

Molecular Biology

- *Course code:* BIO 5001
- *Dalyko grupė:* C
- *Volume in ECTS credits:* 6
- *Course hours:* 150

- *Lecturers:*

Assoc. prof. Vykintas Baublys; dr. Maksim Bratchikov; prof. Jana Radzijeuskaja

Short course annotation in Lithuanian

Dalyko tikslas yra suvokti organizmų funkcionavimo ir paveldimumo molekulinis pagrindus, susipažinti su įvairių organizmų genomais, išnagrinėti nukleorūgščių organizaciją ląstelėje, įsisavinti genetinės informacijos perdavimo ir jos realizacijos mechanizmus: DNR ir chromosomų replikacija, genų ekspresijos reguliaciją, RNR biosintezę bei jos brendimą, baltymų biosintezę, jų postransliacinę modifikavimą. Įgyti sistemingų naujausiais mokslo tyrimais paremtų žinių apie ląstelės molekulinis procesus, gebėti taikyti molekulinės biologijos žinias su molekuline biologija susijusių problemų sprendimui

Short course annotation in English

This course examines problems and tasks of modern molecular biology fundamental concepts, theory and techniques. It provides basic knowledge of molecular fundamentals of organism functioning and heredity. During this course structure and function of genomes of different organisms, organization of nucleic acids in the cell, the mechanisms of conveying genetic information and its realisation: DNA and chromosome replication, regulation of gene expression, RNA biosynthesis and its maturity, biosynthesis of proteins and their posttranslatory modification will be discussed.

Prerequisites for entering the course

General Genetics, Cell Biology, Biochemistry

Content (Topics)

1. Molekulinės biologijos vystymosi apžvalga. Genetinės medžiagos prigimtis. Paveldimumo molekulės. Pamatinė molekulinių biologijos dogma.
2. Nukleorūgščių struktūra, rūšys, ir funkcijos.
3. Genomo struktūra. Prokariotų ir eukariotų chromatinio molekulinė struktūra. Eukariotų DNR organizaciją. Eukariotų chromatinas. Heterochromatinas. Euchromatinas. Molekulinė nukleosomos organizacija. Histonų ir DNR sąveika. Histonų aminorūgščių modifikacijos ir jų biologinė reikšmė. DNR organizacija prokariotuose.
4. DNR replikacija. DNR replikacijos mechanizmo išaiškinimas. Pagrindiniai DNR replikacijos etapai. DNR polimerazės. DNR replikacija prokariotuose: DNR replikacija eukariotuose. DNR replikacijos genetinė kontrolė.
5. NR reparacija, rekombinacija ir transpozicija.
6. RNR transkripcija. Transkripcijos stadijos. RNR Polimerazių (RNAP) struktūra ir savybės. Transkripcija prokariotuose. Transkripcija eukariotuose.
7. RNR brendimas. Pre-iRNR brendimas eukariotuose. Eukariotų pre-iRNR 5' galo modifikacijos. Kepurės struktūra. Pre-iRNR 3' galo modifikavimas. iRNR splaisingas eukariotuose. Pre-tRNR brendimas. Pre-rRNR brendimas. Splaisosomos struktūra. Alternatyvusis splaisingas. RNR redagavimas.
8. Transkripcijos valdymas prokariotuose ir eukariotuose. Mažosios RNR ir genų raiškos valdymas.
9. Baltymų biosintezė (transliacija). Genetinis kodas ir jo savybės. Baltymų biosintezės mechanizmas ir funkciniai etapai: iniciacija, elongacija, terminacija. Ribosomų struktūra ir funkcijos. Baltymų biosintezė prokariotuose. Baltymų biosintezė eukariotuose.
10. Šiluminio (temperatūrinio) šoko baltymai ir jų biologinė reikšmė. Temperatūrinio šoko baltymų bendra sandara, ląstelių perjungimo mechanizmas TŠB sintezei to poveikyje, TŠB ir homologinių baltymų sintezuojamų esant normaliai to funkcija, augalų streso baltymai, šaperonai ir TŠ baltymai. Prioniniai baltymai (prionai) ir jų savybės. Prioninių baltymų sintezė ir funkcijos, prioninių baltymų ir jų genų struktūrinė organizacija, prioninių baltymų įvairovė ir rūšinis specifiškumas, tarprūšinis prioninių baltymų genų paveldimumas.

1. Overview of Molecular Biology Development. Nature of genetic material. Inheritance molecules. The basic dogma of molecular biology.

2. Structure, types, and functions of nucleic acids.
3. Genome structure. Molecular structure of prokaryotic and eukaryotic chromatin. Eukaryotic DNA Organization. Eukaryotic Chromatin. Heterochromatin. Euchromatin. Molecular Nucleosome Organization. Interaction between histones and DNA. Modifications of histone amino acids and their biological significance. DNA organization in prokaryotes.
4. DNA replication. Explanation of DNA replication mechanism. The main stages of DNA replication. DNA polymerases. DNA replication in prokaryotes: DNA replication in eukaryotes. Genetic control of DNA replication.
5. Repair, recombination and transposition.
6. RNA transcription. Transcription stages. Structure and properties of RNA Polymerases (RNAPs). Transcription in prokaryotes. Transcription in eukaryotes.
7. Maturation of RNA. Pre-mRNA maturation in eukaryotes. Modifications of the eukaryotic pre-mRNA 5' end. Cap structure. Pre-mRNA 3' end modification. The mRNA splicing in eukaryotes. Pre-tRNA maturation. Pre-rRNA maturation. The structure of spliceosome. Alternative splicing. RNA editing.
8. Transcription management in prokaryotes and eukaryotes. Management of small RNA's and Gene Expression.
9. Protein biosynthesis (translation). Genetic code and its properties. Protein biosynthesis mechanism and functional stages: initiation, elongation, termination. Structure and functions of ribosomes. Protein biosynthesis in prokaryotes. Protein biosynthesis in eukaryotes.
10. Heat shock proteins and their biological value. The overall structure of the heat shock proteins, the mechanism of cell switching for the synthesis of HSP in response to it, HSP and homologous protein synthesized under normal function, plant stress proteins, chaperones and HS proteins. Prion proteins (prions) and their properties. Prion protein synthesis and functions, structural organization of prion proteins and their genes, prion protein diversity and specificity, prion protein gene inheritance.

Practical works:

1. Nucleic acid research methods, quality and quantity evaluation: DNA purification, purification steps. Characteristics of DNA purification methods. Purification of DNA from eukaryotic cells.
2. DNA quality and quantity assessment: DNA electrophoresis in an agarose gel; DNA Spectral Analysis.
3. Characterization of RNA purification methods. Purification of RNA from eukaryotic cells. Evaluation of RNA quality.
4. Polymerase chain reaction. PCR methods: principles, types and applications. Nested PCR; Multiplex PCR; "Hot Start" PCR; Touchdown PCR; Reverse Transcription PCR Method. Quantitative PCR. Real Time PCR.
5. Optimization of PCR conditions. Selection of primers to increase target fragment during PCR.
6. Enhancement of prokaryotic / eukaryotic DNA target fragment by PCR method.
7. Electrophoretic fractionation and visualization of the enhanced DNA fragment.
8. Recombinant DNA technologies: Restriction endonuclease, restriction fragment length polymorphism method.
9. DNR sequencing. Virtual DNA Sequence Analysis.
10. Protein research methods. Protein electrophoresis in polyacrylamide gel.

Distribution of workload for students (contact and independent work hours): Lectures – 30 hours, Laboratory Work – 30 hours, Individual Work – 87 hours, Assessments – 3 hours. Total: 150 hours.

Structure of cumulative score and value of its constituent parts: Final assessment sums the assessments of written mid-term examination (20%), assessment of laboratory works (30%), and written final examination (50%).

Recommended reference materials

1. David P. Clark, Nanette J. Pazdernik, „Molecular Biology“. Academic Press. 2005; 2013.
2. Robert F. Weaver. Molecular Biology. Fifth Edition. 2012.
3. Watson J. D., Baker T. A., Bell S. P., Gann A., Levine M., Losick R. Molecular Biology of the Gene, seventh edition, Benjamin Cummings, 2013.
4. Alberts B., Bray D., Hopkin K., Johnson A. D., Johnson A. et al. *Essential Cell Biology*, fourth edition, Garland Publishing, New York, 2014.
5. Allison L. A. *Fundamental Molecular Biology*, second edition, John Wiley & Sons, 2012.
6. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. *The Molecular Biology of The Cell*, fifth edition, Garland Publishing, New York, 2007.
7. Karp G. *Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments*, fifth edition, John Wiley & Sons, 2008.