



UNIVERSITÀ DI PISA

BIOLOGIA CELLULARE ED ANIMALE

GRAZIANO DI GIUSEPPE

Academic year **2023/24**
Course **BIOTECNOLOGIE**
Code **321EE**
Credits **12**

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
BIOLOGIA ANIMALE	BIO/05	LEZIONI	56	GRAZIANO DI GIUSEPPE
BIOLOGIA CELLULARE	BIO/06	LEZIONI	56	MASSIMO PASQUALETTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali problematiche legate alla biologia cellulare e animale, con particolare attenzione all'organizzazione della cellula animale ed ai principali gruppi di invertebrati di interesse biotecnologico. Acquisirà conoscenza delle strutture e del ruolo delle subcellulari; acquisirà inoltre conoscenza dei sistemi e degli organi, della struttura corporea e sarà in grado di analizzare e correlare i loro principi di funzionamento. Infine, conoscerà gli approcci moderni per lo sfruttamento sostenibile delle risorse che possono derivare da vari gruppi di animali e che si basano sulle biotecnologie.

Modalità di verifica delle conoscenze

Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolti incontri tra il docente e il gruppo di studenti che sviluppa il progetto.

Capacità

Al termine del corso gli studenti avranno acquisito le conoscenze di base della struttura e composizione della cellula eucariotica; sapranno inoltre indicare e riconoscere le principali differenze riscontrabili nei diversi piani strutturali corporei dei metazoi. Essi saranno in grado di descrivere la struttura e le funzioni dei principali organi e sistemi presenti nei vari gruppi di invertebrati e comprendere gli adattamenti evolutivi che hanno portato al loro successo.

Modalità di verifica delle capacità

Durante le lezioni saranno utilizzati strumenti volti ad accertare l'acquisizione da parte degli studenti degli obiettivi stabiliti. Saranno utilizzate diverse strategie didattiche in modo da favorire dinamiche interattive fra il docente e gli studenti. Saranno svolte attività pratiche attraverso l'ausilio di strumenti multimediali e attraverso la progettazione di attività di laboratorio e di osservazione in natura.

Comportamenti

Gli studenti potranno acquisire e sviluppare sensibilità alle tematiche inerenti la biologia cellulare e animale. Essi potranno saper riconoscere i rappresentanti dei principali gruppi di invertebrati, anche attraverso la progettazione di attività di laboratorio e di osservazione in natura. Saranno acquisite opportune accuratezza e precisione nella preparazione e presentazione degli argomenti trattati.

Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le lezioni saranno utilizzate diverse strategie didattiche in modo da favorire dinamiche interattive fra il docente e gli studenti, volte a verificare il grado di acquisizione degli argomenti trattati. Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Lo studente è invitato a verificare l'esistenza di eventuali propedeuticità consultando il Regolamento del Corso di studi relativo al proprio anno di immatricolazione. Un esame sostenuto in violazione delle regole di propedeuticità è nullo (Regolamento didattico d'Ateneo, art. 24, comma



E' auspicata l'acquisizione di conoscenze preliminari nell'ambito della biologia cellulare e animale, anche a livello di studi secondari superiori, facilita la comprensione di molti argomenti che verranno trattati nelle lezioni.

Indicazioni metodologiche

Saranno svolte lezioni frontali, con ausilio di slides. Strumenti di supporto saranno costituiti da siti web, seminari. Ausilio e completamento sarà fornito da personale di supporto e da codocenti. Le attività di laboratorio saranno organizzate in gruppi. Il sito di elearning del corso sarà utilizzato per scaricamento materiali didattici, comunicazioni docente-studenti, formazione di gruppi di lavoro. L'interazione tra studente e docente avverrà tramite uso di ricevimenti, uso della posta elettronica o di altri strumenti di comunicazione.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

PROGRAMMA DEL MODULO DI BIOLOGIA CELLULARE (I SEM)

CORSO DI BIOLOGIA CELLULARE E ANIMALE

LAUREA TRIENNALE IN BIOTECNOLOGIE

Prof. Massimo Pasqualetti

Principi basilari della teoria cellulare. Cenni alle diverse tipologie di microscopio e loro applicazioni. Principio di funzionamento della microscopia ottica e microscopia elettronica, TEM, SEM. Il limite di risoluzione. Le molecole biologiche. Caratteristiche generali della materia vivente.

I virus: generalità, struttura, classificazione. Informazione genetica e meccanismi di trascrizione nei virus. Meccanismi riproduttivi nei virus: ciclo litico e lisogenico del fago lambda. Ciclo riproduttivo ed infettivo dei retrovirus.

Organizzazione cellulare procariotica ed eucariotica. Le principali molecole biologiche.

I procarioti: generalità, classificazione - Struttura e ultrastruttura generale della cellula procariotica. Eubacteria e Archaeobacteria.

Organizzazione della cellula batterica e tipi di cellule batteriche. La parete dei batteri. La colorazione di Gram.

Introduzione alla complessità della cellula eucariotica: significato evolutivo della sua compartimentazione. Il nucleo. Il mitocondrio ed il cloroplasto. La teoria dell'endosimbionte. Il reticolo endoplasmico rugoso e liscio: aspetti morfologici e funzionali. Il complesso di Golgi: aspetti morfologici e funzionali. Lisosomi e perossisomi. Il citosol. Principali caratteristiche differenziali degli eucarioti e dei procarioti.

Membrana plasmatica: generalità, composizione molecolare. Modelli di membrana, cenni storici. Modello a mosaico fluido. Composizione molecolare dei lipidi di membrana e caratteristiche generali. Organizzazione in doppio strato. Struttura e classificazione dei fosfolipidi:

fosfogliceridi e sfingolipidi. Altri lipidi di membrana: glicolipidi, colesterolo. Proprietà dei lipidi di membrana: mobilità, asimmetria. Preparazione ed uso delle "ombre" degli eritrociti dei Mammiferi. Dimostrazione sperimentale della distribuzione asimmetrica dei fosfolipidi. Fluidità del bilayer lipidico e temperatura di transizione in riferimento alla lunghezza delle catene idrocarburiche ed il grado di saturazione degli acidi grassi. Il ruolo del colesterolo nel doppio strato lipidico negli Eucarioti. Classificazione delle proteine di membrana e metodiche di analisi per il loro studio.

Estrazione delle proteine di membrana: uso dei detergenti - Principi della SDS-PAGE ed applicazione per lo studio delle proteine di membrana degli eritrociti dei Mammiferi. Proteine della membrana degli eritrociti di Mammiferi. Mobilità e asimmetria delle proteine di membrana.

Esperimento degli eterocarionti e del FRAP. Carboidrati di membrana. Glicocalice. Permeabilità di un doppio strato lipidico artificiale.

Meccanismi di trasporto: uniporto e cotrasporto. Trasporto passivo e attivo di ioni e piccole molecole neutre. Gradiente di concentrazione ed elettrochimico. Equazione di Nerst. Trasporto passivo. Pompe ioniche: definizione, generalità e classificazione. Esempi di pompe P: pompa Na^+/K^+ ; pompa del Ca^{++} . Funzione della pompa Na^+/K^+ nel mantenimento del potenziale di membrana. Pompe V. Pompe indirette: simporto $\text{Na}^+/\text{glucosio}$ nelle cellule assorbenti dell'epitelio di rivestimento dell'intestino tenue. Trasferimento di macromolecole e particelle attraverso la membrana: esocitosi, endocitosi, gemmazione. Fagocitosi. Endocitosi costitutiva e mediata da recettori: aspetti generali. Fasi iniziali dell'endocitosi mediata da recettori: formazione di fossette e vescicole rivestite da clatrina. Struttura del triskelion di clatrina e formazione del canestro. Ruolo della dinamina. Ulteriori tappe dell'endocitosi mediata da recettori: distacco della clatrina, separazione recettore-ligando nel compartimento endosomale, formazione della vescicola CURL, recupero dei recettori di membrana e destino del materiale internalizzato.

Endocitosi del colesterolo e della ferrotransferrina.

Citoscheletro: generalità; classificazione dei filamenti citoscheletrici. Microtubuli: ultrastruttura e composizione molecolare. Struttura del centrosoma e dei centrioli. "Cappuccio" di GTP ed instabilità dinamica. Proteine associate ai microtubuli (MAPs). Proteine motrici dei microtubuli: caratteri strutturali e funzionali di chinesina e dineina. Struttura, ultrastruttura e funzione delle ciglia e dei flagelli. Ciglia: ultrastruttura dell'assonema e del corpuscolo basale. Fasi e fisiologia del movimento ciliare. Filamenti intermedi: caratteri generali morfo-funzionali, composizione molecolare, classificazione, assemblaggio. Filamenti actinici: caratteri generali morfo-funzionali, composizione molecolare, assemblaggio.

Giunzioni cellula-cellula e cellula-matrice: aspetti generali e classificazione. Giunzioni occludenti. Giunzioni di ancoraggio: struttura di emidesmosomi e fasce di adesione.

Ultrastruttura del nucleo interfase. Caratteri morfo-funzionali del complesso del poro. Segnali di localizzazione e importazione di proteine nel nucleo. Struttura e ciclo della lamina nucleare. Cromatina: definizione, composizione. Eucromatina ed eterocromatina, costitutiva e facoltativa.

Istoni: caratteri molecolari, legame al DNA. Nucleosoma. Compattazione del DNA e formazione della cromatina: fibra di 30 nm. Ulteriori stadi di compattazione della cromatina: intervento di proteine non istoniche. Formazione di anse- Scaffold. Struttura del cromosoma metafase, classificazione, cariotipo. Analisi del corredo cromosomico con metodi di bandeggio. Struttura dei cromosomi a spazzola e politenici. Nucleolo: ultrastruttura, funzioni.

Ciclo cellulare: generalità, fasi. Analisi dei periodi dell'interfase: G1, S, G2. Duplicazione del centrosoma e fasi iniziali della formazione del fuso mitotico. Analisi delle fasi della mitosi: profase, prometafase, metafase, anafase (A e B), telofase. Inserimento dei cromosomi sui microtubuli del cinetocore e disposizione in piastra equatoriale. Meccanismo di migrazione ai poli del fuso dei cromosomi in anafase A: ipotesi attiva e passiva. Ruolo delle proteine motrici dei microtubuli in anafase B. Meiosi. Confronto tra mitosi e meiosi. Meiosi I (riduzionale) e meiosi II (conservativa). LEPTOTENE, ZIGOTENE, PACHITENE, DIPLLOTENE, DIACINESI. Il chiasma.

Meccanismi di morte cellulare. Apoptosi, autofagia, necrosi. Via intrinseca e via estrinseca. Le caspasi. Meccanismi di comunicazione tra le



UNIVERSITÀ DI PISA

cellule. Trasporto transmembrana.

Cenni sui meccanismi di trasduzione del segnale: eecettori accoppiati a proteine G. Molecole segnale e recettori. Adenilato ciclasasi e cAMP. Fosfolipasi C, IP3 e DAG.

Tecniche di indagine per lo studio dei componenti cellulari. L'uso degli anticorpi per la tecnica dell'immunoistochimica. Metodiche di inclusione e taglio di sezioni istologiche. Introduzione e caratteristiche generali della tecnica di immunoistochimica. Uso di anticorpi policlonali e monoclonali. Impiego di anticorpi primari e secondari. Sistemi di rivelazione e di amplificazione. Immunofluorescenza e immunoistochimica multipla.

PROGRAMMA DEL MODULO DI BIOLOGIA ANIMALE (II SEM)

CORSO DI BIOLOGIA CELLULARE E ANIMALE

LAUREA TRIENNALE IN BIOTECNOLOGIE

Prof. Graziano Di Giuseppe

Architettura degli animali. Piani strutturali del corpo degli animali. Simmetria animale: simmetria radiale, simmetria biradiale, simmetria bilaterale. Segmentazione radiale e segmentazione spirale. Sviluppo regolativo e sviluppo a mosaico. Blastula e gastrula. Foglietti embrionali. Animali diblastici e triblastici. Cavità del corpo degli animali: intestino completo ed incompleto; celoma. Animali pseudocelomati, acelomati e celomati. Formazione del celoma: schizocelia, enterocelia. Caratteristiche dello sviluppo di protostomi (lofotrocozoi ed ecdisozoi) e di deuterostomi. Sequenze di sviluppo che producono animali diblastici e animali triblastici.

Phylum Porifera. Caratteristiche generali. Classificazione. Relazioni ecologiche. Struttura corporea. Tipi di organizzazione dei canali: asconoide, siconoide, leuconoide. Tipi di cellule: pinacociti, porociti, coanociti, archeociti. Tipi di scheletro. Fisiologia delle spugne. Riproduzione sessuale. Sviluppo nelle demospugne e nelle spugne calcaree. Riproduzione asessuale nei poriferi: gemme esterne e gemmule. Esempi di spugne. Spugne da bagno.

Phylum Cnidaria: caratteristiche generali. Gli animali radiati. Classificazione. Relazioni ecologiche. Applicazioni biotecnologiche. Struttura corporea: dimorfismo e polimorfismo. Struttura e funzione di polipi e meduse. Alimentazione e digestione. Struttura della parete corporea degli cnidari: epidermide, mesoglea e gastrodermide. Tipi di cellule presenti nei tre strati della parete corporea. Rete nervosa. Riproduzione: ruolo dei polipi e delle meduse. Classe Hydrozoa: caratteristiche generali. Struttura e funzione dell'idrozoio di acqua dolce Hydra. Struttura degli idroidi coloniali. Ciclo vitale di *Obelia*. Struttura delle idromeduse. Classe Scyphozoa: caratteristiche generali. Struttura delle scifomeduse. Ciclo vitale di *Aurelia*. Classe Cubozoa: caratteristiche generali. Classe Anthozoa: caratteristiche generali. Anemoni di mare. Madrepora. Ottocoralli. Classe Staurozoa: caratteristiche generali.

Phylum Ctenophora: caratteristiche generali. Struttura corporea. Riproduzione. Esempi di ctenofori. Relazioni ecologiche. Applicazioni biotecnologiche: bioluminescenza.

Phylum Platyhelminthes. Caratteristiche generali e suddivisione. Relazioni ecologiche. Struttura corporea. Struttura degli organi adesivi a doppia ghiandola. Struttura del tegumento sinciziale o neodermis. Nutrizione. Escrezione ed osmoregolazione: struttura dei protonefridi con cellule a fiamma. Sistema nervoso ed organi di senso. Riproduzione asessuale. Rigenerazione e sviluppo delle planarie. Riproduzione sessuale. Uova endo- e ecto-lecitiche. Classe Turbellaria: caratteristiche generali. Classe Trematoda: caratteristiche generali. Sottoclasse Digenea: caratteristiche generali. Ciclo vitale di *Chlonorchis sinensis*. Esempi di trematodi parassiti dell'uomo. Classe Monogenea: caratteristiche generali. Classe Cestoda: caratteristiche generali. Cestodi comuni nell'uomo. Ciclo vitale di *Tenia saginata*. *Tenia solium*. Phylum Gastrotricha: caratteristiche generali. Struttura corporea. Sistema muscolare. Sistema digerente. Sistema escretore. Sistema nervoso ed organi di senso. Riproduzione sessuale.

Phylum Rotifera: caratteristiche generali. Relazioni ecologiche. Varietà di forme tra i rotiferi. Descrizione di un'esperienza di ricerca personale riguardante l'identificazione di rotiferi inquinanti sistemi di fotobioreattori in un impianto industriale per la produzione di biomassa algale.

Struttura corporea dei rotiferi. Struttura corporea esterna: capo, tronco e piede. Struttura corporea interna: epidermide sinciziale eutelica, sistema muscolare, pseudocoele. Sistema digerente: struttura e funzione del mastax. Sistema escretore. Sistema nervoso ed organi di senso. Riproduzione. Apparatii riproduttivi maschile e femminile. Ciclo vitale dei rotiferi. Uova mitiche e amittiche. Partenogenesi diploide.

Phylum Nemertea: caratteristiche generali. relazioni ecologiche. Struttura corporea. Sistema digerente. Struttura della proboscide. Sistema circolatorio. Sistema escretore. Sistema nervoso. Locomozione. Riproduzioni asessuale e sessuale. Piano strutturale dei nemertini: acelomati o celomati? Differenze tra rincele e celoma tipico.

Phylum Mollusca: caratteristiche generali. Esempi di forme giganti. Classificazione tassonomica. Relazioni ecologiche. Applicazioni biotecnologiche. Struttura corporea. Struttura e funzione della radula. Struttura, funzione e modificazioni strutturali del piede. La massa viscerale. Struttura e funzione delle branchie. Struttura della conchiglia. La produzione di perle da parte delle ostriche. Funzioni. Differenze e sviluppo dei sistemi circolatori chiuso e aperto. Sistemi digerente, escretore e nervoso. Organi di senso. Riproduzione. Struttura della larva trocofora. Classe Polyplacophora: caratteristiche generali. Struttura corporea. Classe Gastropoda: caratteristiche generali. Struttura della conchiglia spiralata. Torsione ontogenetica. Spiralizzazione. Sottoclasse Prosobranchia: caratteristiche generali. Sottoclasse Opisthobranchia: caratteristiche generali. Le lepri di mare. Sottoclasse Pulmonata: caratteristiche generali. Classe Bivalvia: caratteristiche generali. Struttura corporea. Funzione delle valve della conchiglia. Struttura e funzione delle branchie. Alimentazione. Locomozione e riproduzione. Larva *Glochidium*. Classe Cephalopoda: caratteristiche generali. Struttura corporea. *Nautilus*, ottopodi e decapodi. Locomozione e riproduzione.

Phylum Annelida: caratteristiche generali. La metamorfosi: conseguenze evolutive. Relazioni ecologiche. Applicazioni biotecnologiche. Struttura corporea. Locomozione. Sistemi digerente, circolatorio e nervoso. Classificazione. Gruppo Errantia. Policheti erranti: caratteristiche generali. Nutrizione, respirazione, circolazione ed escrezione. Sistema nervoso ed organi di senso. Riproduzione. Gruppo Sedentaria. Policheti sedentari: caratteristiche generali. Porzioni atoca ed epitoca. *Amphitrite*, *Sabella* e *Arenicola*. Pogonofori: caratteristiche generali e struttura corporea. Echiuridi: caratteristiche generali e struttura corporea. Clitellata: caratteristiche generali. Oligocheti: caratteristiche generali. Lombrichi: caratteristiche generali, applicazioni biotecnologiche, struttura corporea, sistemi circolatorio ed escretore; struttura e funzione dei metanefridi; la riproduzione. Irudinei: caratteristiche generali. Applicazioni biotecnologiche. Struttura corporea.

Phylum Arthropoda: caratteristiche generali. Relazioni ecologiche. Applicazioni biotecnologiche. Classificazione. Segmentazione del corpo e appendici. Sistema di respirazione. Organi di senso. Modelli comportamentali. Competizione intraspecifica.

Phylum Arthropoda, subphylum Chelicerata: caratteristiche generali. Classe Merostomata. Euripteridi e Xifosuridi. Classe Pycnogonida. Classe Arachnida. Applicazioni biotecnologiche. Ragni pericolosi. Scorpioni. Acari. Zecche.

Phylum Arthropoda, subphylum Crustacea: caratteristiche generali. Struttura corporea. Ostracodi: caratteristiche generali. Branchiuridi: caratteristiche generali. Pentastomatidi: caratteristiche generali. Branchiopodi: caratteristiche generali. Copepodi: caratteristiche generali. Cirripedi: caratteristiche generali. Malacostraci: caratteristiche generali. Isopodi: caratteristiche generali. Anfipodi: caratteristiche generali. Eufausiacci: caratteristiche generali. Decapodi: caratteristiche generali.



UNIVERSITÀ DI PISA

Phylum Arthropoda, subphylum Hexapoda: caratteristiche generali. Biodiversità degli insetti. Diffusione. Danni all'uomo. Deambulazione. Le ali e il volo. Alimentazione. Organi di senso. Riproduzione. Metamorfosi e crescita. Diapausa. Colorazione (aposematica e criptica, o mimetica). Comportamento e comunicazione. Comportamento sociale. Insetti e benessere dell'uomo. Insetti utili e dannosi.
Phylum Echinodermata: caratteristiche generali. Classificazione. Relazioni ecologiche. Asteroidei, ofiuroidei, oloturoidei, echinoidei, crinoidei.
Applicazioni biotecnologiche.

Bibliografia e materiale didattico

Testi consigliati:

Biologia Cellulare

ALBERTS & Al.: "Biologia molecolare della cellula". Zanichelli

BECKER & Al.: Il mondo della cellula. EdiSES

LODISH & Al.: "Biologia molecolare della cellula". Zanichelli

KARP: Biologia cellulare e molecolare. EdiSES

Biologia Animale

Zoologia di Hickman, Roberts, Keen, Eisenhour, Larson, L'Anson. McGraw-Hill Education. Sedicesima edizione.

Diversità animale di Hickman, Keen, Eisenhour, Larson, L'Anson. McGraw-Hill Education. Diciottesima edizione

Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova orale. La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente. La prova orale sarà suddivisa in più parti, corrispondenti a varie sezioni del programma svolto. La prova orale è non superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta e se il candidato mostrerà ripetutamente l'incapacità di mettere in relazione parti del programma e nozioni che deve usare in modo congiunto per rispondere in modo corretto ad una domanda.

Note

Commissione d'esame:

Prof Graziano Di Giuseppe (Presidente)

Prof Massimo Pasqualetti (Presidente supplente)

Dott.ssa Noemi Barsotti (Membro)

Dott.ssa Sara Migliarini (Membro)

Dott.ssa Serena Nazzi (Membro supplente)

Dott. Gammuto Leandro (Membro supplente)

Ultimo aggiornamento 05/08/2023 15:53