi dei dati;
- un'avanzata conoscenza degli strumenti matematici ed informatici di supporto;
- adeguate conoscenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno la lingua inglese, oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- capacità di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti, personale e strutture, nell'ambito specialistico della biologia;
- una preparazione teorico-pratica adeguata per l'accesso a Dottorati di ricerca.

## Attività formative

Ai fini indicati il corso di laurea magistrale in Biologia Cellulare e Molecolare prevede:

- attività formative finalizzate ad acquisire conoscenze approfondite della biologia di base e delle sue applicazioni, con particolare riguardo alle conoscenze su biomolecole, cellule, tessuti e organismi in condizioni normali e alterate, alle loro interazioni reciproche, agli effetti ambientali e biotici sugli esseri viventi; all'acquisizione di tecniche utili per la comprensione dei fenomeni a livello biomolecolare e cellulare; al conseguimento di competenze specialistiche in specifici settori della biologia di base o applicata;
- attività formative, lezioni ed esercitazioni di laboratorio, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali e all'elaborazione dei dati;
- attività esterne, in relazione a obiettivi specifici, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, e/o soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali;
- l'espletamento di una prova finale con la produzione di un elaborato in cui vengano riportati i risultati di una ricerca scientifica o tecnologica originale per cui si richiede una frequentazione continua e assidua di un laboratorio di ricerca per lo svolgimento del lavoro di tesi sperimentale

## **Sbocchi professionali**

I laureati Magistrali in Biologia Cellulare e Molecolare saranno in possesso delle conoscenze professionali utili per un inserimento nel mondo del lavoro in vari ambiti. Avranno accesso al Dottorato di Ricerca. Potranno esercitare la libera professione previa iscrizione all'Albo Nazionale dei Biologi, inserirsi in progetti di ricerca di base e applicata presso Università ed Istituti di Ricerca pubblici e privati e in industrie biotecnologiche, farmaceutiche o agroalimentari. Potranno operare presso enti pubblici (Regioni, Province, Comuni), strutture pubbliche socio-sanitarie, presso ospedali e laboratori privati di analisi cliniche, studi professionali privati operanti nel settore ambientale o nella divulgazione scientifica. Il corso prepara alle professioni di: Biologi, Botanici, Zoologi e assimilati, Biologi Biochimici, Biofisici e Microbiologi.

## **Requisiti per l'ammissione**

1. Per essere ammessi al corso di Laurea Magistrale in Biologia Cellulare e Molecolare occorre essere in possesso di una laurea di primo livello o diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Si richiedono inoltre alcune conoscenze di base quali:

fondamenti di biologia dei microrganismi e degli organismi, delle specie vegetali e animali, uomo compreso, a livello morfologico, funzionale, cellulare, molecolare, ed evolutivo; dei meccanismi di riproduzione e di sviluppo, e dell'ereditarietà. Elementi di base di matematica, statistica, informatica, fisica e chimica.

2. Sono previsti specifici criteri di accesso che prevedono, comunque, il possesso di requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. I requisiti per l'accesso saranno valutati da una commissione composta dal Coordinatore del CdLM e 2 docenti afferenti al CdLM e proposti dal Presidente.

3. I requisiti richiesti per l'accesso sono:

(a) Laurea di durata triennale nelle classi di laurea L-12 (DM 509) e L-13 (DM 270) Scienze Biologiche, e L-1 (DM 509) e L-2 (DM 270) Biotecnologie, da cui si accede direttamente al corso senza debito formativo

oppure

(b) non più di 30 CFU di debito formativo nei settori scientifico disciplinari e CFU corrispondenti, individuati dalla commissione di cui al punto 2, che lo studente deve aver acquisito prima dell'iscrizione.

Per colmare il debito formativo lo studente dovrà superare una valutazione da parte dei docenti identificati dalla Commissione di cui al punto 2, eventualmente mediante l'iscrizione a corsi singoli.

## **Ordinamento degli Studi**

L'ordinamento didattico del CdLM è stato strutturato conformemente alle indicazioni offerte e alla proposta elaborata dal Collegio Nazionale dei Biologi delle Università Italiane (CBUI), in accordo con i rappresentanti ufficiali dell'Ordine Professionale dei Biologi. Il CdLM proposto risulta, pertanto, adeguato alle linee guida nazionali indicate dal CBUI. Le attività formative comprendono: 1) corsi tematici obbligatori (privi di propedeuticità fra di loro) che dovranno completare la formazione di base impartita durante il triennio; 2) corsi a scelta libera dello studente, rivolti a personalizzare il percorso formativo.

L'ambito disciplinare prevalente è il Biomolecolare che dovrà fornire allo studente una solida preparazione nel settore della moderna Biologia Molecolare e Cellulare. Sono inoltre presenti 3 crediti

nell'ambito della Chimica Fisica (CHIM/02) che dovrà fornire allo studente gli strumenti necessari ad affrontare in maniera rigorosa e quantitativa le problematiche scientifiche, 3 crediti di Inglese ( L-LIN/12) necessari per fornire allo studente un'adeguata preparazione nell'apprendimento e nella comunicazione scritta e orale di testi e risultati scientifici e 3 crediti di Informatica (INF/01) necessari per fornire allo studente la conoscenza per l'organizzazione razionale e l'analisi di grosse moli di dati come ormai accade nella moderna Biologia Molecolare e Cellulare.

### Iscrizione anni successivi

Alla fine di ciascun semestre a ogni studente vengono attribuiti i crediti relativi agli insegnamenti seguiti con successo. L'iscrizione al secondo anno è subordinata al conseguimento di 20 CFU.

**I SEMESTRE: 14 ottobre 2013 - 17 gennaio 2014**

**II SEMESTRE: 10 marzo 2014 - 30 maggio 2014**

Corsi obbligatori (totale 60 CFU):

I ANNO	I SEMESTRE	SSD	CFU
	Corso integrato		
	Struttura e Funzione delle macromolecole	(BIO/11)	6
	Chimica fisica	(CHIM/02)	3
	Biochimica e biologia molecolare delle piante	(BIO/04)	6
	Differenziamento cellulare	(BIO/06)	6
	Virologia	(MED/07)	6
	<b>II SEMESTRE</b>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>
	Metodi informatici per la biologia	(INF/01)	3
	Espressione genica	(BIO/11)	6
	Genetica molecolare della trasformazione neoplastica	(BIO/18)	6
	Proteine e Metabolismo	(BIO/10)	6
	Biologia dei sistemi	(BIO/18)	6
	Drug design	(CHIM/08)	3
	Inglese	(L-LIN/12)	3
<b>I e II Anno</b>	<b>II SEMESTRE</b>		
	Attività a scelta		12
<b>II Anno</b>	<b>II SEMESTRE</b>		
	Ulteriori attività formative e di orientamento		3
	Prova finale		45

Per quanto riguarda le attività a scelta, gli studenti potranno selezionare corsi o parte di corsi di altre Lauree Magistrali dell'area Biologica nonché uno qualsiasi degli insegnamenti previsti nell'ambito

della Macroarea di Scienze MMFFNN (o dell'Ateneo, previa autorizzazione del CCS) o ulteriori corsi a scelta proposti per ampliare l'offerta didattica e permettere l'approfondimento di specifici settori di interesse per lo studente.

### Prova finale

La prova finale consiste nella preparazione e discussione di un'ampia relazione scritta, frutto di una originale e autonoma elaborazione dello studente nel settore prescelto e derivante da una congrua attività sperimentale in laboratorio, su un argomento attuale di ricerca proposto dal relatore. La discussione avviene in seduta pubblica davanti a una commissione di docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode. Ai fini del voto finale di laurea verranno incentivati gli studenti che avranno maturato un'esperienza all'estero e coloro che avranno redatto la tesi anche in lingua inglese.

### Attività a Scelta

Insegnamento	SSD	CFU	Docente	Anno	Sem
Astrobiologia	BIO/01	3	Billi	I-II	I
Bioimaging della cellula vegetale	BIO/01	3	Billi	I-II	I
Fisiologia delle Membrane	BIO/09	3	Spinedi	I-II	I
Neurobiologia	BIO/09	3	Rufini	I-II	I
Traffico intracellulare e malattie umane correlate	BIO/10	3	Ragnini	I-II	I
Complementi di biologia molecolare clinica	BIO/10	3	Mazzetti	I-II	I
Enzimi che regolano la topologia del DNA	BIO/11	2	Fiorani	I-II	I
Citogenetica	BIO/18	2	Gustavino	I-II	I
Genetica dei caratteri quantitativi	BIO/18	2	Novelletto	I-II	I
Adattamenti genetici nell'uomo	BIO/18	2	Ciminelli	I-II	I
Genetica forense	BIO/08	3	Martinez/Giardina	I-II	I
Segnalazione redox	BIO/10	3	Filomeni	I-II	II
Esercitazione pratica sul campo di repertazione e indagine degli incendi boschivi	BIO/08	1	Di Fonzo	I-II	II
Sviluppo e differenziamento delle piante	BIO/04	3	Marra	I-II	II
Dinamica Molecolare di Biomolecole	BIO/11	1	Falconi	I-II	II
Metodi di Riconoscimento Molecolare	BIO/11	3	Morozzo (Con riserva)	I-II	II
Genomica Computazionale	BIO/11	2	Ferrè	I-II	II
Signaling, Stress e apoptosi	BIO/13	6	Ghibelli	I-II	II
Rigenerazione e cellule staminali	BIO/06	3	Cannata	I-II	II
Radiogenetica e radiobiologia	BIO/18	2	Gustavino	I-II	II

Espressione eterologa e microrganismi	BIO/19	3	Thaller	I-II	II
Farmaci e trascrittoma	BIO/11	2	Falconi	I-II	II
Oncologia	MED/04	3	Colizzi	I-II	II
Batteriologia I	BIO/19	3	Thaller	I-II	II
Parassitologia	VET/06	3	Di Cave	I-II	II
Fotografia Naturalistica	CHIM/03	4	Polini	I-II	II
Metodi fisici in biologia	BIO/10	3	Pedersen	I-II	II
Alterazioni geniche trafficking cellulare e diagnosi molecolare nei tumori	MED/04	6	Pucci	I-II	II
Oncologia sperimentale di laboratorio	BIO/06	3	Beninati	I-II	II

## Programmi dei corsi

### BIOCHIMICA E BIOLOGIA MOLECOLARE DELLE PIANTE (6 CFU)

Dr. L. Camoni

#### Programma

Il metabolismo secondario delle piante. Terpeni, composti fenolici e alcaloidi: vie di biosintesi e ruolo fisiologico. Esempi di molecole di interesse farmacologico. I sistemi di difesa delle piante: basi genetiche dell'interazione pianta-patogeno. La biochimica delle reazioni di difesa. Organizzazione del genoma degli organismi vegetali. Studio della funzione di un gene. Genetica *forward* e genetica *reverse*. Mutagenesi chimica e fisica. Mutagenesi inserzionale. Analisi dell'espressione genica. Analisi *in silico* del trascrittoma. Dai geni alle proteine: il proteoma delle piante. Principali tecniche di analisi. Modificazioni post-traduzionali delle proteine. Meccanismi molecolari alla base della trasduzione di segnali ormonali: meccanismo d'azione dei principali ormoni delle piante.

### BIOLOGIA DEI SISTEMI (6 CFU)

Prof. Giovanni Cesareni

#### Programma

Biologia dei sistemi e proprietà emergenti. Esperimenti con una prospettiva genomica: interazioni tra proteine, silenziamento genico, letalità sintetica, localizzazione proteica, concentrazione proteica. Rappresentazione mediante grafi di informazione sull'associazione genica: Cytoscape. Integrazione di dati: Bayes, Fisher, reti neurali. Modellizzazione di fenomeni biologici: sistemi di equazioni differenziali, modelli Booleani, automi cellulari.

### CORSO INTEGRATO: STRUTTURA E FUNZIONE DELLE MACROMOLECOLE e CHIMICA FISICA (9 CFU)

## **STRUTTURA E FUNZIONE DELLE MACROMOLECOLE (6CFU)**

Prof. Alessandro Desideri

### **Programma**

Caratteristiche delle catene laterali degli aminoacidi, loro reattività e frequenza nelle proteine. Le interazioni deboli. Maturazione delle proteine, il processo del "folding", "unfolding" e "misfolding". Il problema del folding in vivo, i meccanismi di controllo. La topogenesi. Definizione dei principali domini strutturali. Sistemi di riconoscimento molecolare: a) Proteina-DNA: principali motivi di interazione con il DNA, b) Anticorpo-antigeno: caratteristiche delle proteine del sistema immunitario, c) enzima-substrato: le superossido dismutasi a Cu,Zn e le proteasi a serina. Caratteristiche strutturali di proteine di membrana coinvolte nel trasporto di ioni e metaboliti e loro principi di selettività (Canali ionici, aquaporine, trasportatori mitocondriali, proteine di trasporto).

## **CHIMICA FISICA (3 CFU)**

Prof. Mariano Venanzi

### **Programma**

Forze intermolecolari. Struttura di biopolimeri. Analisi conformazionale. Solvatazione ed effetti idrofobici. Transizioni ordine-disordine (Transizioni elica-coil in polipeptidi; processi di denaturazione di proteine). Processi di associazione: modello di Langmuir. Effetti cooperativi nei processi di associazione: Modelli di Hill e di Monod-Wyman-Changeux

## **DIFFERENZIAMENTO CELLULARE (6 CFU)**

Prof. Francesco Cecconi

### **Programma**

Concetti di staminalità, commissionamento e differenziamento cellulare. Basi molecolari, biochimiche e ultrastrutturali del differenziamento. Destino cellulare durante l'embriogenesi e nell'individuo adulto. Epigenetica e differenziamento. Regolazione della proliferazione cellulare. Apoptosi. Autofagia. Differenziamento delle cellule cutanee. Differenziamento dei linfociti. Differenziamento delle cellule muscolari. Differenziamento neuronale. Esempi di differenziamento terminale. Riprogrammazione cellulare e medicina rigenerativa

## **DRUG DESIGN (3 CFU)**

Dr. Alessandra Topai

### **Programma**

- 1) Drug Target-Enzimi-Recettori
- 2) Principi di Farmacocinetica (ADMET)
- 3) Progettazione di SM (small molecules) -Relazioni Struttura-Attività SAR, -Interazione drug-target, -Definizione di Farmacoforo, -Isosteria/Bioisosteria, -Strategie di lead optimization (case histories)
- 4) Computer Aided Drug Design (CADD) -Costruzione di Modelli Farmacoforici -Docking - Homology modeling -Virtual screening of database -QSAR -Valutazione/predizione delle proprietà ADMET in silico

## **ESPRESSIONE GENICA (6 CFU)**

Prof. Fabrizio Loreni

### **Programma**

Il corso è mirato all'approfondimento dei processi regolativi e dei meccanismi molecolari coinvolti nell'espressione genica degli eucarioti: regolazione trascrizionale, post-trascrizionale e traduzionale. Gli argomenti e gli esempi da trattare potranno in parte variare da un anno all'altro

Il corso include l'esposizione di pubblicazioni originali relativa agli argomenti trattati nelle lezioni in forma di brevi seminari tenuti dagli studenti durante le lezioni

Argomenti:

Tecniche avanzate di Biologia Molecolare

Regolazione trascrizionale: sequenze cis-agenti, fattori basali, fattori specifici, cromatina e trascrizione.

Regolazione post-trascrizionale: splicing, poliadenilazione, trasporto, stabilità dell'mRNA, micro RNA, mondo a RNA.

Regolazione traduzionale: fattori traduzionali, meccanismo di regolazione, esempi regolazione specifica, trasduzione del segnale

### **GENETICA MOLECOLARE DELLA TRASFORMAZIONE NEOPLASTICA (6CFU)**

Prof. Luisa Castagnoli

### **Programma**

I virus tumorali ad RNA; Gli oncogeni (Ras, Src); I virus tumorali a DNA (Papilloma, Epstein-Barr);

Gli oncosoppressori (RB, PTEN). Il controllo del ciclo cellulare: Meccanismi genetici di insorgenza ed eredità dei tumori; Mantenimento dell'integrità genomica; Epigenetica; La trasduzione del segnale nei tumori; I meccanismi molecolari della metastasi; Le basi molecolari per il trattamento dei tumori; I trials clinici; Le cellule staminali tumorali. Retinoblastoma. Poliposi adenomatosa familiare (FAP). Melanoma familiare. Medulloblastoma. Neoplasie endocrine multiple (le sindromi MEN). Carcinoma Mammario

### **INGLESE (3 CFU)**

Dr. Jane Gherghetta

### **METODI INFORMATICI PER LA BIOLOGIA (3 CFU)**

Dr. Fabrizio Ferrè

### **Programma**

Fondamenti di Informatica. Tecniche complesse di ricerca su dati strutturati. Classificazione e organizzazione di strutture informative. Elementi di statistica e probabilità. Accesso e navigazione in sistemi di basi dati distribuite

### **PROTEINE E METABOLISMO (6 CFU)**

Prof. Maria R. Ciriolo

### **Programma**

La proteomica dell'ossigeno: enzimi coinvolti nell'attivazione dell'ossigeno (ossidasi ed ossigenasi a flavina e metallo, sintesi del NAD e FAD), nella produzione delle specie reattive (lipossigenasi, citocromo p450, xantina ossidasi, NADPH ossidasi) e nella detossificazione dai suoi derivati reattivi (superossido dismutasi, perossidasi, catalasi, tioredossina reductasi). Produzione dell'ossido nitrico e suo metabolismo - il connubio con l'ossigeno. La proteomica dei metalli di transizione Cu e Fe e

intersezione con la proteomica dell'ossigeno. Metabolismo dell'eme e dei derivati del colesterolo. Proteomica adattativa degli enzimi proteolitici: proteasi a serina, enzimi lisosomiali, ubiquitina-proteasoma, caspasi, calpaine, metalloproteasi. Metodologie di base per lo studio della proteomica.

## **VIROLOGIA (6 CFU)**

Prof. M. Gabriella Santoro

### ***Programma***

Struttura dei virus e loro classificazione. Tecniche di coltivazione, identificazione e titolazione dei virus. Genetica virale. Meccanismi molecolari alla base della replicazione dei virus. Interazioni virus-cellula ospite: alterazione delle vie di trasduzione del segnale e meccanismi di controllo dei processi di trascrizione e traduzione della cellula; danno cellulare e meccanismi patogenetici. Infezioni acute, lente e persistenti. Infiammazione e oncogenesi da virus. Strategie di moltiplicazione ed importanza nella patologia umana delle principali famiglie di virus animali. Virus emergenti. Viroidi e virusoidi. Interferenza virale. Molecole antivirali naturali e meccanismi di resistenza all'infezione. Farmaci antivirali. Nuovi approcci alla terapia e prevenzione delle infezioni virali. Vettori virali e loro utilizzo in biomedicina.

Testi consigliati:

- Dulbecco R., Ginsberg H.S. "Virologia" - Zanichelli
- Antonelli G., Clementi M. "Principi di Virologia Medica"- Casa Editrice Ambrosiana, 2008
- Acheson N.H. "Fundamentals of Molecular Virology" - Ed. Wiley - 2007