

## IZVEDBENI PLAN NASTAVE POSLIJEDIPLOMSKOG DOKTORSKOG STUDIJA BIOLOGIJE

Poslijediplomski doktorski studij Biologije izvodi se u skladu s Pravilnikom o doktorskim studijima na Sveučilištu u Zagrebu i Pravilnikom o doktorskim studijima na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, dok se specifičnosti propisuju izvedbenim planom koji donosi Vijeće Biološkog odsjeka, na prijedlog povjerenstva za doktorski studij, za svaku školsku godinu.

Poslijediplomski doktorski studij vrednuje se sa 180 ECTS bodova, koji se ostvaruju putem upisanih kolegija, znanstvenih aktivnosti vezanih uz izradu doktorske disertacije i izbornih aktivnosti - sudjelovanje na znanstvenim skupovima, radionicama i usavršavanjima, znanstvena produkcija, sudjelovanje u nastavi na Sveučilištu i dr.

U **prvoj godini** studija student upisuje dva obavezna kolegija te jedan od ponuđenih izbornih kolegija (ukupno **21 ECTS** bod), shodno interesu i grani istraživanja kojom se namjerava baviti. Student također upisuje i održava Seminar I (**20 ECTS** bodova) kojim se utvrđuje kompetentnost pristupnika u analizi i prezentaciji određene teme iz znanstvenog polja biologije, a koji mora tijekom prve godine studija prirediti i javno održati u **prisutnosti dvaju nastavnika sa I. ili II. godine studija (članovi povjerenstva)**. Temu Seminara I student prethodno odabire u dogovoru s članovima povjerenstva. Potpisom u indeks **članovi povjerenstva potvrđuju** uspješnost održanog Seminara I i o tome pismeno izvještavaju Ured za doktorski studij (potvrda na webu).

U **drugoj godini** student upisuje 3 izborna kolegija (**18 ECTS** bodova) iz područja istraživanja koje provodi u okviru izrade doktorske disertacije te Seminar II (**30 ECTS** bodova) u okviru kojeg brani predloženu temu doktorske disertacije. Tema disertacije ne može se prijaviti prije nego kandidat položi kolegije s I. godine studija. Da bi bila prihvatljiva u znanstvenom polju biologije, tema doktorske disertacije mora sadržavati izvoran znanstveni doprinos i odgovarati na fundamentalno-znanstveno pitanje te se pri njenoj izradi trebaju koristiti eksperimentalne biološke metode. Vijeće Biološkog odsjeka bira članove povjerenstva za ocjenu teme, koje je ujedno i povjerenstvo za polaganje Seminara II. Predloženi mentor ne može biti član povjerenstva. Tijekom Seminara II pristupnik, uz nazočnost članova povjerenstva, predloženog mentora i ostalih zainteresiranih članova akademske zajednice, obrazlaže i brani temu doktorske disertacije (iznosi teze predložene doktorske disertacije te izlaže cilj rada, metodologiju i očekivani znanstveni doprinos), a članovi povjerenstva daju svoje primjedbe i sugestije. Povjerenstvo pismeno izvještava ured za doktorski studij o uspješno održanom Seminaru II. Nakon što pristupnik preradi temu prema sugestijama članova povjerenstva i preda novu verziju obrasca za prijavu teme u ured za doktorski studij, povjerenstvo podnosi Vijeću Biološkog odsjeka jedinstveno izvješće o temi doktorske disertacije. Ukoliko se neki od članova povjerenstva ne slaže s ocjenom teme, predaje Vijeću izdvojeno mišljenje. Po pozitivnom izvješću Vijeće Biološkog odsjeka prihvaća temu doktorske disertacije. Tu odluku potvrđuje Senat.

Na **trećoj godini** student ostvaruje **40 ECTS** bodova za znanstveno-istraživački rad tijekom izrade doktorske disertacije.

**Doktorska disertacija** može biti napisana u obliku **monografije** ili prema tzv. **Skandinavskom modelu**, pri čemu središnji dio disertacije čini cjelina od barem **tri znanstvena rada** objavljena u časopisima s međunarodnom recenzijom, od čega **dva** rada moraju biti u časopisima koje citira baza **SCI**. Doktorand mora biti **prvi autor u** najmanje

**dva rada.** Također, doktorand mora priložiti **pismenu suglasnost svih koautora** na radovima da ih smije predati kao osnovu za stjecanje doktorata.

Tijekom **sve tri godine** studija student ostvaruje **ECTS bodove kroz izborne aktivnosti** (do **ukupno 180 bodova**), prema odluci Vijeća odsjeka, a na prijedlog Povjerenstva za doktorski studij.

## **OBAVEZE STUDENATA**

**Odmah po upisu** studenti su se dužni **prijaviti u** Sveučilišnu bazu podataka **OBAD**.

**Uvjeti za upis u 2. godinu:** odslušani kolegiji s prve godine studija (potvrđeno potpisom nositelja kolegija) i položen Seminar I.

**Uvjeti za upis u 3. godinu:** položeni ispiti iz prve godine, odslušani kolegiji s druge godine studija (potvrđeno potpisom nositelja kolegija), održan Seminar II te prihvaćena tema doktorske disertacije na Senatu Sveučilišta u Zagrebu.

**Prije predaje doktorske disertacije** na ocjenu student mora položiti sve kolegije, ostvariti 140 ECTS bodova te biti koautor originalnog znanstvenog istraživanja iz područja kojim se bavi disertacija, objavljenog ili prihvaćenog za objavljivanje u časopisu koje citira baza SCI.

### **Podnošenje izvješća**

Na kraju svake školske godine student je dužan u referadu za poslijediplomski studij predati pismeno izvješće o ostvarenim aktivnostima na temelju kojih će mu biti dodijeljeni ECTS bodovi te ispuniti sveučilišni Obrazac DR.SC.-04. (prijava putem OBAD-a). Ispunjeni Obrazac DR.SC.-04. potrebno je otisnuti i predati u referadu za poslijediplomski studij, zajedno s pismenim izvješćem o ostvarenim aktivnostima.

### **Reguliranje statusa**

Po isteku školske godine, svaki student dužan je regulirati svoj status, bilo upisom u višu godinu (ako je ostvario potrebne uvjete), bilo ponovnim upisom na istu godinu studija. Svaka godina studija može se ponavljati samo jedanput. Redovito podneseni i, od strane povjerenstva za doktorski studij, pozitivno ocijenjeni izvještaji, uvjet su za upis u sljedeću godinu studija.

### **Odobrenje Etičkog povjerenstva**

Za prijavu teme doktorske disertacije potrebno je imati odobrenje Etičkog povjerenstva sastavnice Sveučilišta u Zagrebu. Za istraživanja na životinjama/životinjskim tkivima nadležno je Etičko povjerenstvo Biološkog odsjeka PMF-a, a za istraživanja na ljudskim tkivima Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta. Istraživanja na ljudima (*in vivo*) ne mogu se prijaviti kao tema doktorata pri doktorskom studiju Biologije.

## **OBAVEZE MENTORA**

Nakon prihvaćanja teme doktorske disertacije i imenovanja, mentor koji nije zaposlenik institucija koje izvode doktorski studij Biologije treba potpisati ugovor o mentorstvu, koji će mu biti poslan od strane referade za poslijediplomski studij.

Na kraju svake školske godine mentor treba Povjerenstvu za doktorski studij predati izvješće o radu doktoranda na sveučilišnom Obrascu DR.SC.-05.

Pri predaji disertacije na ocjenu mentor treba potpisati izjavu o preuzimanju odgovornosti za sadržajnu i formalnu korektnost disertacije.

## POPIS KOLEGIJA

ISVU	šifra	Ime i prezime	Naziv kolegija	P+S+V+T
<b>I godina (7 ECTS boda)</b>				
<b>OBAVEZNI KOLEGIJI</b>				
151745	9014B	Rosa Karlić, Sven Jelaska	Biostatistika	10+0+10
151746	9078A	Dunja Leljak-Levanić, Sofia Ana Blažević	Metodologija znanstveno-istraživačkog rada	15+5+0
<b>IZBORNI KOLEGIJI</b>				
151747	9001A	Maria Špoljar, Marko Miliša, Mirela Sertić Perić	Stupanj trofije i protok energije u ekosustavu	15+5+0
151748	9002C	Antun Alegro, Zlatko Mihaljević	Biološko vrednovanje i zaštita kopnenih i slatkovodnih ekosistema	15+5+0
151749	9003A	Goran Klobučar, Mirjana Pavlica, Tvrtko Smital, Nevenka Kopjar	Biomarkeri u biomonitoringu onečišćenja okoliša	10+2+8
151750	9004B	Perica Mustafić	Načela konzervacijske biologije	10+5+5
151751	9005A	Tatjana Bakran-Petricioli	Ekologija morskih staništa	10+10+0
151752	9006A	Mirna Tkalec, Željka Vidaković-Cifrek	Interakcija biljaka i okoliša	10+5+5
151758	9063A	Zlatko Liber, Zlatko Šatović	Analize genetičke raznolikosti	10+10+0
151753	9010A	Višnja Besendorfer, Biljana Balen	Organizacija i funkcija stanice	10+10+0
151754	9012A	Đurđica Ugarković, Branka Bruvo-Madžarić, Martina Podnar Lešić	Molekularna evolucija	15+5+0
151755	9011A	Dijana Škorić	Molekularna raznolikost virusa i subvirusnih patogena	15+5+0
151756	9013A	Zoran Tadić	Integrativna fiziologija	15+5+0
194739	9069	Maja Matulić	Mehanizmi stanične regulacije	10+5+0
<b>II godina (6 ECTS boda)</b>				
<b>IZBORNI KOLEGIJI</b>				
<i>Molekularne osnove fizioloških procesa</i>				
151759	9030A	Dunja Leljak-Levanić, Snježana Mihaljević	Biljna embriogeneza	5+4+6
151760	9031A	Gordana Rusak	Fenoli u obrambenom odgovoru biljke	0+8+7
151761	9032A	Sandra Radić Brkanac, Željka Vidaković-Cifrek	Mehanizmi odgovora biljaka na stres	0+8+7
151762	9033A	Mirna Ćurković Perica	Biološka i hormonska kontrola biljnih bolesti	0+7+8
151763	9034A	Martina Šeruga Musić, Dijana Škorić	Molekulske interakcije biljaka i njihovih patogena	4+3+8
151764	9045A	Oliver Vugrek, Jelena Knežević	'omics' metode: Primjena pri	6+0+9

			rasvjetljavanju novih oboljenja	
151871	9049A	Alenka Gagro	Imunoregulacija	8+4+3
151765	9065A	Silva Katusić Hećimović	Molekularna biologija neurodegenerativnih bolesti	10+5+0
151766	9037B	Anamaria Brozović	Odgovor stanica na genotoksične agense	7+4+4
151767	9038A	Olga Gornik, Sanja Dabelić, Toma Keser	Glikobiologija	6+3+6
151768	9047A	Dubravka Hranilović	Molekularna podloga poremećaja ponašanja	4+3+8
151769	9066A	Dubravka Švob Štrac	Eksperimentalna i molekularna neurofarmakologija	4+6+5
151770	9059A	Anita Sujoldžić	Biološki temelji komunikacije	10+5+0
151750	9071A	Feodora Stipoljev	Metode kultivacije humanih stanica u dijagnostici kromosomskih i genskih poremećaja	5+5+5
151772	9076A	Krešo Bendelja	Mehanizmi urođene imunosti	8+3+4
151773	9077A	Dubravko Forčić, Krešo Bendelja	Imunobiologija cjepiva	10+5+0
151774	9051A	Mariastefania Antica	Razvoj i diferencijacija limfocita T	8+3+4
151775	9055A	Katja Gotovac, Anđelko Vidović, Krešo Bendelja	Imunobiologija stresa	6+5+2
<i>Ekologija</i>				
151776	9072A	Zrinka Ljubešić	Ekologija i taksonomija fitoplanktona mora	7+8+0
151777	9064A	Ines Radanović, Renata Matoničkin Kepčija, Maria Špoljar	Biološka klasifikacija slatkih voda i funkcionalna organizacija zajednica	0+5+10
181227	9074A	Božena Mitić, Sven Jelaska	Invazivne biljke	8+2+0+5
151870	9016A	Marija Gligora Udovič	Alge u biološkoj valorizaciji slatkovodnih ekosustava	10+5+0
151778	9017A	Sanja Gottstein, Ivančica Ternjej, Zlatko Mihaljević	Ekologija beskralješnjaka vodenih ekotona	0+9+6
151779	9018A	Jasna Lajtner, Ivana Maguire	Invazivne vrste slatkovodnih beskralješnjaka	0+5+10
151780	9019B	Perica Mustafić	Ekologija i sistematika riba	10+3+2
151781	9020A	Jasna Hrenović	Biološko pročišćavanje otpadnih voda	5+10+0
194740	9081A	Sunčica Bosak, Zrinka Ljubešić	Mikrobna ekologija mora	10+5+0
151783	9023B	Goran Kovačević	Simbioze	10+5+0
<i>Genetika i genomika</i>				
151784	9056B	Marijana Peričić Salihović, Lovorka Barać Lauc	Molekularna antropologija	0+15+0
151785	9067A	Tatjana Škarić-Jurić, Natalija Novokmet	Antropologija - Biološka raznolikost čovjeka	4+11+0
151786	9024A	Helena Četković, Kristijan Vlahoviček	Određivanje i analize primarne strukture molekule DNA	4+3+8
151787	9026A	Miroslav Plohl, Nevenka Meštović, Brankica Mravinac	Nekodirajuće sekvence DNA u eukariotskom genomu	6+6+3

151788	9027A	Davor Zahradka, Ksenija Zahradka, Ivana Ivančić Baće	Genetička rekombinacija i popravak DNA	3+6+6
151789	9028A	Višnja Besendorfer	Organizacija, funkcija i mehanizmi evolucije i biljnog genoma	2+5+8
151873	9075A	Vlatka Zoldoš	Epigenetika	8+2+5
194741	9082A	Nataša Bauer, Vjekoslav Tomaić	Metode funkcionalne genomike	5+2+8
<i>Biologija tumora</i>				
151790	9035A	Nada Oršolić	Mutageni i antimutageni	7+4+4
151791	9068A	Ranko Stojković, Nada Oršolić, Siniša Ivanković	Animalni modeli glodavaca u eksperimentalnoj onkologiji	10+2+3
151792	9039A	Maja Herak Bosnar, Neda Slade	Biologija tumorskih stanica	8+2+5
151793	9040A	Ivica Rubelj	Molekularni mehanizmi kontrole staničnog rasta i karcinogeneze	15+0+0
151794	9041A	Petar Ozretić	Signalni putevi u stanicama (onkogeni i tumor supresori)	8+2+5
151795	9042A	Andreja Ambriović Ristov	Molekularne osnove genske terapije	10+5+0
151796	9043A	Nada Oršolić	Kemoprevencija i bioterapija tumora	6+3+6
151797	9073A	Petra Korać	Molekularna dijagnostika neoplazmi	5+5+5

## BODOVANJE IZBORNIH AKTIVNOSTI

### Aktivno sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

- usmeno izlaganje pristupnika **8 ECTS**
- postersko u kojem je pristupnik prvi autor **6 ECTS**
- postersko ili usmeno priopćenje u kojem pristupnik nije prvi autor **4 ECTS**

**Sudjelovanje na radionicama** iz područja biologije, prirodnih i drugih znanosti koje izravno doprinose kompetencijama pristupnika u području u kojem izrađuje disertaciju:

- bodovnu vrijednost radionica odredit će Povjerenstvo za doktorski studij prema priloženom sadržaju i satnici svake radionice (**4-6 ECTS**)

### Pohađanje pozvanih predavanja van upisanih kolegija dokorskog studija:

Studentima se šalju pozivi na pozvana predavanja stranih predavača, pohađanje predavanja dokazuje se potpisnom listom.

- 4 predavanja - **1 ECTS**
- 8 predavanja - **2 ECTS**
- ...

### Znanstvena usavršavanja tijekom akademske godine:

- do 1 mjeseca **4 ECTS**
- 1 - 6 mjeseci u jednoj školskoj godini **8 ECTS**
- preko 6 mjeseci u jednoj školskoj godini **12 ECTS**

### Znanstvene publikacije:

- indeksirane u bazama Scopus ili Web of Science u kojima je pristupnik prvi ili glavni autor **20 ECTS**

7• indeksirane u bazama Scopus ili Web of Science u kojima pristupnik nije prvi ili glavni autor **12 ECTS**

• ostale znanstvene publikacije s međunarodnom recenzijom u kojima je pristupnik prvi autor **10 ECTS**

• ostale znanstvene publikacije s međunarodnom recenzijom u kojima pristupnik nije prvi autor **6 ECTS**

• znanstvene publikacije s domaćom recenzijom u kojima je pristupnik prvi autor **6 ECTS**

• znanstvene publikacije s domaćom recenzijom u kojima pristupnik nije prvi autor **4 ECTS**

**Sudjelovanje u nastavnom procesu tijekom akademske godine:**

• do 10 sati **2 ECTS**

• 11 do 30 sati **4 ECTS**

• preko 30 sati **6 ECTS**

• koautorstvo sveučilišnog udžbenika: prvi autor poglavlja **6 ECTS**

koautor poglavlja **4 ECTS**

**Sudjelovanje na Noći biologije:**

**1 ECTS**

## NASTAVNI PROGRAMI I SADRŽAJI S OSNOVNOM LITERATUROM

<b>NAZIV KOLEGIJA: <u>BIOSTATISTIKA</u> (151745)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA: doc. dr. sc. Rosa Karlić i prof. dr. sc. Sven Jelaska</b>
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM: Biologija</b>
<b>OBLIK I SATI NASTAVE: 10+10</b> 10 sati predavanja 10 sati praktične nastave
<b>ECTS BODOVI: 7</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s korištenjem prikladnih statističkih metoda prilikom: planiranja, analiziranja, interpretiranja i prikazivanja eksperimenata i opažanja u biologiji.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>Predavanja:</b> Izvori i skale podataka. Razdioba podataka (usporedbe, testiranje normalnosti). Deskriptivna statistika. Statistički testovi. Snaga testa, veličina učinka, određivanje potrebne veličina uzorka. Hi-kvadrat i analiza varijance. Neparametarska statistika. Korelacija i regresija. Multivarijatna statistika: višestruke regresije, klaster analize, ordinacijske metode (PCA, RDA, CCA), CART. <i>Gene set enrichment</i> analiza, višestruko testiranje hipoteza. <b>Praktična nastava:</b> Praktična nastava će biti izvođena kroz računalne vježbe koje će sadržajem pratiti predavanja.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Pohađanje nastave Domaće zadaće
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Pismeni ispit Usmeni ispit
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Karlić, R., Jelaska S: Biostatistika. Predavanja (CD i/ili On-line). Šmilauer, P., Lepš, J. (2014) <i>Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5</i> . Cambridge University Press, ISBN 110769440X, 9781107694408, str. 376. Diez, D. M., Barr, C. D. and Cetinkaya-Rundel, M. (2015) <i>Open Intro Statistics Third Edition</i> . str. 436.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Korpelainen, E., Tuimala, J., Somervuo, P., Huss, M. and Wong, G. (2015) <i>RNA-seq Data Analysis A Practical Approach</i> . CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4665-9501-9, str. 332. Magurran, A.E. (2013) <i>Measuring Biological Diversity</i> . John Wiley & Sons, ISBN 1118687922, 9781118687925, str. 264. Rosner, B. (2016) <i>Fundamentals of Biostatistics, Eighth Edition</i> , Cengage Learning, ISBN 978-1-305-26892-0

**NAZIV KOLEGIJA:** **METODOLOGIJA ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKOG RADA (151746)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Izv. prof. dr. sc. Dunja Leljak-Levanić, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Suradnik: Doc. dr. sc. Sofia Ana Blažević, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, dr. sc. Nataša Maršić, znan. sur., CPZ – Centar za patente d.o.o.

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** sva polja i grane istraživanja

**OBLIK I SATI NASTAVE:** 15 sati predavanja 5 sati seminara

**ECTS BODOVI:** 7

**CILJ KOLEGIJA:** Stjecanje znanja o znanstvenoj metodi i eksperimentalnom designu, upoznavanje s oblicima znanstvenog komuniciranja i objavljivanja rezultata istraživanja, dostupnost i pretraživanje znanstvene literature te vrednovanje znanstvenog rada

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Osnovne znanstvene metode:

Hipoteza, pitanje, okvir projekta

Eksperimentalni dizajn

Klasifikacija, Uzorkovanje, poduzorkovanje

Odabir kontrola

Varijabilnost, replika, repeticija

Etički kodeks, etika u istraživanju

Elementi znanstvenog članka

Način citiranja literature i popis literaturnih navoda

Objavljivanje rezultata istraživanja

Pravila i konvencije pri objavljivanju rezultata znanstvenog istraživanja

Primarne i sekundarne publikacije, bibliografske i citatne baze

Rad s alatima za upravljanje referencama i bazama podataka (Mendeley, itd)

Metode vrednovanja znanstvenoga rada (*peer review* metoda i scientometrijske analize- citatane analize)

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Redovito pohađanje i aktivno sudjelovanje u nastavi, seminarski radovi, diskusije

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

David J. Glass, M.D.: *Experimental Design for Biologists* Novartis Institutes for Biomedical Research, Cambridge, Massachusetts, 2007

Ruxton, Graeme; Colegrave, Nick *Dizajniranje istraživanja u znanostima o životu*, Oxford University Press (hrvatsko izdanje)

Wilson EB, *An Introduction to Scientific Research*, McGraw Hill Book Comp. Inc., New York, 1952.

Day RA, *How to Write & Publish a Scientific Paper*, 3rd Ed. Oryx Press, Phoenix, New York, 1988.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Silobrčić V, *Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo*, Medicinska naklada, Zagreb, 1994.

Jokić, M. *Bibliometrijski aspekti vrednovanja znanstvenog rada*, Zagreb, Sveučilišna knjižara, 2005.

Jermen, N., Letina, S., Jokić, M. *Croatian scientific productivity and visibility in the field of biology measured by journals indexed in WoS 1991–2005*. *Periodicum biologorum*, 115(2013), 1, 37-47.



<b>NAZIV KOLEGIJA: STUPANJ TROFIJE I PROTOK ENERGIJE U EKOSUSTAVU (151747)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> prof. dr. sc. Maria Špoljar, izv. prof. dr. sc. Marko Miliša, doc. dr. sc. Mirela Sertić Perić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija; Ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja i seminari (15+5)
<b>ECTS BODOVI:</b> 7
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznavanje s osnovnim zakonitostima i metodama mjerenja protoka energije kroz ekosustave; upoznavanje sa stupnjevima trofije i metodama njihovog određivanja.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <p>Osnovni koncept ekosustava kao nerazdvojivog jedinstva žive i nežive tvari. Organizacijski stupnjevi žive tvari od molekularne razine do razine ekosustava. Kruženje tvari u prirodi. Biotička komponenta kao osnovni pokretač kruženja tvari u ekosustavu. Primarna i sekundarna produkcija. Tipovi ishrane. Trofička struktura i ekološke piramide. Termodinamički zakoni i energetske koncept ekosustava. Pretvorba, pohrana i utrošak energije u ekosustavima. Modeli protoka energije kroz vodene i kopnene ekosustave. Izvori i raspoloživa hrana u zajednicama. Energetski koncept eutrofizacije u zajednicama. Degradacija biocenoza i poremećaji energetske tokova u ekosustavu. Hranidbeni lanci, hranidbena mreža i trofičke razine u ekosustavima. Metode istraživanja dinamike hranidbenih mreža u različitim ekosustavima. Koncept proizvodnje i potrošnje organske tvari u zajednicama kopna, mora i voda na kopnu. Primarni proizvođači, potrošači (sekundarna proizvodnja) i razlagači.</p> <p>Seminari: Obradivanje seminarskih tema vezanih uz sadržaje predavanja.</p>
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> <p>Pohađanje nastave. Studentima će biti zadana problemska pitanja koje će trebati riješiti i predati u pisanom obliku prije ispita. Na seminarima studenti će prezentirati temu vezanu uz nastavne sadržaje i aktivno sudjelovati u raspravi.</p>
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> <p>Završna evaluacija temeljit će se na postignućima studenta tijekom nastave i rezultata završnog ispita</p>
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> <p>Harte J 2011: Maximum Entropy and Ecology: A Theory of Abundance, Distribution, and Energetics (Oxford Series in Ecology and Evolution) Oxford University Press  Hauer FR &amp; Lamberti GA 2007: Methods in Stream Ecology. Academic press, Elsevier Inc. Oxford.  Krebs, C.J., 1999: Ecological methodology. Ed. Claudia M. Wilson, Harper &amp; Row Publishers, New York.  Remert, H., 1998: Oekologie. Springer- Verlag, Berlin.  Wetzel, R.G., 2001: Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition, Academic Press, San Diego.</p>
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> <p>Higashi, M., Burns, T.P., 1991: Thoretical studies of ecosystems, The network perspective. Ed. Cambridge University Press, New York.</p>

**NAZIV KOLEGIJA: BIOLOŠKO VREDNOVANJE I ZAŠTITA KOPNENIH I SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA (151748)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević, Prirodoslovno-matematički fakultet, izv. prof. dr. sc. Antun Alegro, Prirodoslovno-matematički fakultet

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:** Biologija

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** biologija, ekologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** 15 sati predavanja, 5 sati seminara

**ECTS BODOVI:** 7

**CILJ KOLEGIJA:** Osnovni cilj kolegija je stjecanje osnovnih znanja o biološko-ekološkim obilježjima kopnenih i slatkovodnih ekoloških sustava te o principima i metodama njihove biološke valorizacije. Kolegij će pridonijeti stjecanju teorijskih znanja i općih ekoloških principa ali i mogućnosti praktične primjene stečenih znanja u vrednovanju i zaštiti pojedinih ekoloških sustava.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

- osnovne sastavnice ekosustava
- klasifikacija ekosustava na globalnoj i regionalnoj razini
- pregled najvažnijih tipova ekosustava, prirodni i antropogeni ekosustavi
- krajolik i njegove komponente
- postanak i razvitak srednjoeuropskog i sredozemnog krajolika
- komponente krajolika u ekološkoj valorizaciji prostora
- usluge ekosustava – fundamentalan značaj za opstanak čovjeka
- fizikalno-kemijska obilježja i podjela slatkih voda: stajačice, tekućice, izvori, podzemne vode
- hrvatske i europske norme i propisi: Okvirna direktiva o vodama i upravljanje kopnenim vodama
- onečišćenje i degradacija slatkih voda
- makrozoobentos kao biološki element kakvoće
- utjecaj organskog onečišćenja na slatke vode
- ekološki odgovori na hidromorfološke promjene i restauraciju slatkih voda
- višestruki stresori u slatkovodnim ekosustavima
- eutrofikacija: uzroci, posljedice i mehanizmi kontrole i usporavanja u slatkim vodama
- osnovni principi izrade sustava ocjene ekološkog stanja u rijekama i jezerima
- zaštita slatkovodnih ekoloških sustava
- vrednovanje područja u zaštiti prirodnih ekosistema, primjeri iz inozemne i domaće prakse
- metode zaštite prirodnih i antropogenih ekosistema, zaštite staništa i biljnih vrsta
- vrednovanje rezultata zaštite, pravni, socijalni i ekološki aspekti zaštite
- svrhe vrednovanja ekosustava i kriteriji za vrednovanje
- vrste i klasifikacija kopnenih ekosustava
- analiza kopnenih ekosustava povijesna analiza,
- izbor karakteristika ekosustava pogodnih za vrednovanje
- određivanje biotičkog potencijala ekosustava
- elementi ekosustava i mogućnosti njihova kartiranja
- posebno ugroženi tipovi ekosustava
- bioraznolikost, značaj i vrste bioraznolikosti
- mjere bioraznolikosti
- odnos broja vrsta i površine

- odnos broja vrsta i prirodnih resursa
- endemi, stupanj endemizma, uzroci endemizma
- pregled endemizma hrvatske flore
- zastupljenost rijetkih i ugroženih vrsta i staništa u regijama Hrvatske

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Aktivno sudjelovanje u teorijskoj nastavi; izrada seminarskog radova u pismenom obliku (u formi stručnog ili znanstvenog rada) uz određenu tematsku cjelinu.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Vrednovanje seminarskih radova koji moraju imati oblik stručnog ili izvornog znanstvenog rada i opsega do 15 str.; ocjenjivanje rješavanja problemskih zadataka.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

- Bergstedt, J., 1992: Handbuch Angewandter Biotopschutz. Ecomed, Landsberg.
- Colditz, G., 1994: Auen, Moore, Feuchtwiesen. Gefährdung und Schutz von Feuchtgebieten. Birkhäuser, Basel.
- Dierssen, K., Dierssen, B., 2001: Moore. Ulmer, Stuttgart.
- Dörfler, E., Dörfler, M., 1990: Neue Lebensräume. Verlag Harri Deutsch. Frankfurt am Main.
- Geist, J., Hawkins, S., 2016: Habitat recovery and restoration in aquatic ecosystems: Current progress and future challenges. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 26: 942–962.
- Konold, W., 1996: Naturlandschaft Kulturlandschaft. Ecomed, Landsberg.
- Mason, C.F., 2002: *Biology of Freshwater Pollution*, Harlow, England.
- Merz, P., 2000: *Pflanzenwelt Mitteleuropas und der Alpen*. Ecomed, Landsberg.
- Mihaljević, Z., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Plenković, A., Alegro, A., Primc-Habdija, B., 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Mihaljević, Z., i sur. 2018. Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – Stajačice Panonske i Dinaridske ekoregije. *Biološki odsjek PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.*
- Mihaljević, Z., Miliša, M., Pozojević, I., 2019. Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-EX5 and R-EX6). Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb, Zagreb.
- Rosenberg, D.M., Resh, V.H. ed., 1993: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, London, 488.
- Topić, J., Ilijanić, Lj. 2005: Nacionalna klasifikacija staništa. *Drypis* 1 (1,2): 3-119.
- Water Framework Directive – Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy, of 23 October 2000. Brussels.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

- Aqem Consortium, 2002: Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0, February 2002
- Herrmann, S., Dabbert, S., Schwarz-von Raumer, H.G., 2003: Threshold values for nature protection areas for bio-diversity – a regional evaluation of economic and ecological consequences, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 493-506.
- Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.
- Waldthart R., Otte, A., 2003: Indicators of plant species and community diversity in grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 339-351.

**NAZIV KOLEGIJA: BIOMARKERI U BIOMONITORINGU ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA (151749)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Prof. dr. sc. Göran Klobučar, PMF Zagreb

Prof. dr. sc. Mirjana Pavlica, PMF Zagreb

Dr. sc. Tvrtko Smital, znanstveni savjetnik, IRB Zagreb

Dr. sc. Nevenka Kopjar, znanstvena savjetnica u trajnom zvanju, IMI Zagreb

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija**

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Polje: Biologija; Grana: Ekologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** Nastava će uključivati: predavanja (10 sati), vježbe na terenu i u laboratoriju (8 sati), seminare (2 sata), samostalno rješavanje zadataka i konzultacije sa studentima.

**ECTS BODOVI: 7**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznati studente s procesom biomonitoringa ili biološkog nadzora koji koristi zbir analiza biološke komponente okoliša i njenih reakcija s ciljem otkrivanja i mjerenja promjena u okolišu nastalih antropogenim djelovanjem/onečišćenjem. Objasniti vrijednost tako dobivenih informacija u kontroli stanja okoliša i procjeni ekološkog rizika. U okviru predloženog nastavnog sadržaja objasniti što je to biomonitoring, zašto je neophodan u praćenju onečišćenja okoliša, koji su osnovni tipovi biomonitoringa i na koji način se provode, te kako se interpretiraju dobiveni rezultati. Predočit će se i neophodna znanja o osnovnim tipovima staničnih i molekularnih biomarkera kao temeljnim oruđima u procesu biomonitoringa i procjene ekološkog rizika. Poblize će se obraditi biomarkeri koji se trenutačno najčešće koriste u suvremenim projektima biomonitoringa onečišćenja okoliša u svijetu i u nas, a studenti će se upoznati i s aktualnim saznanjima i istraživanjima vezanim uz razvoj novih ekotoksikoloških biomarkera.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Osnovni ekotoksikološki pojmovi u kontekstu biomonitoringa i procjene ekološkog rizika. Slijed promjena uzrokovanih antropogenim djelovanjem/onečišćenjem na različitim razinama biološke organizacije. Važnost što ranijeg utvrđivanja poremećaja u ekosustavu. Biološke analize za utvrđivanje i procjenu razine ( jačine) utjecaja onečišćenja na okoliš. Tipovi biomonitoringa. Definicije i podjela biomarkera.

Promjene na razini populacije: mortalitet, natalitet, starosna struktura, omjer spolova, struktura populacije (gustoća i raspored jedinki u prostoru). Primjeri. Promjene na razini zajednice i ekosistema: funkcionalni i strukturno/taksonomski pristup, kvalitativna i kvantitativna istraživanja (indeksi raznolikosti, biotički indeksi...), bioindikatorske vrste, smanjivanje bioraznolikosti i problem ključnih vrsta ("key species"). Primjeri.

Promjene na razini organizma I: rast i razvoj, indeksi kondicije, organosomatski indeksi, promjenjiva asimetrija, "scope for growth" i "stres na stres" metoda, histopatološke promjene. Promjene na molekularnoj i staničnoj razini; Imunološke metode: diferencijalni i ukupni broj stanica tjelesnih tekućina i njihova fagocitna aktivnost;

Promjene na razini organizma II: Histokemijske i citokemijske metode: mjerenja destabilizacije lizosomske membrane, promjena veličine i sadržaja lizosoma, pojava pigmenta lipofuscina; Indukcija stres proteina (*heat shock* proteini, metalotioneini), inhibicija delta aminolevulinat dehidraze (olovo), acetilkolinesteraze (pokazatelj djelovanja organifosfata i karbamata), mjerenje koncentracije vitelogenina (pokazatelj djelovanja endokrinih modulatora), glutation kao biomarker;

Indukcija stres proteina (*heat shock* proteini, metalotioneini), inhibicija delta aminolevulinat dehidraze (olovo), acetilkolinesteraze (pokazatelj djelovanja organifosfata i karbamata), mjerenje koncentracije vitelogenina (pokazatelj djelovanja endokrinih modulatora), glutation kao biomarker;  
Mjerenja aktivnosti ključnih staničnih detoksikacijskih sustava: tzv. uptake transportnih proteina (faza 0), enzima faze I (Cyt-P450, sustav oksidaza mješovitih funkcija) i faze II (glutation-S-transferaza), te aktivnosti ABC transportnih proteina (mehanizma multiksenobiotičke otpornosti - faza III);  
Pokazatelji oksidativnog stresa: antioksidativni enzimi, lipidna peroksidacija;  
Mjerenje oštećenja molekule DNA: standardni i modificirani komet test, mikronukleus test, alkalno ispiranje DNA, DNA adukti, strukturne i brojčane kromosomske aberacije, učestalost izmjene sestrinskih kromatida,  
Polimorfni DNA markeri i njihova primjena u biomonitoringu: RAPD metoda (random amplified polymorphic DNA), analiza metiliranosti genoma, analiza mikrosatelitne DNA (ISSR –Inter-Simple Sequence Repeats), ekotoksikogenomika, biomarkeri predloženi od internacionalnih organizacija (ICES, MEDPOL, AMAP, OSPAR..).

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Uredno pohađanje predavanja, vježbi i seminara, provjera znanja tijekom semestra putem seminarskih radova i konzultacija.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Pismeni ispit (usmeni ispit po potrebi), seminari.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

**Napomena: svi studenti će u okviru kolegija dobiti CD s relevantnom obaveznom literaturom;**

**Dodatna obavezna literatura:**

- U.S. EPA. Guidelines for Ecological Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, EPA/630/R095/002F, 1998. Available: <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=12460>
- National Research Council, Science and Judgment in Risk Assessment. Washington DC: National Academy Press, 1994. Available: <http://books.nap.edu/catalog/2125.html>

**DOPUNSKA LITERATURA:**

McCarthy, J.F. and Shugart L.R. (1990) Biological Markers of Environmental Contamination. *Lewis Publishers, USA*.

Walker, C. H., Hopkin, S. P., Sibley, R. M. and Peakall, D. B. (2001) Principles of Ecotoxicology, *Taylor & Francis, USA*.

Newman M. C. (1998) Fundamentals of Ecotoxicology, *Lewis Publishers, USA*

Ašperger D., Babić S., Bolanča T., Darbra R.M., Ferina S., Ginebreda A., Horvat A.J.M., Kaštelan-Macan M., Klobučar G., Macan J, Mutavdžić Pavlović D., Petrović M., Sauerborn Klobučar R., Štambuk A., Tomašić V, Ukić Š. (2013) Analitika okoliša *Hinus, Zagreb*

Chiras D. D. (1992) Environmental Science – Action for a Sustainable Future, *Benjamin/Cummings Publishing, USA*.

FDA /Food and Drug Administration). Guidance for Industry: Environmental Assessment of human Drug and Biologics Application. CDER/CBER CMC 6, July 1998. Available: <http://www.fda.gov/cber/guidelines.htm>

Amiard-Triquet, C., Amiard, J.C. and Rainbow, P.S. (Eds) (2013) Ecological Biomarkers: Indicators of Ecotoxicological Effects (2013) *CRC Press, USA*.

<b>NAZIV KOLEGIJA: NAČELA KONZERVACIJSKE BIOLOGIJE (151750)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić, Prirodoslovno-matematički fakultet
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja (10 sati); vježbe (5 sati), seminari (5 sati)
<b>ECTS BODOVI: 7</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> U vrijeme kada su mnoge vrste već izumrle, a stotine drugih se suočava sa izumiranjem konzervacijska biologija zauzima sve važnije mjesto. Na ovom kolegiju studenti će u teoriji i praksi saznati ljudski utjecaj na prirodu, vrijednost biološke raznolikosti te razloge i načine njenog očuvanja.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Teme koje će se obrađivati na ovom kolegiju su slijedeće: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strategije očuvanje biološke raznolikosti, (ex situ, in situ)</li> <li>2. Analiza vijabilnosti populacija, male populacije, metapopulacije</li> <li>3. Fragmentacija, destrukcija i degradacija staništa</li> <li>4. Upravljanje ekosustavom, prelov, ribarstvo i lovstvo</li> <li>5. Konzervacijska genetika i sistematika</li> <li>6. Invazivne i strane vrste</li> <li>7. Restoracijska ekologija</li> <li>8. Praktične aplikacije, zakonska regulativa i međunarodne konvencije</li> </ol>
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Obveze studenata uključuju aktivno sudjelovanje u predavanjima i izradu seminarskih radova vezanih uz pojedinu tematsku cjelinu; laboratorijski rad vezan uz teorijsku i praktičnu nastavu.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Vrednovanje seminarskih radova te rada na praktičnoj nastavi činiti će 50% konačne ocjene dok će usmeni ispit činiti slijedećih 50%.
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primack, R.B. (2014): Essentials of Conservation Biology, 6<sup>th</sup> ed. Sinauer Associates, Sunderland, USA.</li> <li>2. Groom, M.J., Meffe, G.K., Carroll, C.R. (2006) Principles of Conservation Biology, 3<sup>rd</sup> ed. Sinauer Associates, Sunderland, USA.</li> </ol>
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Van Dyke, F. (2008) Conservation Biology: Foundations, Concepts, Application, 2<sup>nd</sup> ed. Springer.</li> <li>2. Primack RB (2012) A Primer of Conservation Biology, 5<sup>th</sup> ed. Sinauer Associates, Sunderland, USA.</li> </ol>

**NAZIV KOLEGIJA:** **EKOLOGIJA MORSKIH STANIŠTA (151751)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli  
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Biološki odsjek

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** polje – 1.01. Biologija; grana – 1.01.06. Opća biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** Predavanja (10 sati), seminari (10 sati)

**ECTS BODOVI:** 7

**CILJ KOLEGIJA:** Studenti će upoznati ekološke procese koji određuju strukturu i dinamiku populacija i zajednica morskih bentoskih organizama – morskih staništa. Nakon uspješno završenog kolegija studenti će moći sami osmisliti istraživanje u cilju boljeg razumijevanja tih procesa. Moći će uočiti, identificirati i opisati obrasce u prirodi, razviti provjerljive hipoteze o uzrocima uočenih obrazaca te osmisliti odgovarajuće empirijske testove kako bi testirali predložene hipoteze ili pratili mogući utjecaj. Također će moći procijeniti koliko su uočeni procesi značajni za upravljanje prirodnim resursima u moru i njihovo očuvanje.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Specifičnosti znanstveno-istraživačkog rada pri proučavanju bentosa Jadrana. Planiranje uzorkovanja/eksperimenta u laboratoriju i na terenu. Prirodni poremećaji i dinamika morskih bentoskih zajednica. Energetika morskog ekosustava. Zajednice u litoralnom području: supra- i mediolitoralne zajednice, naselja morskih cvjetnica, naselja fotofilnih algi, estuariji, zajednice cirkalitoralne stepenice: koraligen, morske špilje, obalno detritusno dno, muljevita dna. Ekologija staništa morem preplavljenog krša Jadrana (vrulje, morska jezera, stratificirani estuariji, anihaline špilje). Bioraznolikost bentoskih staništa. Promjene u bentoskim zajednicama Jadrana uzrokovane utjecajem čovjeka (zagađenje - unos toksičnih tvari, toplinsko zagađenje, odlaganje otpada u more; unos hranjivih soli i eutrofikacija; smanjivanje i razaranje staništa; pretjerano iskorištavanje bioloških resursa mora; unos alohtonih vrsta; globalno zatopljenje, podizanje morske razine). Ugrožena staništa Jadrana. Upravljanje morskim biološkim resursima i njihovo očuvanje (zakoni i konvencije o zaštiti mora, strateška procjena utjecaja na okoliš, izrada studija utjecaja na okoliš, održivi razvoj i da li je on moguć, upravljanje i zaštita obnovljivih morskih resursa, integralno upravljanje obalnim područjem). Ekologija zaštićenih područja u Jadranskom moru i upravljanje njima.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

- redovito pohađanje predavanja i seminara, aktivno sudjelovanje na nastavi, pisanje domaćih zadataka i seminarskog rada, usmeno prezentiranje seminarskog rada pred kolegama, redoviti kolokviji  
Napomena: preduvjet za upis ovog kolegija su odslušani i položeni kolegiji: Biologija mora i/ili Biološka oceanografija, te Metode istraživanja mora (ili ekvivalenti); ukoliko pristupnik to nema morat će položiti ulazni kolokvij unutar prva dva mjeseca nastave (materijali za kolokvij će mu biti dostupni)

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Završnu ocjenu će činiti: ocjena aktivnosti na nastavi, ocjene domaćih zadaća i seminarskih radova, te usmenog prezentiranja seminarskih radova, ocjene redovitih kolokvija u sklopu nastave te završni usmeni ispit (na završnu ocjenu će utjecati rezultati svega navedenog)

**OBAVEZNA LITERATURA:**

prezentacije i materijali s predavanja

odabrani najnoviji pregledni, stručni i znanstveni članci

odabrani dijelovi knjiga (nastavnik posjeduje sve navedene knjige i one će biti dostupne studentima):

Bertness, MD, Gaines, SD, Hay, ME (2001) Marine Community Ecology, Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland MA, USA

Kaiser, MJ, Attrill, MJ, Jennings, S, Thomas, DN, Barnes, DKA, Brierley, AS, Polunin, NVC, Raffaelli, DG, Williams, PJ (2005) Marine Ecology - Processes, Systems and Impacts, Oxford University Press, Oxford, UK

Mann, KH (2000) Ecology of Coastal Waters, Blackwell Science, Abingdon, UK Southwood, TRE

Henderson PA (2000) Ecological methods, Blackwell Science, Abingdon, UK

Valiela, I (2006) Global Coastal Change, Blackwell Science, Abingdon, UK

Bakran-Petricioli, T. (2011): Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU (ISBN 978-953-7169-84-8). Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 184 str.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Alley, M (1998) The Craft of Scientific Writing, Springer Verlag, New York

Black, KD, urednik, (2001) Environmental Impacts of Aquaculture, Sheffield Academic Press, Sheffield, UK

Miller, CB (2004) Biological Oceanography, Blackwell Publishing, Oxford, UK

Silobrčić, V (2003) Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo, Medicinska naklada, Zagreb

Quinn, GP, Keough, MJ (2002) Experimental Design and Data Analysis for Biologists, Cambridge University Press, Cambridge



<b>NAZIV KOLEGIJA: INTERAKCIJE BILJAKA I OKOLIŠA (151752)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Izv. prof. dr. sc. Mirta Tkalec, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Izv. prof. dr. sc. Željka Vidaković-Cifrek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> polje Biologija, grana Botanika
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (10 sati), seminar (5 sati), vježbe (5 sati)
<b>ECTS BODOVI:</b> 7
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Stjecanje znanja o odnosima biljaka i drugih organizama na njihovom staništu kao i učinka različitih okolišnih uvjeta na metabolizam, rast i razvitak biljaka
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>INTERAKCIJE BILJAKA I DRUGIH ORGANIZAMA</b> – međusobni odnosi biljaka (kompeticija, alelopatija, parazitizam, primjeri i uloga tvari za prepoznavanje), odnosi biljaka i životinja (privlačenje oprašivača i rasprostranjivača plodova, kemijska i strukturna obrana od herbivora, mesojedne biljke), odnosi biljaka i gljiva (mikoriza), odnosi biljaka i simbiotskih bakterija za fiksaciju dušika, odnosi biljaka i patogenih organizama (virusi, bakterije, gljive), odnosi biljaka i čovjeka (promjena klime, onečišćenje) <b>ULOGA SEKUNDARNIH METABOLITA U INTERAKCIJAMA BILJAKA I DRUGIH ORGANIZAMA</b> – vrste sekundarnih metabolita (terpeni, fenolni spojevi i spojevi koji sadrže dušik), sinteza, sadržaj i raspodjela u biljci, mehanizmi djelovanja, uloga (privlačenje, prepoznavanje, obrana, alelopatija, fitotoksini, signalna uloga u hipersenzitivnom odgovoru i sustavno stečenoj otpornosti) <b>UČINCI ABIOTIČKIH OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA METABOLIZAM, RAST I RAZVITAK BILJAKA</b> – svjetlost (intenzitet, kvaliteta, duljina osvjetljenosti), voda (količina, sastav, dostupnost), tlo (struktura, sastav, prozračivanje, hranjive tvari, zaslanjenost, pH vrijednost), temperatura (ekstremno niska ili visoka), vlažnost zraka, vjetar (brzina, turbulencija) i ostalo (vatra, snježni pokrivač, zračenje, onečišćenje) <b>ODGOVORI BILJAKA NA PROMJENE OKOLIŠNIH ČIMBENIKA</b> – promjene u sadržaju i vrsti metabolita, gibanja biljnih organa, razvojni odgovori (fenotipska plastičnost), adaptacije i aklimatizacija
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Redovito pohađanje i aktivno sudjelovanje u nastavi, seminarski radovi
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Seminar, usmeni ispit
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Pevalek-Kozlina, B. (2003): Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb. Taiz, L., Zeiger, E. (2010): Plant Physiology. 5th Edition, Sinauer Associates, Inc. Publishers Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. L. (2015): Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Biologists. Wiley Blackwell.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Lambers, H., Pons, T. L., Chapin, F. S. (2000): Plant Physiological Ecology. Springer, New York. Scott, P. (2008): Physiology and Behaviour of Plants. John Wiley and Sons, Ltd, Chichester. Odabrani znanstveni radovi

<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> ANALIZE GENETIČKE RAZNOLIKOSTI (151758)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> prof. dr. sc. Zlatko Liber, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. sc. Zlatko Šatović, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> polje: biologija (1.05.); grane: botanika (1.05.02), genetika, evolucija i filogenija (1.05.06)
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> ukupno 20 sati (10 termina po 2 sata kroz predavanja i seminare)
<b>ECTS BODOVI:</b> 7
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s osnovnim principima, molekularno-biološkim tehnikama, statističkim i računalnim metodama upotrebljavanjem u analizi genetičke raznolikosti nužnim u istraživanjima velikog broja znanstvenih disciplina kao što su: populacijska genetika, molekularna ekologija, prostorna genetika, filogeografija, konzervacijska biologija, epigenetika prirodnih populacija i sl.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvod u analizu molekularne raznolikosti; pregled klasične i molekularne genetike; primjeri znanstvenih istraživanja</li> <li>2. Genetički biljezi: osnovne molekularne tehnike u analizi genetičke raznolikosti; morfološki i molekularni biljezi; izoenzimi; molekularni biljezi na razini DNA; nasumično umnoženi molekularni biljezi; molekularni biljezi temeljni na poznatim sekvencama</li> <li>3. Deskriptivna statistika: informativnost genetičkih biljega; kodominantni i dominantni biljezi; genotipske i alelne učestalosti; informacijski sadržaj polimorfizma; mjerila unutarpopulacijske raznolikosti; alelno bogatstvo; zapažena i očekivana heterozigotnosti; fiksacijski indeks; Shannonov informacijski indeks; učestalost rijetkih alela; analiza genetskog uskog grla</li> <li>4. Mjerila genetičke udaljenosti: udaljenost između populacija; učestalost umnoženih ulomaka i alelna učestalost; mjerila udaljenosti na temelju evolucijskih modela; geometrijska mjerila udaljenosti; genetička udaljenost između jedinki; udaljenost na temelju udjela zajedničkih alela; koeficijenti sličnosti za binarne podatke</li> <li>5. Multivarijatne metode: uvod u multivarijatne metode; svojstva multivarijatnih podataka; klasifikacija multivarijatnih metoda; razvrstavne metode; tipovi stabala; UPGMA i srodni algoritmu; metoda sparivanja susjeda; metoda bootstrap; analiza glavnih sastavnica i glavnih koordinata</li> <li>6. Genetska struktura: Hardy-Weinbergova ravnoteža; Wrightova statistika F; Wahlundov učinak; indeks genetske diferencijacije; metoda po Weiru i Cockerhamu; Analiza molekularne varijance; temeljna zamisao Bayesovske statistike; neravnoteža vezanosti gena; Bayesovska analiza skupina na temelju modela (STRUCTURE, BAPS)</li> <li>7. Prostorna i krajobrazna genetika: prostorna raspodjela genetske raznolikosti; izolacija uslijed udaljenosti; prostorna autokorelacija; Moranov indeks; Bayesovska analiza prostorne populacijske strukture (BAPS,TESS); genetske barijere; usporedba bioklimatskih i genetičkih parametara; krajobrazna genetika (POPS)</li> <li>8. Filogeografija: utjecaj demografskih procesa na zemljopisnu rasprostranjenost populacija/vrsta; genska geneologija; analiza 'nested clade' vs. koalescentna teorija; analiza haplotipske i nukleotidne raznolikosti; test neutralnosti; filogenetske mreže; statistička štedljivost; strogi i relaksirani molekularni sat</li> <li>9. Adaptivna genetička raznolikost: prirodan odabir vs. neutralna teorija; genetska raznolikost i</li> </ol>

adaptivni potencijal populacija/vrsta; neutralni biljezi i biljezi pod selekcijskim pritiskom; genetski odklon; metode identifikacija biljega pod selekcijskim pritiskom; odstupanje pojedinačnih biljega od sveukupne genetička diferencijacija populacija

10. Epigenetička raznolikost prirodnih populacija: analiza epigenetičkih biljega (CRED-RA, MSAP); epigenetička struktura populacija; odnos između genetičke i epigenetičke raznolikosti; utjecaj okolišnih čimbenika, genetičkog uskog grla, hibridizacije, poliploidizacije i *inbreeding* depresije na epigenetičku raznolikost

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Pohađanje predavanja, izrada i prezentacija seminarskih radova, rješavanje domaćih zadaća

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Konačna ocjena je zbroj ocjena seminarskih radova, domaćih zadaća, završnog pismenog ispita.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Liber Z., Šatović, Z. 2012. Analiza genetičke raznolikosti. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb – skripta i PDF predavanja

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Allendorf, F.W., Luikart, G.H. 2007. Conservation and the Genetics of Populations. Blackwell Publishing, Malden

Beebe, T., Rowe, G. 2008. An Introduction to Molecular Ecology: Second Edition. Oxford University Press, Oxford

Felsenstein, J. 2003. Theoretical Evolutionary Genetics. University of Washington, Department of Genetics, Seattle

Frankham, R., Ballou, J.D., Briscoe, D.A. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press, Cambridge

Gillespie, J.H. 1998. Population Genetics: A Concise Guide. The Johns Hopkins University Press, Baltimore - London

Maynard Smith, J. 1998. Evolutionary Genetics: Second Edition. Oxford University Press, Oxford

Nei, M. 1975. Molecular Population Genetics and Evolution. North-Holland Publishing Company, Amsterdam - Oxford

Templeton, A.R. 2006. Population Genetics and Microevolutionary Theory. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken

<b>NAZIV KOLEGIJA: ORGANIZACIJA I FUNKCIJA STANICE (151753)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Višnja Besendorfer, PMF Sveučilište u Zagrebu Prof. dr. sc. Biljana Balen, PMF Sveučilište u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Stanična i molekularna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja: 10, Seminar: 10
<b>ECTS BODOVI: 7</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s novijim otkrićima o strukturi i funkciji stanice s molekularnog i evolucijskog gledišta. Poticati studente na kritičko čitanje i razumijevanje relevantnih znanstvenih publikacija.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Raščlanjivanje (kompartimentizacija) eukariotske stanice na reakcijske prostore. Organizacija (arhitektura) interfazne jezgre, regulacija genske aktivnosti i remodeliranje kromatina, komunikacija jezgra-citoplazma, funkcionalnost i organizacija kromosoma. Biomembrane – organizacija i funkcija membrane; modeli biomembrana; usmjeravanje proteina ( <i>protein targeting</i> ) transmembranski transport. Mitohondriji – pregled građe i funkcije mitohondrija; proteome mitohondrija; putovi za transport proteina u mitohondrije; mitohondrijska organizacijska mreža ( <i>mitochondrial organizing network</i> ); dvostruka lokalizacija proteina u jezgri i mitohondriju; posttranslacijske modifikacije mitohondrijskih proteina. Kloroplasti –usmjeravanje proteina iz citosola u kloroplaste; uloga šaperona citosola u unosu proteina u kloroplaste; uloga šaperona strome u unosu proteina u kloroplaste; posttranslacijske modifikacije proteina kloroplasta. Endoplazmatski retikulum – translokacija proteina kroz membranu ER-a; translokacijski mehanizam ovisan o čestici SRP; translokacijski mehanizmi GET (kvasac) and WRB/CAML (sisavci); moguće sudbine proteina translociranih kroz membranu ER-a. Peroksisomi – pregled građe i funkcije peroksisoma; biogeneza peroksisoma; unos proteina matriksa i membrane peroksisoma; ER-izveden put za biogenezu peroksisoma.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Od studenta se očekuje aktivno praćenje nastave, pisanje seminarskog rada na temelju odabrane teme prema relevantnoj literaturi, javna prezentacija seminarskog rada i rasprava predstavljenih rezultata.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Provjera stečenog znanja izvodit će se na temelju kvalitete pripreme seminarskog rada i njegove usmene prezentacije kao i na temelju interpretacije i analize rezultata iz odabrane literature.
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Alberts B, Bray D, Sewis J, Raff M, Roberts K, Watson JD, Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc. New York, London, 1994 ili novije izdanje. Cooper G.D.M. The cell, a molecular approach, ASM Press, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. Varki A, Cummings RD, Esko JD, Freeze HH, Stanley P, Bertozzi CR, Hart GW, Etzler ME, Essentials of Glycobiology, Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2009.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Relevantni znanstveni članci.

<b>NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULARNA EVOLUCIJA (151754)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Dr. sc. Đurđica Ugarković, znan. savj., IRB Zagreb, dr. sc. Branka Bruvo-Madžarić, znan. sur., IRB Zagreb, dr. sc. Martina Podnar Lešić, znan. sur., IRB Zagreb
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija: evolucija i genetika
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja i seminari, 20 sati (15+5)
<b>ECTS BODOVI: 7</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Stjecanje novih saznanja o evoluciji i organizaciji eukariotskog genoma, kao i upoznavanje s metodama njihova istraživanja
<p><b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b></p> <p><b>Teme predavanja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipovi sekvenci i njihova organizacija u eukariotskom genomu;</li> <li>- Evolucijski mehanizmi koji oblikuju eukariotski genom;</li> <li>- Evolucija nekodirajuće DNA;</li> <li>- Evolucija kodirajuće DNA (proteini, regulatorne regije);</li> <li>- Molekularna filogenija i filogeografija, teorija i metode obrade podataka;</li> <li>- Bioinformatička analiza genoma, komparativna genomika.</li> </ul> <p><b>Teme seminarskog dijela nastave:</b></p> <p>Seminarski dio nastave, kroz samostalnu pripremu i prezentaciju seminara studentima omogućuje upoznavanje s dodatnim aktualnim temama iz područja molekularne evolucije i filogenije, kao što su:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolucija genoma i kromosoma;</li> <li>- Horizontalni prijenos gena;</li> <li>- "Junk DNA": transpozoni, visokoponavljajuća DNA, SINE, LINE, mikrosateliti, pseudogeni, nuklearni paralozni mitohondrijalnih gena, itd.;</li> <li>- Epigenetski mehanizmi regulacije gena;</li> <li>- Evolucija tumorskog genoma;</li> <li>- "Geni siročići";</li> <li>- Filostratigrafija;</li> <li>- Molekularni sat.</li> </ul>
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Prisustvovanje predavanjima, izrada i prezentacija seminara
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Izrada i prezentacija seminara i usmeni ispit
<p><b>OBAVEZNA LITERATURA:</b></p> <p>M. Nei, S. Kumar (2000) Molecular evolution and phylogenetics. Oxford University Press, USA; 1st edition</p> <p>W-H. Li (2006) Molecular Evolution, Sinauer Associates.</p> <p>B.G. Hall (2011) Phylogenetic trees made easy: A how-to manual. Sinauer Associates, Inc.; 4th edition</p>

**DOPUNSKA LITERATURA:**

- J. Felsenstein (2003) Inferring phylogenies. Sinauer Associates; 2nd edition;  
J.C. Avise (2004) Molecular markers, natural history, and evolution. Sinauer Associates; 2nd edition;  
J.C. Avise (2006) Evolutionary pathways in nature: A phylogenetic approach. Cambridge University Press; 1st edition;  
Thalman et al. (2007) MBE;  
Harrison & Langdale (2006) Plant J;  
Keeling (2008) Nat Rev Gene;  
Khalturin et al. (2009) Trends Genet.;  
Domazet-Lošo et al. (2007) Trends Genet;  
Lanfear et al. (2010) TIEE;  
Kramerov (2011) Heredity;  
Tollervey & Lunnyak (2012) Epigenetics;  
Huang et al. (2012) Annu Rev Genet.

<b>NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULARNA RAZNOLIKOST VIRUSA I SUBVIRUSNIH PATOGENA (151755)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> prof. dr. sc. Dijana Škorić, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Virologija, Molekularna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (15 sati), seminari (5 sati)
<b>ECTS BODOVI: 7</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s molekularnom raznolikošću, porijeklom i evolucijom virusa i subvirusnih patogena, njihovom ulogom u razvoju filogeografije, evolucije i ekologije, pogotovo prirodnih ekosistema. Razviti svijest i informiranost o značenju virusa i subvirusnih patogena u razvoju bioloških znanosti, alata molekularne biologije, i promijeniti paradigme o njima kao isključivo patogenima budući da im je značenje u biosferi daleko veće kao ekoloških i evolucijskih čimbenika. Razviti kompetencije u sažimanju i izlaganju najnovijih znanstvenih dostignuća, unaprijediti kritičko mišljenje.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Virusi kao biološki entiteti, a ne samo patogeni, virusi kao simbionti, virusi i subvirusni entiteti kao važni ekološki čimbenici.</li> <li>2. Porijeklo virusa i njihovih gena (RNA i DNA-virusi), stanični geni u virusnim genomima, teorije o porijeklu virusa i modelni virusi koji ih podupiru, virusi kao pokretači horizontalnog transfera gena u evoluciji živog svijeta.</li> <li>3. Varijabilnost virusnih genoma: mehanizmi mutacija RNA-virusa i DNA-virusa, rekombinacije, pseudorekombinacije, antigenski pomak i skretanje.</li> <li>4. Virusne populacije i njihova genetika, koncepti kvazivrste i fitnesa.</li> <li>5. Molekulske interakcije virusa i domaćina - utjecaj domaćina na evoluciju virusnih populacija, ostali selekcijski pritisci, dinamika koevolucije virusa i domaćina, emergentni virusi.</li> <li>6. Varijabilnost i evolucija molekula satelitnih RNA.</li> <li>7. Porijeklo i evolucija uzročnika hepatitisa D.</li> <li>8. Koncept RNA-svijeta - od primitivnih replikona do današnje raznolikosti RNA-svijeta, viroidi kao mogući relikti RNA-svijeta, evolucija viroida, i najjednostavnijih virusnih satelita.</li> <li>9. Istraživanja povezanosti molekulske varijabilnosti i biološke ekspresije nekodirajućih RNA.</li> <li>10. Utjecaj istraživanja evolucije virusa i subvirusnih patogena na razvoj evolucijskih i općih bioloških koncepata.</li> <li>11. Utjecaj istraživanja evolucije virusa i subvirusnih patogena na razvoj novih strategija za kontrolu virusnih bolesti, te novih antivirusnih terapija.</li> </ol>
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA</b> Redovito pohađanje predavanja i seminara, priprema seminara i usmeno izlaganje uz prezentaciju, aktivnost u seminarskim diskusijama, usmeni ispit.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA</b> ocjena seminara (50% ocjene), usmeni ispit (50% ocjene).
<b>OBAVEZNA LITERATURA</b> Najnoviji originalni i revijalni znanstveni članci prema odabiru nastavnika, J. Carter & W. Saunders, Virology- Principles and applications. J. Wiley & Sons, Ltd, England, 2nd

edition, 2013.

Viroids and Satellites. Eds: A. Hadidi, R. Flores, J. Randles, P. Palukaitis, Academic press, 2017.

**DOPUNSKA LITERATURA**

Origin and Evolution of Viruses. Ed. E. Domingo, R. Webster, J. Holland, Academic Press, 1999;

The RNA World. Eds: R. F. Gesteland & J. F. Atkins, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1993 (ili novije izdanje)



**NAZIV KOLEGIJA: INTEGRATIVNA FIZIOLOGIJA (151756)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Izv. prof. dr. sc. Zoran Tadić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biologija, fiziologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** predavanja (15 sati), seminari (5 sati)

**ECTS BODOVI: 7**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznati studente s integrativnim djelovanjima fizioloških sustava te s posebnim područjima fiziologije koja se ne obrađuju u okviru dodiplomske i diplomske nastave

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

***Predavanja:***

Fiziološki sustavi i njihova interakcija s okolišem – 3 sata

Fiziologija bioloških satova (prilagodbe na vremenske pomake) – 3 sata

Prilagodba na ekstremne okolišne uvjete (život pod promijenjenim parcijalnim tlakom kisika, ronjenje i letovi u svemir) – 3 sata

Fiziologija sporta i ekstremnih naprezanja (fiziološka i bihevioralna optimizacija sportskih naprezanja, kako profesionalno bavljenje sportom utječe na fiziološke sustave, učinak okoliša na sportska postignuća) – 3 sata

Evolucijska fiziologija i medicina (interakcija patogena s domaćinom, novi pogled na "stoljećima stare" bolesti) – 3 sata

***Seminari:***

U okviru svake teme bit će podijeljena literatura iz koje će studenti pripremiti i izložiti seminarski rad

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:** prisustvovanje predavanjima, seminarski rad

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** usmeni ispit, seminarski rad

**OBAVEZNA LITERATURA:**

H.-C. Gunga: "Human Physiology in Extreme Environments", Academic Press/Elsevier, 2014, ISBN 9780123869470 (<https://www.elsevier.com/books/human-physiology-in-extreme-environments/gunga/978-0-12-386947-0> - pristupljeno 14.7.2019.)

R. W. Hill, G. A. Wyse, M. Anderson: "Animal Physiology, 4<sup>th</sup> ed.", Oxford University Press, 2017, ISBN 9781605357379 (poglavlje 15) (<https://global.oup.com/ukhe/product/animal-physiology-9781605357379?> – pristupljeno 14.7.2019.)

W. L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill: "Physiology of Sport and Exercise, 7<sup>th</sup> ed.", Human Kinetics, 2019, ISBN 9781492572299 ([https://uk.humankinetics.com/products/physiology-of-sport-and-exercise-7th-edition-with-web-study-guide?\\_pos=7&\\_sid=fe69ab446&\\_ss=r](https://uk.humankinetics.com/products/physiology-of-sport-and-exercise-7th-edition-with-web-study-guide?_pos=7&_sid=fe69ab446&_ss=r) – pristupljeno 14.7.2019.)

S. C. Stearns, R. Medzhitov: "Evolutionary Medicine", Sinauer/Oxford University Press, 2015, ISBN 9781605352602 (<http://global.oup.com/ukhe/product/evolutionary-medicine-9781605352602?> – pristupljeno 14.7.2019.)

<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> <b>MEHANIZMI STANIČNE REGULACIJE (194739)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> izv. prof. dr. sc. Maja Matulić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> <b>Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> područje prirodnih znanosti, polje biologija, molekularna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (10 sati), seminari (5 sati)
<b>ECTS BODOVI:</b> 7
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> 1) Upoznati se s principima prijenosa informacija u stanici i logikom signaliziranja 2) Objasniti mehanizme regulacije transkripcije 3) Objasniti mehanizme regulacije na razini translacije i posttranslacijskih modifikacija proteina 4) Upoznati principe regulacije staničnih programa tijekom diferencijacije
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>Predavanja:</b> 1) Osnovni principi prijenosa informacija u stanici i oblici signalnih molekula; logika signaliziranja (1 sat) 2) Regulacija transkripcije: struktura promotora, uloga kromatina, prienos signala do transkripcijskih faktora, mehanizmi povratnih veza (2 sata) 3) Regulacija na razini translacije i posttranslacijske modifikacije, regulacija pomoću mikroRNA (1 sat) 4) Regulacija staničnog ciklusa i proliferacije (2 sata) 5) Regulacija staničnih funkcija i struktura signaliziranjem: regulacija citoskeleta, metaboličkih funkcija (2 sata) 6) Stanični programi i njihova promjena tijekom diferencijacije (2 sata)  <b>Seminari:</b> Svaki student treba održati seminar o specifičnom sustavu regulacije u stanici (npr. pojedinim signalnim putovima, mehanizmima diferencijacije pojedinih tipova stanica itd)
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> prisustvovanje predavanjima i seminarima, održan seminarski rad
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> usmeni ispit, uspješno održan seminar
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> materijal dobiven na predavanju članci iz znanstvenih časopisa
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Lodish H, Berk A, Kaiser CA, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Amon A, Scott MP: Molecular Cell biology, Macmillan higher education, 7. iz, W. H. Freeman and Company, New York, 2013. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Morgan D, Raff M, Roberts K, Walter P: Molecular Biology of the Cell, Garland Science, 6. iz. Taylor & Francis Inc, 2014.

<b>NAZIV KOLEGIJA: BILJNA EMBRIOGENEZA (151759)</b>
<b>AUTORI PROGRAMA:</b> Izv. prof. dr. sc. Dunja Leljak-Levanić, PMF Zagreb Dr. sc. Snježana Mihaljević, viša znan. sur., IRB Zagreb
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Polje: Biologija; Grana: Biljna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (5 sati), seminari (4 sati), vježbe (6 sati) i konzultacije sa studentima.
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> U okviru kolegija obrađivati će se eksperimentalni pristupi u istraživanju pojedinačnih stanica ženskog i muškog gametofita te mehanizama oplodnje i embriogeneze s osvrtom na genetičke i epigenetičke regulatorne mehanizme. Zigotna embriogeneza biti će uspoređena s somatskom embriogenezom te apomiksijom.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> 1. Građa muškog i ženskog gametofita 2. Polarnost i identitet stanica 3. Signalizacija između muškog i ženskog gametofita 4. Dvostruka oplodnja 4. Embriogeneza i apomiksija 5. Genetička i epigenetička regulacija
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Uredno pohađanje predavanja, vježbi i seminara, provjera znanja tijekom semestra putem seminarskih radova i konzultacija
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Pismeni ispit (usmeni ispit po potrebi), seminari
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Svi studenti će u okviru kolegija dobiti CD s relevantnom obaveznom literaturom.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Svi studenti će u okviru kolegija dobiti CD s relevantnom obaveznom literaturom.

<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> <b>FENOLI U OBRAMBENOM ODGOVORU BILJKE (151760)</b>
<b>AUTORI PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Gordana Rusak, Prirodoslovno- matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija (Molekularna biologija biljaka)
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> 8 sati seminara, 7 sati vježbi; projektni zadatak
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Obrambeni odgovor biljke naspram patogena aktivira signalne puteve u napadnutoj biljci. Ti signalni putevi uključuju trenutne odgovore stanice na napad patogena, lokalne i sistemične odgovore biljke kao i aktivaciju odgovarajućih gena vezanih uz lokalni i sistemični odgovor biljke na napad patogena. Cilj je ovog kolegija je razumijevanje najnovijih spoznaja o molekularnim mehanizmima na kojima se temelji obrana biljaka od patogena.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>SEMINARI:</b> Trenutni odgovor napadnute stanice ( generiranje ROS-a, sinteza dušikovog oksida, otvaranje ionskih kanala, fosforilacija/defosforilacija proteina, hipersenzitivna reakcija, indukcija gena)  Lokalni odgovor i aktivacija gena (promjene u metaboličkim putevima sekundarnih metabolita, zastoj u staničnom ciklusu, sinteza proteina vezanih uz patogenezu, akumulacija benzojeve i salicilne kiseline, produkcija etilena i jasmonske kiseline, učvršćivanje stanične stijenke)  Sistemični odgovor biljke i aktivacija gena ( sistemično stečena rezistencija- SAR, sinteza proteina vezanih uz patogenezu - PR proteini - glukanaze, hitinaze, peroksidaze)  <b>VJEŽBA:</b> Kondenzirana vježba koja uključuje inficiranje biljaka virusom i praćenje kvalitativnih i kvantitativnih promjena u sadržaju sekundarnih metabolita (fenola) kao rezultat infekcije uz primjenu spektrofotometrijske analize i kromatografije visoke moći razlučivanja (HPLC)  <b>PROJEKTNI ZADATAK:</b> Projektni zadatak bit će vezan uz rezultate istraživanja provedenih u sklopu vježbi. Na temelju rezultata izraditi izvještaj, prodiskutirati rezultate i napisati zaključak.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Obveze studenata uključuju izradu seminara i projektnog zadatka na temelju vježbe
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Vrednovat će se seminari i projektni zadatak
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b>  <b>Biochemistry&amp;Molecular Biology of Plants, B.B. Buchanan, W. Gruissem, R.L Jones (urednici), Wiley Blackwell, 2016.</b>

**NAZIV KOLEGIJA: MEHANIZMI ODGOVORA BILJAKA NA STRES (151761)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Izv. prof. dr. sc. Sandra Radić Brkanac, i izv. prof. dr. sc. Željka Vidaković-Cifrek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** polje: Biologija; grana: Botanika / Biokemija i molekularna biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** 8 sati seminarara, 7 sati vježbi

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Stjecanje znanja o mehanizmima odgovora biljaka na stresne uvjete kroz seminarske radove te praktičan rad u laboratoriju – upoznavanje i savladavanje metoda i tehnika istraživanja učinka stresa na biljke te odgovora biljaka na stres; primjena stečenih znanja u planiranju i provođenju istraživanja u laboratoriju

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

UČINCI STRESNIH UVJETA NA FIZIOLOŠKE PROCESSE U BILJKAMA – pregled abiotičkih stresnih uvjeta (vodni i osmotski stres, solni stres, manjak kisika u rizosferi, temperaturni stres, svjetlosni stres, teški metali i ksenobiotici); biotički stres; promjene na razini čitave biljke (rast, razvoj, razmnožavanje); mehanizmi obrane i popravka

ZNAČENJE MODELNIH BILJAKA U ISTRAŽIVANJU STRESA – uzgoj i primjena vrsta *Mesembryanthemum crystallinum*, *Lemna minor*, *Arabidopsis thaliana* u istraživanjima stresa  
OKSIDACIJSKI STRES – pojava reaktivnih oblika kisika kao posljedica djelovanja različitih okolišnih stresnih uvjeta; enzimski (antioksidacijski enzimi) i neenzimski (antioksidansi) mehanizmi neutralizacije reaktivnih oblika kisika

METODE ISTRAŽIVANJA ODGOVORA BILJAKA NA OKSIDACIJSKI STRES – procjena učinka stresnih uvjeta, pokazatelji oksidacijskog stresa (produkti lipidne peroksidacije, oksidacija proteina, količina H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), promjene aktivnosti antioksidacijskih enzima (gvajakol, pirogalol, askorbat i glutation peroksidaze, katalaze, superoksid dismutaze), prisutnost metabolita induciranih stresom (prolin, askorbinska kiselina, glutation)

UČINAK STRESNIH UVJETA NA FOTOSINTEZU I DISANJE – određivanje stope fotosinteze i disanja Clarkovom kisikovom elektrodom, određivanje fluorescencije klorofila metodom saturacijskog pulsa

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Redovito pohađanje i aktivno sudjelovanje u nastavi, seminarski radovi, planiranje i provođenje pokusa

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Seminari, izvješće o radu u laboratoriju

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Pevalek-Kozlina, B. (2003): Fiziologija bilja. Profil International, Zagreb.

Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. L. (2015): Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Biologists. Wiley Blackwell.

Taiz, L., Zeiger, E. (2010): Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Inzé, D., van Montagu, M. (2002): Oxidative Stress in Plants. Taylor & Francis Inc., London, New York.

Prasad, M. N. V. (2004): Heavy Metal Stress in Plants. From Biomolecules to Ecosystems. Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Odabrani znanstveni radovi

<b>NAZIV KOLEGIJA: BIOLOŠKA I HORMONSKA KONTROLA BILJNIH BOLESTI (151762)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Mirna Ćurković Perica, Sveučilište u Zagrebu, PMF
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> polje - biologija, grane - biljna biologija i mikrobiologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> vježbe (8), seminar (7)
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Cilj kolegija je upoznati polaznike s primjenom biološke kontrole i biljnih regulatora rasta u suzbijanju nekih biljnih bolesti. Studenti će dobiti uvid u povezanost osnovnih bioloških istraživanja s primijenjenim istraživanjima u agronomiji i šumarstvu. Tijekom praktikuma studenti će upoznati metoda <i>in vitro</i> uzgoja nekih biljnih patogena, te upoznati metode njihove molekularne detekcije. <b>Studenti će naučiti osmisлити i izvesti pokus ili istraživanje, te prikazati svoje rezultate.</b>
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Biljni patogeni: gljive, bakterije i virusi Metode detekcije biljnih patogena (serološke; ELISA; različite izvedbe PCR-a, nested, RT, real time,...) Fitoplazme Učinak biljnih regulatora rasta na fitoplazme Rak kestena Biološka kontrola raka kestena hipovirusom Genetski modificirane biljke otporne na biljne patogene <b>Vježbe:</b> Uzgoj virulentnih i hipovirulentnih sojeva gljive <i>Cryphonectria parasitica</i> u laboratorijskim uvjetima i dokazivanje hipovirusa. Alternativno: Uzgoj fitoplazmi u kulturi tkiva vrste <i>Catharanthus roseus</i> , učinak auksina na fitoplazme i molekularna detekcija fitoplazmi.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Izrada seminarskog rada, aktivno sudjelovanje na vježbama koje će uključivati samostalne zadatke i analizu rezultata prilikom rada u laboratoriju.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> usmeni
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Ambriović Ristov A. et al. Metode u molekularnoj biologiji. Institut Ruđer Bošković, 2007. Ausubel F M. et al. Current Protocols in Molecular Biology. John Wiley and Sons, New York 1994. Leljak-Levanić et al. Biochemical and epigenetic changes in phytoplasma-recovered periwinkle after indole-3-butyric acid treatment. Journal of Applied Microbiology. 109 (2010) 2069-2078 Kišpatić J. Opća fitopatologija. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 1985. Nuss DL. Hypovirulence: Mycoviruses at the fungal-plant interface. Nature Reviews. Microbiology. 3 (2005): 632-642.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Agrios GN. Plant Pathology. Academic Press, San Diego, 1997 (2004). Ausubel F. M. et al. Current Protocols in Molecular Biology. John Wiley and Sons, New York 1994. Jelaska S. Kultura biljnih stanica i tkiva. Školska knjiga, Zagreb, 1994. Juretić N. Osnove biljne virologije. Školska knjiga, Zagreb, 2002.

**NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULSKE INTERAKCIJE BILJAKA I NJIHOVIH PATOGENA**

151763

**AUTOR(I) PROGRAMA:** izv. prof. dr. sc. Martina Šeruga Musić, prof. dr. sc. Dijana Škorić, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biologija, Mikrobiologija, Molekularna biologija**OBLIK I SATI NASTAVE:** 4 sata predavanja, 3 sata seminara, 8 sati vježbi**ECTS BODOVI:** 6**CILJ KOLEGIJA:** dati pregled različitih interakcija biljaka i njihovih patogena s naglascima na molekularne aspekte i suvremena dostignuća, ukazati na aktivne uloge sudionika u interakcijama, nove koncepte koji su proizašli iz posljednjih 10 godina istraživanja, ukazati na prožimanje praktičnih (agronomskih) i temeljnih (molekularno-bioloških) aspekata, poboljšati studentske kompetencije u sažimanju i izlaganju tuđih istraživanja, kritičko mišljenje i usmjeriti na glavne metode za istraživanje molekularnih interakcija fitopatogena i njihovih domaćina.**NASTAVNI SADRŽAJI:**

1. Prepoznavanje patogena, procesi patogeneze u biljnoj stanici i organizmu prilikom infekcije biljke subvirusnim, virusnim, bakterijskim ili gljivičnim patogenima s naglaskom na molekulske interakcije i njihove evolucijske aspekte.
2. Pokretanje virusa i ostalih patogena kroz biljku, biljna urođena i stečena otpornost na različite bolesti, transdukcija specifičnih signala prilikom infekcija.
3. Konvencionalne metode zaštite biljaka, razlozi njihove nedjelotvornosti kod viroza, fitoplazmoza i bakterioza, te kod mikoza. Alternativne metode zaštite, GMO.
4. Molekularni mehanizmi patogenosti gljiva, bakterija i fitoplazmi.
5. Redukcijska evolucija fitoplazmatskih genoma, parazitizam u dva carstva.
6. Molekulska interakcija biljaka i bakterija. Horizontalni prijenos gena.
7. Molekulski mehanizmi patogenosti virusa i satelitnih RNA.
8. Molekulski mehanizmi patogenosti viroida.
9. Posttranskripcijsko utišavanje gena putem RNA (*PTGS-post-transcriptional gene silencing, RNA silencing, RNA interference*) kao mehanizam obrane biljke od patogena i kontraobrane patogena.
10. Komparativna funkcionalna genomika biljaka i njihovih patogena
11. Interakcije parazitskih i domaćinskih genoma i njihovih genskih produkata.
12. Utjecaj parazita na evoluciju biljnih genoma.
13. Seleksijski pritisak biljnih domaćina u evoluciji biljnih patogena: molekulske interakcije i njihove biološke posljedice.
14. Priprema i obrana projektnih zadataka (profiliranje studenata prema interakcijama biljaka i bakterijskih, gljivičnih, virusnih ili viroidnih patogena).

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Redovito pohađanje predavanja, seminara i vježbi, aktivne seminarske diskusije, priprema i usmeno izlaganje seminarskog rada, priprema i pisanje praktičnog projektnog zadatka.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Seminarsko izlaganje (30% ocjene), pisani projektni izvještaj (30% ocjene), usmeni ispit (40% ocjene).

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Odabrani originalni i revijalni znanstveni članci,

Molecular Plant Pathology. Ed. M. Dickinson, Blackwell, 2000;

Molecular Plant Pathology (Advanced texts). Ed. M. Dickinson, BIOS Scientific Publishers, 2003.

---

**DOPUNSKA LITERATURA:** Odabrani originalni i revijalni znanstveni članci.



**NAZIV KOLEGIJA: 'OMICS' METODE: PRIMJENA PRI RASVJETLJAVANJU NOVIH OBOLJENJA (151764)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Dr. sc. Oliver Vugrek, znanstveni savjetnik; Institut Ruđer Bošković, Dr. sc. Jelena Knežević, viša znanstvena suradnica

**Suradnici u nastavi:**

Dr. sc. Robert Belužić, znanstveni suradnik

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

Polje: Biologija

Grana: biokemija i molekularna biologija

Područje: Temeljna istraživanja potaknuta stjecanjem novih znanja

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

Predavanja i vježbe, 15 sati nastave (6 sati predavanja, 9 sati vježbe)

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** U ovom kolegiju biti će predstavljene metode i tehnike koje se koriste genomskom informacijom u svrhu pronalaženja funkcije molekula kodiranih genomom, pristup uobičajeno naslovljen kao «funkcionalna genomika, proteomika te metabolomika, ili kratko 'omics' metode. Približit će se polaznicima NGS tehnologija, tj. masovno paralelno sekvenciranje DNA. (eng. NEXT-GENERATION-SEQUENCING), u smjeru teoretskog i praktičnog znanja o tehnologiji NGS na primjerima iz prakse.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Težište predavanja biti će na mogućnostima primjene 'omics' tehnologija u stjecanju novih znanja u biologiji. Radi boljeg razumjevanja primjene molekularno-bioloških metoda kod istraživanja bolesti, dio predavanja će se temeljiti na kliničkom slučaju bolesnika sa nedostatkom enzima S-adenozilhomocistein hidrolaze. Istodobno, na taj način će se prikazati novi trend istraživačkih aktivnosti te važnost spoja između kliničkih te bazičnih istraživanja, tj. polje karakteriziran nazivom *Translacijska Medicina*, i personalizirana medicina.

Nastava će obuhvatiti niz tematika, između ostalog funkcionalna analiza mutacija, mogućnosti rekombinantne DNA tehnologije, heterologna ekspresija gena, te aplikacije RNA interferencije i CrispR-Cas9 tehnologije. Težište nastave će biti usmjeren na tehnologiju masovnog paralelnog sekvenciranja DNA (eng. NEXT-GENERATION-SEQUENCING), bioinformatičku obradu NGS podataka, pripremu NGS uzoraka, te razumijevanje cjelokupnog procesa NGS sekvenciranja DNA. Laboratorij raspolaže sa dva uređaja Illumina (NextSeq500 i MiniSeq), te će polaznicima približiti teoretsko i praktično znanje o tehnologiji NGS na primjerima iz prakse.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Seminarski radovi i projektni zadatci

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Pismeno i usmeno polaganje ispita

**OBAVEZNA LITERATURA:**

- Barić I, Fumić K, Glenn B, Čuk M, Schulze A, Finkelstein J D, Jill James S, Mejaški-Bošnjak V, Pažanin L, Pogribny I P, Radoš M, Sarnavka V, Šćukanec-Špoljar M, Allen R H, Stabler S, Uzelac L, Vugrek O, Wagner C, Zeisel S, Mudd H: S-adenosylhomocysteine hydrolase deficiency in a human: A genetic disorder of methionine metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2004; 101(12), 4234-4239.
- Buist NRM, Glenn B, Vugrek O, Wagner C, Stabler S, Allen RH et al. S-Adenosylhomocysteine hydrolase deficiency in a 26-year-old man. *J Inher Metab Dis* 2006; 29: 538-545
- Belužić R, Čuk M, Pavkov T, Fumić K, Barić I, Mudd SH, Jurak I, Vugrek O: A single mutation at tyrosine 143 of human S-adenosylhomocysteine hydrolase renders the enzyme thermosensitive and affects the oxidation state of bound co-factor NAD. *Biochemical J* 2006; 400: 245-253.
- Fumić K, Belužić R, Čuk M, Pavkov T, Kloor D, Barić I, Mijić I, Vugrek O: Functional analysis of human S-adenosylhomocysteine hydrolase isoforms SAHH-2 and SAHH-3. *Eur J Hum Gen* 2007; 15, 347-351.
- Beluzic R, Cuk M, Pavkov T, Baric I, and Vugrek O: S-Adenosylhomocysteine hydrolase (AdoHcyase) deficiency: Enzymatic capabilities of human AdoHcyase are highly effected by changes to codon 89 and its surrounding residues. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2008, 368: 30-36.
- Vugrek O, Belužić R, Nakić N, Mudd SH: S-Adenosylhomocysteine hydrolase (AHCY) deficiency: Two novel mutations with lethal outcome. *Human Mutation*, 2009; 30 (4): E555-E565.
- Honzik T; Magner M; Krijt J; Sokolova J; Vugrek O; Beluzic R; Baric I; Hansikova H; Elleder M; Vesela K; Bauerova L; Ondruskova N; Jesina P; Zeman J; Kozich V: Clinical picture of S-adenosylhomocysteine hydrolase deficiency resembles phosphomannomutase 2 deficiency. *Molecular Genetics and Metabolism* (2012); 107 (3), 611–613.
- Strauss KA, Ferreira C, Bottiglieri T, Zhao X, Arning E, Zhang S, Zeisel SH, Escolar ML, Presnick N, Puffenberger EG, Vugrek O, Kovacevic L, Wagner C, Mazariegos GV, Mudd SH, Soltys K. Liver transplantation for treatment of severe S-adenosylhomocysteine hydrolase deficiency. *Mol Gen and Metabolism* 116 (2015), 44-52.
- Motzek A, Knežević J, Switzeny OJ, Barić I, Belužić R, Strauss KA, Puffenberger EG, Mudd SH, Vugrek O\*, Zechner U (2016). Abnormal hypermethylation at imprinting control regions in patients with S-adenosylhomocysteine hydrolase (AHCY) deficiency, *PLoS ONE* 11 (3):e0151261.
- Lepur A, Kovačević K, Belužić R, Vugrek O\* (2016). Combining Unique Multiplex Gateway Cloning and Bimolecular Fluorescence Complementation (BiFC) for High-Throughput Screening of Protein–Protein Interactions. *Journal of Biomolecular Screening*, 21 (10), 1100-1111. DOI: 10.1177/1087057116659438
- Grbeša I, Kalo A, Belužić R, Kovačević L, Lepur A, Hochberg H, Kanter I, Simunović V, Muñoz-Torres PM, Shav-Tal Y, Vugrek O\* (2017). Mutations in S-adenosylhomocysteine hydrolase (AHCY) effect its nucleocytoplasmic distribution and capabilities for interaction with S-adenosylhomocysteine hydrolase-like 1 protein. *European Journal of Cell Biology*, 96(6):579-590. doi: 10.1016/j.ejcb.2017.05.002.
- Belužić, L., Grbeša, I., Belužić, R., Park, J. H., Kong, H. K., Kopjar, N., ... Vugrek, O\*. (2018). Knock-down of AHCY and depletion of adenosine induces DNA damage and cell cycle arrest. *Scientific Reports*, 8(1), 14012. <http://doi.org/10.1038/s41598-018-32356-8>

**DOPUNSKA LITERATURA:**

- De Clercq E: John Montgomery's Legacy: Carbocyclic Adenosine Analogues as SAH Hydrolase Inhibitors with Broad-spectrum Antiviral Activity. *Nucleos Nucleot Nucleic Acids* 2005, 24: 1395-1415.
- Robertson KD: DNA Methylation and human disease. *Nature Rev Gen* 2005, (6): 597-610.
- Na početku kolegija pripremat će se najnovija literatura

**NAZIV KOLEGIJA: IMUNOREGULACIJA**

**AUTOR PROGRAMA:** doc. dr. sc. Alenka Gagro, dr. med., znanstveni savjetnik, Klinika za dječje bolesti Zagreb, Klinika za pedijatriju, Odjel za pulmologiju, alergologiju, imunologiju i reumatologiju, Klaićeva 16, 10000 Zagreb

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

POLJE: 3.01. Temeljne medicinske znanosti  
GRANA: 13 imunologija i imunohematologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

Predavanja: 8 Vježba: 3 Seminari: 4

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Glavni cilj kolegija je upoznati studenta s različitim mehanizmima kojima se reguliraju imunološke reakcije s posebnim naglaskom na ulogu regulacijskih T-limfocita. Na primjerima animalnih modela kao i bolesti u ljudi (autoimunosne bolesti, autoinflamatorne bolesti, alergije, tumori, infekcije, reakcije na transplantat, primarni poremećaji imunosti) prikazat će se djelovanje regulacijskih stanica. Studenti trebaju steći sposobnost praćenja i kritičnog razumjevanja znanstvenih radova iz ovog složenog područja. Studenti će naučiti laboratorijske tehnike kojima se određuju regulacijski T-limfociti i njihova funkcija tehnikama protočne citometrije i funkcionalnim testovima in vitro.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Predavanja: definicija imunoregulacije, imunotolerancije (periferne i centralne) i imunosupresije. Vrste regulacijskih stanica (prirodne, inducirane) i njihovi biljezi. Uloga limfocita Th3, Tr1, Th17, Th22 i Th9 –limfocita u uspostavi imunotolerancije. Animalni modeli za istraživanje mehanizama imunoregulacije. Primjeri poremećaja imunoregulacije u ljudskim bolestima. Mogućnosti modulacije regulacijskih stanica.

Vježba: Određivanje regulacijskih T-limfocita i imunoregulacijskih citokina (IL-10 i TGF-beta) protočnim citometrom metodom višestrukog obilježavanja. Testovi za određivanje funkcije T-limfocita. Seminari: Mogućnosti stanične terapije regulacijskim T-limfocitima. Uspostava imunotolerancije na alergene.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Studenti će dobiti znanstvene radove iz područja imunoregulacije koji će se raspraviti na seminarima. Izradom pismenog prijedloga projekta iz područja imunoregulacije, studenti će isti prikazati pred ostalim polaznicima i voditeljem kolegija kao kratku Power Point prezentaciju te će se tako procijeniti razumijevanje problematike ovog područja imunologije.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Test-ispit s pitanjima višestrukog izbora ili izrada projektnog prijedloga iz područja imunoregulacije.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

1. Abbas A, Lichtman AH, Pillai S. Cellular and Molecular Immunology. 9. izdanje, Philadelphia: Elsevier Ltd, 2017.
2. Marinic I, Gagro A, Rabatic S. Regulatory T cells. Acta Med Croatica 2006;60:447-56.
3. Ajduk J, Turkalj M, Gagro A. Regulatory T cells in children undergoing rush venom immunotherapy. Allergy Asthma Proc 2012;33:525-30.
4. Cepika AM, Sato Y, Liu JM, Uyeda MJ, Bacchetta R, Roncarolo MG. Tregopathies: Monogenic diseases resulting in regulatory T-cell deficiency. J Allergy Clin Immunol. 2018;142:1679-1695.
5. Sharabi A, Tsokos MG, Ding Y, Malek TR, Klatzmann D, Tsokos GC. Regulatory T cells in the treatment of disease. Nat Rev Drug Discov 2018;17:823-844.
6. Romano M, Fanelli G, Albany CJ, Giganti G, Lombardi G. Past, Present, and Future of Regulatory T Cell Therapy in Transplantation and Autoimmunity. Front Immunol. 2019 Jan 31;10:43. doi: 10.3389/fimmu.2019.00043. eCollection 2019.
7. Calzada D, Baos S, Cremades-Jimeno L, Cárdbaba B. Immunological Mechanisms in Allergic Diseases and Allergen Tolerance: The Role of Treg Cells. J Immunol Res. 2018 Jun 14;2018:6012053. doi: 10.1155/2018/6012053.
8. Lee W, Lee GR. Transcriptional regulation and development of regulatory T cells. Exp Mol Med. 2018 Mar 9;50(3):e456. doi: 10.1038/emm.2017.313.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

1. Mousset CM, Hobo W, Woestenenk R, Preijers F, Dolstra H, van der Waart AB. Comprehensive Phenotyping of T Cells Using Flow Cytometry. Cytometry A 2019;95:647-6.
2. Rodríguez-Perea AL, Arcia ED, Rueda CM, Velilla PA. Phenotypical characterization of regulatory T cells in humans and rodents. Clin Exp Immunol 2016;185:281-91.
3. Santegoets SJ, Dijkgraaf EM, Battaglia A i sur. Monitoring regulatory T cells in clinical samples: consensus on an essential marker set and gating strategy for regulatory T cell analysis by flow cytometry. Cancer Immunol Immunother 2015;64:1271-86.
4. MacDonald KN, Piret JM, Levings MK. Methods to manufacture regulatory T cells for cell therapy. Clin Exp Immunol 2019;197:52-63.

**NAZIV KOLEGIJA:** MOLEKULARNA BIOLOGIJA NEURODEGENERATIVNIH BOLESTI ( 151765)

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

dr. sc. Silva Katušić Hećimović, znan. savj., Institut „Ruđer Bošković“

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija**

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

Polje: Temeljne medicinske znanosti, Grana: Neuroznanost

(Projekti: Hrvatska zaklada za znanost (HrZZ) – IP-2016-06-2799 (2017-2021), naslov: Molekularni mehanizam neurodegeneracije u Niemann-Pickovoj bolesti tip C – neuroNiPiC; COGITO program, hrvatsko-francuski znanstvenoistraživački projekt (2019-2021), naslov: The molecular links between lipidome, brain vulnerability and apolipoprotein E)

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

Predavanja (10 sati), seminari (5 sati)

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:**

Cilj kolegija je stjecanje temeljnih znanja o molekularno-genetičkoj osnovi neurodegenerativnih bolesti te na primjerima nekoliko neurodegenerativnih oboljenja (kao npr. Alzheimerove bolesti, Parkinsonove bolesti, Huntingtonove bolesti i rijetke lizosomalne bolesti nakupljanja Niemann-Pick tip C) upoznati polaznike s različitim mehanizmima neurodegenerativnih oboljenja, genetičkoj i molekularnoj osnovi bolesti, animalnim modelima, molekularnim metodama otkrivanja bolesti, biomarkerima te razvojem novih metoda liječenja.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Ovaj kolegij će obraditi sljedeće tematske cjeline: 1) Kliničke, patološke i molekularno-genetičke osnove neurodegenerativnih bolesti: ova tematska cjelina će na primjerima nekoliko neurodegenerativnih oboljenja, kao što su Huntingtonova bolest, Alzheimerova bolest, Parkinsonova bolest i rijetka lizosomalna bolest nakupljanja Niemann-Pick tip C, razjasniti sličnosti i različitosti ovih bolesti vezano za patologiju bolesti, morfološke promjene mozga te mehanizam nastanka bolesti;

2) Genetika neurodegenerativnih bolesti: ova tematska cjelina će obraditi nove spoznaje o genetičkoj osnovi neurodegenerativnih bolesti i genetskim rizičnim čimbenicima, pri tom će se koristiti primjeri gore navedenih bolesti te će se razjasniti genetička osnova nasljednih i „sporadičnih“ oblika neurodegenerativnih bolesti kao i razlika između monogenetskih i kompleksnih oboljenja uključujući i metode koje se koriste za njihovo genetičko otkrivanje kao i otkrivanje još nepoznatih gena i/ili genetskih rizičnih čimbenika; 3) Molekularna i stanična biologija neurodegenerativnih bolesti: ova tematska cjelina će dati uvid u moguće mehanizme procesa neurodegeneracije te će na primjerima Huntingtonove, Alzheimerove i Parkinsonove bolesti razjasniti pretpostavljene hipoteze molekularne

osnove nastanka bolesti, objasniti će patološke promjene na razini stanice neurona te dati uvid u funkcije ključnih proteina; 4) Animalni modeli neurodegenerativnih bolesti: ova tematska cjelina će dati znanja o postojećim animalnim modelima neurodegenerativnih bolesti te o tome koliko pojedini životinjski modeli samo djelomično repliciraju određenu neurodegenerativnu bolest kao i o njihovoj primjeni u istraživanju novih oblika terapije ovih bolesti; 5) Biomarkeri neurodegenerativnih bolesti i njihova primjena: na primjerima Alzheimerove bolesti, Parkinsonove bolesti i Huntingtonove bolesti bit će opisani rezultati istraživanja biomarkera neurodegenerativnih bolesti i njihova primjena za točno i rano otkrivanje bolesti te za praćenje učinkovitosti novih oblika liječenja bolesti.

### **OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA**

Redovito pohađanje nastave, nakon svake tematske cjeline znanje će se provjeravati kolokvijem i seminarskim radom.

### **NAČIN POLAGANJA ISPITA**

Ispit će se polagati samo usmeno. U ocjenu će se uzeti u obzir i rezultati kolokvija i seminarskog rada.

### **OBAVEZNA LITERATURA:**

#### Knjige:

1. Chesselet M-F: Molecular Mechanisms of Neurodegenerative Disorders (2000) Humana Press.
2. Bear MF, Connors BW, Paradiso, MA: Neuroscience – Exploring the Brain, 2nd edition (2001) Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (PA).

#### Originalni znanstveni radovi:

1. Molinuevo JL, Ayton S, Batrla R, Bednar MM, Bittner T, Cummings J, Fagan AM, Hampel H, Mielke MM, Mikulskis A, O'Bryant S, Scheltens P, Sevigny J, Shaw LM, Soares HD, Tong G, Trojanowski JQ, Zetterberg H, Blennow K. Current state of Alzheimer's fluid biomarkers. *Acta Neuropathol.* 2018 Dec;136(6):821-853. doi: 10.1007/s00401-018-1932-x.
2. Pfeffer SR. NPC intracellular cholesterol transporter 1 (NPC1)-mediated cholesterol export from lysosomes. *J Biol Chem.* 2019 Feb 1;294(5):1706-1709. doi: 10.1074/jbc.TM118.004165.
3. Torres S, Balboa E, Zanlungo S, Enrich C, Garcia-Ruiz C, Fernandez-Checa JC. Lysosomal and Mitochondrial Liaisons in Niemann-Pick Disease. *Front Physiol.* 2017 Nov 30;8:982. doi: 10.3389/fphys.2017.00982.
4. Osorio C, Kanukuntla T, Diaz E, Jafri N, Cummings M, Sfera A. The Post-amyloid Era in Alzheimer's Disease: Trust Your Gut Feeling. *Front Aging Neurosci.* 2019 Jun 26;11:143. doi: 10.3389/fnagi.2019.00143.
5. Autophagy Dysfunction in Alzheimer's Disease: Mechanistic Insights and New Therapeutic Opportunities. Di Meco A, Curtis ME, Lauretti E, Praticò D. *Biol Psychiatry.* 2019 May 20. pii: S0006-3223(19)31375-7. doi: 10.1016/j.biopsych.2019.05.008.
6. Franco-Bocanegra DK, McAuley C, Nicoll JAR, Boche D. Molecular Mechanisms of Microglial Motility: Changes in Ageing and Alzheimer's Disease. *Cells.* 2019 Jun 25;8(6). pii: E639. doi: 10.3390/cells8060639.
7. Nair RR, Corrochano S, Gasco S, Tibbit C, Thompson D, Maduro C, Ali Z, Fratta P, Arozana AA, Cunningham TJ, Fisher EMC. Uses for humanised mouse models in precision medicine for neurodegenerative disease. *Mamm Genome.* 2019 Jun 15. doi: 10.1007/s00335-019-09807-2.

8. Essayan-Perez S, Zhou B, Nabet AM, Wernig M, Huang YA. Modeling Alzheimer's disease with human iPS cells: advancements, lessons, and applications. *Neurobiol Dis.* 2019 Jun 13;130:104503. doi: 10.1016/j.nbd.2019.104503.
9. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. *Lancet.* 2015 ;386(9996):896-912. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
10. Farfel-Becker T, Do J, Tayebi N, Sidransky E. Can GBA1-Associated Parkinson Disease Be Modeled in the Mouse? *Trends Neurosci.* 2019 Jul 6. pii: S0166-2236(19)30092-X. doi: 10.1016/j.tins.2019.05.010.
11. Vidyadhara DJ, Lee JE, Chandra SS. Role of the Endolysosomal System in Parkinson's disease. *J Neurochem.* 2019 Jul 9. doi: 10.1111/jnc.14820.
12. Sulzer D, Edwards RH. The Physiological Role of  $\alpha$ -Synuclein and Its Relationship to Parkinson's Disease. *J Neurochem.* 2019 Jul 3. doi: 10.1111/jnc.14810.
  13. Peng W, Minakaki G, Nguyen M, Krainc D. Preserving Lysosomal Function in the Aging Brain: Insights from Neurodegeneration. *Neurotherapeutics.* 2019 Jun 10. doi: 10.1007/s13311-019- 00742-3.
  14. Raikwar SP, Kikkeri NS, Sakuru R, Saeed D, Zahoor H, Premkumar K, Mentor S, Thangavel R, Dubova I, Ahmed ME, Selvakumar GP, Kempuraj D, Zaheer S, Iyer SS, Zaheer A. Next Generation Precision Medicine: CRISPR-mediated Genome Editing for the Treatment of Neurodegenerative Disorders. *J Neuroimmune Pharmacol.* 2019 Apr 23. doi: 10.1007/s11481-019- 09849-y.
15. Shacham T, Sharma N, Lederkremer GZ. Protein Misfolding and ER Stress in Huntington's Disease. *Front Mol Biosci.* 2019 Apr 3;6:20. doi: 10.3389/fmolb.2019.00020.

#### **DOPUNSKA LITERATURA**

1. Dawbarn D, Allen SJ: *Neurobiology of Alzheimer's disease.* , 1st edition (2001) Oxford University Press Inc., New York, NY.
2. Harper PS, Perutz M: *Glutamine repeats and neurodegenerative diseases. molecular aspects,* 1st edition (2001) Oxford University Press Inc., New York, NY.

**NAZIV KOLEGIJA: ODGOVOR STANICA NA GENOTOKSIČNE AGENSE (151766)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

dr. sc. Anamaria Brozović, znan. savj., Institut Ruđer Bošković

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

Biologija, Molekularna biologija (projekt „Određivanje ključnih molekula epitelno-mezenhimalne tranzicije kao mogućih ciljeva za terapiju raka jajnika“-IP-2016-06-1036)

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

7 sati predavanja, 4 sati seminara, 4 sati vježbi

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznavanje studenata s molekularnim mehanizmima koji se aktiviraju nakon izlaganja stanica genotoksičnim i negenotoksičnim agensima i njihovim učinkom na odabir terapije, te upoznavanje s metodama molekularne biologije koje se koriste u svrhu stjecanja znanja.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Izlaganje stanica genotoksičnim i negenotoksičnim spojevima može izazvati različite štetne učinke. Budući da je održavanje genoma i diobenog vretena ključno za preživljavanje stanica, one su tijekom evolucije razvile niz precizno reguliranih mehanizama kojima smanjuju takve učinke. Molekularne procese koji mogu utjecati na stanični odgovor, možemo podijeliti u dvije grupe: one koji se događaju uzvodno od oštećenja i oni koje se događaju nizvodno od njih. U prvu grupu spadaju: adhezija stanica, aktivacija membranskih transportera za unos i izbacivanje štetnih spojeva, glutation (kao zaštitna molekula i kao centralna molekula u redoks statusu stanica i modifikaciji aktivnosti signalnih puteva). Preživljenje stanica pomažu dvije signalne kaskade, a to su PI-3K/PKB i NF-kapaB kaskada. Bitnu ulogu imaju i različiti enzimatski sistemi za popravak oštećenja. Ako stanica ne uspije popraviti oštećenje, nastupa stanična smrt (nekroza, apoptoza i apoptozi slična stanična smrt, autofagija). Aktivnost ključnih molekula (u apoptozi: obitelji proteina p53, Bcl-2, kaspaze, njihovih inhibitora, a u apoptozi sličnoj staničnoj smrti i katepsini) je višestruko i vrlo precizno regulirana. Konačni ishod djelovanja toksičnog agensa ovisit će kako o samom agensu tako i o tipu stanica i staničnom kontekstu.

Ukratko, kolegij će obuhvatiti cijelu kaskadu događaja koji utječu na konačan ishod: od stanične adhezije, aktivnosti membranskih transportera, aktivnosti Rho GTPaza, glutationa, aktivacije i međuovisnosti signalnih kaskada, i popravka oštećenja, pa do aktivacije stanične smrti, uz navođenje molekularnih mehanizama kojima stanice mogu postati otporne na toksične agense. Nadalje, unutar kolegija posebna će se pažnja usmjeriti na primjenu znanja sadržaja ovog kolegija u personaliziranom pristupu liječenja onkoloških bolesnika i značenju tumora kao heterogene cjeline.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Pohađanje nastave, sudjelovanje u vježbama, seminarski rad

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Pismeno i usmeno



**OBAVEZNA LITERATURA:**

1. Köberle B., Tomicic M., Usanova S., Kaina B. (2010) Cisplatin resistance: Preclinical findings and clinical implications- Review. *Biochem. Biophys. Acta*, 1806:172-182.
2. Roos W.P., Bernd K. (2013) DNA damage-induced cell death: From specific DNA lesions to the DNA damage response and apoptosis. Mini-review. *Cancer Lett.* 332:237-48.
3. Dey A., Lane D.P., Verma C.S. (2010) Modulating the p53 pathway- Review. *Sem. Cancer Biol.* 20: 3–9.
4. Rodriguez-Nieto S., Zhivotovsky B.(2006) Role of Alterations in the Apoptotic Machinery in Sensitivity of Cancer Cells to Treatment Current Pharmaceutical Design, 2006, 12, 4411-4425.
5. Kelly G., Andreas Strasser (2011) The essential role of evasion from cell death in cancer. *Adv. Cancer Res.* 111: 39–96.
6. Circu M.L., Aw T.Y. (2010) Reactive oxygen species, cellular redox system and apoptosis. *Free Radic. Biol. Med.* 48: 749–762.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

1. Hanahan D., Weinberg R.A. (2011) Hallmarks of cancer: The next generation. *Cell* 144: 646-674.
2. Brozović, A., Majhen, D., Roje, V., Mikac, N., Jakopec, S., Fritz, G., Osmak, M., Ambriovic Ristov, A.:  $\alpha V\beta 3$  integrin mediated drug resistance in human laryngeal carcinoma cells is caused by glutathione dependent elimination of drug induced reactive oxidative species. *Mol. Pharmacol.* 74:1-9, 2008.
3. Čimbora-Zovko T., Fritz G., Mikac N., Osmak M.: Downregulation of RhoB GTPase confers resistance to cisplatin. *Cancer Lett.*, 295: 182-190, 2010.

**NAZIV KOLEGIJA: GLIKOBIOLOGIJA (151767)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Izv. prof. dr. sc. Olga Gornik, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, voditelj kolegija  
Izv. prof. dr. sc. Sanja Dabelić, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, suradnik  
Dr. sc. Toma Keser, viši asistent – znanstveni novak, znanstveni suradnik, suradnik

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

Biologija, Biokemija i molekularna biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

6 sati predavanja, 3 sata seminara, 6 sati vježbi

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:**

Tijekom posljednjih desetak godina glikologija se razvila u jednu od najprogresivnijih i najpropulzivnijih znanstvenih disciplina. Glikozilacije je ključna u brojnim fiziološkim i patofiziološkim procesima, od embrionalnog razvoja i međustaničnog prepoznavanja, do upalnih procesa i metastaziranja tumora. Nedavna analiza banke podataka poznatih proteina pokazala je da svega 0,7% jednostavnih membranskih proteina nije glikozilirano ili u kompleksu s nekim drugim glikoproteinom.

Nažalost, usprkos nedvojbenom značaju glikozilacije kao daleko najrasprostranjenije i najraznolikije posttranslacijske modifikacije, tijekom dodiplomskih studija na Farmaceutsko-biokemijskom, Prirodoslovno-matematičkom, te Medicinskom fakultetu o glikozilaciji se uči izuzetno malo. Ovaj kolegij zamišljen je kao kratka rekapitulacija osnovnih mehanizama i uloga glikozilacije u normalnom organizmu uz naglasak na promjene glikozilacije koje se javljaju kod različitih bolesti. Želja je studentima dati uvid u najnovije spoznaje te njihovu primjenu u dijagnostici.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

**Predavanja 1 i 2**

- glikokonjugati i njihova rasprostranjenost u organizmu
- informacijski kapacitet glikokonjugata, prepoznavanje šećer-protein i šećer-šećer
- biosinteze glikokonjugata (N- i O- glikozilirani proteini, glikolipidi)

**Predavanja 3 i 4**

- ključna uloga glikozilacije tijekom embrionalnog razvoja
- fiziološki normalne razlike u glikozilaciji (krvne grupe, polimorfizam glikoformi)
- uloga glikozilacije u upalnim procesima (selektini, proteini akutne faze, itd.)
- glikozilacija imunoglobulina i njezin značaj u razvoju bolesti (reumatoidni artritis, alergije)

## **Predavanja 5 i 6**

- dijagnostičko značenje glikozilacije
- glikokonjugati kao tumorski markeri
- utjecaj glikozilacije na farmakokinetiku rekombinantnih lijekova
- metode analize glikozilacije (HPAEC, HPLC, MS, lektini)

Najnovija saznanja o navedenim temama bit će pokrivena tijekom seminara, a praktični postupci će biti provedeni tijekom vježbi.

### **OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Osim pohađanja nastave, studenti će izraditi seminarski rad u pismenom obliku koji će prezentirati i usmeno (ocjena).

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Seminarski rad/usmeni ispit čine završnu ocjenu

### **DOPUNSKA LITERATURA:**

Essentials of Glycobiology. 3rd edition.

Varki A, Cummings RD, Esko JD, et al., editors.

Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2015-2017.

#### **Dostupno na:**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK310274/>

Znanstveni radovi koje studenti mogu dobiti od nastavnika.

<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> MOLEKULARNA PODLOGA POREMEĆAJA PONAŠANJA (151768)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Dubravka Hranilović, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> polje: temeljne medicinske znanosti, grana: neuroznanost
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (4 sata), vježbe (8 sati), seminari (3 sata)
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> 1) Objasniti studentima na koji se način poremećaji ponašanja svode na poremećaje u razvoju mozga i prijenosu živčanih informacija 2) Upoznati studente s načinima istraživanja molekularne podloge psihijatrijskih poremećaja u ljudskoj populaciji i na animalnim modelima, te kako se ta dva načina međusobno potpomažu 3) Prikazati studentima osnovne metode genotipizacije polimorfizama i statističke obrade dobivenih rezultata
<b>NASTAVNI SADRŽAJI</b> (5 nastavnih jedinica po 3 sata) <b>1. nastavna jedinica:</b> Predavanje: Poremećaji razvoja mozga i komunikacije među neuronima kao podloga poremećaja ponašanja: - električna i kemijska komunikacija između neurona i njezini poremećaji - razvoj mozga i njegovi poremećaji <b>2. nastavna jedinica:</b> Predavanje: Metode istraživanja molekularne podloge kompleksnih poremećaja: - istraživanja u ljudskoj populaciji: klasične genetičke studije, molekularno-genetičke studije - istraživanja na animalnim modelima: geni kandidati i analize vezanosti lokusa - alternativa genetičkim studijama: epigenetika, glikomika, mikrobiomika <b>3. nastavna jedinica:</b> Seminar: genotipizacija Vježbe: PCR, enzimska digestija <b>4. nastavna jedinica:</b> Vježbe: elektroforeza, analiza i obrada rezultata genotipizacije Seminar: statistički problemi i kako ih zaobići <b>5. nastavna jedinica</b> Seminarska izlaganja studenata: Na temelju znanstvenih radova iz područja, svaki student će pripremiti i izložiti najnovije spoznaje, kontroverze ili dileme vezane uz sadržaj obuhvaćen kolegijem.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA</b> prisustvovanje predavanjima, priprema i izlaganje seminarskog rada, praktični rad u laboratoriju
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA</b> Izlaganje seminara, dobiven rezultat praktičnog rada
<b>OBAVEZNA LITERATURA</b> Radni materijali koji će studentima biti podijeljen prije svakog predavanja
<b>DOPUNSKA LITERATURA</b> znanstveni radovi iz područja genetike i epigenetike poremećaja ponašanja

**NAZIV KOLEGIJA:** **EKSPERIMENTALNA I MOLEKULARNA NEUROFARMAKOLOGIJA (151769)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Dr. sc. Dubravka Švob Štrac, znanstveni suradnik, Laboratorij za molekularnu neurofarmakologiju, Zavod za molekularnu medicinu, Institut Ruđer Bošković

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:** **Biologija**

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** polje: temeljne medicinske znanosti, grana: neuroznanost

**OBLIK I SATI NASTAVE:** predavanja (4 sata), vježbe (5 sati), seminari (6 sati)

**ECTS BODOVI:**6

**CILJ KOLEGIJA:**

Cilj kolegija je studentima pojasniti kako se primjenom različitih neuropsihoaktivnih lijekova, te istraživanjem njihovih učinaka i mehanizama djelovanja mogu dobiti mnoge vrijedne informacije o normalnoj, kao i o poremećenoj moždanoj neurotransmisiji. U sklopu kolegija studentima će se predstaviti načini kojima neuropsihofarmaci mogu «popravlјati» postojeće poremećaje u prijenosu živčanih signala, te odabrani eksperimentalni modeli i metodološki pristupi koji se koriste u istraživanju neuropsihoaktivnih lijekova, kao i oni u kojima se ovi lijekovi upotrebljavaju kao korisno „oruđe“ u neurobiološkim istraživanjima.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Predavanja će se baviti temama:

kako djeluju neuropsihoaktivni lijekovi koji se koriste u liječenju poremećaja u živčanom prijenosu informacija koji mogu dovesti do pojave različitih neuroloških i psihijatrijskih bolesti

na kojim sve razinama u središnjem živčanom sustavu i na koje sve načine neuropsihofarmaci mogu "popravlјati" postojeći poremećaj neurotransmisije, te kako se njihovom primjenom došlo do pojedinih važnih spoznaja u neurobiologiji (primjeri odabranih bolesti i lijekova)

kako se primjenom neuropsihoaktivnih lijekova u različitim eksperimentalnim pristupima *in vitro* i *in vivo* mogu dobiti brojne strukturalne, morfološke, funkcionalne, biokemijske, molekularne, razvojne i mnoge druge informacije o središnjem živčanom sustavu

kako se farmakološkom manipulacijom mogu izazvati i/ili razlučiti različita ponašanja, kao i različiti modeli neuropsihijatrijskih i neurodegenerativnih bolesti (shizofrenija, depresija, anksioznost, ovisnost, Parkinsonova i Alzheimerova bolest, epilepsija, itd), te kako se takvi farmakološki modeli koriste u pronalaženju biokemijskih/molekularnih mehanizama povezanih sa specifičnim oblicima ponašanja, nastankom i etiologijom navedenih poremećaja, kao i za testiranje novih potencijalnih lijekova

Seminari: Svaki student će obraditi i izložiti neki od najnovijih znanstvenih radova iz tog područja.

Vježbe:

rad sa izabranim staničnim modelima u neurobiologiji (kultura neurona, rekombinantni receptori), tretiranje stanica lijekovima, praćenje promjena nakon primjene lijekova *in vitro* (npr. morfologije i proliferacije stanica, ekspresije glasnike RNA i proteina, itd.)

primjena neuropsihofarmaka *in vivo* i predstavlјanje pojedinih testova ponašanja koji se koriste za ispitivanje djelovanja lijekova (lokomotorna aktivnost, rota-rod, Porsoltov test, test zatrpavanja pikula, itd.)

tehnika vezivanja radioliganada (ligand binding) kojom se primjenom radioaktivno obilježenih lijekova mogu dobiti brojne informacije o neurotransmitorskim receptorima (broj, afinitet, funkcija, itd.) u mozgu

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

redovito prisustvovanje predavanjima, priprema i izlaganje seminarskog rada, pohađanje vježbi

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

usmeni ispit, na ocjenu utječe i izrada seminarskog rada

**OBAVEZNA LITERATURA:**

radni materijal koji će studentima biti podijeljen prije svakog predavanja

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Lacković Z. Neurotransmitori u zdravlju i bolesti. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1994.

Katzung B. G. Temeljna i klinička farmakologija. Medicinska naklada, Zagreb, 11. izdanje, 2011.  
odabrani revijski članci iz najnovije znanstvene literature

**NAZIV KOLEGIJA: BIOLOŠKI TEMELJI KOMUNIKACIJE (151770)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** prof.dr.sc. Anita Sujoldžić, Institut za antropologiju  
Suradnik: dr. sc. Olga Orlić, znan. sur., Institut za antropologiju

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** antropologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** 10 sati predavanja i 5 sati seminara

**ECTS BODOVI:** 6

**CILJ KOLEGIJA:** Kolegij predstavlja opći uvod o biološkoj podlozi komunikacije u kontekstu antropologije. Čovjeku kao biološkoj vrsti moć govora, kao općeljudska i samoljudska sposobnost, bitan je dio definicije Homo Sapiensa. Ova sposobnost je urođena psihofizičkim ustrojstvom čovjeka koje uključuje funkcioniranje ljudskog mozga i građu govornih organa. Glavne teme obuhvaćaju biološke temelje jezika, porijeklo i evoluciju jezika, promjene u jezicima i umiranje jezika, usvajanje jezika i jezične univerzalije.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Uvod u lingvističku antropologiju:

*Definicija, temeljna obilježja i funkcija jezika. Verbalna i neverbalna komunikacija*

Komunikacija životinja i ljudski jezik.

*Oblici komunikacije u drugim vrstama. Eksperimentalne studije s primatima.*

Fiziologija jezika i govora

*Govorni organi. Lateralizacija mozga. Neurolingvistika*

Jezik i evolucija.

*Teorije o porijeklu jezika.*

*Paralele između gena i jezika. Sinteze o evoluciji čovjeka. Jezična raznolikost.*

*Porijeklo raznolikosti. Kriteriji kategorizacije jezika.*

*Dinamičnost jezika, njihovo rađanje i umiranje. Jezik i biološka raznolikost.*

Usvajanje jezika

*Teorije o usvajanju jezika.*

*Biološke komponente. Faze jezičnog razvoja. Hipoteza o kritičnoj dobi.*

Jezične univerzalije

*Pojam univerzalne gramatike. Tipologija jezika. Univerzalna obilježja.*

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

-Seminarski rad i njegova oralna prezentacija

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Seminarski rad i usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Fitch, W.T. (2010) *The Evolution of Language*. Cambridge University Press.

Lieberman, P. (2000) *Human language and our reptilian brain*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tomasello, M. (2008) *Origins of Human Communication*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press

**DOPUNSKA LITERATURA:**

- Bickerton, D. (1990) *Language and Species*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Cavalli-Sforza, L. L. (2000) *Genes, Peoples and Languages*. Berkeley: University of California Press.
- Deacon, T.W. (1997) *The Symbolic Species. The Co-evolution of Language and Brain*. New York: Norton.
- Dessalles, J. (2007) *Why We Talk: The Evolutionary Origins of Language*. Oxford University Press.
- Dixon, R. M. W. (1997). *The Rise and Fall of Languages*. Cambridge/New York: Cambridge University Press.
- Dunbar, R. I. M. (1996) *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*. London: Faber & Faber.
- Givón, T. (2002) *Biolinguistics*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing.
- Jackendoff (2002) *Foundations Of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution*. Oxford University Press.
- Pinker, S. (1996) *The Language Instinct*. William Morrow and Company, Inc., New York.
- Palmer, G. B. Ruhlen, M. (1994) *The origin of language*. John Wiley & Sons, inc. New York.
- Savage-Rumbaugh, E. S. (1991) *Language learning in the bonobo: How and why they learn*. In N. A. Krasnegor, D. M. Rumbaugh, R. L. Schiefelbusch, R. L., & M. Studdert-Kennedy, (Eds.) *Biological and behavioral determinants of language development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stanford, C. (2001) *Significant others. The ape-human continuum and the quest for human nature*. New York: Basic Books.



**NAZIV KOLEGIJA: METODE KULTIVACIJE HUMANIH STANICA U DIJAGNOSTICI KROMOSOMSKIH I GENSKIH POREMEĆAJA (151750)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** Izv.prof. dr. sc. Feodora Stipoljev, dipl. ing., Klinička bolnica „Sveti Duh“

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:** Biologija

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

medicinske znanosti; područje biomedicine i zdravstva

znanstveno polje: temeljne medicinske znanosti,

grana: genomika i proteomika

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

predavanja (5 sati), vježbe (5 sati), seminari (5 sati)

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Cilj ovog kolegija je detaljno upoznavanje studenata s postavkama i metodama kultivacije humanih stanica u dijagnostičke svrhe, metodama klasične i molekularne citogenetske dijagnostike, te prenošenje informacija o najnovijim postignućima primjene kultivacijskih tehnika u kliničkoj praksi. Ovaj kolegij je većim dijelom zamišljen kao praktični rad studenata, gdje će se upoznati s načinima pripreme kromosomskih preparata iz kultura humanih stanica. Studenti će raspolagati osnovnim vještinama korištenja tehnika prenatalne i postnatalne dijagnostike u praksi. Studenti se potiču na razvijanje kritičkog razmatranja temeljnih postulata citogenetske dijagnostike.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Predavanja:

Dijagnostičke mogućnosti korištenja fetalnih stanica prenatalnoj dijagnostici (2P)

Postnatalna dijagnostika kromosomskih poremećaja; dijagnostika mikrodelecijskih i mikroduplicacijskih sindroma; primjena molekularne citogenetike kod obrade sterilnih i infertilnih parova (2P)

Dijagnostičke metode kultivacije kod višeplođnih trudnoća(1P)

Seminari:

Protokoli metoda kultivacije limfocita periferne krvi, plodove vode, spontanih pobačaja (2S)

Predimplantacijska dijagnostika i izolacija fetalnih stanica iz majčine krvi (1S)

Priprema seminarskih prezentacija: studenti će u skupinama prema temi voditelja kolegija pripremiti i izložiti power point prezentaciju o zadanoj temi (2S, zajedno)

Vježbe:

Procjene rizika dobivanja kromosomski i genetski abnormalnog ploda, tipovi i mehanizmi nasljeđivanja(2V)

Upoznavanje s radom citogenetskog laboratorija, metoda kultivacije, izrada kariograma, te interpretacije nalaza (3V)

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

prisustvovanje predavanjima, aktivno sudjelovanje u vježbama, priprema i izlaganje seminarskog rada

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

izrada seminarskog rada i izlaganje

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Michael Connor, Malcolm Ferguson-Smith. Essential medical genetics. Blackwell Science 2011 (6. izdanje).

R.J. McKinlay Gardner, Grant R. Sutherland. Chromosome abnormalities and genetic counseling. Oxford University Press 2011 (4. izdanje).

**DOPUNSKA LITERATURA:**

O:J: Miller, E. Therman. Human chromosomes. Springer-Verlag New York 2001 (4. izdanje).

**NAZIV KOLEGIJA: MEHANIZMI UROĐENE IMUNOSTI (151772)**

**AUTORI PROGRAMA:** Dr.sc. Krešo Bendelja, znan. sur., Centar za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji, Sveučilište u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biomedicina i zdravstvo; Temeljne medicinske znanosti; Imunologija i imunohematologija; Znanstveni projekt MZOŠ : Mehanizmi urođene imunosti u infekciji respiracijskim sincicijskim virusom /RSV/, 021-0212432-2439

**OBLIK I SATI NASTAVE:** UKUPNO 15 sati, Predavanja: 8 sati, Vježbe: 4 sata po grupi studenata, (maksimalno 3 studenata u grupi), Seminari: 3 sata

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Cilj ovog kolegija je upoznati studente s najnovijim spoznajama o mehanizmima urođene imunosti s posebnim naglaskom na njihovu ulogu u obrani od virusa i bakterija.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Tjedan, predavanja:

- Stanične i solubilne komponente urođene imunosti
- Uloga staničnih receptora u prepoznavanju antigena i aktivaciji mehanizama urođene imunološke reakcije
- Uloga adhezijskih molekula, citokina i kemokina u urođenoj imunosti

Tjedan predavanja:

- Uloga mehanizama nespecifične imunosti u razvoju specifične imunološke reakcije na viruse i bakterije

Tjedan predavanja:

Oštećenja i bolesti zbog nedostatne urođene imunosti Pasivna i aktivna imunoprofilaksa  
Modulacija mehanizama urođene i stećene imunološke imunoreakcije

Tjedan, seminari:

- Korištenje liganada toll-like receptora u pripravi cjepiva protiv virusnih i bakterijskih bolesti
- Terapijska vrijednost liganada toll-like receptora

Vježbe:

- Izolacija mononuklearnih stanica periferne krvi na gradijentu gustoće korištenjem Ficoll-Hypack®
- Stimulacija ligandima toll-like receptora i kratkotrajna inkubacija izoliranih mononuklearnih stanica *in vitro*
- Obilježavanje površinskih i unutarstaničnih receptora te citokina specifičnim monoklonskim antitijelima konjugiranim odgovarajućim fluorokromima
- Analiza stanica na protočnom citometru

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Seminarski radovi

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Pismeno

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Charles A. Janeway Jr Immunobiology, Immune system in health and disease, 6<sup>th</sup> edition 2005, Garland Science Publishing

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Thomas J. Kindt, Barbara A. Osborne, Richard A. Golds Kuby Immunology, 6<sup>th</sup> edition, 2006, W.H. Freeman & Company

Mark W. Tak and Mary E. Saunders The Immune Response: Basic and Clinical Principles, 2006, Elsevier Academic Press

Stefan Bauer and Gunther Hartmann (editors) Toll-like Receptors (TLRs) and Innate Immunity (Handbook of Experimental Pharmacology), 2006, SpringerPublishingComp.

**NAZIV KOLEGIJA: IMUNOBIOLOGIJA CJEPIVA (151773)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

dr. sc. Dubravko Forčić, znan. savj., Imunološki zavod d.d., Zagreb

dr. sc. Krešo Bendelja, znan. sur., Centar za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji, Sveučilište u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biomedicina i zdravstvo; Temeljne medicinske znanosti; Imunologija i imunohematologija;

**OBLIK I SATI NASTAVE:** ukupno 15 sati, predavanja 10, seminari 5

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:**

Svrha je ovog predmeta da upozna studente s ključnim principima razvoja novih cjepiva kao i s ključnim znanstvenim područjima u biotehnologiji

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

TJEDAN, predavanja

Interakcije između patogena i domaćina: Urođena i stečena imunost u prirodnim infekcijama i nakon dragovoljne imunizacije.

Cjepiva: Mehanizmi, oblikovanje i primjene

Patogeneza i patologija oboljenja koja se preveniraju cijepljenjem; povezanost s nuspojavama

Animalni modeli

TJEDAN, predavanja

Imunosustav sluznica: novi pristupi u razvoju cjepiva protiv mukoznih patogena

Biološka terapija: Razvoj nove generacije cjepiva za terapiju upalnih, autoimunskih i malignih bolesti

TJEDAN, seminari

Postgenomski pristup (gensko sekvenciranje, transkriptomika, proteomika, analiza protein- protein interakcija).

Nova podjedinčna cjepiva

Adjuvantni (npr. aluminijevi spojevi, IFA, CpG motivi, citokini)

4. TJEDAN, seminari

Pretkliničko testiranje neškodljivosti kandidata za cjepiva – smjernice i zahtjevi

Priprema dokumentacije za predregistraciju kandidata za nova cjepiva

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Prisutnost na predavanjima i aktivno sudjelovanje u seminarima, samostalno pretraživanje literature u knjižnicama i učenje izvan nastave, te usmeno i pisano ispunjavanje obveza

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** pismeno

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Immunobiology: the immune system in health and disease /Charles A. Janeway Jr., Paul Travers, Mark Walport, Mark J. Shlomchik (eds.), 8<sup>th</sup> ed., Garland Science Publishing, 2011

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Tekući volumeni časopisa:

Nature Medicine, Nature Immunology, Nature Rev Immunol, Science, Lancet, Curr Opin Immunol, New Engl J Med, Vaccine, J Infect Dis, Biologicals i drugi

<b>NAZIV KOLEGIJA: RAZVOJ I DIFERENCIJACIJA LIMFOCITA T (151774)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Mariastefania Antica, znan. savj., Institut Ruđer Bošković
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Imunologija Molekularne interakcije u diferencijaciji limfocita (Br. Zn. Projekta MZOŠ: 098-0982913-2332)
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja (8 sati), seminari (3 sata) i vježbe (4 sata)
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Predmet Razvoj i diferencijacija limfocita T (M. Antica) omogućit će polaznicima kritično praćenje i interpretaciju objavljenih znanstvenih radova iz područja molekularne biologije razvoja limfocita iz stanica matica krvi. Također, praktične vježbe omogućit će polaznicima korištenje specifičnih metoda kao što su izolacija i uzgoj hematopoetskih stanica, imunosno obilježavanje stanica protutijelima, magnetsko izdvajanje subpopulacija stanica, mjerenje ekspresije raznih membranskih i unutarstaničnih molekula te mjerenje apoptoze protočnom citometrijom.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Obilježja i osobine ishodišnih hematopetskih stanica matica i epitelnih matičnih stanica, Molekularne promjene koje reguliraju razvoj i diferencijaciju imunokompetentnih limfocita, Usmjerene matične stanice limfocita i njihove osobine, Razvoj timusa i epitelnih stanica Transkripcijska kontrola razvoja limfocita, Preslaganje gena i nastanak raznolike specifičnosti u limfocita T, Protočna citometrija i sortiranje stanica pomoću fluorescencije (FACS)
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Domaće zadaće uključuju obradu znanstvenih članaka koji imaju veliko značenje za razumijevanje mehanizama razvoja limfocita
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Pismeni i usmeni ispit te uspješnost seminara i domaćih zadaća
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> 1. Immunobiology: The Immune System in Health and Disease, Izdavač: Garland publishing 2018 Autori: Charles Janeway, Paul Travers, Mark Walport, Mark Shlomchik

**NAZIV KOLEGIJA: IMUNOBIOLOGIJA STRESA (151775)****AUTOR(I) PROGRAMA:**

dr. sc. Katja Gotovac, viša zn. sur., Hospira Zagreb d.o.o., Pfizer

dr.sc. Anđelko Vidović, viši znan. sur., KB Dubrava, Zagreb;

dr. sc. Krešo Bendelja, znan. sur., Centar za istraživanje i prijenos znanja u biotehnologiji, Sveučilište u Zagrebu

Suradnici: dr.sc. Ela Kosor Krnić, Istraživački institut Glaxo, Zagreb

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM**

**KOLEGIJEM:** temeljne medicinske znanosti, imunologija i imunohematologija

(projekt 021-0212432-2434: Psihološki faktori u modulaciji imunoreaktivnosti)

**OBLIK I SATI NASTAVE:** predavanja (6), seminar (5), vježbe (2)

**ECTS BODOVI:** 6

**CILJ KOLEGIJA:** Prikazati aktivnost imunostava u kontekstu održavanja homeostaze kroz funkcionalne interakcije sa živčanim i endokrinim sustavom te utjecaj stresa (akutnog i kroničnog) na te interakcije.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Biološki koncept imunostava (modeli opasnosti i održavanja integriteta); Molekularni aspekti stresa, (stres na staničnoj razini, "heat shock" proteini, modulacija imunoreakcije); Vrste stresora (fizički, psihički, akutni, kronični) i oblikovanje odgovora; Fiziološki mehanizmi stresnih reakcija: utjecaj stresa na funkcije imunostava (recirkulacija imunocita, Th1/Th2 ravnoteža, efektorske funkcije – fagocitoza, citotoksičnost, humoralni i stanični odgovor na cjepiva, aktivacijski status i reaktivnost trombocita), na vegetativne funkcije (puls, tlak, provodljivost kože, frekvencija disanja, tjelesna temperatura) i na središnji živčani sustav (reakcije ponašanja, citokini kao modulatori immuno-neuro- endokrinih interakcija); Koncept alostaze i alostatskog opterećenja (alostatski indeks): promjene reaktivnosti stresnog sustava, patološki učinci stresa (kardiovaskularne, autoimunosne, maligne i psihičke bolesti – anksioznost, depresija, PTSP).

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

seminarski i praktični rad

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** test

**OBAVEZNA LITERATURA:**

M. Boranić i sur.: Psihoneuroimunologija, Školska knjiga, Zagreb 2007 (u tisku)

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Psychoneuroimmunology, volume 1 and 2. Ader R, Felten DL, Cohen N (eds) Third Edition, Academic Press 2001.

Sabioncello A, Gotovac K, Vidović A, Gagro A, Markotić A, Rabatić S, Dekaris D: The immune system under stress. *Period biol* 106:317-323, 2004.

Drugi izabrani noviji revijski prikazi



<b>NAZIV KOLEGIJA: EKOLOGIJA I TAKSONOMIJA FITOPLANKTONA MORA (151776)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Izv. prof. dr. sc. Zrinka Ljubešić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja, seminari, vježbe (7+8+0)
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznavanje s primarnim producentima u moru, njihovom osnovnom strukturom, funkcijom i interakcijama u ekosustava
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Biologija, anatomija i taksonomska klasifikacija fitoplanktona. Metode taksonomskih istraživanja. Struktura zajednica, raspodjela fitoplanktona u prostoru i sezonalnost. Metode istraživanja na terenu Uloga fitoplanktona u trofičkim, regeneracijskim i biogeokemijskim odnosima. Uloga u stvaranju otopljene i suspendirane organske tvari (detritus, makroagregati) i povezanost s mikrobnim krugom. Gustoća populacija, biomasa fitoplanktona, brzina produkcije. Analitičke metode i ekološka interpretacija. Korištenje računskih grafičkih programa u istraživanju prostorne i vremenske raspodjele fitoplanktona i odgovarajućih abiotičkih čimbenika. Regulacija raspodjele fitoplanktona. Fizičko-kemijski čimbenici: hranjive tvari, svjetlost, morske struje (frontalni sustavi, uzdizanje dubinske vode prema površini i tonjenje vodenih masa, kružne struje). Biotički čimbenici razvoja i raspodjele fitoplanktona. Fitoplankton i eutrofikacija Primjeri iz svjetske literature i iz Jadrana.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Obvezno aktivno sudjelovanje na predavanjima, seminarima i izradi domaćih zadataka
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Pismeno testiranje po završetku blok predavanja i ocjena seminara
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Kirchman, D.L., 2000: Microbial ecology of the oceans. Wiley-Liss, New York. Livingston, R.J., 2001: Eutrophication processes in coastal systems. Origin and succession of plankton Viličić, D. 2014: Ecology and composition of phytoplankton in the Adriatic Sea., Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Separati iz znanstvenih časopisa

<b>NAZIV KOLEGIJA: BIOLOŠKA KLASIFIKACIJA SLATKIH VODA I FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA ZAJEDNICA (151777)</b>
<b>AUTORI PROGRAMA:</b> izv. prof. dr. sc. Ines Radanović, izv. prof. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija, prof. dr. sc. Maria Špoljar, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija; Ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja, seminar i praktične vježbe (0+5+10)
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznavanje s biološkom klasifikacijom slatkovodnih ekosustava te rasporedom i funkcionalnom organizacijom biocenoza. Primjena metoda određivanja funkcionalnih prehrambenih skupina i njihovih horizontalnih i vertikalnih promjena u lotičkim i lentičkim ekosustavima.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Geološki, hidrološki i klimatski čimbenici u evoluciji bioraznolikostiu vodenim ekosustavima. Podrijetlo slatkovodnih životinja. Brojnost vrsta u europskoj limnofauni. Permanentna i temporalna fauna voda na kopnu. Primarni, sekundarni i tercijarni ekološki čimbenici prostornog rasporeda i sezonskih fluktuacija u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu akvatičkih zajednica. Složenost funkcionalne organizacije zajednica i ekološka uvjetovanost njezinih prostornih i vremenskih promjena u tekućicama i stajaćicama. Gradijent prostornih promjena fizikalnih, kemijskih i biocenotičkih čimbenika u stajaćicama i tekućicama. Alohtoni i autohtoni izvori hrane. Funkcionalne hranidbene skupine primarnih konzumenata herbivornog i detritivnog tipa u tekućicama: usitnjivači, konzumenti perifitona i sakupljači; u stajaćicama: detritivori, bakteriovori, filtratori različitih veličinskih frakcija nanofitoplanktona i mrežnog fitoplanktona. Predacija u planktonu i bentosu akvatičkih ekosustava. Klasifikacijski sustavi ocjena ekološkog stanja u skladu s europskim direktivama. Biološki elementi kakvoće i indeksi/pokazatelji ekološkog stanja.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Pohađanje nastave. Studenti će iznositi objašnjenja problemskih pitanja i u pisanom obliku predati ih prije ispita. Na praktičnim vježbama studenti će analizirati različite biološke uzorke nakon čega se očekuje rasprava o dobivenim rezultatima. Na osnovu postojećih baza podataka koristit će odgovarajuće programske pakete za izračun indeksa/pokazatelja i omjera ekološke kakvoće.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Završna evaluacija temeljit će se na postignućima studenta tijekom nastave i rezultata završnog ispita
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Dodds, W. K., 2002: Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications. Academic Press, San Diego. Hauer, F. R., Lamberti, G. A. 2006: Methods in Stream Ecology, Academic Press, San Diego. Kalff, J., 2002: Limnology. Inland Water Ecosystems. Prentice Hall, New Jersey. Lampert, W., Sommer, U., 2007: Limnology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Recentni znanstveni radovi

<b>NAZIV KOLEGIJA: INVAZIVNE BILJKE (181227)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Božena Mitić i prof. dr. sc. Sven Jelaska
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija / Ekologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Botanika/Ekologija
<p><b>OBLIK I SATI NASTAVE: 8+5+2</b></p> <p>8 sata predavanja</p> <p>5 sati terenske nastave (2 x 2,5 sata)</p> <p>2 sata seminara</p>
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s problemom i učincima invazivnih biljaka te načinima pristupanja rješavanju istog, na globalnom, regionalnom i nacionalnom nivou.
<p><b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b></p> <p><b>Predavanja:</b> Uvod - definicije (autohtone vrste, alohtone vrste, invazivne vrste, kriptogenične vrste itd.); problemi standardizacije terminologije i kriterija. Povijesni pregled istraživanja invazivnih biljaka. Baze podataka o invazivnim vrstama. Putevi i načini širenja. Invazivne vaskularne biljke (globalne, regionalne i nacionalne). Učinci invazivnih biljaka (ekološki učinci, utjecaj na biološku raznolikost, socio - ekonomski učinci, primjeri iz prakse...). Mogućnosti uništavanja i gospodarenja invazivnim vrstama, metode kontrole i prevencije. Zakonska regulativa (stanje u svijetu s posebnim osvrtom na stanje u Hrvatskoj i okolnim zemljama).</p> <p><b>Terenska nastava:</b> Upoznavanje izabranih invazivnih biljaka i njihovog ekološkog učinka, tijekom dva kraća terenska izlaska na području grada Zagreba ili okolice ili nekog dijela kontinentalne Hrvatske.</p> <p><b>Seminari:</b> Izlaganje studenata na unaprijed dogovorenu temu.</p>
<p><b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b></p> <p><b>Pohađanje nastave</b></p> <p><b>Seminarski rad</b></p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b></p> <p><b>Pismeni ispit</b></p> <p><b>Usmeni ispit</b></p>
<p><b>OBAVEZNA LITERATURA:</b></p> <p>Mitić B., Jelaska S: Invazivne biljke. Predavanja (CD i/ili On-line).</p> <p>Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014): Flora Hrvatske – Invazivne biljke. Alfa d.d. (u tisku).</p>

Lockwood J.L., Hoopes M.F., Marchetti M.P. (2007): Invasion Ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

Richardson D.A., ur. (2011): Fifty Years of Invasion Ecology. Wiley-Blackwell, Chichester.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

**Pyšek, P., Prach, K., Rejmanek, M., Wade, M. (1995): Plant invasions. SPB Academic Publishing, Amsterdam.**

**Rotherham I.D., Lambert R.A., ur. (2013): Invasive and introduced plants and animals. Human perceptions, attitudes and approaches to management. Routledge, New York.**

<http://hirc.botanic.hr/fcd/>

<http://www.issg.org/database/welcome/>

<http://www.europe-aliens.org/>

<b>NAZIV KOLEGIJA: ALGE U BIOLOŠKOJ VALORIZACIJI SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA (151870)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA: Izv.prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> polje Biologija, grana Ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE: Predavanja 10 sati, Seminarski rad 5 sati</b>
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Znanstvenoistraživačka i stručna edukacija visokoobrazovanih studenta za njihovo samostalno ovladavanje suvremenim metodama klasifikacije i determinacije slatkovodnih alga, razumijevanje i interpretaciju prostorne i vremenske rasprostranjenosti i značaja u alga u ekosustavima. Aktivnim pripremanjem i aktivnim sudjelovanjem u predavanjima te praktičnim i samostalnim radom student će ovladati aplikativnim znanjem. Razviti sposobnost studenta za postavljanje, razumijevanje i kreativno rješavanje problemskih zadataka, načela i teorija, prepoznavanja i primjenjivosti mjeriteljskih postupaka u praksi, samostalnost i kreativnost u praktičnim i generičkim vještinama vezanim uz područje rada. Stjecanje iskustva u planiranju, postavljanju i izvođenju istraživanja i pokusa, obradi podataka i analizi i interpretaciji dobivenih rezultata.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>Predavanja:</b> Priprema i organizacija terenskog rada i laboratorijskih analiza u svrhu istraživanja alga u lotičkim i lentičkim biotopima; Trofičke interakcije i uloga algi u hranidbenim mrežama, protjecanju energije i kruženju materije; Sastav, brojnost, biomasa, rasprostranjenost i biocenotička raznolikost u slatkovodnim ekosustavima; Biomonitoring; Kakvoća slatkih voda i metodologija određivanja omjera ekološke kakvoće korištenjem fitoplanktona i fitobetosa kao bioloških elemenata; Eutrofikacija; Razvoj molekularnih alata za biološku procjenu vodenih ekosustava; Biomonitoring nove generacije i integracija okolišne DNA i metabarkodiranja u biološkoj procjeni ekološkog stanja vodenih ekosustava. <b>Seminari:</b> Metode rada koji se koriste u limnološkim istraživanjima fitoplanktona i fitobetosa; Laboratorijske obrade materijala; Taksonomija i ekologija vs. metabarkodiranje i molekularna ekologija; Softvera za analizu rezultata i bioinformatika; Implementacija okvirna direktive o vodama; Biomonitoring; Eutrofikacija-uzroci, mehanizmi, posljedice i predvidljivost; Postavljanje problemskog zadatka, provedba, obrada materijala, analiza i interpretacija rezultata pri istraživanju algi i njihovom korištenju u biološkoj valorizaciji slatkih voda.

**Ishodi učenja, kompetencije, znanja i vještine** koje studenti stječu očituju se u:

- (i) razvijanju novih praktičnih vještina koje predstavljaju podlogu za uspješno nadograđivanje u budućem istraživačkom radu,
- (ii) razumijevanju i praktičnoj primjeni intraspecijskih i interspecijskih međudnosa alga i ostalih organizama u različitim tipovima voda na kopnu te razumijevanju biogeokemijskih procesa na svim višim trofičkim razinama
- (iii) stjecanju iskustva u samostalnom zaključivanju na polju ekologije,
- (iv) napredovanju znanstvenog razmišljanja i zauzimanja kritičkog stava,
- (v) praćenju modernih koncepata u biologiji općenito, svijest o raznolikosti i promjenjivosti organizama.
- (vi) dobivanje šire slike o strukturi i dinamici razvoja algi kao odgovor na okolišne uvjete u vodenim ekosustavima
- (vii) samostalnost rada u laboratoriju, iskustvo u planiranju i izvođenju istraživačkog rada uz iskustvo u uzajamnom djelovanju u znanstveno složenom okruženju.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Samostalna izrada, obrada i interpretacija problemskog zadatka

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Wetzel R.G. (2001) Limnology, Third Edition: Lake and River Ecosystems, Academic Press

Allan J. D. i Castillo M.M. (2007) Stream Ecology Structure and function of running waters Second Edition, The University of Michigan, Ann Arbor, MI, U.S.A.

Taberlet P., Bonin A., Zinger L. and Coissac L. (2018) Environmental DNA: For Biodiversity Research and Monitoring Oxford Univ Pr, UK

Lampert W., Sommer U (2007) Limnoecology - The Ecology of Lakes and Streams (2nd Edition). Oxford University Press

**NAZIV KOLEGIJA: EKOLOGIJA BESKRALJEŠNJAKA VODENIH EKOTONA (151778)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Prof. dr. sc. Sanja Gottstein, Prirodoslovno-matematički fakultet  
Prof. dr. sc. Ivančica Ternjej, Prirodoslovno-matematički fakultet  
Prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević, Prirodoslovno-matematički fakultet

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** biologija, ekologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** seminari 9 sati, vježbe 6 sati (ukupno 15 sati nastave)

**ETCS bodovi:** 6

**OČEKIVANI ISHODI UČENJA:**

1. razumijevanje teorijskih konceptualnih modela važnih za istraživanje ekologije beskralješnjaka vodenih ekotona;
2. primjena okvira potrebnog za procjenu određenog ekotonskog stanišnog tipa i njihovih zajednica;
3. utvrđivanje i objašnjavanje odnosa između resursa vodenih životinja i fizičkog okoliša u vodenim ekotonima;
4. mogućnost kritičke procjene ugroženosti raznih vodenih ekotona;
5. procjena pristupa i dostupnih alata za rješavanje pitanja zaštite i/ili revitalizacije vodenih ekotona
6. organiziranje i vođenje zaštite vodenih ekotonskih krajobraza

**CILJ KOLEGIJA:** Osnovni cilj kolegija je stjecanje bazičnih znanja o vodenim ekotonima kao značajnim prijelaznim sustavima. Cilj kolegija bazira se na usvajanju znanja o obilježjima zajednica i interakcijama podzemnih i nadzemnih vodenih staništa na području kontakta dva ekosustava, te raznolikosti vrsta. Tome će pridonijeti stjecanje teorijskih znanja i općih principa i koncepcija ekologije vodenih beskralješnjaka u različitim vodenim ekotonskim sustavima.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

**Teme seminarskih radova:**

1. Koncepti ekotonskih sustava na primjeru slatkovodnih ekotona
2. Ekološke interakcije podzemnih i nadzemnih voda - Slaz slatkovodnog i morskog okoliša na primjeru anhalinih špilja
3. Ekološke interakcije podzemnih i nadzemnih voda - Slatkovodni veslonošci i rašljoticalci: ekologija, evolucija, metode istraživanja
4. Ekološke interakcije podzemnih i nadzemnih voda - Vodeni dvokrilci: ekologija i biologija, metode istraživanja
5. Litoral jezera kao zona tranzicije: ekotonska struktura zajednica makroskopskih beskralješnjaka
6. Molekularno-filogenetski odnosi vrsta u vodenim ekotonima
7. Biogeografski aspekti vodenih beskralješnjaka ekotonskih sustava - Taksonomija, biološka raznolikost, zoogeografija i problemi zaštite veslonožaca i rašljoticalaca
8. Krenobiocenoze i hiporeos kao ekotonske zajednice ovisne o podzemnim vodama
9. Znanstvena osnova strukture i principa zaštite vodenih ekotona

**Teme vježbi:**

1. Metodologija terenskih istraživanja vodenih ekotonskih zajednica
2. Metodologija laboratorijskih istraživanja ekotonskih vodenih beskralješnjaka (taksonomski problemi, molekularno-filogenetska istraživanja, filogeografija)
3. Organizmi i fizički uvjeti okoliša – kvantificiranje ekotonske zakonitosti i utvrđivanje optimalne konfiguracije staništa za povišenje ukupne abundancije vrsta (ekološke simulacije)
4. Primjena programskih alata u procjeni sličnosti i raznolikosti zajednica slatkovodnih ekotona (Primer)
5. Životni izazovi i strategije razvoja beskralješnjaka slatkovodnih ekotona
6. Mehanizmi procjene i praćenja ugroženih vrsta ekotonskih staništa slatkih voda

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Svaki student odabire jednu temu seminara i priprema ju u obliku originalnog znanstvenog rada na minimalno 15 stranica i brani ga u obliku usmenog izlaganja. Student izlaže seminar 10 minuta u obliku PowerPoint prezentacije + 5 minuta rasprave.

Svaki student mora biti barem na jednom terenskom istraživanju i povezanom praktičnom radu koji bi trebao biti završen u obliku PRIMER worksheet.

Ciljevi Ph.D projekata su analize posljedica dinamike vodenih ekotonskih krajobraza i strukture zajednica u programu Microsoft Excel. Studenti će završiti izvještaj laboratorijske prakse u program Word.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Uspješno završeni projekt (30 %), terenski rad i laboratorijske analize (20 %), vrednovanje seminarskog rada i usmeno izlaganje (30 %), završni pismeni ispit (20%).

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Cunningham-Minnick, M. J., Meyer, T. B., Thomas O. C. 2019 Shifts in dragonfly community structure across aquatic ecotones, *International Journal of Odonatology*, DOI: 10.1080/13887890.2019.1615006

Gibert, J., J. Mathieu and F. Fournier, 1997. *Groundwater/Surface Water Ecotones: Biological and Hydrological Interactions and Management Options (International Hydrology Series)*. Cambridge University Press, str. 1-246.

Moseley, M. 2010. Are all caves ecotones? *Cave and karst science* 36 (2), 2009: 53-58.

Samways, M. J., Stewart, A. B. 1997. An aquatic ecotone and its significance in conservation. *Biodiversity and Conservation*, 6: 1429-1444.

Thorp, J. H. 2015. Chapter 4. Functional Relationships of Freshwater Invertebrates. In: J. H. Thorp, D. Ch. Rogers (eds) *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition)*. Academic Press, p. 65-82.

Yarrow, M. M., Salthe, S. N. 2008. Ecological boundaries in the context of hierarchy theory. *BioSystems*, 92: 233-244.



### **Dodatna literatura:**

- Bohonak A.J. & D.G. Jenkins, 2003. Ecological and evolutionary significance of dispersal by freshwater invertebrates. *Ecology Letters*, 6: 783–796.
- Čmrlec, K., Ivković, M., Šemnički, P. & Z. Mihaljević, 2013. Emergence phenology and microhabitat distribution of aquatic Diptera community at the outlets of barrage lakes: effect of temperature, substrate and current velocity. *Polish Journal of Ecology*, 61 (1): 1-30.
- Dole-Olivier M. J., D.M.P.Galassi, P.Marmonier & M. Creuzed Des Chatelliers, 2000. The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology*, 44: 63-91.
- Forbes, A.G., Yerkes, K. 2008. Ecotone: Nutrient Dynamics and the Emergent Behaviour of Ecological Agents. *Associations for the Advancement of Artificial Intelligence*, 1-5 ([www.aaai.org](http://www.aaai.org)).
- Gosz, J.R. 1993. Ecotone hierarchies. *Ecological Applications* 3: 369-376.
- Gottstein Matočec, S. (ur.), Bakran-Petricioli, T., Bedek, J., Bukovec, D., Buzjak, S., Franičević, M., Jalžić, B., Kerovec, M., Kletečki, E., Kralj, J., Kružić, P., Kučinić, M., Kuhta, M., Matočec, N., Ozimec, R., Rađa, T., Štamol, V., Ternjej, I. & N. Tvrčković 2002. An overview of the cave and interstitial biota of Croatia. *Natura Croatica* 11 (Suppl. 1): 1-112.
- Gottstein Matočec, S. (ur.), Ozimec, R., Jalžić, B., Kerovec, M., Bakran-Petricioli, T. 2002. Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske. *Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb*, str. 1-82.
- Gottstein, S. 2010. Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema direktivi o staništima EU. *Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb*, str. 1-99.
- Gottstein, S., Ivković, M., Ternjej, I., Jalžić, B., Kerovec, M. 2007. Environmental features and crustacean community of anchihaline hypogean waters on the Kornati islands, Croatia. *Marine Ecology*, 28 (Suppl. 1): 24-30.
- Havel J.E. & J. B. Shurin, 2004. Mechanisms, effects, and scales of dispersal in freshwater zooplankton. *Limnology & Oceanography*, 49 (4, 2): 1229–1238.
- Moseley, M. 2010. Are all caves ecotones? *Cave and karst science* 36 (2), 2009: 53-58.
- Resh V.H. & Rosenberg D.M. 1984. *The ecology of aquatic insects*. Praeger, New York, str. 1-624.
- Risser P.G. 1995. The status of the science examining ecotones. *BioScience*, 45: 318-325.
- Santer, B. 1998. Life cycle strategies of free-living copepods in fresh waters. *Journal of Marine Systems* 15: 327–336.
- Šemnički, P., Previšić, A., Ivković, M., Čmrlec, K. & Z. Mihaljević, 2012. Tufa Barriers from a Caddisfly's Point of View: Streams or Lake Outlets? *Internat. Rev. Hydrobiol.* 97(6): 465-484.
- Wilkens, H., Culver, D. C., Humphreys, W. F. (ur.) 2000. *Subterranean Ecosystems*. *Ecosystems of the World* 30. Elsevier, Amsterdam, str. 1-791.

**NAZIV KOLEGIJA: INVAZIVNE VRSTE SLATKOVODNIH BESKRALJEŠNJAKA (151779)****AUTOR(I) PROGRAMA:**

Izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

prof. dr. sc. Ivana Maguire, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Polje: Biologija Grana: Ekologija, Zoologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

Predavanja: 0 Vježbe: 10 Seminar: 5

**ECTS BODOVI: 6****CILJ KOLEGIJA:**

Cilj kolegija je upoznati studente s invazivnim vrstama slatkovodnih beskralješnjaka te njihovim ekološkim i socio-ekonomskim učincima.

Izradom manjih projektnih zadataka kandidati će naučiti samostalno planirati i provoditi istraživanja te rezultate i zaključke predočiti ostalim polaznicima kolegija (kroz seminare i radionice).

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Autohtone vrste, alohtone vrste, invazivne vrste, kriptične vrste. Povijesni pregled. Vektori širenja. Invazivne vrste mekušaca. Invazivne vrste rakova. Invazivne vrste ostalih beskralješnjaka. Ekološki učinci. Socio-ekonomski učinci. Metode kontrole i upravljanja invazivnim vrstama (menadžment). Zakonska regulativa.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Redovito pohađanje nastave, izrada seminarskih radova i manjih projektnih zadataka (radionica).

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Srednja ocjena iz pismenog ispita, seminarskih radova i zadanog projektnog zadatka. Usmeni ispit za studente koji žele odgovarati za višu ocjenu.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

- Leppäkoski, E., Gollasch S., Olenin, S. (2003): Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 583 str.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

- Elton, C. (2000): The Ecology of Invasions by Animals and Plants. University of Chicago Press, Chicago, 196 str.
- Lockwood, J., Hoopes, M., Marchetti, M. (2006): Invasion Ecology. Blackwell Publishing Limited, London. 304 str.
- Mackie, G. L., Claudi, R. (2009): Monitoring and Control of Macrofouling Mollusks in Fresh Water Systems, Second Edition. CRC Press, Boca Raton, FL, 508 str.
- Mooney, H., Richard, J., Hobbs, R. J. (2000): Invasive Species in a Changing World. Island Press. Washington D.C., 384 str.
- Mooney, H. A., Mack, R. N., McNeely, J. A. Neville, L. E., Schei, P. J., Waage, J. K. (2005): Invasive Alien Species: A New Synthesis. Island Press, Washington D.C., 368 str.
- Ruiz, G. M., Carlton, J. (2005): Invasive Species: Vectors And Management Strategies. Island Press. Washington D.C., 484 str.
- Sax, D. F., Stachowicz, J. J., Gaines S. D. (2005): Species Invasions: Insights into Ecology, Evolution, and Biogeography. Sinauer Associates Inc. Sunderland, 495 str.

Internetske stranice:

<http://www.issg.org/> <http://nas.er.usgs.gov/>

<http://www.zin.ru/rbic/>

<http://www.daisie.ceh.ac.uk/>

<b>NAZIV KOLEGIJA: EKOLOGIJA I SISTEMATIKA RIBA (151780)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić, Prirodoslovno-matematički fakultet
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, ekologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja i seminari (10+3 sati); vježbe (2 sata)
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Cilj kolegija je upoznavanje studenata sa metodama i istraživanja u modernoj ihtiologiji kao i tehnikama znanstvenog rada. Pritom se naglasak stavlja na ekološke značajke riba i ribljih zajednica u slatkim vodama Hrvatske.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Teme koje će se obrađivati na ovom kolegiju su sljedeće: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Što je ihtiologija i ihtiologija kao znanost?</li> <li>2. raznolikost slatkovodnih riba Europe i slatkovodna ihtiofauna Hrvatske</li> <li>3. molekularne metode u taksonomiji i ihtiologiji</li> <li>4. metode kretanja kod riba i preferencije prema staništu</li> <li>5. načini razmnožavanja i reproduktivne strategije</li> <li>6. reproduktivno ponašanje i briga za mlade</li> <li>7. hranidbene značajke, rast i razvoj riba</li> <li>8. migracije riba i migratorne značajke</li> <li>9. struktura dinamika ihtiocenoza</li> <li>10. procjena oštećenosti ribljih zajednica</li> <li>11. razlozi ugroženosti slatkovodnih riba i utjecaji čovjeka</li> <li>12. metode zaštite i očuvanja ribljih zajednica</li> </ol>
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Obveze studenata uključuju aktivno sudjelovanje u predavanjima i izradu seminarskog radova vezanih uz pojedinu tematsku cjelinu; sudjelovanje u terenskom radu; laboratorijski rad vezan uz teorijsku i terensku nastavu.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Vrednovanje seminarskih radova te rada na vježbama i terenskoj nastavi činiti će 50% konačne ocjene dok će usmeni ispit činiti sljedećih 50%.
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Čaleta, M., Buj, I., Mrakovčić, M., Mustafić, P., Zanella, D., Marčić, Z., Duplić, A., Mihinjač, T., Katavić, I. (2015) Hrvatske endemske ribe. AZO, Zagreb.</li> <li>2. Mrakovčić M., Brigić A., Buj I., Čaleta M., Mustafić P. Zanella D. (2006) Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.</li> <li>3. Kottelat, M. &amp; Freyhof J. (2007) Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.</li> <li>4. Vuković T. i Ivanović B. (1971): Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo</li> <li>5. Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E., Bowen, B.W. (2009) The Diversity of Fishes, 2nd. ed. Wiley-Blackwell, Oxford.</li> </ol>

DOPUNSKA LITERATURA:

1. Bone, Q. & Moore, R.H. (2008) *Biology of fishes*, 3rd.ed. Taylor & Francis, NY.
2. Moyle, P.B. & Cech, J.J. (2004) *Fishes: An Introduction to Ichthyology*, 5th.ed. Pearsons, London.

<b>NAZIV KOLEGIJA: BIOLOŠKO PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA (151781)</b>
<b>AUTOR PROGRAMA:</b> Prof.dr.sc. Jasna Hrenović, Prirodoslovno-matematički fakultet
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Mikrobiologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja, seminari (5+10)
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> imati uvid postojanje različitih vrsta otpadnih voda i potrebu njihovog pročišćavanja; prepoznati otpadne vode koje se mogu biološki pročišćavati; uvidjeti ulogu mikroorganizama u pročišćavanju otpadnih voda; baratati s važnim čimbenicima koji mogu narušavati proces biološkog pročišćavanja otpadnih voda.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Tipovi biološkog pročišćavanja otpadnih voda. Uzroci pada učinkovitosti uređaja za biološko pročišćavanje otpadnih voda. Uklanjanje nutrijenata u uređajima za biološko pročišćavanje otpadnih voda. Bioaugmentacija.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Pohađanje nastave i seminarski rad.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> Ocjena seminara i usmeni ispit.
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Henze M., van Loosdrecht M.C.M., Ekama G.A., Brdjanovic D. (2008): Biological wastewater treatment. IWA Publishing, London. Tedeschi S. (1997): Zaštita voda. HDGI, Zagreb.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Članci iz stručnih časopisa. Bitton G. (2005): Wastewater microbiology. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. Ramadori R. (1987): Biological phosphate removal from wastewaters. Pergamon Press, Oxford. Seviour R, Nielsen P.H. (2010): Microbial ecology of activated sludge. IWA Publishing, London. Wong T.W. (2009): Handbook of Zeolites: Structure, Properties and Applications. Nova Science Publishers, Inc, Hauppauge NY, SAD.

**NAZIV KOLEGIJA: MIKROBNA EKOLOGIJA MORA (194740)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:** doc.dr.sc. Sunčica Bosak, Biološki odsjek, Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; izv. prof. dr. sc. Zrinka Ljubešić, Biološki odsjek, Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija**

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Prirodne znanosti, Biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE: Predavanja 10 sati; seminar 5 sati**

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA I ISHODI UČENJA:**

Kroz kolegij Mikrobna ekologija mora studenti će se upoznati sa izazovima proučavanja te sa primjenom najmodernijih metoda i tehnologije istraživanja mikroorganizama u moru, najbrojnijih ali još uvijek velikim dijelom i potpuno nepoznatih organizama na Zemlji. Tijekom kolegija obraditi će se primjeri dobre prakse, eksperimentalni pristup i dizajn terenskog i laboratorijskog istraživanja. Bit će prikazan široki spektar metoda detekcija i identifikacija mikroorganizama u morima, sa posebnim osvrtom na razvoj novih metoda. Studenti će naučiti povezati ekološka istraživanja primjenom molekularnih analiza, daljinskih istraživanja i raznih automatiziranih metoda procjene brojnosti i diverziteta mikroorganizama u moru. Kroz seminare, omogućiti će im se unaprjeđivanje vještina timskog rada, kritičkog razmišljanja kroz postavljanje i rješavanje specifičnih zadataka i znanstvenih problema.

Ishodi učenja:

- Opisati najvažnije heterotrofne i autotrofne mikroorganizme i njihovu ekološku ulogu u morskim ekosustavima
- Raspraviti utjecaj i primjenjivost novih molekularnih metoda i pristupa (metagenomika, metatranskriptomika, metaproteomika itd.) u mikrobiološkim istraživanjima mora
- Povezati klasične taksonomske i molekularne metode detekcije sa daljinskim istraživanjima
- Savladati osnove široke palete terenskih i laboratorijskih metoda koja se mogu primijeniti i na druga područja
- Prepoznati postavljeni znanstveni problem i odgovarajuću hipotezu na primjerima originalnih znanstvenih članaka s tematikom morske mikrobiologije
- Vrednovati kvalitetu znanstvenog članka iz područja mikrobiologije mora s obzirom na temeljne postavke pisanja znanstvenog rada
- Primijeniti pravilno citiranje znanstvene literature i internetskih sadržaja u timskim prezentacijama
- Sastaviti kratki izvještaj rezultata timskog rada poštujući najvažnije elemente znanstvenog izvještavanja

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

1. Uvodno predavanje: povijesni pregled istraživanja u području mikrobne ekologije mora; identifikacija i taksonomija mikroorganizama, kvantitativne metode u mikrobiologiji: epifluorescentna mikroskopija, protočni citometar, tekućinska kromatografija visoke rezolucije (HPLC) i kemotaksonomija; automatizirane metode analize mikrofotografija
2. Molekularne metode (identifikacije) u mikrobiologiji (16s RNA, PCR, tehnike DNA otiska prsta, HTS, FISH). Metagenomika i taksonomija; pregled recentnih velikih metagenomskih projekata (ljudski mikrobiom, Sargaško more, GOS, Tara Oceans, Malaspina, Ocean sampling day)
3. Daljinska istraživanja: praćenje stanja oceana satelitima, automatiziranim plovilima i laserima; povezivanje diverziteta mikrobne zajednice sa bojom oceana i trofičkim statusom, kemotaksonomija
4. Ekološke interakcije mikroorganizama u moru (intraspecifične i interspecifične interakcije), predacija, mikrobna hranidbena mreža, bakterijska komunikacija (quorum sensing), biofilmovi, respiracija i produkcija, simbiotski odnosi s mnogostaničnim organizmima, koncept holobionta/hologenoma
5. Klimatske promjene i njihov utjecaj na mikroorganizme i hranidbene mreže u morskom ekosustavu: acidifikacija oceana, globalno zagrijavanje, bio-geokemijski ciklusi

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Pohađanje nastave, projektni zadaci i izvještaj

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Ocjena projektnog izvještaja, usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Kirchman, D.L., 2000: Microbial ecology of the oceans. Wiley-Liss, New York.

Šolić, M., Krstulović, N., 2000: Ekologija morskog bakterioplanktona. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.

Šolić, M., Krstulović, N., 2006: Mikrobiologija mora. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Munn, C.B., 2004: Marine microbiology. Ecology and applications. BIOS Scientific Publishers, London

Viličić, D., 2003: Fitoplankton u ekološkom sustavu mora. Školska knjiga, Zagreb.

Molecular Evolution: A phylogenetic Approach, Roderick D. M Page, Edward C. Holmes, 1998, Wiley Blackwell, ISBN: 978-0-86542-889-8

Phylogenetics: Theory and Practice of Phylogenetic Systematics, 2nd Edition, E.O. Wiley, Bruce S. Liebermann, Wiley-Blackwell, 2011, ISBN: 978-0-470-90596-8

Thomas, T., Gilbert, J., & Meyer, F. (2012). Metagenomics - a guide from sampling to data analysis. Microbial Informatics and Experimentation, 2, 3.

Recentni originalni i pregledni znanstveni članci odgovarajuće tematike.



<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> <b>SIMBIOZE</b> (151783)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> prof. dr. sc. Goran Kovačević, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, Evolucija, Simbioza
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja 10, seminar 5
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente sa značenjem pojma simbioze u suvremenoj biološkoj znanosti. Upoznati studente s osnovnim principima i mehanizmima simbioze. Razumjeti značaj simbioze u evoluciji. Objasniti ulogu simbioze u postanku bioraznolikosti. Dati pregled povijesnih i suvremenih istraživanja s područja simbioze. Prepoznavanje problematike simbioze u biološkoj znanosti.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> Što je simbioza? Oblici simbioze Uloga simbioze u specijaciji Značaj simbioze u biološkoj raznolikosti Modeli simbioze biljnih i životinjskih organizama Mehanizmi simbioze Endosimbioza Principi i mogućnosti simbioze Reverzna evolucija Molekularna filogenija endosimbionata i domaćina Predviđeno je predavanje gosta predavača-eksperta iz područja endosimbioze
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> redovito pohađanje nastave, pismeni i usmeni seminari, kolokviji
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> usmeni ispit
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Intracellular Niches of Microbes-A Patogens Guide through the Host Cell (2009) Schaible, U. E., Haas, A.. (ur.), Wiley-VHC Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim Douglas AE (1994) Symbiotic Interactions. Oxford University Press Inc, Oxford i New York Margulis L, Sagan D (2002) Acquiring Genomes: A Theory of the Origin of Species, Basic Books, New York
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Sechbach J (ed) (2001) Symbiosis-Mechanisms and Model Systems. Kluwer Academic, Netherlands Burnett AL (ed) (1973) Biology of hydra. Academic Press, New York i London

<b>NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULARNA ANTROPOLOGIJA</b> (151784)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> dr. sc. Marijana Peričić Salihović, znan. savj., Institut za antropologiju, dr.sc. Lovorka Barać Lauc, znan. savj., HRZZ
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Antropologija, biološka antropologija, genetika
<b>OBLIK I SATI NASTAVE</b> 15 sati seminara
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s principima istraživanja u molekularnoj antropologiji i omogućiti im razumijevanje najnovijih znanstvenih saznanja.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> 1. Kratak pregled najnovijih saznanja o humanom genomu Organizacija i funkcija humanog genoma u skladu s najnovijim znanstvenim rezultatima. 2. Evolucija humanog genoma Što nas čini ljudima, komparacija genoma čovjeka s ostalim genomima sisavaca. 3. Humani genom on-line Pretraživanja on-line baza podataka s informacijama o humanom genomu. 4. Genetička testiranja kod pojedinaca i populacija Populacijsko testiranje. Korištenje DNA profilngina za identifikaciju pojedinaca i utvrđivanje rodbinskih veza. 5. Određivanje genetičke varijacije Polimorfizmi krvnih grupa. Biljezi DNA molekule. Mitohondrijska DNA. Kromosom Y. Cjelogenomske analize. 6. Određivanje zajedničkog pretka Analiza mitohondrijske DNA, kromosoma Y i autosomnih biljega. Rasprave – Kada i gdje je živjela Eva. Teorija koalescencije. Određivanje vremena koalescencije i veličina populacije. Geografija i filogenetička stabla. 7. Genetička različitost i novija evolucija Genetička različitost i evolucija. Mjere genetičke različitosti. Geografska distribucija genetičke različitosti. Evolucijska objašnjenja različitosti unutar afričkog kontinenta. Nedavno afričko podrijetlo ljudske vrste. Regionalna varijacija u veličini populacije. 8. Genetičke različitosti između ljudskih populacija. Genetičke udaljenosti i evolucija. Stupnjevi genetičkog razlikovanja. Evolucijska objašnjenja: da li genetičke udaljenosti reflektiraju razlike u toku gena; potreba za razmatranjem 9. regionalnih različitosti u veličini populacije. Regionalne studije kromsoma Y, mtDNA i autosomnih biljega. Zapadna Azija i sjeverna Amerika. Srednja i južna Amerika. Azija i Oceanija. Afrika. Euroazija: zapadna Europa i istočna Europa. Studije izolata. 10. DNA neandertalaca Povijest analiza DNA neandertalaca. Evolucijska objašnjenja iz DNA podataka: varijacije unutar neandertalaca; da li se radi o zasebnoj vrsti; regionalna pripadnost DNA neandertalaca; da li su neandertalci bili različita podvrsta.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Seminarski radovi i projektni zadaci

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Ispitni seminarski rad i usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Anthropological Genetics – theory, methods and applications (ur. Crawford MH) Cambridge University Press, 2007.

Strachan T., A. Read. Human molecular genetics 4. Bios Scientific Publishers Ltd., 2012.

Jobling M., Hollox E., Hurles M., Kivisild T., Tyler-Smith C. Human Evolutionary Genetics Origins, People & Disease. Garland Pub., 2013.

Bandelt H., Richards M., Macaulay V. Human Mitochondrial DNA and the Evolution of Homo sapiens (Nucleic Acids and Molecular Biology). Springer, 2010.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

▪ odabrani originalni znanstveni i pregledni radovi iz genetičkih časopisa  
bilješke predavača

<b>NAZIV KOLEGIJA: ANTROPOLOGIJA - BIOLOŠKA RAZNOLIKOST ČOVJEKA</b> (151785)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> dr. sc. Tatjana Škarić-Jurić, znan. savj.(trajno zvanje), Institut za antropologiju doc. dr. sc. Natalija Novokmet, Institut za antropologiju
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Antropologija, biološka antropologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja 4 sata, seminari 11 sati
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznati studente s antropološkim pristupom izučavanju ljudske biološke varijabilnosti. Studenti će biti upoznati s principima istraživanja nasljednih i ne-nasljednih izvora fenotipske raznolikosti čovjeka u različitim fazama njegovog životnog ciklusa. Na odabranim primjerima uputit će ih se u načine istraživanja složenih fenotipova što će im omogućiti razumijevanje znanstvenih informacija u srodnim istraživanjima. Bit će prikazane dileme u interpretaciji novih informacija, kao i one različitih teorija o evoluciji čovjeka, te potreba za holističkim analitičkim pristupom kao najproduktivnijim u suvremenoj antropologiji.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> 1. Biološka antropologija Holistički analitički pristup u antropologiji; svrha suvremenih istraživanja ljudskih zajednica: mogućnosti i ograničenja. 2. Rast i razvoj čovjeka Evolucija životnog ciklusa čovjeka ; faze životnog ciklusa čovjeka; varijacije rasta i razvoja u ljudskim populacijama; populacijske razlike u brzini i 'timingu' rasta; razlike u rastu među spolovima; populacijske razlike u skeletnom, dentalnom i spolnom sazrijevanju. 3. Starenje čovjeka Teorije starenja; starenje i evolucija; starenje čovjeka kao posljedica prirodne selekcije; duljina života i demografska struktura populacija; razlika između biološke i kronološke dobi, genetička podloga starenja; stil života i starenje; definicija zdravlja i bolesti; starenje ili bolest; definicija i izbor pogodnog fenotipa za genetička istraživanja. 4. Biokulturne interakcije u suvremenim populacijama Biološka i biokulturna obilježja i njihova međupopulacijska raznolikost; međudjelovanje genetičkih faktora i faktora okoliša kao uzrok bioloških populacijskih razlika; proporcije tijela; sekularni trend; populacijske razlike u sastavu tijela; adaptivni značaj veličine tijela. 5. Utjecaj faktora okoliša na fenotipsku raznolikost čovjeka Adaptacija čovjeka, plastičnost i varijabilnost: adaptabilnost – biološke i bihevioralne adaptacije; aklimatizacijska adaptacija; prehrana, nadmorska visina, klima, migracija i urbanizacija; socioekonomski status; međudjelovanje čovjeka i okoliša. 6. Genetička raznolikost čovjeka Kvantitativna obilježja nasuprot kvalitativnim; varijabilnost kvantitativnog fenotipa; 'ekolabilne' i 'ekostabilne' osobine; kvantitativna varijabilnost čovjeka s evolucijskog aspekta; genetička determinacija kvantitativnih (složenih) fenotipova; populacijske studije (izolati; populacijska stratifikacija), obiteljske studije; korelacija i interakcija okoliša i gena; epistaza i pleiotropija.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA**

Prisustvovanje i aktivno sudjelovanje na nastavi, priprema i izlaganje seminarske prezentacije na dogovorenu temu

**NAČIN POLAGANJA ISPITA**

Seminarska prezentacija odabrane teme

**OBAVEZNA LITERATURA:**

1. Relethford, J. (2006) *The Human Species – An Introduction to Biological Anthropology*. Mayfield Publ. Comp., Mountain View, California.
2. Rudan, P. (2004) *Populacijska biologija čovjeka (Uvod u antropologiju)*, fotokopije predavanja, HAD – interno izdanje, Zagreb.
3. Bogin, B. (1999) *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
4. Hartl, D.L. (2000) *A Primer of Population Genetics*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts.
5. Frisancho, R.F. (2007) *Human adaptation and Accomodation*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, USA.

**DOPUNSKA LITERATURA**

1. Izabrani originalni i pregledni znanstveni radovi na pojedine nastavne teme
2. Izabrana poglavlja iz knjiga i udžbenika

<p><b>NAZIV KOLEGIJA: ODREĐIVANJE I ANALIZE PRIMARNE STRUKTURE MOLEKULE DNA (151786)</b></p>
<p><b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b>  Dr.sc. Helena Četković, znanstvena savjetnica Instituta Ruđer Bošković (nositelj kolegija)  Prof.dr.sc. Kristian Vlahoviček, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (nositelj kolegija)  Dr.sc. Robert Belužić, znanstveni suradnik Instituta Ruđer Bošković (suradnik na kolegiju)</p>
<p><b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Biologija, molekularna biologija</p>
<p><b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b>  Predavanja 4 sata, vježbe 8 sati, seminari 3 sata</p>
<p><b>ECTS BODOVI: 6</b></p>
<p><b>CILJ KOLEGIJA:</b>  Upoznati studente s metodama određivanja slijeda nukleotida u molekuli DNA (metode sekvenciranja), te računalnim programima i bazama podataka koji omogućuju analize dobivenih nukleotidnih sljedova (sekvenci).</p>
<p><b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b>  Predavanja: 1) Metode određivanje slijeda nukleotida u molekuli DNA (metode sekvenciranja) i 2) Uvod u osnovne računalne programe za analizu sekvenci  Seminari: Nove metode sekvenciranja i analize sekvenci pomoću različitih bioinformatičkih alata  Vježbe: Priprema uzoraka za sekvenciranja, reakcije sekvenciranja i analiza dobivenih sekvenci pomoću različitih bioinformatičkih alata</p>
<p><b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b>  Osim obaveznog pohađanja predavanja i isto tako obaveznog sudjelovanja u vježbama ovaj kolegij će sadržavati i seminarski rad ili projektni zadatak kroz koji će studenti moći pokazati koliko su ovladali metodama sekvenciranja i analizom dobivenih rezultata, koristeći računalne programe.</p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>  Studentska postignuća biti će provjerena u obliku pismenog ispita i seminarskog rada/projektnog zadatka kroz koji će studenti moći pokazati primjenu stečenih vještina i znanja.</p>
<p><b>OBAVEZNA LITERATURA:</b>  Alberts, B., Johnson A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K. and Walter P. Molecular biology of the cell, 6<sup>th</sup> edn, New York and Abingdon, UK. Garland Science. (2014)  Sanger, F., Nicklen, S. &amp; Coulson, A. R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proc. Natl Acad. Sci. USA 74, 5463–5467 (1977)  Bentley, D. R. et al. Accurate whole human genome sequencing using reversible terminator chemistry. Nature 456, 53–59 (2008)  Deamer, D., Akeson, M. &amp; Branton, D. Three decades of nanopore sequencing. Nat. Biotechnol. 34, 518–524 (2016)  Shendure J, Balasubramanian S, Church GM, Gilbert W, Rogers J, Schloss JA, Waterston RH. DNA sequencing at 40: past, present and future. Nature. 550, 345-353 (2017)</p>

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Sanger, F. Sequences, sequences, and sequences. *Annu. Rev. Biochem.* 57, 1–28 (1988) Venter, J. C. et al. The sequence of the human genome. *Science* 291, 1304–1351 (2001) Goodwin S, McPherson JD, McCombie WR. Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. *Nat Rev Genet.* 17, 333-351. (2016)

**NAZIV KOLEGIJA: NEKODIRAJUĆE SEKVENCE DNA U EUKARIOTSKOM GENOMU (151787)**

**AUTORI PROGRAMA:**

Prof. dr.sc. Miroslav Plohl, znanstveni savjetnik u trajnom zvanju Instituta "Ruđer Bošković" Dr.sc.

Nevenka Meštrović, viša znanstvena suradnica, Instituta "Ruđer Bošković"

Dr.sc. Brankica Mravinac, viša znanstvena suradnica Instituta „Ruđer Bošković“

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biologija, molekularna biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** Predavanja: 6; seminar 6, vježbe: 3

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznavanje s načelima strukturne organizacije eukariotskog genoma te funkcionalnim posljedicama takve organizacijske složenosti. Objašnjavanje kategorija, značaja i mogućih uloga nekodirajućih sekvenci DNA u kompleksnim genomima. Poseban naglasak biti će na ponovljenim sekvencama koje formiraju funkcionalno značajna područja kromosoma; centromere i telomere. Proučit će se evolucijska dinamika i značaj ponovljenih sekvenci DNA u centromernim i telomernim područjima za genomsku evoluciju i specijaciju. Biti će predstavljeni epigenetički biljezi koji određuju molekularne interakcije proteinskih komponenata i sekvenci DNA u kromatinu ovih područja.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Teme predavanja (6 sati):

1. Kratki osvrt na genomske projekte, njihove ciljeve, eksperimenatne pristupe, dosege i ograničenja. Nekodirajuće sekvence DNA biti će kategorizirane prema osnovnim svojstvima i zastupljenosti u genomu. Biti će prikazane osnovne karakteristike genomske organizacije nekoliko modelnih organizama.
2. Biti će objašnjena struktura i organizacija nekodirajućih sekvenci DNA i genomskih odjeljaka, eukromatina i heterokromatina. Poseban naglasak biti će na oblicima ponovljenih sekvenci DNA (satelitne DNA, mini- i mikrosateliti, pokretni genetički elementi).
3. Objasniti ćemo evolucijsku dinamiku nekodirajućih ponovljenih sekvenci DNA. Objasniti ćemo procese i molekularne mehanizme koji su u osnovi ne-Mendelove evolucije uzastopno ponovljenih sekvenci DNA, a koji vode do usklađene evolucije ponovljenih sekvenci u genomu i u populaciji. Objasniti ćemo dinamiku promjene nukleotidnog slijeda i broja kopija satelitnih DNA, kao i model biblioteke u evoluciji genomskih profila satelitnih DNA te fenomen istovremene plastičnosti i stabilnosti sekvenci satelitnih DNA.
4. Analizirat će se sadržaj i osobitosti sekvenci DNA koje izgrađuju centromerna i telomerna područja, kao i struktura kromatina u tim područjima. Objasniti će se molekularna struktura centromernog kromatina (centrokromatina). Prikazat će se veza između ponovljenih sekvenci DNA, strukture heterokromatina i genske ekspresije.
5. Epigenetički aspekti nasljeđivanja biti će fokusirani na nekodirajuće ponovljene sekvence DNA i njihove interakcije s proteinima, kao i na značaj različitih kemijskih modifikacija koje predstavljaju epigenetske biljege u tim interakcijama.
6. Biti će objašnjen značaj i moguća uloga uloga dinamike ponovljenih sekvenci DNA na evoluciju, organizaciju i funkciju eukariotskog genoma. Objasniti ćemo utjecaj širenja pokretnih genetičkih elemenata na genomsku evoluciju te vezu između pokretnih genetičkih elemenata i satelitnih DNA. Raspravljat će se o ulozi nekodirajućih sekvenci DNA u centromernom području i njihov utjecaj na specijaciju.
7. Raspraviti će se veza između pojedinih tipova nekodirajućih ponovljenih sekvenci DNA i njihove uloge u patološkim stanjima organizma te njihovog potencijala u dijagnostici, forenzici i određivanju srodstvenih odnosa (među jedinkama populacijama, vrstama itd...).



Vježbe (3 sata):

1. Studenti će biti upoznati s bionformatičkim metodama specifičnim za istraživanje ponovljenih regija eukariotskog genoma (npr. Tandem repeat finder, Repeat Explorer, TAREAN, analiza baze repetitivnih sekvenci, filogenetske analize nekodirajućih regija u genomu).

#### **OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Sudjelovanje u nastavi. Obvezatan seminarski rad koji se temelji na kratkom izlaganju zasnovanom na ponuđenoj literaturi i rasprava.

#### **NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Prezentacija seminarskog rada i usmeno polaganje sadržaja kolegija.

#### **OBAVEZNA LITERATURA:**

Slijedi primjer popisa obvezatne literature koji će biti kontinuirano nadopunjavani s novoobjavljenim radovima.

Pregledni radovi:

1. Meštrović N, Mravinac B, Pavlek M, Vojvoda-Zeljko T, Šatović E, Plohl M (2015) Structural and functional liaisons between transposable elements and satellite DNAs. *Chromosome Res.* 23:583-596.
2. Plohl M, Meštrović N, Mravinac B (2014) Centromere identity from the DNA point of view.
3. Kalitsis P, Choo KH (2012) The evolutionary life cycle of the resilient centromere. *Chromosoma* 121:327-340.
4. Volpe T, Martienssen RA (2011) RNA interference and heterochromatin assembly. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 3:a003731.
5. Treangen TJ, Salzberg SL (2011) Repetitive DNA and next-generation sequencing: computational challenges and solutions. *Nat Rev Genet.* 13:36-46.
6. Plohl M, Luchetti A, Mestrovic N, Mantovani B (2008) Satellite DNAs between selfishness and functionality: structure, genomics and evolution of tandem repeats in centromeric (hetero)chromatin. *Gene* 409:72-82.
7. Smith, C.D., Shu, S., Mungall, C.J., Karpen, G.H. (2007) The release 5.1 annotation of *Drosophila melanogaster* heterochromatin. *Science* 316, 1586-1591.
8. Driel, R., Fransz, P. (2004) Nuclear architecture and genome functioning in plants and animals: what can we learn from both? *Exp. Cell res.* 296, 86-90.

Udžbenici:

1. Genome dynamics. (ured. Garrido-Ramos M) Karger AG, Basel, 2012.
2. R.J. Brooker (2005) Genetics, analysis and principles. McGraw-Hill Companies, Inc.
3. G.M. Cooper (2000) The cell: a molecular approach. 2. izdanje. ASM Press, Washington, D.C. i Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.

#### **DOPUNSKA LITERATURA:**

Dodatna literatura će se zasnivati popisu primarnih znanstvenih radova od interesa. Popis će se neprestano obnavljati i nadopunjavati novoobjavljenim radovima. Radovi će se analizirati tijekom nastave i koristiti kao materijal za prezentacije na seminarima.

**NAZIV KOLEGIJA: GENETIČKA REKOMBINACIJA I POPRAVAK DNA (151788)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Dr. sc. Davor Zahradka, viši znan. sur., Institut "Ruđer Bošković" Zagreb  
Dr. sc. Ksenija Zahradka, viša znan. sur., Institut "Ruđer Bošković" Zagreb  
Izv. prof. dr. sc. Ivana Ivančić Baće, Prirodoslovno- matematički fakultet Zagreb

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:** Biologija, Molekularna biologija

**OBLIK I SATI NASTAVE: 15 sati nastave**  
(predavanja – 3 sata; vježbe – 6 sati; seminari – 6 sati)

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznati studente s najnovijim spoznajama iz područja genetičke rekombinacije i popravka DNA. Produbiti osnovna znanja o ovim procesima koja su studenti stekli tijekom dodiplomskog studija opisom molekularnih mehanizama i puteva rekombinacije te detaljnim prikazom funkcija niza rekombinacijskih proteina i njihovih složenih interakcija. Studentima će biti prezentirana važnost i univerzalnost rekombinacijskih procesa u živom svijetu.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Predavanja će dati kratki pregled najnovijih spoznaja iz područja genetičke rekombinacije i popravka DNA. Poseban naglasak bit će na homolognoj rekombinaciji i njenoj ulozi u esencijalnim biološkim procesima kao što su horizontalni prijenos gena, popravak dvoančanih lomova i jednolančanih praznina u molekuli DNA te popravak i reaktivacija kolabiranih replikacijskih rašlji. Druga cjelina dat će nove spoznaje o rekombinacijskom popravku (homolognom i nehomolognom rekombinacijom) na bakterijskim modelima te kod eukariota, uz pregled bolesti i patoloških stanja povezanih s poremećajima u rekombinaciji i popravku DNA kod čovjeka.

Seminarski rad. Svaki student će imati zadatak pripremiti seminarski rad vezan uz recentni znanstveni članak iz područja te ga predstaviti kratim usmenim izlaganjem. Očekuje se aktivnost studenata u raspravama o zadanoj temi i prezentaciji obrađenog članka.

Vježbe. Predviđen je eksperimentalni rad studenata u Laboratoriju za molekularnu mikrobiologiju u Zavodu za molekularnu biologiju IRB-a (4 sata) i u Laboratoriju za molekularnu genetiku (222) u Zavodu za molekularnu biologiju PMF-a (2 sata).

Eksperimentalni rad će uključiti sljedeće vježbe:

- 1) prijenos gena kod bakterije *E. coli* transdukcijom pomoću faga P1,
- 2) popravak DNA i preživljenje bakterija (*E. coli*, *D. radiodurans*) nakon UV-zračenja,
- 3) praćenje rekonstrukcije genoma bakterije *D. radiodurans* nakon gama-zračenja metodom PFGE, i
- 4) određivanje povezanosti sustava CRISPR-Cas i popravka DNA metodom PCR.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**  
Obaveze studenata su pohađanje predavanja i vježbi te priprema i prezentacija jednog seminarskog rada.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** seminarski rad i usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**Odabrana poglavlja iz knjiga:

*The Bacterial Chromosome*, 2005, Higgins, N. P. (ed.), ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, D.C.

Friedberg, E. C. *et al.* 2006. *DNA Repair and Mutagenesis*. ASM Press, American Society for Microbiology, Washington, D.C.

Revijalni članci :

Ranjha L, Howard SM, Cejka P. [Main steps in DNA double-strand break repair: an introduction to homologous recombination and related processes](#). *Chromosoma* 2018;127:187-214.

Pannunzio NR, Watanabe G, Lieber MR. [Nonhomologous DNA end-joining for repair of DNA double-strand breaks](#). *J Biol Chem* 2018;293:10512-10523.

Michel B, Leach D. [Homologous Recombination-Enzymes and Pathways](#). *EcoSal Plus* 2013; doi:10.1128/ecosalplus.7.2.7.

Kowalczykowski SC. [An Overview of the Molecular Mechanisms of Recombinational DNA Repair](#). *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2015;7:a016410.

Mehta A, Haber JE. [Sources of DNA double-strand breaks and models of recombinational DNA repair](#). *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2014;6:a016428.

Symington LS. Mechanism and regulation of DNA end resection in eukaryotes. *Crit Rev Biochem Mol Biol* 2016;51:195-212.

Cubbon A, Ivančić-Baće I, Bolt EL. CRISPR-Cas immunity, DNA repair and genome stability. *Bioscience Reports* 2018;38:1-10.

**DOPUNSKA LITERATURA:** Recentni izvorni članci iz područja rekombinacije i popravka DNA

<b>NAZIV KOLEGIJA: ORGANIZACIJA, FUNKCIJA I MEHANIZMI EVOLUCIJE BILJNOG GENOMA (151789)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof.dr.sc. Višnja Besendorfer, PMF, Sveučilište u Zagrebu
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Molekularna genetika, evolucija, biljna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> Predavanja: 2 sata ,Vježbe: 8 sati ,Seminar: 5 sati
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<p><b>CILJ KOLEGIJA:</b>          Procesi specijacije i adaptacije praćeni su značajnim promjenama u genomu biljaka koje se mogu pratiti istraživanjem strukture i funkcije genoma te ponašanja kromosoma. Strukturne kromosomske aberacije (delecije, duplikacije, translokacije, inverzije) i promjene broja kromosoma (poliploidija, aneuploidija) uključene su u proces specijacije dok su promjene u količini i slijedu nukleotida unutar ponavljajućih DNA sekvenci povezane s procesima adaptacije. Područja gena za rRNA te pericentromerna i subtelomerna područja kromosoma u kojima se nalaze ponavljajuće DNA sekvence su mjesta s povećanom učestalošću strukturnih rearanžmana. Usporednom analizom kariotipa te organizacije ponavljajućih DNA sekvenci na molekularnoj i citogenetičkoj razini mogu se pratiti promjene koje su povezane sa specijacijom vrsta unutar rodova. Procesi kao što su npr. somatska homologna rekombinacija i premještanje pokretnih genetičkih elemenata (traspozona i retrotraspozona) dovode do dramatičnih kvalitativnih i kvantitativnih razlika u distribuciji i organizaciji pojedinih DNA sekvenci u genomu. Istraživanje položaja, strukture i aktivnosti takvih elemenata u genomu može dati uvid u evolucijske procese na međuvrskoj i unutarvrskoj razini. Cilj kolegija je da upozna studente s primjenom navedenih istraživanja u biosistematici.</p>
<p><b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b>          1. Predavanje: Organizacija biljnog genoma na kromosomskoj i molekularnoj razini – strukturne kromosomske aberacije i promjene broja kromosoma u procesu specijacije, struktura i organizacija ponavljajućih DNA (ribosomska DNA, satelitna DNA, retrotraspozoni) i njihova uključenost u procese adaptivne specijacije te njihova primjena u biosistematici. (2 sata predavanja). Praktični dio: izolacija i kloniranje ponavljajućih DNA, analiza sekvenci, hibridizacija prema Southernu, fluorescencijska hibridizacija in situ (FISH), bioinformatičke metode.</p>
<p><b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b>          Od studenta se očekuje aktivno uključivanje u rad istraživačke grupe, dizajniranje pokusa, pisanje seminarskog rada na temelju relevantne literature i javna prezentacija seminarskog rada.</p>
<p><b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b>          Provjera stečenog znanja izvodit će se na temelju sposobnosti u dizajniranju pokusa, te na temelju ocjene seminarskog rada i prezentacije.</p>
<p><b>OBAVEZNA LITERATURA:</b>          Levine DA (2002) The role of chromosomal change in plant evolution. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford          Leitch IJ 2012. Plant genome diversity. Vol. 1. Springer          Leitch IJ 2012. Plant genome diversity. Vol. 2. Springer</p>
<p><b>DOPUNSKA LITERATURA:</b>          Schwarzacher T, Heslop-Harrison JS. (2000). Practical in situ hybridization. Oxford Bios, Oxford          Relevantni znanstveni članci.</p>

<b>NAZIV KOLEGIJA: EPIGENETIKA (151873)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Prof. dr. sc. Vlatka Zoldoš, Prirodoslovno-matematički fakultet
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> Genetika; Epigenetika
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> 8 predavanja 2 sata seminarara i 5 sati vježbi
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Cilj kolegija je upoznati studente doktorskog studija sa epigenetičkim fenomenima uključenim u organizaciju i regulaciju eukariotskih genoma, te povezanosti poremećene epigenetičke informacije s razvojem sindroma i kompleksnih bolesti u čovjeka. Također, cilj kolegija je studentima doktorskog studija pružiti uvid u veliku važnost epigenetičkih mehanizama u mnogim genetičkim fenomenima (inaktivacija X kromosoma u sisavaca, genomski imprinting, efekt pozicije gena - PEV) kako u čovjeka, tako i u sisavaca te ostalih animalnih organizama, te upoznati ih sa specifičnostima epigenetičke informacije u biljaka koja omogućava plastičnost biljnih genoma kao prilagodbu na sesilni način života. Također, objasniti će se kako epigenetički mehanizmi sudjeluju u adaptacije organizama, transgeneracijskom epigenetičkom nasljeđivanju i evoluciji.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uvod u epigenetiku (epigenetički fenomeni, povijest razvoja epigenetike); Organizacija eukariotskog genoma (stupnjevi kompakcije kromatina) i održavanje epigenetičke informacije kroz replikaciju DNA; Epigenetičko održavanje specijalnih kromosomskih područja (centromer i telomer)</li> <li>2. Epigenetički fenomeni: metilacija DNA, histonski kod, histonske varijante, djelovanje malih nekodirajućih RNA molekula, viši stupnjevi organizacije kromatina i kromatinsko remodeliranje, pozicijska informacija.</li> <li>3. Heterokromatin: efekt pozicije gena (PEV), Su(var) i E(var) geni; uspostavljanje heterokromatina i histonski kod heterokromatina; RNAi i uspostavljanje heterokromatina</li> <li>4. Metilacija DNA; enzimi koji uspostavljaju i uklanjaju metilnu skupinu sa citozina, metilacija u regulaciji ekspresiji eukariotskih gena, metilacija u uspostavljanju heterokromatina, metilacija i rak,</li> <li>5. Genomski imprinting (utisak); mehanizmi uspostavljanja genomskog utiska, teorije evolucije genomskog utiska, uloga metilacije DNA u genomskom utisku</li> <li>6. Inaktivacija kromosoma X epigenetičkim mehanizmima</li> <li>7. Bolesti povezane s poremećajem epigenetičke informacije; sindromi povezani s epigenetičkim poremećajima, epigenetika i rak, epigenetika i kompleksne bolesti</li> <li>8. Epigenetika i okoliš: epigenom kao medijator između okoliša i genotipa; epigenetika i neo-Lamarkizam, rani embrionalni i neonatalni razvoj i uspostavljanje epigenetičke informacije, transgeneracijski epigenetički efekt, transgeneracijsko epigenetičko nasljeđivanje; epigenetička varijabilnost, epigenetika i evolucija</li> <li>9. Epigenetika biljaka; molekularne komponente kromatina u biljnim genomima, metilacija DNA u biljaka, utišavanje ekspresije gena u biljnim genomima ovisno o mehanizmu RNAi, epigenetičko reprogramiranje tijekom gametogeneze u biljaka; utisnuti geni u biljnom genomu, paramutacije.</li> </ol>

**PRAKTIKUMSKA NASTAVA**

Praktikumaska nastava je modernizirana tako da omogućava individualni praktični rad i strogo je povezana sa cjelinama sadržaja predmeta.

Vježba 1. Priprema citogenetičkih preparata. Imunofluorescencijska detekcija (IF) histonskih modifikacija i metilacije DNA na interfaznim jezgrama (materijal: animalne stanice u kulturi).

Vježba 2. Analiza ekspresije gena i intergenskih ponavljanja (rRNA gena) nakon tretmana epigenetičkim inhibitorima (inhibitori DNA metilaza i histonskih deacetilaza) (metodom RT-PCR izolacija RNA, pročišćavanje uzorka, prepisivanje u cDNA, PCR).

Vježba 3. Fluorescencijska mikroskopija.

Vježba 4. Digitalna analiza fotografija (mjerjenje intenziteta fluorescencije, metode dekonvolucije, «top-hat» filtriranje) i analize kolokalizacije programom Image J. Statistička obrada podataka programom GraphPad Prism.

Vježba 5. Analiza eksperimentalnih rezultata, pretraživanje genskih baza vezano uz determinaciju CpG otoka. Prezentiranje rezultata. Retrogradno definiranje eksperimentalnog dizajna (vježbi provedenih na praktikumu).

**SEMINARI**

Seminarska nastava je organizirana na taj način da svaki student mora održati seminar s temom koja je vezana uz jednu nastavnu jedinicu iz kolegija epigenetika. Teme su recentni originalni znanstveni radovi (ne stariji od 2-3 godine od ak. god. u kojoj se održava nastava) koje sami odabiru. Seminarski rad se izrađuje u obliku Power Point prezentacije. Nastavnik procjenjuje razinu razumijevanja teme i uspješnost prezentacije.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Uredno pohađanje nastave (predavanja i seminari) i praktične vježbe (aktivno sudjelovanje).

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Usmeni ispit**OBAVEZNA LITERATURA:** Lectures and protocols on web site: [www.biol.pmf.hr](http://www.biol.pmf.hr)

Allis C.D., Jenuwein T., Reinberg D., Caparros M-L. Epigenetics. 2007. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, NY. On line materijali i originalni te revijalni znanstveni radovi iz određenih nastavnih jedinica

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Web stranice s tematikom nastavnih jedinica. Originalni i revijalni nastavni radovi.

<b>NAZIV KOLEGIJA: METODE FUNKCIONALNE GENOMIKE (194741)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Izv.prof.dr.sc. Nataša Bauer, PMF Zagreb dr. sc. Vjekoslav Tomaić, znanstveni suradnik, IRB, Zagreb (naslovni docent PMF, Zagreb)
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA: Biologija</b>
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> područje prirodnih znanosti, polje biologija, molekularna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (5 sati), vježbe (8 sati), seminari (2 sata)
<b>ECTS BODOVI: 6</b>
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> 1) Predstaviti bioinformatičke alate potrebne za izradu plana kloniranja i analizu sekvenci 2) Predstaviti metode za manipulaciju gena – uništavanje gena (knock out), utišavanje genske ekspresije (knock down), pojačavanje genske ekspresije (overexpression) i ciljana mutagenaza (promjena slijeda nukleotida) 3) Upoznati polaznike s principima kloniranja gena unosa DNA u prokariotske i eukariotske stanice 4) Objasniti i primijeniti metode ekspresije, detekcije i izolacije rekombinantnih proteina u različitim prokariotskim i eukariotskim sustavima
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> U razotkrivanju funkcije gena najčešće se provode istraživanja učinka nedostatka ili smanjene ekspresije gena, kao i učinka pojačane ekspresije gena na fenotip. U sklopu ovog kolegija studenti će učiti o metodama koje se koriste za ciljano uništavanje gena (kao što je crispr/Cas sustav i homologna rekombinacija), metodama za ciljano utišavanje genske ekspresije (RNA interferencija, primjena blokirajućih peptida) te metodama pojačane ekspresije gena. Biti će predstavljeni bioinformatički alati koji se koriste za analizu sekvenci i izradu plana kloniranja za posebne namjene. Predstaviti će se metode unosa strane DNA u različite tipove stanica (bakterije <i>Escherichia coli</i> , kvasac <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , biljne i animalne stanice), te metode za detekciju lokalizacije i za pročišćavanja transgeničnih proteina.  Kolegij će se provoditi tijekom tjedan dana i predstavljati će kombinaciju predavanja, vježbi i seminara. Kolegij će započeti predavanjima koje će upoznati studente s osnovnim metodama manipulacije gena. U eksperimentalnom dijelu studenti će, prema afinitetu, moći izabrati jednu od tri vježbe: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Genetičku modifikaciju bakterija te pojačanu ekspresiju i pročišćavanje rekombinantnih proteina iz bakterije <i>E. coli</i></li> <li>(2) Genetičku modifikaciju biljnih stanica i/ili biljaka te detekciju lokalizacije ili pročišćavanje rekombinantnih proteina iz transgeničnih stanica</li> <li>(3) Genetičku modifikaciju animalnih stanica te detekciju lokalizacije ili pročišćavanje rekombinantnih proteina iz transficiranih stanica.</li> </ol> U sklopu seminara, a po završetku eksperimentalnog dijela, studenti će pripremiti i prezentirati Izvješće o provedenim postupcima i dobivenim rezultatima.
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Prisustvovanje na predavanjima, aktivan rad u laboratoriju, prezentiran završni Izvještaj u sklopu seminara

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Usmeni ispit i prezentirano završno Izvješće

**OBAVEZNA LITERATURA:**

**Predavanja (prezentacije) i skripta za praktikum**

**Članci iz znanstvenih časopisa**

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Brown T.A. (2010) Gene cloning and DNA analysis, 6th edition, Wiley-Blackwell, Oxford



**NAZIV KOLEGIJA: MUTAGENI I ANTIMUTAGENI (151790)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

prof. dr. sc. Nada Oršolić, Prirodoslovno-matematički fakultet

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM**

**KOLEGIJEM:** Polje: Biologija; Grana: Genetička toksikologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:**

Nastava će uključivati: predavanja (7 sati), seminare (4 sati), rad u laboratoriju (4 sati), konzultacije sa studentima. Organizacija rada u laboratoriju provest će se ovisno o interesima studenata i specifičnostima njihovog znanstveno-istraživačkog rada

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznati studente i istraživače u biologiji, genetici, toksikologiji i onkologiji s osnovnim značajkama fizikalnih i kemijskih mutagena te mehanizmima njihova djelovanja na razini stanice u uvjetima *in vitro* i *in vivo*. Dati pregled dosadašnjih saznanja o antimutatgenima prirodnog i sintetskog porijekla. Upoznati studente s osnovama metoda za procjenu učinaka mutagena i antimutagena na molekularnoj i staničnoj razini te cjelokupnom organizmu, s posebnim osvrtom na biomarkere i procjenu rizika profesionalne i ambijentalne izloženosti populacija.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Predavanja

Osnove i mehanizmi djelovanja fizikalnih mutagena.

Osnove i mehanizmi djelovanja kemijskih mutagena.

Promjene na razini stanica nastale pod utjecajem mutagena i pregled metoda za njihovo rano, specifično i osjetljivo otkrivanje u uvjetima *in vitro* i *in vivo* te primjena molekularno-bioloških i citogenetičkih biomarkera u procjeni rizika profesionalne i ambijentalne izloženosti populacija.

Pregled saznanja o antimutatgenima prirodnog i sintetskog porijekla.

5 .Planiranje i provedba eksperimenata u uvjetima *in vitro* i *in vivo* iz područja genetičke toksikologije te obrada i prikaz rezultata istraživanja.

Seminari – pregled novih saznanja o pojedinim cjelinama, ovisno o interesima studenata i specifičnostima njihovog znanstveno-istraživačkog rada

Ionizirajuće zračenje

Neionizirajuće zračenje

Kemijski mutageni primijenjeni u medicini

Kemijski mutageni primijenjeni u poljoprivredi

Kemijski mutageni primijenjeni u industriji

Kemijski mutageni iz životnog okoliša

Antimutageni prirodnog podrijetla

Antimutageni sintetskog podrijetla

Sinergistički učinci mutagena i antimutagena

Izloženost populacija mutagenima iz životnog i radnog okoliša

Rad u laboratoriju

Organizacija rada u laboratoriju provest će se ovisno o interesima studenata i specifičnostima njihovog znanstveno-istraživačkog rada.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Uredno pohađanje predavanja, seminara i vježbi.  
Aktivno praćenje znanstvene literature iz kolegija.  
Izrada i javna prezentacija seminarskog rada.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

1. Pismeni ispit. Konačna ocjena zbir je ocjene pismenog ispita i ocjene seminarskog rada.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Duraković i sur. Klinička toksikologija, Grafos, Zagreb 2000

Albertini, R. J., Anderson, D., Douglas, G. R., Hagmar, L., Hemminki, K., Merlo, F., Natarajan, A. T., Norppa, H., Shuker, D. E. G., Tice, R., Waters, M. D., Aitio, A. (2000) ICPS guidelines for the monitoring of genotoxic effects of carcinogens in humans. *Mutat. Res.* 463, 111-172.

Colombo P, Gunnarsson K, Iatropoulos M, Brughera M (2001) Toxicological testing of cytotoxic drugs (Review). *Int J Oncol* 19:1021-1028

Collins AR. The comet assay for DNA damage and repair. *Mol. Biotechnol* 2004; 26: 249-61.

Fenech M, Chang WP, Kirsch-Volders M, Holland N, Bonassi S, Zeiger E. HUMN project: detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocyte cultures. *Mutat Res* 2003;534:65-75.

Garaj-Vrhovac V, Gajski G, Milković Đ, Ranogajec-Komor M, Miljanić S, Beck N, Knežević Ž, Gerić M. Radiation exposure and protection in conventional pediatric radiology of thorax. U: Balenović D, Štimac E (eds.) *Radiation Exposure: Sources, Impacts and Reduction Strategies*. New York, Nova Publisher, 2012;43-74.

Garaj-Vrhovac V, Gajski G. Comet assay in human biomonitoring as reasonably reliable cancer predictor in epidemiology. U: Kristoff HC (ed.) *Cancer Biomarkers*. New York, Nova Publisher, 2011;165-188.

Pfeiffer, P., Goedecke, W., Obe, G. (2000) Mechanisms of DNA double strand break repair and their potential to induce chromosomal aberrations. *Mutagenesis*. 15(4), 289-302

Singh NP (2000) Microgels for estimation of DNA strand breaks, DNA protein crosslinks and apoptosis. *Mutat Res* 455:111-127

Tice RR, Agurell E, Anderson D, Burlinson B, Hartmann A, Kobayashi H, Miyamae Y, Rojas E, Ryu JC, Sasaki YF (2000) Single cell gel/Comet assay: guidelines for *in vitro* and *in vivo* genetic toxicology testing. *Environ Mol Mutagen* 35:206-221.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Za izradu seminarskih radova kao dopunska literatura koristit će se recentni članci iz vodećih časopisa koji objavljuju članke iz područja genetičke i molekularne toksikologije: *Mutagenesis*, *Mutation Research*, *Environmental and Molecular Mutagenesis*, *Toxicology*, *Toxicology Letters*, *International Journal of Radiation Biology*, *Radiation Research* itd.

**NAZIV KOLEGIJA: ANIMALNI MODELI GLODAVACA U EKSPERIMENTALNOJ ONKOLOGIJI (151791)**

**NAZIV STUDIJA/STUDIJSKOG PROGRAMA: POSLIJEDIPLOMSKI DOKTORSKI STUDIJ BIOLOGIJE**

**GODINA STUDIJA: 2**

**PREDMETNI NASTAVNIK**

Dr. sc. Ranko Stojković, dr.vet.med., Znanstveni savjetnik, Institut „Ruđer Bošković“ Zagreb  
Prof. dr. sc. Nada Oršolić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Dr. sc. Siniša Ivanković, dr.vet.med., Viši znanstveni suradnik, Institut „Ruđer Bošković“ Zagreb

**DA LI KOLEGIJ MOŽETE PREDAVATI NA ENGLESKOM ILI NA JEDNOM OD SLUŽBENIH JEZIKA EU:** Da, engleski

<b>OBLIK NASTAVE</b>	<b>SATI</b>	<b>IZVOĐAČ NASTAVE (<i>upisati nastavnik ili asistent</i>)</b>
predavanja	10	nastavnik
vježbe	3	asistent
seminar	2	asistent
Terenska nastava (dana)		

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Stjecanje znanja o ulozi i primjeni animalnih modela glodavaca u eksperimentalnoj onkologiji

**IZVEDBENI PROGRAM KOLEGIJA**

**PREDAVANJA**

1. Humani tumorski ksenografti modeli i animalni modeli u istraživanju tumora.
2. Mutirani, transgenični i knockout mišji modeli – p53 deficijentni miševi kao modeli za istraživanje raka, uporaba transgeničnih mišjih modela u istraživanju raka
3. Modeli metastaza, - Pluća, slezena/jetra, kosti, mozak
4. Eksperimentalne metode i završne točke pokusa – In vivo tumor response završne točke pokusa
5. Razvoj novih citostatika u današnje doba
6. Mišji modeli raka u predkliničkim ispitivanjima – Mišji modeli kao temelj za pred klinička ispitivanja, primjeri pred kliničkih ispitivanja.

**VJEŽBE**

Posjet animalnoj jedinici instituta „Ruđer Bošković i rad s laboratorijskim životinjama (prikaz pojedinih tumorskih modela).

**SEMINAR**

*In vivo* pokusni protokoli u eksperimentalnoj onkologiji kroz kritičku analizu znanstvenih članaka iz područja eksperimentalne onkologije (Journal club).

**RAZVIJANJE OPĆIH I SPECIFIČNIH KOMPETENCIJA STUDENATA** Stjecanje znanja o ulozi i primjeni animalnih modela glodavaca u eksperimentalnoj onkologiji i povezivanje sa srodnim znanstvenim strukama; primjena stečenih znanja u eksperimentalnom radu

**OBAVEZE STUDENATA U NASTAVI I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA**

Redovito polaganje i aktivno sudjelovanje u nastavi

**UVJETI ZA DOBIVANJE POTPISA**

Redovito pohađanje i aktivno sudjelovanje u nastavi

**NAČIN IZVOĐENJA NASTAVE:**

Predavanja, vježbe, seminar

**NAČIN PROVJERE ZNANJA I POLAGANJA ISPITA:**

pismeni i usmeni ispit

**NAČIN PRAĆENJA KVALITETE I USPJEŠNOSTI KOLEGIJA:**

Anonimne studentske ankete

**OBAVEZNA LITERATURA**

Marko Radačić, Ivo Bašić, Damir Eljuga (2000) Pokusni modeli u biomedicini: Medicinska naklada Zagreb

**DOPUNSKA LITERATURA**

Eric C. Holand (2004) Mouse Models of Human Cancer: Wiley-Liss Inc. USA  
Beverly A. Teicher (2002) Tumor Models in Cancer Research: Humana Press USA

**NAZIV KOLEGIJA: BIOLOGIJA TUMORSKIH STANICA (151792)**

**AUTORI PROGRAMA:**

Dr. sc. Maja Herak Bosnar, znanstvena savjetnica, Institut Ruđer Bošković, Zagreb;  
Dr. sc. Neda Slade, znanstvena savjetnica, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:**

Genetika, genomika i proteomika čovjeka, Temeljne medicinske znanosti.

**OBLIK NASTAVE:**

predavanja, seminari, praktikum. SATI NASTAVE: 8+2+5

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:**

Upoznati studente s prirodom zloćudne preobrazbe stanice, genetskom podlogom raka, tijekom razvoja i progresije tumora te mogućnostima liječenja na molekularnoj razini kroz interaktivnu nastavu. Kroz praktikum polaznici će se upoznati s nekom od metoda karakterističnih za istraživanje raka (ovisno o raspoloživim financijskim sredstvima praktikum će biti individualan ili demonstracijski)

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Priroda raka, stupnjevi kancerogeneze, biološki čimbenici u nastanku raka, stanični onkogeni i faktori rasta, tumor supresorski geni, prijenos signala u tumorskoj stanici, stanični ciklus i stanična smrt, angiogeneza, invazija i metastaziranje, primjena znanja i tehnika molekularne biologije u sprječavanju i liječenju raka.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Od studenata se očekuje da aktivno sudjeluju u nastavi i izvođenju vježbi te da pripreme seminarsku prezentaciju iz područja biologije tumora.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Priprema seminarske prezentacije i pismena provjera znanja.

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Weinberg R.A., The Biology of Cancer, Garland Science, 2013.

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Cooper G.M., Hausman R.E. Stanica: molekularni pristup, Medicinska naklada, 2004.

Cooper G.M., Hausman R.E. The Cell: a Molecular Approach, 2015.

Pecorino, L: Molecular Biology of Cancer: Mechanisms, Targets, and Therapeutics, 2016.

**NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULARNI MEHANIZMI KONTROLE STANIČNOG RASTA I KARCINOGENEZE (151793)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Dr. sc. Ivica Rubelj, viši znanstveni suradnik, Institut Ruđer Bošković

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM: Molekularna i stanična biologija**

**OBLIK I SATI NASTAVE:** Predavanja, 15 sati

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:** Cilj kolegija je upoznati polaznike sa najnovijim saznanjima iz područja molekularne biologije normalnog staničnog rasta i shodno tome staničnog starenja, te također procesa karcinogeneze koja nastaje kao rezultat narušavanja normalnih kontrolnih mehanizama stanice. Posebno će se obrađivati interakcije mehanizama staničnog ciklusa i ponašanja telomera kao najvažnijih faktora kontrole staničnog rasta. Polaznici će se kroz pregled suvremenih ideja i metodoloških pristupa upoznati sa najvažnijim aspektima ovih istraživanjima od nivoa stanice do nivoa organizma.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

Uvod u Molekularni mehanizmi kontrole staničnog rasta i karcinogeneze obuhvaća početke istraživanja osnovnih mehanizama staničnog rasta, starenja i karcinogeneze. Ovi fenomeni će se objasniti kroz model ljudskih i mišjih fibroblasta, endotelijalnih i epitelnih stanica, te modelnih organizama. Molekularne osnove mehanizama genetičke kontrole staničnog rasta i karcinogeneze obuhvaćaju: ulogu telomera i telomeraze (građa telomera, proteini koji su u interakciji sa telomerama), ulogu rekombinacijskih mehanizama u kontroli duljine telomera u normalnim i imortalnim stanicama, ulogu kontrole staničnog ciklusa u imortalizaciji i interakciji istog sa telomerama. Mehanizmi staničnog oštećenja obuhvaćaju oksidativni stres u staničnom starenju (hiper/hipooksija, telomere i oksidativni stres), ulogu mitohondrija u nastanku staničnih oštećenja, uloga antioksidansa i stres- response mehanizama u održanju normalne stanične funkcije. Genetički i epigenetički mehanizmi kontrole staničnog rasta će se obraditi kroz model laboratorijskih miševa (knock out eksperimenti, microarray analize, oksidativni stres i kalorijska dijeta), kvasca *S. cerevisiae* (poznati geni i signalni putovi, mehanizmi popravka DNA i rekombinacije), nematode *C. elegans* i kukca *D. melanogaster* (poznati geni i signalni putovi, oksidativni stres i kalorijska dijeta, knock out eksperimenti) te njihove sličnosti i razlike u odnosu na čovjeka. Također će se prezentirati evolucijske teorije mehanizama rasta i starenja te njihova uzajamnost sa karcinogenezom.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Tijekom ovog kolegija polaznici će steći najnovija saznanja iz područja molekularne biologije staničnog rasta, poglavito molekularnih mehanizama kontrole ograničenog rasta normalnih stanica i njihov utjecaj na starenje na razini organizma, procesu nastanka tumorske transformacije, te o mehanizmima kod nekoliko modelnih organizama kroz koje će se objasniti važnost genetičke i epigenetičke kontrole kod ovih procesa.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** Usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Nature, vol. 408, No. 9 (2000), 233-269. Skup preglednih članaka.

Oncogene, vol. 21, No. 4 (2002), 493-697. Skup preglednih članaka.

Science, vol. 273, No. 5271 (1996), 1-148. Skup preglednih članaka.

Handbook of the Biology of Aging. Third edition. Editors: Schneider, E. L. and Rowe, J. W., Academic Press, Inc. San Diego, California, 1990.

Kim, S., Jiang, J. C., Kirchman, P. A., Rubelj, I., Helm, E. G. and Jazwinski, S. M.: Cellular and molecular aging. in Comprehensive Geriatric Oncology, second edition, (L. Balducci, W. B. Ershler, G. H. Lyman, eds.) Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 1998. pp. 123-155.

Dimri, G. P., Lee, X., Basile, G., Acosta, M., Scott, G., Roskelley, C., Medrano, E. E., Linskens, M., Rubelj, I., Pereira-Smith, O. M., Peacocke, M. and Campisi, J.: A biomarker that identifies senescent human cells in culture and in aging skin in vivo, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1995; 92: 9363-9367.

Blasco M. A. mouse models to study the role of telomeres in cancer, aging and dna repair [Review]. European Journal of Cancer. 38(17): 2222-2228, 2002 Nov.

**NAZIV KOLEGIJA: SIGNALNI PUTEVI U STANICI (ONKOGENI I TUMOR SUPRESORI)  
(151794)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Doc. dr. sc. Petar Ozretić, znanstveni suradnik, Zavod za molekularnu medicinu, Institut Ruđer Bošković  
Suradnici u nastavi:

Doc. dr. sc. Vesna Musani, znanstvena suradnica u zvanju više znanstvene suradnice, Zavod za molekularnu medicinu, Institut Ruđer Bošković

Doc. dr. sc. Maja Sabol, znanstvena suradnica u zvanju više znanstvene suradnice, Zavod za molekularnu medicinu, Institut Ruđer Bošković

Dr. sc. Diana Trnski, viša asistentica u zvanju znanstvene suradnice, Zavod za molekularnu medicinu, Institut Ruđer Bošković

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM**

**KOLEGIJEM:** biologija / biokemija i molekularna biologija; temeljne medicinske znanosti / genetika, genomika i proteomika čovjeka

**OBLIK I SATI NASTAVE:** 8 sati predavanja, 5 sati vježbi, 2 sata seminara

**ECTS BODOVI:** 6

**CILJ KOLEGIJA:** Upoznavanje molekularno-biokemijskih mehanizama prijenosa signala u stanici, posebno s aspekta onkogeni i tumor supresori i njihove uloge u nastanku tumora. Upoznavanje osnovnih molekularno-biokemijskih metoda istraživanja DNA, RNA i proteina.

**NASTAVNI SADRŽAJI predavanja i seminari :**

Predavanja obrađuju normalno funkcioniranje stanica višestaničnih organizama: regulacija staničnog ciklusa, stanična diferencijacija, prijenos signala unutar i među stanicama te apoptoza. Obraditi će se najpoznatiji putevi prijenosa signala u ljudskoj stanici, s posebnim naglaskom na signalni put Hedgehog-GLI, te uloga onkogeni i tumor supresori u nastanku tumora. Obradit će se razne razvojne i maligne bolesti vezane za poremećaje u signalnim putevima te mogućnosti njihovog popravaka i terapije. Dati će se osvrt i na mogućnosti koje daju genetske i epigenetske analize u dijagnostici malignih oboljenja kao što su nasljedni rak dojke, različiti tipovi tumora jajnika i dr.

Na vježbama se obrađuju najznačajnije metode molekularne biologije i genetike: PCR, qPCR, analiza ekspresije pomoću mikročipova, sekvenciranje molekula DNA i različite imunokemijske metode.

Seminari pokrivaju teme vezane za suvremene tehnike uređivanja genoma (ZFN, TALEN i CRISPR/Cas9), osnovne računalne resurse i bioinformatičke pristupe vezane za tematiku kolegija te biostatističku obradu eksperimentalnih rezultata.

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

Usmena prezentacija jednog znanstvenog rada na temu obrađenu u kolegiju (po izboru studenta).

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:** usmeni ispit

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Alberts *et al.* (2016) *Molecular Biology of the Cell* (6th Ed.), W. W. Norton & Company

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Hancock, J. T. (2017) *Cell signalling* (4th Ed.), Oxford University Press

Hesketh R. (1997) *The Oncogene and Tumor Suppressor Gene Factsbook* (2nd Ed.), Academic Press

Weinberg, R. A. (2013) *The Biology of Cancer* (2nd Ed.), W. W. Norton & Company

Vogelstein, B., Kinzler, K. W. (2002) *The Genetic Basis of Human Cancer* (2nd Ed.), McGraw-Hill Professional

Chow, A. Y. (2010) *Cell Cycle Control by Oncogenes and Tumor Suppressors: Driving the*



Transformation of Normal Cells into Cancerous Cells. Nature Education 3(9):7

Levanat *et al.* (2017) Hedgehog Signaling Pathway as Genetic and Epigenetic Target in Ovarian Tumors. Curr Pharm Des 23(1):73-94.

Sabol *et al.* (2018) Role of GLI Transcription Factors in Pathogenesis and Their Potential as New Therapeutic Targets. M Int J Mol Sci 9(9). pii: E2562.

<b>NAZIV KOLEGIJA: MOLEKULARNE OSNOVE GENSKE TERAPIJE (151795)</b>
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> Dr. sc. Andreja Ambriović Ristov, znan. savj., Institut Ruđer Bošković Suradnik: dr. sc. Dragomira Majhen, viši znan. sur., Institut Ruđer Bošković
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIMKOLEGIJEM:</b> Prirodne znanosti, polje biologija, grana biokemija i molekularna biologija
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> 10 sati predavanja, 5 sati seminara
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>CILJ KOLEGIJA:</b> Upoznavanje studenata s molekularnom biologijom i životnim ciklusima različitih tipova virusa koji se koriste kao vektori u genskoj terapiji. Upoznavanje studenata s konstrukcijom virusnih vektora, te njihovim prednostima i nedostacima u genskoj terapiji. Upoznavanje sa nevirusnim načinom prijenosa gena, prednostima i nedostacima u primjeni. Upoznavanje studenata s ciljnim bolestima za gensku terapiju i rezultatima kliničkih pokusa.
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>PREDAVANJA:</b> Uvod: Principi genske terapije. (2 sata); Molekularna biologija retrovirusa, principi konstrukcije vektora. (2 sata); Molekularna biologija adenovirusa, principi konstrukcije vektora. (2 sata); Molekularna biologija adeno-pridruženih virusa, principi konstrukcije vektora. (1 sat); Vektorska vakcinacije. (1 sat); Genska terapija tumora. (1 sat); Nevirusni prijenos gena. (1 sat) <b>SEMINARI:</b> Klinički pokusi genske terapije retrovirusima, adenovirusima i adeno pridruženim virusima, te nevirusnim prijenosom gena. Etika u genskoj terapiji. (5 sati)
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> Pohađanje nastave, priprema seminara na odabranu temu.
<b>NAČIN POLAGANJA ISPITA:</b> usmeno
<b>OBAVEZNA LITERATURA:</b> Majhen D., Ambriović-Ristov A.: Adenoviral vectors - how to use them in cancer gene therapy. <i>Virus Research</i> , 119: 121-133, 2006.; Majhen D., Calderon H., Chandra N., Fajardo C.A., Rajan A., Alemany R., Custers J.: Adenovirus-based vaccines for fighting infectious diseases and cancer: progress in the field. <i>Human Gene Therapy</i> , 25(4):301-17, 2014. Wirth T, Ylä-Herttua S.: "Gene Therapy Used in Cancer Treatment." <i>Biomedicines</i> 2, no. 2: 149-162, 2014.; Ambriović Ristov A. Brozović A., Bruvo Mađarić B., Četković H., Herak Bosnar M., Hranilović D., Katušić Hećimović S., Meštrović Radan N., Mihaljević S., Slade N., Vujaklija D (ur.): Metode u molekularnoj biologiji. Institut Ruđer Bošković, 2007.; Schultz B.R., Chamberlain J.S.: Recombinant Adeno-associated Virus Transduction and Integration, <i>Molecular Therapy</i> , 16(7): 1189–1199, 2008.; Kotterman M.A., Schaffer D.V.: Engineering adeno-associated viruses for clinical gene therapy. <i>Nature Reviews Genetics</i> .15(7):445-51, 2014.; Yi Y., Noh M.J., Lee K.H.: Current Advances in Retroviral Gene Therapy, <i>Current Gene Therapy</i> , 11: 218-228, 2011.; Emeagi P.U., Goyvaerts C., Maenhout S., Pen J., Thielemans K., Breckpot K.: Lentiviral vectors: a versatile tool to fight cancer. <i>Current Molecular Medicine</i> . 13(4):602-25, 2013.; Pichon C., Billiet L., Midoux P.: Chemical vectors for gene delivery: uptake and intracellular Trafficking, <i>Current Opinion in Biotechnology</i> , 21:640–645, 2010.
<b>DOPUNSKA LITERATURA:</b> Odabir najnovijih znanstvenih članaka iz područja genske terapije.

**NAZIV KOLEGIJA: KEMOPREVENCIJA I BIOTERAPIJA TUMORA (151796)**

**AUTOR(I) PROGRAMA:**

Prof. dr.sc. Nada Oršolić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM**

**KOLEGIJEM:** polje: Temeljne medicinske znanosti, grana: Imunologija imunogenetika, Tumorska imunologija, Molekularna onkologija

**OBLIK I SATI NASTAVE:** predavanja (6 sati), vježbe (6 sati), seminari (3 sata)

**ECTS BODOVI: 6**

**CILJ KOLEGIJA:**

Cilj kolegija je dati temeljne napomene o mogućim mehanizmima kemoprevencije i bioterapije tumora:

- 1./ Antimutagenezi/antikancerogenezi (inhibicija procesa poznatih kao "inicijacija" i "promocija" karcinogeneze)
- 2./ Antiproliferacija i antiprogresija (mehanizmi uključuju aktivaciju različitih fizioloških procesa kao što su modulacija hormona/čimbenika aktivnosti rasta, inhibicija aktivnosti onkogena, modulacija imunosne reakcije domaćina, poticanje apoptoze i dr).
3. / upoznati studente s mogućnostima kemoprevencije tumora posebice dati naglasak na učinak pčelinjih proizvoda te njihovih polifenolnih/flavonoidnih sastavnica samih i/ili združenih s kemoterapeutima na:  
1) tumorski rast i metastatsku sposobnost te protulekemijsku aktivnost; 2) angiogenezu i proces metastaziranja; 3) imunomodulaciju, značaj i uloga polarizacije stanica, posebice makrofaga; 4) na glavne signalne puteve u nastanku raka, posebice na Ras, MAPK PI3K signalni put, regulacija staničnog ciklusa preko MAPK i PI3K puta, mTOR, tirozin kinazni putovi, TP53 mreža te prijenos signala preko TGF-beta faktora, NF-kappaB puta; 5) mehanizme stanične smrti (apoptozu, nekrozu, autofagiju, mitotičku katastrofu, starenje) te ekspresiju i značaj apoptotičkih gena bcl-2, survivin i bcl-xL i njihov doprinos otpornosti stanica na citostatik; 6) mehanizme dokidanja rezistencije na kemo- i radioterapiju, ekspresiju MRP1, P-glikoproteina, glutationa i enzima pridruženih glutationu u osjetljivim i otpornim staničnim linijama na citostatike; 7) ulogu P-glikoproteina u polifenolnoj-citostatik međureakciji; 8) mogućnost primjene zračenja, kemoterapije, hipertermije i polifenolnih sastavnica; 9) antioksidacijski, imunomodulatorni, radioprotektivni, citotoksični, apoptotički, genetski i epigenetski učinci polifenolnih/flavonoidnih sastavnica u terapiji tumora i metastaza, 10) procijeniti njihove pozitivne i negativne učinke te ovim spoznajama pridonijeti boljoj primjeni istih u sprječavanju proliferacije tumorskih stanica, angiogeneze i metastaziranja.

**NASTAVNI SADRŽAJI:**

1. Načela tumorske imunobiologije, kemoterapije, radioterapije, hipertermije
2. Mehanizmi poboljšanja imunoterapeutskog odgovora polifenolnim/flavonoidnim sastavnicama
3. Mehanizmi dokidanja imunosupresije
4. Učinci polifenolnih/flavonoidnih sastavnica na mikrobiotu i njen značaj u inhibiciji prirodnih karcinogena, antigenotoksičnom i imunomodulatornom učinku
5. Uloga polifenolnih/flavonoidnih sastavnica na angiogenezu, metaloproteinaze 2 i 9 (MMP-2, MMP-9) te makrofagnu polarizaciju (M1 i M2 tumoru pridružene makrofage-TAM)
6. Uloga polifenolnih/flavonoidnih sastavnica u epigenetskoj regulaciji rasta tumora (DNA metilaciju, histonsku modifikaciju i RNA interferenciju ili posttranskripcijsko utišavanje gena)
7. Uloga polifenolnih/flavonoidnih sastavnica u zaštiti i regeneraciji zdravih stanica od toksičnog učinka kemoterapeutika te selektivni učinak na pokretanje apoptoze/nekroze u tumorskim stanicama, inhibicija signalnih puteva stanične proliferacije i preživljavanja

8. Mehanizmi dokidanja rezistencije na kemoterapeutik i zračenje, značaj polifenolnih/flavonoidnih sastavnica u dokidanju rezistencije
9. međudjelovanje različitih oblika terapije tumora s polifenolnim/flavonoidnim sastavnicama, procjenom aditivnog, sinergističkog ili antagonističkog djelovanja

**OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:**

1. Nazočnost na predavanjima,
2. Aktivno praćenje znanstvene literature iz kolegija.
3. Izrada i javna prezentacija seminarskog rada.

**NAČIN POLAGANJA ISPITA:**

Student treba pokazati znanje na pismenom i usmenom ispitu, aktivno sudjelovati u seminarskoj nastavi

**OBAVEZNA LITERATURA:**

Scientific evidence of the use of propolis in ehtnomedicine” (Editors: Oršolić N. and Bašić I). Ethnopharmacology- Review Book, Transworld Research Network, India, 2008.

Oršolić N. and Bašić I. (2007) Cancer chemoprevention by propolis and its polyphenolic compounds in experimental animals. *Phytochemistry and Pharmacology III*, (Editor: V. K. Singh, J. N. Govil & C. Arunachalam, STUDIUM PRESS, LLC, U.S.A). *Recent Progress in Medicinal Plants 17*: 55-114.

Oršolić N., Benković V., Horvat-Knežević A. and Bašić I. (2007) Natural products and flavonoids as radioprotective agents. “Herbal Drugs: A Twenty First Century Perspective” (Editors: RK Sharma and RajeshArora), Jaypee Brothers Medical Publishers Pvt. Ltd, Delhi, pp 666+).

Middleton, E. Jr, C. Kandaswami, T.C. Theoharides. 2000. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacol Rev.52(4):673-751*. Review.

Galati, G., S. Teng, M.Y. Moridani, T.S. Chan, and P.J.O'Brien. 2000. Cancer chemoprevention and apoptosis mechanisms induced by dietary polyphenolics. *Drug Metabol Drug Interact 17*: 311-349.

Abbas, Abul K, Lichtman, Andrew H, Poper, Jordan S (2000): *Cellular and molecular immunology*. 4<sup>th</sup> ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA

Kuby J. *Immunology*. 6<sup>th</sup> ed. W.H. Freeman and company, New York. (2004) Roitt, Ivan, Brustoff,

Jonathan, Male, David (2006): *Immunology*. 7<sup>th</sup> ed. Mosby, Edinburgh, UK Allegretti, Nikša, Adreis,

Igor, Čulo Filip, Marušić, Marko, Taradi Milan (2004): *Imunologija*. 6 izdanje. Školska knjiga, Zagreb

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Za izradu seminarskih radova kao dopunska literatura koristit će se recentni članci iz vodećih časopisa koji objavljuju članke iz područja tumorske imunologije, kemoprevencije i terapije tumora i metastaza:

Cancer and Metastases Review; *Experimental Biology and Medicine*; *Journal of Nutrition*; *Current Opinion in Pharmacology*; *Mutation Research*; *Nutrition*; *Antioxidants & Redox Signaling*,

*Biochemical Pharmacology*...

Oršolić N, Sirovina D, Kosalec I. and Bašić I. (2009) Honey bee products; immunomodulation and antitumor activity. Vol. 5. *Immunomodulation & Vaccine Adjuvants* of the book series *Comprehensive Bioactive Natural Products*, 2009, pp. 45-87.

Orsolice N. (2009). Bee honey and cancer. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science 1 (4)*: 93 – 103.

Oršolić N (2010). A review of propolis antitumor action *in vivo* and *in vitro*. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science 2(1)*: 1-20.

Oršolić N. ( 2012) Bee venom in cancer therapy. *Cancer Metastasis Rev. 31(1)*: 173-194.

Janeway C.A., Travers P. *Immunobiology, the immune system in health and disease* 3<sup>rd</sup> ed. *Current Biology*, London.(1996).

<b>NAZIV KOLEGIJA:</b> MOLEKULARNA DIJAGNOSTIKA NEOPLAZMI (151797)
<b>AUTOR(I) PROGRAMA:</b> izv. prof.dr.sc. Petra Korać, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>NAZIV DOKTORSKOG STUDIJA:</b> Biologija
<b>POLJE I GRANA ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA POVEZANOG S PREDLOŽENIM KOLEGIJEM:</b> područje biomedicine i zdravstva, polje kliničke medicinske znanosti i područje prirodnih znanosti, polje biologije
<b>OBLIK I SATI NASTAVE:</b> predavanja (5 sati), seminari (5 sati), vježbe (5 sati)
<b>ECTS BODOVI:</b> 6
<b>ISHODI KOLEGIJA:</b> Nakon položenog kolegija student će moći: 1) objasniti mehanizme razvoja neoplazmi 2) koristiti metode koje su najpouzdanije za otkrivanje određenih odstupanja na temelju razumijevanja mehanizma bolesti 3) raspravljati o etičkim pitanjima u određenim biomedicinskim područjima
<b>NASTAVNI SADRŽAJI:</b> <b>Ciljevi:</b> 1) objasniti molekularnu osnovu razvoja bolesti i povezati ga s pojmovima „dijagnostički test“, „biomarker“ i „klasifikacija bolesti“ 2) objasniti načine planiranja i koncepte istraživanja molekularne patologije te primjenu njihovih rezultata u dijagnostici 3) objasniti laboratorijske metode koje se koriste u svakodnevnoj praksi kao dio dijagnostike, prognostike i terapije <b>Predavanja</b> 1) Opći mehanizmi razvoja neoplazmi s naglaskom na hematološke malignosti: - genetske i epigenetske aberacije u razvoju tumora, razvoj limfoma B-stanica, klasifikacija limfoma, translacijska istraživanja (2 sata predavanja) 2) Metode u biomedicini: - FISH, FICTION, imunohistokemija, PCR, qRT-PCR, određivanje stupnja metilacije, RFLP (1 sat predavanja) 3) Koncept istraživanja razvoja novotvorina: - detaljna klasifikacija temeljena na aberacijama u genomu tumorskih stanica / detekcija ključnih aberacija koje su odgovorne za transformaciju i koje su temelj analize biomarkera, korištenje rezultata osnovnih istraživanja u dijagnostici (1 sat predavanja) 4) Utjecaj Projekata sekvenciranja ljudskoga genoma na dijagnostiku, etička pitanja, mogućnost razvoja novih, ranijih dijagnostičkih testova (1 sat predavanja) <b>Seminari</b> Svaki student priprema seminar o odabranoj temi iz područja rutinski korištenih dijagnostičkih metoda koje se temelje na mehanizmima razvoja bolesti. (5 sati) <b>Vježbe</b> Nakon predavanja svi studenti sudjeluju u rješavanju slučajeva koji se pripremaju iz prakse izradom vlastitih protokola za dijagnostičke postupke, odabirom metoda i analizom rezultata. (5 sati)
<b>OBAVEZE STUDENATA TOKOM NASTAVE I NAČINI NJIHOVA IZVRŠAVANJA:</b> prisustvovanje i sudjelovanje na predavanjima, održan seminarski rad, sudjelovanje u rješavanju

slučajeva iz prakse, ispit

**NACIN POLAGANJA ISPITA:**

usmeni ispit, uspješno održan seminar, aktivno prisustvovanje tijekom rješavanja slučajeva iz prakse

**OBAVEZNA LITERATURA:**

materijal dobiven na predavanju

**DOPUNSKA LITERATURA:**

Swerdlow S.H., Campo E., Harris N.L., Jaffe E.S, Pileri S.A., Stein H., Thiele J, Vardima J.w. (Eds.), WHO Classification of Tumours of Haematopoietic and Lymphoid Tissues, IARC: Lyon, 2008.

Küppers Ralf. Mechanism of B-cell Lymphoma Pathogenesis. *Nature Rev. Cancer*. 2005; 5:251-262.  
van Dongen JJ, Langerak AW, Brüggemann M, Evans PA, Hummel M, Lavender FL, Delabesse E, Davi F, Schuurin E, García-Sanz R, van Krieken JH, Droese J, González D, Bastard C, White HE, Spaargaren M, González M, Parreira A, Smith JL, Morgan GJ, Kneba M, Macintyre EA. Design and standardization of PCR primers and protocols for detection of clonal immunoglobulin and T-cell receptor gene recombinations in suspect lymphoproliferations: report of the BIOMED-2 Concerted Action BMH4-CT98-3936. *Leukemia*. 2003;17(12):2257-317.

Hans CP, Weisenburger DD, Greiner TC, Gascoyne RD, Delabie J, Ott G, Müller-Hermelink HK, Campo E, Braziel RM, Jaffe ES, Pan Z, Farinha P, Smith LM, Falini B, Banham AH, Rosenwald A, Staudt LM, Connors JM, Armitage JO, Chan WC. Confirmation of the molecular classification of diffuse large B-cell lymphoma by immunohistochemistry using a tissue microarray. *Blood*. 2004 Jan 1;103(1):275-82.

Horn H, Ziepert M, Becher C, Barth TF, Bernd HW, Feller AC, Klapper W, Hummel M, Stein H, Hansmann ML, Schmelter C, Möller P, Cogliatti S, Pfreundschuh M, Schmitz N, Trümper L, Siebert R, Loeffler M, Rosenwald A, Ott G; German High-Grade Non-Hodgkin Lymphoma Study Group. MYC status in concert with BCL2 and BCL6 expression predicts outcome in diffuse large B-cell lymphoma. *Blood*. 2013;121(12):2253-63.

Enjuanes A, Albero R, Clot G, Navarro A, Beà S, Pinyol M, Martín-Subero JI, Klapper W, Staudt LM, Jaffe ES, Rimsza L, Braziel RM, Delabie J, Cook JR, Tubbs RR, Gascoyne R, Connors JM, Weisenburger DD, Greiner TC, Chan WC, López-Guillermo A, Rosenwald A, Ott G, Campo E, Jares P. Genome-wide methylation analyses identify a subset of mantle cell lymphoma with a high number of methylated CpGs and aggressive clinicopathological features. *Int J Cancer*. 2013 Jun 10. doi: 10.1002/ijc.28321.