

## CORSO DI MICROBIOLOGIA GENERALE MOLECOLARE E APPLICATA

Il corso di "Microbiologia generale molecolare e applicata" (*curriculum* Biologia della nutrizione) è costituito da un modulo di "Microbiologia generale" (8 CFU) di lezioni frontali comprensive di esercitazioni in aula e ricapitolazioni, un modulo di "Microbiologia molecolare" (2 CFU) di lezioni frontali comprensive di esercitazioni in aula, ricapitolazioni e un modulo di "Microbiologia applicata" (2 CFU) di lezioni frontali comprensive di esercitazioni in aula, ricapitolazioni.

### OBIETTIVI FORMATIVI DA ACQUISIRE

#### **Conoscenze:**

Conoscenze di base del mondo microbico; aspetti molecolari della regolazione del metabolismo microbico e dei meccanismi di adattamento agli stress; applicazioni industriali, mediche e alimentari dei microrganismi

#### **Capacità:**

Analisi microbiologiche e tossicologiche  
Metodologie biochimiche, biomolecolari e biotecnologiche  
Analisi della biodiversità

#### **Comportamenti:**

Valutazione, interpretazione di dati sperimentali di laboratorio, sicurezza in laboratorio, valutazione della didattica

### PROPEDEUTICITA'

Nessuna

### PROGRAMMA

#### **Modulo di Microbiologia Generale**

**Microbiologia: origine ed evoluzione.** Cenni storici. Definizioni.

**La cellula dei procarioti.** Dimensioni e forma dei batteri. Appendici cellulari. Movimento dei batteri. Flagelli e altre appendici cellulari. Chemiotassi, aerotassi e fototassi. Capsule. Il peptidoglicano. Struttura dei rivestimenti cellulari di Gram positivi e negativi. Citoplasma. Nucleoide. Sistemi di trasporto cellulare. Utilizzazione di macromolecole come fonte di nutrienti. Sistemi a due componenti. Inclusioni citoplasmatiche. Organelli procariotici.

**Microrganismi eucariotici.** Principali proprietà di funghi, alghe e protozoi.

**Metabolismo microbico.** Sorgenti di carbonio e di energia. Fermentazioni. Respirazione aerobica ed anaerobica nei batteri. Cenni sulla fotosintesi batterica. Fissazione dell'anidride carbonica. Assimilazione dell'azoto e dello zolfo. Metabolismo biosintetico. Biosintesi del peptidoglicano.

**Macromolecole biologiche.** Struttura e sintesi del cromosoma batterico. La trascrizione, il promotore, il terminatore. L'RNA polimerasi batterica: apoenzima e oloenzima. Fattori Rho e Nus. Traduzione. Accoppiamento trascrizione-traduzione nei procarioti. Struttura dei siti promotore, terminatore, operatore. Mutanti regolativi. Fattori sigma alternativi.

**Tecniche microbiologiche.** Metodi chimici e fisici di lotta antimicrobica. Sterilizzazione. Terreni di coltura. Tecniche di colorazione.

**L'accrescimento dei microrganismi.** Misurazione della crescita. La curva di crescita. Colture continue. Crescita su terreno solido. Fattori che influenzano la crescita.

**Mutazione.** Generalità sulla mutagenesi batterica. Mutazioni puntiformi. Mutagenesi indotta: principali mutageni chimici e fisici e loro meccanismo di azione. Tipi di mutanti.

**Genetica batterica.** Trasformazione, coniugazione, trasduzione generalizzata e specializzata. Plasmidi e trasposoni.

**I virus.** Struttura. Classificazione. Batteriofagi. Fagi temperati e lisogenia. Cenni sui virus animali e vegetali e sui meccanismi della loro replicazione.

**Sostanze ad azione antimicrobica.** Chemioterapici ed antibiotici. Identificazione e produzione di antibiotici. Meccanismi d'azione degli antibiotici con effetto sulla parete cellulare, sulla membrana, sulla sintesi proteica e sulla sintesi di acidi nucleici. Meccanismi biochimici e genetici della resistenza agli antibiotici, con particolare riferimento ai beta-lattamici, alla streptomycina e al cloranfenicolo.

**Elementi di sistematica batterica.** Tassonomia e classificazione dei batteri. Classificazione su base molecolare. Tassonomia numerica: coefficienti di similarità e di accoppiamento. Proprietà strutturali, metaboliche ed ecologiche dei principali gruppi di bacteria, con particolare riferimento a: micoplasmi,

batteri Gram negativi (fotosintetici, chemioautotrofi, metofili, spirilli, spirochete, batteri prostecati, pseudomonacee, Gruppo *Rhizobium-Agrobacterium*, enterobatteri, rickettsie, clamidie), batteri Gram positivi (produttori di endospore, batteri lattici, stafilococchi, propionibatteri, attinomiceti). Gli archaea: nozioni generali; principali proprietà di alofili, metanogeni e termoacidofili.

**Cenni di microbiologia ambientale e industriale.** Ruolo dei microrganismi in natura. Cicli biogeochimici. Ecosistemi microbici. La colonna di Winogradsky. Concetto di fermentazione nei processi produttivi. Uso dei microrganismi nei processi industriali. Fermentatori. Principali prodotti di fermentazione e metodiche produttive. Preparazione di biomasse, bioconversioni e fermentazioni. Cellule ed enzimi immobilizzati. Biometallurgia.

### **Modulo di Microbiologia Molecolare**

Ruolo dei processi regolativi nella cellula. Tipi di meccanismi di controllo. Controllo della trascrizione. Proteine che si legano al DNA: induzione e repressione. Struttura dei siti regolativi: promotori, terminatori forti e deboli, operatori, siti attivatori, sequenza di Shine-Dalgarno. L'operone: operoni *lac*, *trp* e *ara*. Processi di regolazione globale: regolazione da cataboliti e ruolo della proteina Crp; risposta stringente e ruolo del fattore RelA; sistema SOS e ruolo delle proteine LexA e RecA. Regolazione post-trascrizionale. Regolazione mediante terminazione precoce della trascrizione: il sistema di attenuazione negli operoni biosintetici. L'inversione di fase in *Salmonella*. Regolazione del *copy number* dei plasmidi. Isole metaboliche con particolare riferimento alle isole di patogenicità. Quorum sensing. Biofilm. Meccanismi molecolari che regolano il ciclo litico e lisogenico del fago lambda con particolare riferimento al ruolo dei fattori N, cro, cI, CII e cIII. Regolazione dell'attività enzimatica: controllo allosterico positivo e negativo. Modificazioni covalenti: l'esempio della regolazione dell'attività della glutamina sintetasi.

### **Modulo di Microbiologia Applicata**

**Microbiologia ambientale ed ecologia microbica.** Popolazioni microbiche nei diversi ambienti naturali. Fenomeni simbiotici. I microrganismi come barriera difensiva nei mammiferi. Deterioramento microbico di materiali lignocellosolitici e lapidei. Sostanze xenobiotiche e processi microbici di biorisanamento. Analisi molecolare di popolazioni microbiche miste da ambienti naturali. Microbiologia del trattamento delle acque reflue.

**Microrganismi e fermentazioni industriali.** Cinetica della produzione di metaboliti. Metaboliti primari e secondari. Selezione di ceppi, allestimento dei terreni di coltura, problematiche connesse con il recupero dei prodotti. Produzione di antibiotici e altri metaboliti secondari, aminoacidi e altri metaboliti primari, enzimi, polisaccaridi, cellule di lievito e fermenti lattici. Miglioramento genetico di ceppi produttori. Biotecnologie microbiche di frontiera: vaccini innovativi, ice bacteria, biosensori.

**Microbiologia degli alimenti.** Proprietà tecnologiche e nutrizionali dei prodotti di fermentazione alimentare. Prodotti microbici del latte: latticini fermentati, formaggi, yogurt. Fermentazione di carni e verdure. Batteri lattici e loro ruolo nelle fermentazioni alimentari. Fermentazione lattica. Produzione di aromi. Batteriocine. I lieviti e la fermentazione alcolica. Produzione di pane e prodotti da forno, vino, birra e altre bevande alcoliche, aceto. Altri prodotti microbici di interesse alimentare. Microrganismi probiotici e alimenti prebiotici. Miglioramento delle produzioni alimentari mediante selezione di microrganismi con proprietà particolari.

**Microbiologia medica.** Interazioni dei microrganismi con l'organismo umano: costituzione della flora microbica nei diversi distretti (bocca, epidermide, apparato urogenitale, apparato gastroenterico) e suo ruolo nella barriera contro microrganismi estranei. Microrganismi patogeni, fonti e modalità di intossicazione e infezione. Principali meccanismi generali della patogenicità: neurotossine, enterotossine, citotossine. Endotossine ed esotossine. Tipi di microrganismi presenti negli alimenti e in altre fonti di infezione. Metodiche di contenimento dello sviluppo microbico negli alimenti. Malattie di origine microbica e meccanismi di azione delle corrispondenti tossine, con particolare riferimento a malattie causate da batteri dei generi *Streptococcus*, *Listeria*, *Brucella*, *Shigella*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium* (tetano e botulismo), *Mycobacterium* (tubercolosi e lebbra), *Bordetella* (pertosse), *Neisseria* (meningite), *Vibrio* (colera), *Helicobacter*, *Legionella*, *Bacillus* (antrace). Alcune malattie causate da protozoi (malaria), funghi (micosi), virus (ebola, vaiolo, AIDS), prioni (encefalopatie). Il bioterrorismo.

### **MATERIALE DIDATTICO UTILIZZATO E CONSIGLIATO**

*Lo studio va fatto essenzialmente dagli appunti dalle lezioni. I seguenti testi possono essere utili per chiarimenti o per approfondimenti rispetto a quanto raccolto a lezione*

- Polsinelli, De Felice *et al.* **Microbiologia**, Ed. Bollati Boringhieri
- Willey et al. Prescott **Microbiologia** (3 vol.), settima ediz., Ed. McGraw-Hill Italia
- Madigan e Martinko, Brock **Biologia dei Microrganismi** (3 volumi), Casa Editrice Ambrosiana
- Schaechter et al. **Microbiologia**, Ed. Zanichelli

### MODALITA' VERIFICA E VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO

Prova scritta preliminare all' esame orale.

La commissione d'esame, nominata dal CCS accerterà e valuterà collegialmente la preparazione dello studente attribuendo il voto finale sulla base di un adeguato numero di prove e di verifiche. La frequenza assidua e la partecipazione alle attività in aula e laboratorio sono considerati elementi positivi di valutazione.

### COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE PER LA VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Maurilio De Felice, (presidente), Ezio Ricca, Mario Varcamonti, Loredana Baccigalupi, Giuseppina Cangiano, Angela Cordone.