

Α΄ ΕΞΑΜΗΝΟ

1. Μοριακή Βιολογία και Γονιδιοματική

Διδάσκοντες: Γ. Ροδάκης | Γ. Διαλλινάς | Γ. Γουλιέλμος | Α. Κατσιώτης

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

- Μοριακά συστατικά οργανισμών. Γονιδίωμα, γονίδια. DNA, RNA, πρωτεΐνες. Μετάδοση της γενετικής πληροφορίας. Σύνθεση DNA, κυτταρική διαίρεση και ρύθμιση κυτταρικού κύκλου. Δομή και λειτουργία γονιδίου,
- Μεταγραφή και ρύθμιση της μεταγραφικής διαδικασίας σε Α) Προκαρυωτικά γονιδιώματα: θετική και αρνητική ρύθμιση, καταστολείς, χειριστές, επαγωγείς, ενεργοποιητές, οπερόνια. Β) Ευκαρυωτικά γονιδιώματα: δομή χρωματίνης, χρωματοσώματα, οργάνωση γονιδιωμάτων σε επίπεδο αλληλουχίας (επαναλαμβανόμενο DNA, εξόνια, ιντρόνια, επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες, μεταθετά και ρετρομεταθετά στοιχεία, γονιδιακές οικογένειες).
- Ευκαρυωτικές RNA πολυμεράσες, μεταγραφικοί παράγοντες - ανατομία ενός μεταγραφικού παράγοντα. Μετάφραση και έλεγχος της μετα-μεταφραστικής τροποποίησης. Γενετική βακτηρίων και φάγων.
- Βασικές αρχές της Γενετικής Μηχανικής: Απομόνωση γονιδίου-στόχου, κατασκευή «συνθετικού γονιδίου», κλωνοποίηση, PCR, επιλογή κλώνων. Γονιδιακές βιβλιοθήκες. Εφαρμογές της γενετικής Μηχανικής στην ιατρική (ιατρικά προϊόντα, γενετική ταυτότητα, αποτυπώματα γονιδίων και μοριακή βάση αυτής της διαδικασίας).
- Τεχνολογία διαγονιδιακών ζώων. Διαγονιδιακά ποντίκια ως βιοιατρικά μοντέλα.
- Κυνηγώντας γονίδια μέσω διαδικτύου. Γενετική και φυσική χαρτογράφηση. Εναλλακτικές μέθοδοι και παραδείγματα (ανάλυση σύνδεσης, αντίστροφη γενετική).
- Ο χάρτης του γονιδιώματος της *Drosophila melanogaster*. Η χαρτογράφηση του γονιδιώματος της *Arabidopsis thaliana*, *Caenorhabditis elegans*, *Anopheles stephensi*.
- Το πρόγραμμα του ανθρώπινου γονιδιώματος. Χαρτογράφηση γονιδίων κοινών ασθενειών. Ηθικά ερωτήματα. Γονιδιακή θεραπεία - σωματικά κύτταρα, βλαστικά κύτταρα.
- Γονιδιακή θεραπεία μορφών καρκίνου, γονιδιακή θεραπεία κληρονομικών νευρολογικών διαταραχών.

2. Βιομοριακή Δομή και Λειτουργία

Διδάσκοντες: Ε. Μουδριανάκης | Σ. Χαμόδρακας | Η. Ηλιόπουλος | Κ. Βοργιάς | Μ. Βλάση | Β. Οικονομίδου

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

- Μοριακές Δομές σε Ατομικό Επίπεδο και Βιολογία. Ιστορική Ανασκόπηση
- Βιολογικά Μακρομόρια, Στερεοδιευθέτηση και Στερεοδιάταξη, Ασθενείς αλληλεπιδράσεις και ρόλος τους στη ζωή, Βιολογικά Μακρομόρια σε Υδατικό και μη Υδατικό περιβάλλον, Συμμετρία, Μακρομόρια και Δομές
- Μέθοδοι προσδιορισμού δομής βιολογικών μακρομορίων
- Αρχιτεκτονική Πρωτεϊνών, Αλληλουχία, Δευτεροταγής Δομή, Υπερδευτεροταγείς Δομές, Δομικά Αυτοτελή Στοιχεία (domains), Τριτοταγής Δομή, Αλληλεπιδράσεις πρωτεϊνών-πρωτεϊνών
- Μεμβρανικές πρωτεΐνες, Υδροφοβικότητα και Αλληλεπιδράσεις πρωτεϊνών-λιπιδίων, Μετατροπές Ενέργειας και Σήματος (Energy & Signal transduction) -Μοριακές Μηχανές, Επιλεγμένα πρότυπα συστήματα σε Ατομικό επίπεδο (πρόσφατες δομές σε ατομική διακριτικότητα και πιθανή λειτουργία τους π.χ. βακτηριοροδοψίνη, ροδοψίνη)
- Δομικές πρωτεΐνες, Κολλαγόνο, Υπερέλικες, Μετάξια, Αμυλοειδή, Αμυλοειδώσεις, Βιοπολυμερή/Βιοϋλικά
- Πρωτεΐνες που "δεσμεύουν" DNA, "Αναγνώριση" DNA από πρωτεΐνες σε ευκαρυωτικούς και προκαρυωτικούς οργανισμούς, Αλληλεπιδράσεις πρωτεϊνών - DNA, Υπερελίκωση DNA, Δομή νουκλεοσώματος
- Πολυσακχαρίτες (Χιτίνη, Κυτταρίνη) και Διφασικά σύμπλοκα συστήματα πρωτεϊνών-πολυσακχαριτών (π.χ. Δερμάτιο)
- Πρωτεϊνική μηχανική, πρόγνωση, και σχεδίαση πρωτεϊνών
- "Δίπλωμα" πρωτεϊνών και σταθερότητα πρωτεϊνικής δομής
- Δομική γονιδιωματική (Structural genomics)

3. Γλώσσες Προγραμματισμού και Εργαλεία Λογισμικού στη Βιοπληροφορική I

Διδάσκοντες: Σ. Χαμόδρακας

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

- **Εισαγωγή**
- **Τύποι Δεδομένων:** Θεμελιώδεις τύποι δεδομένων, καθορισμός οκταδικών και δεκαεξαδικών σταθερών, είδη μεταβλητών, πίνακες και συμβολοσειρές, απαριθμητοί Τύποι Δεδομένων
- **Τελεστές:** Τελεστής Αντικατάστασης, Αριθμητοί Τελεστές, Τελεστές Αύξησης και Μείωσης, Τελεστές Σύγκρισης, Boolean Λογικοί Τελεστές, Ψηφιακοί Λογικοί Τελεστές, Υποθετικός Τελεστής, Ρητή Μετατροπή Τύπων Δεδομένων - Ο τελεστής cast, Ο Τελεστής sizeof, Προτεραιότητες Τελεστών, Μίξη Δεδομένων Διαφορετικών Τύπων σε Παραστάσεις.
- **Δομές Ελέγχου:** Η Δομή if, Η Δομή while, Η Δομή for, Η Δομή switch/case, Η Δομή continue, Η Δομή goto, Αναδρομή
- **Δείκτες:** Ορισμός, Μεταβλητές Δεικτών, Εφαρμογές, Συναρτήσεις Δυναμικής Παραχώρησης Μνήμης
- **Σταθεροί Τύποι Δεδομένων:** Δομές Δεδομένων, Πεδία Καθορισμού Αριθμού BITS, Ενώσεις, Ορισμός Νέων Τύπων Δεδομένων: typedef
- **Ο Προεπεξεργαστής της C:** Ορισμός Σταθερών: Η Εντολή #define, Ενσωμάτωση Αρχείων: Η Εντολή #include, Μετάφραση Υπό Συνθήκη
- **Είσοδος/Εξόδος και Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης:** Συναρτήσεις Εισόδου/Εξόδου, 'Άλλες Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης
- **Η Δομή των Προγραμμάτων της C:** Συναρτήσεις, Παράμετροι Συνάρτησης main
- **Εφαρμογές (Απλά προγράμματα Βιοπληροφορικής)**

4. Στατιστική στη Βιοπληροφορική

Διδάσκοντες: Χ. Λαμιανού

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ

- Δειγματικός χώρος και ενδεχόμενα. Πιθανότητες ενδεχομένων. Βασικές αρχές απαρίθμησης. Διατάξεις, συνδυασμοί. Δεσμευμένη πιθανότητα. Θεώρημα ολικής πιθανότητας και Bayes. Στοχαστική ανεξαρτησία. Τυχαία μεταβλητή. Συνάρτηση πιθανότητας, πυκνότητας και συνάρτηση κατανομής. Διακριτές και συνεχείς τυχαίες μεταβλητές. Κατανομή συνάρτησης μιας

τυχαίας μεταβλητής. Μέση τιμή και διασπορά. Κατανομή Bernoulli, Διωνυμική κατανομή, Γεωμετρική κατανομή και κατανομή Pascal. Υπεργεωμετρική κατανομή. Κατανομή Poisson. Ομοιόμορφη κατανομή. Εκθετική κατανομή και κατανομή Erlang. Κανονική κατανομή. Η κατανομή του Gumbel. Προσέγγιση της Διωνυμικής κατανομής και της κατανομής Poisson από την κανονική. Κατανομή αθροίσματος ανεξαρτήτων τυχαίων μεταβλητών. Το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα και εφαρμογές.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

- Κατανομές συχνοτήτων ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών. Αντιπροσωπευτικές τιμές θέσης και διασποράς. Σύγκριση μέσης τιμής με σταθερή τιμή. Σύγκριση δύο μέσων τιμών. Παραμετρικές και μη παραμετρικές προσεγγίσεις (t-test, wilcoxon rank test κτλ). Σφάλμα τύπου I και τύπου II. Ισχύς. Πίνακες διπλής εισόδου. Αναλογίες. Το κριτήριο του χ^2 και εφαρμογές. Παραμετρικός και μη παραμετρικός συντελεστής συσχέτισης. Απλή γραμμική παλινδρόμηση. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση. Εισαγωγή στην ανάλυση διασποράς, πολλαπλές συγκρίσεις. Λογιστική παλινδρόμηση. Εισαγωγή στην πολυμεταβλητή ανάλυση. Εισαγωγή στη χρήση γνωστών στατιστικών πακέτων (SPSS, STATA κτλ). Ασκήσεις ανάλυσης δεδομένων με χρήση H/Y.

5. Αργές και Μέθοδοι Βιοπληροφορικής

Διδάσκοντες: Σ. Χαμόδρακας | Η. Ηλιόπουλος | Ν. Παπανδρέου

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

- Τι είναι Βιοπληροφορική ; Ορισμοί
- Στοιχεία Επιστήμης Υπολογιστών - Εφαρμογές Υπολογιστών στη Βιολογία (Βιοϋπολογιστική)
- Βάσεις δεδομένων πρωτεϊνών και DNA (σε όλα τα επίπεδα) - Εξειδικευμένες Βάσεις δεδομένων πρωτεϊνών και DNA - Προβλήματα σχολιασμού (annotation)
- Εργαλεία ανάλυσης της πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στις βάσεις δεδομένων πρωτεϊνών και DNA (Protein and Genome Information Resources)
- Γονιδιώματα (Genome Projects)
- Επόμενο στάδιο του κώδικα - Πρωτεϊνικό "δίπλωμα" - (Protein folding) Αλληλεπιδράσεις "πρωτεϊνών - πρωτεϊνών" (Protein-protein interactions) - Μεταβολικοί δρόμοι (Metabolic pathways) - Πρωτεϊνική συγκρότηση και αυτοσυγκρότηση (self-assembly)
- Τεράστια ποσά πληροφορίας από ανάλυση γονιδιωμάτων και μέθοδοι εκμετάλλευσής της , Αδυναμία πειραματικού καθορισμού δομής και "χαρακτηρισμού" λειτουργίας πρωτεϊνών - Δομική γονιδιοματική (Structural Genomics)
- Υπολογιστική ανάλυση για τη γεφύρωση του "χάσματος"

- Συστήματα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (Data Base Management Systems)
- Εξόρυξη δεδομένων (Data Mining)
- Εισαγωγή στις Μεθόδους Μηχανικής Μάθησης στη Βιοπληροφορική

6. Η πληροφορική στη μελέτη και προστασία της βιοποικιλότητας

Διδάσκοντες: Α. Νικολαΐδου | Α. Λεγάκης | Π. Μεγαλοφώνου

Μάθημα: Υποχρεωτικό

Εξάμηνο: Α΄

Περιεχόμενο Μαθήματος:

- **Τα δεδομένα της βιοποικιλότητας:** μορφή, κατηγορίες, χρήση
- **Μέθοδοι για την ανάλυση της βιοποικιλότητας:** Βάσεις δεδομένων, Στατιστικές αναλύσεις, Χρονικές αναλύσεις, Χωρικές αναλύσεις, Μοντέλα, GIS
- **Εφαρμογές της πληροφορικής στη βιοποικιλότητα:** Συστηματική, βιογεωγραφία και εξέλιξη (Επιστημονική ονομασία και ταξινόμηση, Περιγραφή ειδών, κλείδες και φυλογενετικά δεδομένα, Δεδομένα δειγματοληψιών και παρατηρήσεων και κατανομή ειδών), Κατανομή των οργανισμών στο χώρο (Εφαρμογή λογισμικού για την ανάλυση χωροκρατικότητας, Συσχετίσεις πληθυσμών και οικολογικών παραγόντων, Στατιστική ανάλυση βιοκοινωνιών), Ανάλυση συμπεριφοράς, Διαχείριση βιολογικών συλλογών, Διαχείριση μεταδεδομένων, Οπτικοποίηση (visualization) των δεδομένων της βιοποικιλότητας, Δικτύωση γνώσης (knowledge networking) για τη βιοποικιλότητα, Εξόρυξη δεδομένων βιοποικιλότητας (data mining), Η χρήση των δεδομένων της βιοποικιλότητας από μη ειδικούς: ανάλυση αβεβαιότητας (uncertainty analysis), εξαγωγή συμπερασμάτων από ατελείς πληροφορίες (reasoning with incomplete information), δημιουργία αυτομάτων περιλήψεων (automatic summarization).