IZVEDBENI PLAN STUDIJA SVEUČILIŠNOG PRIJEDIPLOMSKOGA STUDIJA BIOTEHNOLOGIJA – STARI STUDIJ

Zimski semestr ak. god. 2024./2025.

prehrambeno biotehnološki fakultet

Sveučilište u Zagrebu

POPIS OBVEZNIH I IZBORNIH PREDMETA S BROJEM SATI NASTAVE POTREBNIH ZA NJIHOVU IZVEDBU I BROJEM ECTS BODOVA

Godina studija: II

Semestar: Zimski

PREDMET	NOSITELJ	P	S	V	e-učenje	ECTS	Obvezni/ izborni
Biokemija 1	Igor Stuparević	30	10	20	0	5	obvezni
Numeričke metode i programiranje	Ana Vukelić	30	15	15	0	5	obvezni
Fenomeni prijelaza	Tomislav Bosiljkov	30	15	30	0	5	obvezni

Godina studija: III

Semestar: Zimski

PREDMET	NOSITELJ	P	S	V	e-učenje	ECTS	Obvezni/ izborni
Biokemijsko inženjerstvo	Tonči Rezić	40	30	30	0	8	obvezni
Biotehnologija 3	Tonči Rezić	30	0	45	0	6	obvezni
Pročišćavanje i karakterizacija proteina	Renata Teparić	30	10	20	0	4	obvezni
Mjerenje i vođenje procesa	Mirjana Čurlin	20	5	20	0	3	obvezni
Biotehnologija 4	Blaženka Kos	20	10	30	0	5	obvezni
Genetičko inženjerstvo	Ivan Krešimir Svetec	27	0	27	0	4	obvezni

OPISI KOLEGIJA

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici predmeta	**Izv. prof. dr. sc. Igor Stuparević** Prof. dr. sc. Renata Teparić Prof. dr. sc. Irena Landeka Jurčević Doc. dr. sc. Bojan Žunar Antonia Paić mag.ing. Tea Martinić Cezar mag.ing.	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv predmeta	**Biokemija 1**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	5
1.3. Šifra predmeta	32419	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	30 + 20 + 10 + 0
1.4. Studijski program	Preddiplomski sveučilišni studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na predmetu	oko 60
1.5. Status (vrsta) predmeta	obvezan	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja predmeta *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	predavanja u VP, seminar u VP, laboratorijske vježbe u Laboratoriju za biokemiju 6 kat	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se predmet izvodi	druga	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA

2. OPIS PREDMETA	
2.1. Ciljevi predmeta	• Upoznati studente sa strukturom, svojstvima i biološkom ulogom staničnih makromolekula. • Razviti osnovne vještine potrebne za rad u biokemijskom laboratoriju.
2.2. Uvjeti za upis predmeta i / ili ulazne kompetencije potrebne za predmet (ako postoje)	Uvjeti za upis predmeta su položeni predmeti: • Opća kemija • Analitička kemija • Organska kemija • Biologija
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi	• definirati i objasniti principe temeljnih znanstvenih disciplina poput matematike, fizike, kemije, biokemije i biologije s posebnim naglaskom na mikrobiologiji i molekularnoj genetici te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • provoditi odgovarajuće analize i biotehnološke postupke u kemijskim, biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • interpretirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji. 10. izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (3-10 ishoda učenja)	• objasniti strukturne razine i konformaciju proteina, odnos strukture i biološke aktivnosti proteina te proces denaturacije proteina; objasniti djelovanje različitih čimbenika koji uzrokuju denaturaciju proteina • objasniti osnovne principe metoda za razdvajanje i pročišćavanje proteina, te opisati postupke provođenja osnovnih preparativnih i analitičkih metoda za separaciju, analizu i karakterizaciju proteina te primjeniti stečeno znanje u radu s proteinima u praksi • opisati i objasniti katalitičko djelovanje i specifičnost enzima, kinetiku enzimskih reakcija, utjecaj pH vrijednosti i temperature otopine na aktivnost enzima, mehanizme regulacije enzimske aktivnosti te koristiti enzime u preparativne i analitičke svrhe u praksi • opisati strukturu i biološku ulogu DNA i RNA molekula • objasniti molekularne mehanizme prijenosa genetičke informacije i sinteze proteina

2.5. Opis sadržaja predmeta	**Predavanja:** Građa i biološke funkcije proteina: strukturna i kemijska svojstva aminokiselina, strukturne razine i konformacija proteina, denaturacija proteina. Metode razdvajanja i analize proteina. Enzimi: građa i katalitičko djelovanje enzima, kinetika enzimskih reakcija, utjecaj temperature i pH na aktivnost enzima, mehanizmi inhibicije enzimskih reakcija, alosterički enzimi. Nukleinske kiseline: struktura i biološka uloga DNA i RNA, replikacija DNA, sinteza RNA. Sinteza proteina: aktivacija aminokiselina, struktura i uloga tRNA, građa ribosoma i proces translacije. Postsintetske modifikacije proteina. **Seminari:** Rješavanje problema iz područja enzimske katalize i kinetike, metoda razdvajanja i analize proteina, sinteze proteina. Teoretske osnove (priprema) za vježbe. **Vježbe:** Određivanje koncentracije proteina metodom po Lowry-u. Enzimska kinetika (ovisnost brzine reakcije o temperaturi i pH, određivanje kinetičkih konstanti K_m i V_{max}, reverzibilna inhibicija). Razdvajanje proteina gel filtracijom i SDS-elektroforezom na poliakrilamidnom gelu.

2.6. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ *on line* u cijelosti ☐ mješovito e-učenje ☐ terenska nastava	☐ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☒ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ (ostalo upisati)	2.7. Komentari:

2.8. Praćenje rada studenata	Pohađanje nastave		NE	Istraživanje		NE	Usmeni ispit	DA	
	Eksperimentalni rad	DA		Referat	DA		(ostalo upisati)		
	Esej		NE	Seminarski rad		NE	(ostalo upisati)		
	Kolokvij	DA		Praktični rad		NE	(ostalo upisati)		
	Projekt		NE	Pismeni ispit	DA		Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)	5	

2.9. Metode i kriteriji vrednovanja	Uspjeh studenata se vrednuje prema rezultatima ostvarenim na vježbama, pisanom i usmenom ispitu. Svaki element vrednovanja studentu donosi bodove po sljedećem obrascu: - ocjena vježbi - 0 do 10 bodova (najmanje 6) - ocjena pisanog ispita – 0 do 30 bodova (najmanje 18) - ocjena usmenog ispita – 0 do 30 bodova (najmanje 18) Konačna ocjena studenta definira se prema broju ukupno prikupljenih bodova: - 42 - 49 – dovoljan - 49,5 do 56 – dobar - 56,5 do 63 – vrlo dobar - 63,5 - 70 – izvrstan Studenti se tijekom izvođenja nastave iz predmeta mogu osloboditi pisanog dijela ispita putem dva neobavezna kolokvija. Za oslobađanje od pisanog dijela ispita potrebno je riješiti 60% oba kolokvija. Isključivo u prvom ispitnom roku oni studenti koji se nisu oslobodili jednog kolokvija mogu polagati samo taj kolokvij.
2.10. Obveze studenata	Da položi predmet, student/studentica mora: • prikupiti dovoljan broj bodova kako je opisano pod 2.9.

2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	**Naslov**	**Dostupnost u knjižnici**	**Dostupnost putem ostalih medija**
	J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, *Biokemija*, Školska knjiga, Zagreb, 2013. (dijelovi koji se odnose na metodske cjeline predmeta)	DA, 15 kom.	
2.12. Dopunska literatura	• P. Karlson, Biokemija (prijevod), Školska knjiga, Zagreb, 1993. • J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biochemistry (fifth edition), W.H. Freeman and Co., New York, 2002. • D.L. Nelson, M.M. Cox, Lehninger Principles of Biochemistry (third edition), Worth Publisher, New York, 2000.		

	• M. Osgood, K. Ocorr, The Absolute, Ultimate Guide to Lehninger Principles of Biochemistry (third edition) , Worth Publisher, New York, 2000.
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici: http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*
2.14. Ostalo	-

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici predmeta	Prof. dr. sc. Ana Vukelić	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv predmeta	**Numeričke metode i programiranje**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	5
1.3. Šifra predmeta	32418	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	30 + 15 + 15 + 0
1.4. Studijski program	Preddiplomski sveučilišni studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na predmetu	60
1.5. Status (vrsta) predmeta	obvezan	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja predmeta *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	Predavanja i seminari u P2, a vježbe u P3	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se predmet izvodi	druga	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	NE
2. OPIS PREDMETA			
2.1. Ciljevi predmeta	Studenti se upoznaju s osnovnim numeričkim metodama, kako bi iste mogli primijeniti u stručnim kolegijima.		
2.2. Uvjeti za upis predmeta i / ili ulazne kompetencije potrebne za predmet (ako postoje)	Uvjeti za upis predmeta su položeni predmeti: • Matematika 1 • Matematika 2 • Osnove informatike		
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi	• definirati i objasniti principe temeljnih znanstvenih disciplina poput matematike, fizike, kemije, biokemije i biologije s posebnim naglaskom na mikrobiologiji i molekularnoj genetici te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • interpretirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije		
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (3-10 ishoda učenja)	• definirati i opisati široki raspon numeričkih metoda, njihova svojstva i uvjete u okviru kojih ih može primjenjivati • analizirati probleme i odabrati odgovarajuću numeričku metodu za njihovo rješavanje • analizirati važnost i točnost rezultata dobivenih izračunom • uspoređivati alternativne metode za numerička rješenja zadanog problema • koristiti računalne alate kao pomagala u matematičkim procesima i za stjecanje novih informacija • provesti numeričke metode uz pomoć računala		
2.5. Opis sadržaja predmeta	Zadaća numeričke matematike. Elementi teorije grešaka. Izračunavanje vrijednosti nekih elementarnih funkcija preko Taylorovog polinoma. Izračunavanje vrijednosti nekih elementarnih funkcija preko Taylorovog polinoma uz pomoć programskog paketa Maxima. Algoritmi, dijagrami toka i pseudoprogrami. Relacijski i logički operatori. Uvjetni iskazi. Petlje. Iteracijske metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi (Jacobijeva metoda i Gauss-Seidelova metoda). Matrične operacije, direktne metode i iteracijske metode za rješavanje sustava linearnih jednadžbi uz pomoć programskog paketa Maxima. Diskretni slučaj. Neprekidni slučaj. Trigonometrijski polinom; Fourierov polinom. Programska realizacija uz pomoć programskog paketa Maxima.		

	Newtonova metoda (metoda tangente). Metoda sekante. Metoda iteracije. Sustavi nelinearnih jednadžbi. Programska realizacija uz pomoć programskog paketa Maxima. Lagrangeov oblik interpolacijskog polinoma. Aitkenova interpolacijska shema. Opći Newtonov oblik interpolacijskog polinoma. Hermiteov interpolacijski polinom. Interpolacija po dijelovima polinomima. Numeričko diferenciranje i integriranje. Izračunavanje interpolacijskog polinoma uz pomoć programskog paketa Maxima. Talorova metoda. Metoda neodređenih koeficijenata. Picardova metoda. Linearne diferencijalne jednadžbe i Laplaceova transformacija. Eulerova metoda. Runge-Kuttine metode. Shema konačnih razlika za parcijalne diferencijalne jednadžbe. Programska realizacija uz pomoć programskog paketa Maxima. Metoda zlatnog reza. Programska realizacija uz pomoć programskog paketa Maxima.
2.6. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ *on line* u cijelosti ☐ mješovito e-učenje ☐ terenska nastava ☐ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ (ostalo upisati)
	2.7. Komentari:

2.8. Praćenje rada studenata									
	Pohađanje nastave		NE	Istraživanje		NE	Usmeni ispit		NE
	Eksperimentalni rad		NE	Referat		NE	(ostalo upisati)		
	Esej		NE	Seminarski rad		NE	(ostalo upisati)		
	Kolokvij	DA		Praktični rad	DA		(ostalo upisati)		
	Projekt		NE	Pismeni ispit	DA		Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)	5	

2.9. Metode i kriteriji vrednovanja	• Prvi parcijalni ispit (100 bodova): sredina semestra, praktični rad na računalu tijekom prve polovice semestra: ukupno 25 boda • Drugi parcijalni ispit (100 bodova): kraj semestra, praktični rad na računalu tijekom druge polovice semestra: ukupno 25 boda Parcijalni ispiti se pišu 90 minuta. Ocjenjuje se i izrada vježbi. Studenti koji nisu pristupili ili nisu uspjeli položiti jedan od parcijalnih ispita iz prvog pokušaja, imaju pravo na dva popravka u sklopu ispitnog roka. Popravak se polaže u dva dijela: pismeni i praktični. Studenti koji nisu položili oba parcijalna ispita pišu ispit iz cjelokupnog gradiva. Ispit se polaže u dva dijela: pismeni i praktični. Pismeni ispit se piše 120 minuta. Bodovanje po pojedinom parcijalnom ispitu (uključujući i bodove za praktični rad): • 62 - 74 dovoljan (2) • 75 - 94 dobar (3) • 95 - 109 vrlo dobar (4) • 110 - 125 izvrstan (5) Sustav bodovanja na popravnom je isti kao i na parcijalnom ispitu.
2.10. Obveze studenata	Da položi predmet, student/studentica mora: 1. Prisustvovati predavanjima i seminarima (maksimalni broj izostanaka je 4) 2. Prisustvovati vježbama (dopušten je jedan izostanak) 3. dobiti ukupnu pozitivnu ocjenu iz vježbi (maksmalno dvije negativno ocijenjene vježbe) 4. položiti parcijalne ispite s minimalno 50 bodova u pismenom dijelu i 12 bodova u praktičnom dijelu kod svakoga. ili 4. položiti popravni ispit minimalno 50 (100) bodova u pismenom dijelu i 12 (25) bodova u praktičnom dijelu.

2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	**Naslov**	**Dostupnost u knjižnici**	**Dostupnost putem ostalih medija**

	Interna skripta: I. Perić, A. Vukelić, Numeričke metode i programiranje	NE	DA, Merlin i web stranica
	Numerička matematika, Ivan Ivanšić	NE	
2.12. Dopunska literatura	• Schaum's Outline of Introduction to Computer Science, Mata-Toledo Ramon, McGraw-Hill Book Company • Schaum's Outline of Numerical Analysis, Francis Scheid, McGraw-Hill Book Company • Schaum's Outline of Differential Equations, Bronson Richard, McGraw-Hill Book Compan		
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*		
2.14. Ostalo	-		

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici predmeta	**Izv. prof. dr. sc. Tomislav Bosiljkov** Prof. dr. sc. Damir Ježek Prof. dr. sc. Mladen Brnčić Izv. prof. dr. sc. Sven Karlović Doc. dr. sc. Filip Dujmić Marko Škegro, mag. ing. Tadić Mirna, mag. Ing.	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv predmeta	**Fenomeni prijelaza**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	5
1.3. Šifra predmeta	32442	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	30 + 30 + 15 + 0
1.4. Studijski program	Preddiplomski sveučilišni studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na predmetu	65
1.5. Status (vrsta) predmeta	obvezan	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja predmeta *on line* (maks. 20%)	2. 10 %
1.6. Mjesto izvođenja	Predavanja – P1 Seminari – P1 Vježbe – Laboratorij za tehnološke operacije	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se predmet izvodi	druga	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	NE
2. OPIS PREDMETA			
2.1. Ciljevi predmeta	Upoznati studente sa zakonitostima vezane za dinamiku fluida. Upoznati ih sa problemima vezanim za reološka svojstva fluida kao i definicijom i značenjem svakog reološkog parametra u dinamici fluida kao i njihov utjecaj na fizikalna svojstva promatranog fluida. Upoznati će zakonitosti vezane za promatrane parametre toka tj. njihov utjecaj na promjenu režima strujanja fluida definiranog Reynoldsovim brojem. Primjenom jednadžbe kontinuiteta definirati će izraze za brzinu strujanja fluida i volumni protok - upotrebom Pitotove cijevi, Venturijeve cijevi i Mjernog zaslona. Postavljanje materijalne i energetske bilance zadanih problema. Nakon učenja student će moći pokazati i objasniti temeljna načela procesa prijenosa topline, objasniti osnovne pojmove kao i zakonitosti koje vladaju u ovakvim sustavima. Objasniti razliku između prirodne i prisilne (prinudne) konvekcije, objasniti utjecaj pojedinih fizikalnih veličina na toplinu graničnog sloja. Upoznati studente sa kontrolom i vođenjem tehnološkog procesa vezanog za kontrolu temperature i izmjenu topline tijekom toplinske obrade fluida. Samostalno provođenje fluidizacije, primijeniti operaciju u postupcima obrade prehrambenog materijala različitih fizikalno – kemijskih svojstava pri različitim režimima strujanja sloja čvrstih čestica kroz fluid. Moći će optimizirati proces fluidizacije kao i postaviti materijalnu i energetsku bilancu fluidizacijske kolone. Razumijevanje, svrha i primjena matematičke metode koja omogućava da se dobije informacija o obliku ovisnosti među veličinama u fizičkim sustavima za koje zbog njihove složenosti nisu moguća matematička rješenja, i da se odrede uvjeti fizičke sličnosti među zbivanjima, pa time zakoni modeliranja i prenošenja rezultata pokusa s modelima na veliko tehničko tj. industrijsko mjerilo. Odabiranje i primjena optimalnog membransko separacijskog procesa za adekvatnu obradu uzoraka u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji. Primjena principa prijenosa mase,		

	načine i vrste prijenosa. Stečeno znanje primjenjivo je za razumijevanje procesa Apsorpcije, Adsorpcije kao i svih membranskih separacijskih procesa.
2.2. Uvjeti za upis predmeta i / ili ulazne kompetencije potrebne za predmet (ako postoje)	Uvjet za upis su položeni predmeti: •Osnove inženjerstva •Osnove termodinamike •Fizika •Matematika 1 •Matematika 2
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima predmet pridonosi	• opisati i objasniti principe temeljnih inženjerskih disciplina poput termodinamike, mehanike fluida, fenomena prijenosa i jediničnih operacija, te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • voditi i upravljati manjim proizvodnim jedinicama industrijskih biotehnoloških sustava • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (3-10 ishoda učenja)	• Klasificirati osnovne pojmove u područjima Prijelaza mase, Prijenosa količine gibanja i Prijelaza (prijenosa) topline. • Osmisliti primjenu različitih tipova diferencijalnih manometara u ovisnosti o postavljenom problemu u statici i dinamici fluida. • Klasificirati značenje svakog reološkog parametra u dinamici fluida kao i njihov utjecaj na fizikalna svojstva promatranog fluida. Objasniti zakonitosti vezane za promatrane parametre toka tj. njihov utjecaj na promjenu režima strujanja fluida definiranog Reynoldsovim brojem. Koristiti jednadžbu kontinuiteta i definirati izraze za brzinu strujanja fluida i volumni protok - upotrebom Pitotove cijevi, Venturijeve cijevi i Mjernog zaslona. • Klasificirati osnovne zakonitosti i pojmove vezane za postupak apsorpcije i adsorpcije. Objasniti postupak provođenja adsorpcije upotrebom različitih tipova adsorbera. Pokazati postupak provođenja apsorpcije upotrebom različitih tipova apsorpcijskih kolona. Formulirati materijalnu i energetsku bilancu primjenom svih ulaznih i izlaznih veličina procesa. • Pokazati i objasniti temeljna načela procesa prijenosa topline. Objasniti osnovne pojmove kao i zakonitosti koje vladaju u ovakvim sustavima. Objasniti utjecaj pojedinih fizikalnih veličina na toplinu graničnog sloja. • Klasificirati tipove izmjenjivača topline koji se primjenjuju u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji. Kreirati tehnološki proces vezan za kontrolu temperature i izmjenu topline tijekom toplinske obrade fluida. Formulirati materijalnu i energetsku bilancu postupka toplinske obrade. • Upravljati operacijom fluidizacije, primijeniti operaciju u postupcima obrade prehrambenog materijala različitih fizikalno – kemijskih svojstava pri različitim režimima strujanja sloja čvrstih čestica kroz fluid. Vrjednovati operaciju fluidizacije i formulirati materijalnu i energetsku bilancu fluidizacijske kolone. • Razviti matematičke metode koje omogućavaju da se dobije informacija o obliku ovisnosti među veličinama u fizičkim sustavima za koje zbog njihove složenosti nisu moguća matematička rješenja. • Klasificirati osnovne pojmove i principe rada svih uređaja namijenjenih za membransku separaciju. Identificirati optimalni membranski separacijski proces za adekvatnu obradu uzoraka u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji. Formulirati bilance mase i energije u membranskim separacijskim procesima.
2.5. Opis sadržaja predmeta	1. Uvod u kolegij; Opće informacije i prikaz sistematike kolegija. 2. Metrologija, Opće postavke, Sustav, Agregatna stanja, Stlačivost, Kavitacija, Fluid i sile u fluidu, Gustoća, poroznost, površinska napetost. 3. Statika fluida: Pascalov zakon, Promjena tlaka u fluidu, Mjerenje tlaka (diferencijalni manometar, manometar s čaškom, mikromanometar s kosom cijevi) Sile tlaka na kose površine, Relativna ravnoteža (horizontalno i vertikalno ubrzanje). 4. Statika fluida: Prisilni vrtlozi, Rotacija kapljevine, Tlak na stjenku cijevi, Uzgon, Arhimedov zakon; Dinamika fluida: Viskoznost (kapljevine + plinovi).

	5. Dinamika fluida: Gibanje čestica fluida, laminarno i turbulentno strujanje, Hidraulički polumjer, Osnovno parametri toka, Kontinuirani tok, Bilanca mase, Količina gibanja i tok fluida. 6. Dinamika fluida: Eulerova jednadžba, Bernoullijeva jednadžba, Mehanička energija toka fluida, Energetska jednadžba toka fluida. 7. Dinamika fluida: Statički i dinamički tlak, Pitotova cijev, Piezometri, Venturijeva cijev, Mjerni zaslon, Tok kroz cijev kružnog presjeka, Tok kroz kanale, Istjecanje kroz male otvore, Dvofazno strujanje, Granični sloj, Prandtlova teorija. 8. Adsorpcija: Definicija, Primjena, Ravnoteža, Izoterme, Kinetika adsorpcije, Adsorbenti, Provođenje adsorpcije, Izvedbe adsorbera. 9. Apsorpcija: Definicija, Jednadžba pogonskog pravca, Proračun apsorpcijske kolone, Izvedba adsorbera. 10. Fluidizacija: Definicija, Pad tlaka Ergunova jednadžba 11. Dimenzionalna analiza: Dimenzijska analiza, Buckinghamova metoda, Metoda sustavnih pokušaja, Rayleighjeva metoda. 12. Prijelaz topline: Temperaturno polje i gradijent, Provođenje topline, Toplinska vodljivost (kapljevine+plinovi), Zračenje (Prevostov stavak), Osnovni pojmovi zračenja, Zračenje crnog (necrnog) tijela, Kirchoffov zakon, Zračenje plinova, Prirodna i prisilna konvekcija, Toplinski granični sloj, Isparavanje, Ishlapljivanje, Ključanje, Ukapljivanje. 13. Izmjenjivači topline: Princip rada, Toplinsko opterećenje, Jednadžba prolaza topline, Tipovi izmjenjivača topline. 14. Prijelaz mase: Pokretačke sile, Pravilo faza, Principi, Pogonski pravac, Fickov zakon, Vrste prijenosa mase, Teorija filmskog sloja, Koeficijent prijenosa mase. 15. Membranski procesi: Membrane, Separacijski mehanizmi, Morfologija, Kemijski sastav, Geometrija, Transport fluida kroz membranu, Dijaliza, Elektrodijaliza, Reverzna osmoza, Separacija plinova, Ultrafiltracija, Dijafiltracija, Mikrofiltracija, Pervaporacija.

2.6. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ *on line* u cijelosti ☒ mješovito e-učenje ☐ terenska nastava	☒ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ (ostalo upisati)	2.7. Komentari:

2.8. Praćenje rada studenata									
	Pohađanje nastave	DA		Istraživanje		NE	Usmeni ispit	DA	
	Eksperimentalni rad		NE	Referat	DA		(ostalo upisati)		
	Esej		NE	Seminarski rad		NE	(ostalo upisati)		
	Kolokvij	DA		Praktični rad	DA		(ostalo upisati)		
	Projekt		NE	Pismeni ispit	DA		Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)	5	

2.9. Metode i kriteriji vrednovanja

Maksimalni broj bodova po aktivnosti:
1. parcijalni ispit 22,5
2. parcijalni ispit 22,5
Referat 5
Vježbe 5
Završni ispit (usmeni) 45

Parcijalni ispiti:
Tijekom semestra održavaju se dva parcijalna ispita koji obuhvaćaju računski dio. Za pristupanje usmenom dijelu ispita nužno je položiti oba parcijalna ispita sa min. 60 %. Ako student ne položi pismeni dio putem parcijalnih ispita, izlazak na popravni ispit smatra se prvim izlaskom. Na popravnom ispitu polaže se cijelokupno gradivo, neovisno o eventualnom prolasku na jednom od parcijalnih ispita.

Formiranje ocjene:
< 60 % nedovoljan (1)

	≥ 60 % dovoljan (2) ≥ 70 % dobar (3) ≥ 80 % vrlo dobar (4) ≥ 90 % izvrstan (5)
2.10. Obveze studenata	Da položi predmet, student/studentica mora: • odraditi sve vježbe, predati referate s vježbi na pregled i po potrebi ispraviti referate. • prisustvovati svim predavanjima (dozvoljena su 3 neopravdana izostanka s predavanja) • postići minimalno 60 % na svakom parcijalnom (popravnom) ispitu iz pismenog djela ispita (Zadaci) • uspješno položiti usmeni dio ispita (Teorijski dio)

2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	**Naslov**	**Dostupnost u knjižnici**	**Dostupnost putem ostalih medija**
	Singh, P.R. i Heldman D.R. (2009) Introduction of Food Engineering.	NE	DA, Merlin
	Griskey, R.G. (2002) Transport Phenomena and Unit Operations.	NE	DA, Merlin
	Da-Wen S. (2005) Emerging Technologies for Food Processing.	NE	DA, Merlin
	Pečornik, M. (1989) Tehnička mehanika fluida, Školska knjiga, Zagreb.	DA, 20 kom.	
	Lovrić, T. (2003) Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva.	DA, 20 kom.	
	Stanišić, S. (1973) Predavanja iz tehnoloških operacija	DA, 3 kom.	DA, Merlin

2.12. Dopunska literatura	-
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*
2.14. Ostalo	-

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Tonči Rezić** prof. dr. sc. Blaženka Kos prof. dr. sc. Božidar Šantek izv. prof. dr. sc. Mladen Pavlečić izv. prof. sc. Antonija Trontel izv. prof.. dr. sc. Mario Novak dr. sc. Nenad Marđetko	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv kolegija	**Biokemijsko inženjerstvo**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	8
1.3. Šifra kolegija	39803	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	40 + 30 + 30 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	50 - 60
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	1. 1 %
1.6. Mjesto izvođenja	Laboratorij za BI, IM i TSP, PBF-a	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	Glavni ciljevi kolegija su steći znanja i vještine za postavljenje, vođenje i nadzor biotehnoloških procesa odnosno postupaka izdvajanja i pročišćavanja biotehnoloških		

	proizvoda. Nadalje, steći znanja i vještine za kreiranje i sastavljanje tehnološke linije za provođenja biotehnoloških procesa u različitim mjerilima.
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjet za upis kolegija su položeni kolegiji: • Fenomeni prijelaza • Jedinične operacije • Biotehnologija 2 • Biokemija 1 • Biokemija 2 • Mikrobiologija • Numeričke metode i programiranje • Matematika 2
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• odabrati i praktično primijeniti temeljna znanja i vještine iz biokemijskog inženjerstva, vođenja i upravljanja biotehnoloških procesa te genetičkog inženjerstva • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • provoditi odgovarajuće analize i biotehnološke postupke u kemijskim, biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • koristiti uobičajenu procesnu opremu u biotehnološkom pogonu (proizvodnom i/ili pilotno-istraživačkom) • voditi i upravljati manjim proizvodnim jedinicama industrijskih biotehnoloških sustava. • prepoznati i analizirati probleme u proizvodnji i komunicirati ih s pretpostavljenima i podređenima. interpretirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • primijeniti etička načela, zakonsku regulativu i norme u struci • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)	• pripremiti hranjivu podlogu i inokulum za različite tehnike vođenja bioprocesa (šaržni, šaržni proces s pritokom supstrata, polukontinuirani i kontinuirani) • postaviti i riješiti bilancu mase, te odrediti kinetiku bioprocesa za različite tehnike vođenja bioprocesa • postaviti i voditi bioprocese kod primjene različitih tehnika njihovog vođenja • izračunati pokazatelje uspješnosti bioprocesa za različite tehnike vođenja bioprocesa • izabrati adekvatnu opremu za vođenje bioprocesa na polučvrstim i čvrstim supstratima odnosno u tekućim hranjivim podlogama • kreirati i sastaviti optimalni sustav za nadzor i regulaciju bioprocesa • proračunati, postaviti i voditi proces šaržne i kontinuirane sterilizacije hranjivih podloga odnosno zraka tijekom bioprocesa • formirati i primjeniti matematičke modele za nadzor i optimizaciju bioprocesa • izabrati i kreirati sustave za provođenje bioprocesa pomoću imobiliziranih biokatalizatora prve i druge generacije • izabrati adekvatni postupak za izdvajanje mikrobne biomase, razbijanje mikrobnih stanica, te izdvajanja proizvoda mikrobnog metabolizma • kreirati i sastaviti optimalnu tehnološku liniju za provođenja bioprocesa u industrijskom mjerilu
2.5. Opis sadržaja kolegija	1. **Definicija, značaj i opseg biokemijskog inženjerstva i pravci razvoja** P: Definicija, značaj i opseg biokemijskog inženjerstva i pravci razvoja (2 h) 2. **Bioreaktorski sustavi u biotehnološkoj proizvodnji** P: Bioreaktorski sustavi za provođenje bioprocesa na čvrstim, polučvrstim i tekućim supstratima (6 h) S: Proračun različitih bioreaktorskog sustava (4 h) **3. Tehnike vođenje biotehnološkog procesa - šaržni i šaržni proces s pritokom supstrata** P: Šaržni i šaržni proces s pritokom supstrata (4 h) S: Proračun šaržnog i šaržnog procesa s pritokom (4 h) V: Šaržni uzgoj bakterije *Lactobacillus delbrueckii* (10 h); Šaržni uzgoj s pritokom supstrata kvasca *S. cerevisiae* (10 h) 4. **Tehnike vođenje biotehnološkog procesa - polukontinuirani i kontinuirani procesi** P: Polukontinuirani i kontinuirani bioprocesi (5 h) S: Proračun polukontinuiranog i kontinuiranog bioprocesa (4 h)

<table>
<tr><td></td><td colspan="9">V: Polukontinuirani uzgoj kvasca S. cerevisiae (10 h)
5. Miješanje i aeracija tijekom biotehnološkog procesa
P: Sustavi za miješanje i aeraciju različitih bioreaktora (3 h)
S: Proračun sustava za miješanje i aeraciju bioreaktora (4 h)
6. Praćenje, nadzor i regulacija biotehnološkog procesa
P: Sustavi za praćenje, nadzor i regulacija biotehnološkog procesa (6 h)
S: Proračun sustava za nadzor i regulacija biotehnološkog procesa (4 h)
7. Sterilizacija opreme, hranjivih podloga i zraka za biotehnološku proizvodnju
P: Šaržna i kontinuirana sterilizacija (3 h)
S: Proračun procesa šaržne i kontinuirane sterilizacije (8 h)
8. Primjena matematičkih modela u biotehnološkoj proizvodnji
P: Formiranje, vrste i primjena matematičkih modela u biotehnološkoj proizvodnji (3 h)
9. Imobilizirani biokatalitički sustavi
P: Vrste, tehnike pripreme i primjena imobiliziranih biokatalizatora (3 h)
S: Proračun kinetike reakcije i prijenosa mase kod imobiliziranih biokatalizatora (2 h)
10. Izdvajanje i pročišćavanje biotehnoloških proizvoda
P: Izdvajanje i pročišćavanje biotehnoloških proizvoda (4 h)</td></tr>
<tr><td>2.6. Vrste izvođenja nastave</td><td colspan="4">☒ predavanja
☒ seminari i radionice
☒ vježbe
☐ on line u cijelosti
☐ mješovito e-učenje
☐ terenska nastava</td><td colspan="3">☐ samostalni zadaci
☐ multimedija i mreža
☐ laboratorij
☐ mentorski rad
☐ (ostalo upisati)</td><td colspan="2">2.7. Komentari:</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.8. Praćenje rada studenata</td><td>Pohađanje nastave</td><td>DA</td><td></td><td>Istraživanje</td><td></td><td>NE</td><td>Usmeni ispit</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Eksperimentalni rad</td><td>DA</td><td></td><td>Referat</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Esej</td><td></td><td>NE</td><td>Seminarski rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kolokvij</td><td>DA</td><td></td><td>Praktični rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projekt</td><td></td><td>NE</td><td>Pismeni ispit</td><td>DA</td><td></td><td>Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)</td><td colspan="2">8</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2.9. Metode i kriteriji vrednovanja</td><td colspan="9">Provjera znanja iz kolegija provodi se putem 3 obavezna pismena parcijalna ispita, te ocjene praktikuma i seminara. Sustav ocjenjivanja je slijedeći: svaki pismeni parcijalni ispit sadrži 2 računska zadataka (zadatak 1 - 4 boda, a zadatak 2 - 6 bodova; maksimalan broj bodova 10) i 5 teorijskih pitanja (ocjenjuju se s 0 - 4 bodova; maksimalan broj bodova 20). Da bi se dobila pozitivna ocjena iz parcijalnog ispita treba osvojiti minimalno 13 bodova iz teoretskog dijela i ispravno riješiti zadatak 2 (6 boda). Ocjena iz praktikuma predstavlja prosječnu ocjenu samog praktičnog rada, kvalitete pismenih referata i usmenog kolokvija. Maksimalni broj bodova je 15, a za pozitivnu ocjenu potrebno je ostvariti minimalno 9 bodova (60 %). Ocjena iz seminara predstavlja prosječnu ocjenu kojom se ocjenjuje aktivno sudjelovanje na seminaru i pisanje domaćih zadaća. Maksimalni broj bodova je 10, a za pozitivnu ocjenu potrebno je ostvariti 6 bodova (60 %). Završni usmeni ispit se ocjenjuje ocjenom: nedovoljan (0 bodova); dovoljan (10 bodova); dobar (15 bodova); vrlo dobar (20 bodova) i izvrstan (25 bodova). Konačna ocjena modula dobije se zbrajanjem ostvarenih bodova pismenih parcijalnih i završnog usmenog ispita, kolokvija i seminara. Za pozitivnu ocjenu potrebno je da ukupni broj bodova bude minimalno 84 (60 %).
Broj bodova koji je potrebno ostvariti, za odgovarajuću ocjenu je sljedeći: dovoljan 84 - 98 bodova; dobar 99 - 112 bodova ; vrlo dobar 113 - 126 bodova; izvrstan 127 - 140 bodova.
Ako studenti ne polože parcijalne ispite pristupaju obaveznom pismenom odnosno usmenom ispitu iz kolegija pri čemu pismeni i usmeni ispit moraju biti pozitivno ocjenjeni da bi se dobila završna pozitivna ocjena.</td></tr>
<tr><td>2.10. Obveze studenata</td><td colspan="9">Da položi kolegij, student/studentica mora:
• odslušati predavanja i završiti seminar
• završiti i položiti kolokvij iz vježbi u praktikumu
• položiti pismeni odnosno usmeni ispit</td></tr>
</table>

	Naslov	Dostupnost u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija
2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	V. Marić i B. Šantek Biokemijsko inženjerstvo, 2009, Golden Marketing-Tehnička knjiga, Zagreb	DA, 8 kom.	DA
	M. L. Shuler, F. Kargi, Biochemical Engineering - Basic Concepts (2nd edition), Prentice Hall, 2002		DA
	J.E.Bailey, D.F.Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill, Singapore, 1986.		DA
	Biotechnology, Multivolume Comprehensive Tretease, (H.J. Rehm G. Reed, A. Püchler, P.Stadler, eds.), Vol. 3, (vol.ed. G. Stephanopoulos), Weinheim, New York, Basel, Cambridge, VCH, 1993		DA
	Biotechnology, Multivolume Comprehensive Tretease, (H.J. Rehm G. Reed, A. Püchler, P.Stadler, eds.), Vol. 4, (vol.ed. K. Schügerl), Weinheim, New York, Basel, Cambridge, VCH, 1993		DA
2.12. Dopunska literatura	-		
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici: http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*		
2.14. Ostalo	-		

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Tonči Rezić** prof. dr. sc. Božidar Šantek prof. dr. sc. Blaženka Kos prof. dr. sc. Vesna Zechner-Krpan prof. dr. sc. Jasna Mrvčić prof. dr. sc. Damir Stanzer prof. dr. sc. Vlatka Petravić Tominac izv. prof. dr. sc. Mario Novak izv. prof. dr. sc. Antonija Trontel	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv kolegija	**Biotehnologija 3**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	6
1.3. Šifra kolegija	39805	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	30 + 45 + 0 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	50
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	Predavanja i računske vježbe u predavaonicama 3 i 4, a laboratorijske vježbe u Malom laboratoriju i Procesnom praktikumu Zavoda za biokemijsko inženjerstvo i Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo na 3 i 4. katu te Kačićevoj 30.	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	Cilj ovog modula je kroz razumijevanje i primjenu bioprocesa u proizvodnji: vina, piva, alkohola, octa, kvasca, enzima, te drugih proizvoda primarnog metabolizma, razviti kod studenata kritički pristup u proučavanju koncepta biorafinerije u svrhu primjene u prizvodnji biogoriva, biopolimera i biokemikalija. Studenti će steći praktične vještine i kompetencije za provođenje analitičkih i mikrobioloških metoda potrebnih za proizvodnju navedenih		

	proizvoda kao i inženjerskih kompentecija s kojima će znati opisati i objasniti prikazane bioprocesa.		
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjeti za upis kolegija su položeni kolegiji: • Biotehnologija 2 • Biokemija 1 • Biokemija 2 • Mikrobiologija • Fenomeni prijelaza • Jedinične operacije		
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• odabrati i praktično primijeniti temeljna znanja i vještine iz biokemijskog inženjerstva, vođenja i upravljanja biotehnoloških procesa te genetičkog inženjerstva • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • provoditi odgovarajuće analize i biotehnološke postupke u kemijskim, biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • koristiti uobičajenu procesnu opremu u biotehnološkom pogonu (proizvodnim i/ili pilotno-istraživačkom) • voditi i upravljati manjim proizvodnim jedinicama industrijskih biotehnoloških sustava • prepoznati i analizirati probleme u proizvodnji i komunicirati ih s pretpostavljenima i podređenima • interprentirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i polslovnim rezultatima usmenim i pismenim putem uz korištenje stručne terminologije • primijeniti etička načela, zakonsku regulativu i norme u struci • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije		
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)	• objasniti koncept suvremene industrijske biotehnologije i koncept biorafinerije • opisati svojstva i primjenu bioprocesne opreme u proizvodnji vina, piva, alkohola, octa, kvasca, enzima, te drugih proizvoda primarnog metabolizma • povezati bioprocesnu opremu s materijalnim tokovima i prikazati tehnološke sheme procesa proizvodnje tradicionalnih proizvoda biotehnologije • usvojiti tehnike rada, analitičke i mikrobiološke metode kako bi se provela laboratorijska proizvodnja vina, piva, alkohola, kvasca, enzima i dr. proizvoda • opisati biotehnološke postupke proizvodnje biopolimera (polihidroksialkanoata, ksantana i dekstrana) • nacrtati procesnu shemu i opisati pojedine faze bioprocesa proizvodnje biogoriva • izračunati normativ sirovina za tradicionalne proizvode biotehnologije		
2.5. Opis sadržaja kolegija	**1. Uvod – Osnove biotehnološke proizvodnje pića, hrane, enzima, biopolimera, goriva i kemikalija** **P**: Definicija industrijske biotehnologije, proizvodi industrijske biotehnologije, osnovna načela biotehnološke proizvodnje, opća shema bioprocesa, povijesni pregled biotehnološke proizvodnje, koncept biorafinerije. **2. Proizvodnja piva, vina, octa, alkohola, kvasca i enzima** **P**: Procesi proizvodnje vina, piva, octa, alkohola, kvasca i enzima, te drugih proizvoda primarnog metabolizma **V**: Izračun normativa sirovina; Analitičke i mikrobiološke metode te laboratorijska i poluindustrijska proizvodnja vina, piva, alkohola i kvasca. **3. Proizvodnja biogoriva, biopolimera i biokemikalija** **P**: Proizvodnja bioetanola, bioplina i biodizela; proizvodnja polihidroksialkanoata , ksantana i dekstrana; proizvodnja mliječne kiseline, levulinske kiseline i glutamata. **V**: Povezati procesnu opremu s materijalnim tokovima i izračunati procesne parametare proizvodnje biogoriva, biopolimera i biokemikalija.		
2.6. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☐ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ *on line* u cijelosti ☐ mješovito e-učenje ☐ terenska nastava	☐ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ (ostalo upisati)	2.7. Komentari:

<table>
<tr><td rowspan="6">2.8. Praćenje rada studenata</td><td>Pohađanje nastave</td><td>DA</td><td></td><td>Istraživanje</td><td></td><td>NE</td><td>Usmeni ispit</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Eksperimentalni rad</td><td></td><td>NE</td><td>Referat</td><td>DA</td><td></td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Esej</td><td></td><td>NE</td><td>Seminarski rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kolokvij</td><td></td><td>DA</td><td>Praktični rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projekt</td><td></td><td>NE</td><td>Pismeni ispit</td><td>DA</td><td></td><td>Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)</td><td colspan="2">6</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2.9. Metode i kriteriji vrednovanja</td><td colspan="9">Na kolegiju „Biotehnologija III“ najviše se može postići 120 bodova.
Sustav ocjenjivanja je sljedeći:
a) svaki pismeni parcijalni ispit donosi maksimalno 40 bodova, a za pozitivnu ocjenu potrebno je ostvariti 24 boda (60 %)
b) ocjena iz praktikuma predstavlja prosječnu ocjenu samog praktičnog rada, kvalitete pismenih referata i usmenog kolokvija. Maksimalni broj bodova je 20, a za pozitivnu ocjenu potrebno je ostvariti minimalno 12 bodova (60 %).
Završni usmeni ispit se ocjenjuje ocjenom: nedovoljan (0 bodova); dovoljan (5 bodova); dobar (10 bodova); vrlo dobar (15 bodova) i izvrstan (20 bodova).
Konačna ocjena modula dobije se zbrajanjem ostvarenih bodova pismenih parcijalnih i završnog usmenog ispita i kolokvija.
Za pozitivnu ocjenu potrebno je da ukupni broj bodova bude minimalno 72 (60 %).
Broj bodova koji je potrebno ostvariti, za odgovarajuću ocjenu* je slijedeći:
- dovoljan 72 - 84 bodova
- dobar 85 - 96 bodova
- vrlo dobar 97 - 108 bodova
- izvrstan 109 - 120 bodova</td></tr>
<tr><td>2.10. Obveze studenata</td><td colspan="9">Da položi kolegij, student/studentica mora:
• odraditi sve vježbe i predati referat
• položiti kolokvije
• položiti pismeni i usmeni ispit</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)</td><td colspan="5">Naslov</td><td colspan="2">Dostupnost u knjižnici</td><td>Dostupnost putem ostalih medija</td></tr>
<tr><td colspan="5">Marić V. Tehnologija piva, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009. (knjiga, predavanja); Uvod, Kako se vari pivo, Vrenje sladovine-glavno vrenje, Klasični postupak glavnog vrenja, Izdvajanje kvasca i dorada piva, Otakanje punjenje piva u ambalažu, Nadzor proizvodnje i gotovog piva (str. 15-212)</td><td colspan="2">DA, 5 kom.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Biotehnologija, ur. P. Raspor, Bia, Ljubljana, 1996. (knjiga, predavanja); Procesi prije bioreaktora (str. 349-411), Bioproces u bioreaktoru (str. 423-551), Procesi poslije bioreaktora (str. 569-633)</td><td colspan="2">DA, 3 kom.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Grba S. Kvasci u biotehnološkoj proizvodnji, Plejada, Zagreb, 2010. (knjiga, predavanja); Proizvodnja etilnog alkohola (str. 189-223), Proizvodnja pekarskog kvasca (str. 265-296)</td><td colspan="2">DA, 35 kom.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Zoričić M. Podrumarstvo, Nakladni zavod Globus, Zagreb, 1996. (knjiga, predavanja; Strojevi i naprave u podrumu (str. 31-46), Grožđe (str. 47-60), Berba i prerada grožđa (str. 69-94), Kemijska analiza vina, Degustacija (str. 95-127)</td><td colspan="2">DA, 3 kom.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">Rezić T. Proizvodnja biogoriva, 2012 (interna skripta, predavanja i vježbe); Uvod-Biorafinerije (str. 2-8), Bioetanol (str. 9-27), Bioplin (str. 28-39), Biodizel (str. 40-59), Primjeri riješenih zadataka (str. 60-77)</td><td colspan="2">NE</td><td>DA, Merlin</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2.12. Dopunska literatura</td><td colspan="9">• Schmid D.R. Pocket Guide to Biotechnology and Genetic Engineering, Viley-VCH, 2003.
• Smith J.E. Biotechnology, 5th edition, Cambridge University Press, Cambridge 2009.</td></tr>
</table>

	• Biotechnology, Multivolume comprehensive treatise, H.J.Rehm, G. Reed, A. Puechler, P. Stadler (eds.) VCH, Weinheim 1993. • Ribéreau-Gayon P. i sur. Handbook of enology: The chemistry of wine stabilization and treatments, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2006. • Enzymes in Industry, W. Aehle (eds.), WILEY-VCH Verlag GmbH &Co. KGaA, Weinheim, 2004.
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*
2.14. Ostalo	-

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Renata Teparić** prof. dr. sc. Irena Landeka Jurčević izv. prof. dr. sc. Igor Stuparević doc. dr. sc. Bojan Žunar Antonia Paić, mag. ing. Tea Martinić Cezar, mag. ing.	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv kolegija	**Pročišćavanje i karakterizacija proteina**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	4
1.3. Šifra kolegija	39806	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	30 + 20 + 10 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	oko 70
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	predavanja i seminar u P3, laboratorijske vježbe u Laboratoriju za biokemiju 6 kat	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	U okviru ovog kolegija studenti će se upoznati sa osnovnim metodama koje se koriste za izolaciju i pročišćavanje proteina iz prirodnih izvora kao i metodama rukovanja proteinima i njihove karakterizacije u laboratoriju.		
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjet za upis kolegija je položen kolegij Biokemija 1.		
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• definirati i objasniti principe temeljnih znanstvenih disciplina poput matematike, fizike, kemije, biokemije i biologije s posebnim naglaskom na mikrobiologiji i molekularnoj genetici te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate. • provoditi odgovarajuće analize u biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • prepoznati i analizirati probleme u proizvodnji i komunicirati ih s pretpostavljenima i podređenima • interpretirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije		
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)	• samostalno osmisliti postupak pročišćavanja proteina iz odgovarajućeg prirodnog materijala ili uzgojene biomase;		

<table>
<tr><td></td><td colspan="9">

izabrati i provoditi najčešće korištene metode za preparativno razdvajanje proteina uz razumjevanje prednosti i ograničenja svake metode i mogućnosti koje ona pruža;
izabrati i provoditi najčešće korištene metode za analitičko razdvajanje proteina u svrhu praćenja ishoda pročišćavanja i koristiti odgovarajuće analitičke metode za karakterizaciju pročišćenih proteina;
evaluirati učinkovitost postupka i modificirati ga u svrhu povećanja učinkovitosti, povećanja prinosa ili kvalitete proizvoda i smanjenja troškova.

</td></tr>
<tr><td>2.5. Opis sadržaja kolegija</td><td colspan="9">Sadržaj predavanja iz ovog kolegija uključuje sljedeće metodske cjeline: Izolacija i solubilizacija proteina iz prirodnih materijala. Taložne metode razdvajanja proteina. Separacija proteina centrifugiranjem i pomoću membrana. Kromatografske metode razdvajanja proteina (gel filtracija, ionska izmjena, biospecifična kromatografija). Genetsko obilježavanje proteina za purifikaciju. Elektroforetske metode (elektroforeza u poliakrilamidnom gelu, imunoblot, izoelektrično fokusiranje). Primjena analitičkih metoda za karakterizaciju proteina (NMR, MS, CD spektroskopija, rendgenska kristalografija). Osmišljavanje postupka purifikacije proteina.</td></tr>
<tr><td>2.6. Vrste izvođenja nastave</td><td colspan="4">☒ predavanja
☒ seminari i radionice
☒ vježbe
☐ on line u cijelosti
☐ mješovito e-učenje
☐ terenska nastava</td><td colspan="3">☒ samostalni zadaci
☐ multimedija i mreža
☐ laboratorij
☐ mentorski rad
☐ (ostalo upisati)</td><td colspan="2">2.7. Komentari:</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.8. Praćenje rada studenata</td><td>Pohađanje nastave</td><td></td><td>NE</td><td>Istraživanje</td><td></td><td>NE</td><td>Usmeni ispit</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Eksperimentalni rad</td><td></td><td>NE</td><td>Referat</td><td>DA</td><td></td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Esej</td><td></td><td>NE</td><td>Seminarski rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kolokvij</td><td></td><td>NE</td><td>Praktični rad</td><td>DA</td><td></td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projekt</td><td></td><td>NE</td><td>Pismeni ispit</td><td>DA</td><td></td><td>Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2.9. Metode i kriteriji vrednovanja</td><td colspan="9">Provjera znanja se provodi kroz izradu referata iz vježbi, pisanim i usmenim ispitom. Za pristupanje usmenom ispitu student mora odraditi program vježbi i imati pozitivnu ocjenu iz referata i pisanog ispita. Referat iz vježbi i usmeni ispit se ocjenjuju u rasponu ocjena od nedovoljan (1) do izvrstan (5). Pisani ispit se ocjenjuje u rasponu ocjena od nedovoljan (1) do izvrstan (5) pri čemu se ocjena definira prema broju prikupljenih bodova:
- 6 bodova – dovoljan
- 7 bodova – dobar
- 8 bodova – vrlo dobar
- 9-10 bodova - izvrstan
Konačna ocjena se dobije na način da ocjena referata iz vježbi čini 10%, ocjena pisanog ispita 45%, a ocjena usmenog ispita 45% konačne ocjene.</td></tr>
<tr><td>2.10. Obveze studenata</td><td colspan="9">Da položi kolegij, student/studentica mora:
• odraditi program vježbi
• imati pozitivnu ocjenu iz referata iz vježbi, pisanog i usmenog ispita</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)</td><td colspan="6">Naslov</td><td colspan="2">Dostupnost u knjižnici</td><td>Dostupnost putem ostalih medija</td></tr>
<tr><td colspan="6">J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biokemija, Školska knjiga, Zagreb, 2013.
poglavlje 3</td><td colspan="2">DA, 12 kom.</td><td></td></tr>
<tr><td>2.12. Dopunska literatura</td><td colspan="9">

Guide to protein purification (Deutscher M.P. ured.) Methods in Ezymology 182, Academic Press Inc., San Diego, 1990.
Basic Methods in Protein Purification and analysis (Simpson R.J., Adams P.D., Golemis E.A. ured.), CSH Press, New York, 2009
Short protocols in protein science (Coligan J.E., Dunn B.M., Speicher D.W., Wingfield P.T. ured.), Wiley, 2003

</td></tr>
</table>

	• D.L. Nelson, M.M. Cox: Lehninger Principles of Biochemistry (4th edition), Worth Publisher, New York, 2005.
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*
2.14. Ostalo	-

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Mirjana Čurlin** izv. prof. dr. sc. Maja Benković izv. prof. dr. sc. Davor Valinger	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv kolegija	**Mjerenje i vođenje procesa**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	3
1.3. Šifra kolegija	39807	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	20 + 20 + 5 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	50
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	Kabinet za osnove inženjerstva i predavaonica P1	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	Stječe se sustavski pristup u mjeriteljstvu, potrebno znanje i iskustva o metodologiji planiranja eksperimenta u tehničkom području, izbora mjernih metoda, analiza točnosti mjerenja i statičkim evaluacijama eksperimentalnih rezultata. Dobiva se spoznaja o osnovnim pojmovima o upravljanju tehničkim sustavima, strukturnim oblicima upravljanja, i analizi dinamika sustava. Stječe se znanje sinteze i analize linearnih sustava primjenom prijenosnih funkcija osnovnih tehnoloških operacija u biotehnologiji (bilance tvari u bioreaktorima i kinetika procesa). Uz teoretske osnove dobiva se i praktično znanje o metodama prilagođavanja parametra PID regulatora za modele sustava višeg stupnja s vremenskom zadrškom.		
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjet za upis kolegija su položeni kolegiji: • Fenomeni prijelaza • Jedinične operacije • Numeričke metode i programiranje • Statistika		
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• Opisati i objasniti principe temeljnih inženjerskih disciplina poput termodinamike, mehanike fluida, fenomena prijenosa i jediničnih operacija, te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije. • Odabrati i praktično primijeniti temeljna znanja i vještine iz biokemijskog inženjerstva, vođenja i upravljanja biotehnoloških procesa te genetičkog inženjerstva. • Odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate. • Koristiti uobičajenu procesnu opremu u biotehnološkom pogonu (proizvodnom i/ili pilotno-istraživačkom). • Voditi i upravljati manjim proizvodnim jedinicama industrijskih biotehnoloških sustava. • Prepoznati i analizirati probleme u proizvodnji i komunicirati ih s pretpostavljenima i podređenima. • Izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije. • Primijeniti etička načela, zakonsku regulativu i norme u struci. • Razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije.		

<table>
<tr><td>2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)</td><td colspan="9">1. Interpretirati osnovne pojmove mjernih sustava za računalno vođenje procesa
2. Izračunati mjerne pogreške i parametre pri umjeravanju instrumenata.
3. Primjeniti kemometrijske metode za upravljanje biotehnološkim procesima
4. Izabrati odgovarajuće međusklopove za povezivanje računala s mjernom instrumentacijom u BT procesu
5. Analizirati linearnost sustava primjenom prijenosnih funkcija osnovnih tehnoloških operacija u biotehnologiji.
6. Analizirati stabilnost upravljanja procesom
7. Oblikovati parametre PID regulatora za modele sustava višeg stupnja s vremenskom zadrškom.</td></tr>
<tr><td>2.5. Opis sadržaja kolegija</td><td colspan="9">Uvod u kolegij; Osnovne značajke mjerenja i vođenja biotehnoloških procesa
Osnove mjerenja, mjeriteljstvo; umjeravanje; slijedivost; pogreške pri mjerenju, zakonska regulativa
Uvod u procesna mjerenja
Mjerni pretvornici –odabir i opće značajke
Mjerenje fizikalnih veličina u BT procesu – razina, protok, tlak, temperatura
Mjerenja za upravljanje bioreaktora (optička gustoća, respiracijski omjer, otopljeni kisik, CO2, ..).
Automatski FIA mjerni sustavi
Automatizacija procesa- uvod, vođenje procesa, upravljanje biotehnološkim procesima
Dinamičko vladanje sustava 1. reda
Regulacija parametara u BT procesu – primjeri - razina, pH, turbidimatar)
Dinamičko vladanje sustava 2. reda
Primjena algoritama umjetne inteligencije za nadzor i vođenje biotehnoloških procesa.</td></tr>
<tr><td>2.6. Vrste izvođenja nastave</td><td colspan="4">☒ predavanja
☒ seminari i radionice
☒ vježbe
☐ on line u cijelosti
☐ mješovito e-učenje
☐ terenska nastava</td><td colspan="3">☒ samostalni zadaci
☐ multimedija i mreža
☐ laboratorij
☐ mentorski rad
☐ (ostalo upisati)</td><td colspan="2">2.7. Komentari:</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.8. Praćenje rada studenata</td><td>Pohađanje nastave</td><td>DA</td><td></td><td>Istraživanje</td><td></td><td>NE</td><td>Usmeni ispit</td><td></td><td>NE</td></tr>
<tr><td>Eksperimentalni rad</td><td></td><td>NE</td><td>Referat</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Esej</td><td></td><td>NE</td><td>Seminarski rad</td><td>DA</td><td></td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Kolokvij</td><td>DA</td><td></td><td>Praktični rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projekt</td><td></td><td>NE</td><td>Pismeni ispit</td><td>DA</td><td></td><td>Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>2.9. Metode i kriteriji vrednovanja</td><td colspan="9">Vrednovanje ishoda učenja provodi se kroz pismeni ispit te preko ulaznog kolokvija na vježbama na kojima studenti dobivaju bodove koji se pribrajaju bodovima s ispita. Studenti na ispitu rješavaju teorijske i računske zadatke iz pojedinih poglavlja koji su podjeljeni na podpitanja od kojih je svako podpitanje bodovano određenim brojem bodova ovisno o težini (od 2 – 8). Maksimalan broj bodova na ispitu iznosi 80. Minimalni broj bodova za pozitivnu ocjenu na svakom djelomičnom ispitu je 60% .Maksimalni broj bodova koje student može ostvariti na ulaznom kolokviju na vježbama je 20 bodova. Ukupni bodovi 80+20=100, a ocjena se ostvaruje prema
0 - 59 % bodova - nedovoljan (1)
60 - 69 % bodova - dovoljan (2)
70 - 79 % bodova - dobar (3)
80 - 89 % bodova - vrlo dobar (4)
90 - 100 % bodova - izvrstan (5)
Dodatno se vrednuje do 10 bodova angažman studenta koji su voljni obraditi realni problem vođenja procesa u industriji u obliku seminarskog rada i prezentacije ostalim studentima kojima mogu zamjeniti ne ostavrene bodove na ispitu ili vježbama.
Komisijski ispit: Pismeni ispit, a prema potrebi i usmeni ispit pred povjerenstvom sastavljenim od tri nastavnika sa studija BT.</td></tr>
</table>

2.10. Obveze studenata	Da položi kolegij, student/studentica mora: • Imati uredno izvršene obveze što uključuje redovito pohađanje nastave (predavanja seminara i vježbi) te predana i potpisana sva izvješća s vježbi, položene ulazni kolokvij iz vježbi te ostvareno min 60 % bodova na pismenom ispitu.		
2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	**Naslov**	**Dostupnost u knjižnici**	**Dostupnost putem ostalih medija**
	Mirjana Čurlin Mjerenje ii vođenje procesa, podloge za predavanja, PBF, 2016	NE	DA
	Želimir Kurtanjek Mjerenje i vođenje procesa skripta , PBF, 2000	DA, 10 kom.	
	Osobne bilješke studenata vođene tijekom predavanja i seminara	NE	NE
2.12. Dopunska literatura	• G. Stephanopoulos „Chemical Process Control“, An Introduction to Theory and Practice“, Prentice Hall, 1995. • Kemija u industriji hrvatski časopis HDKI - rubrika Mjerna i regulacijska tehnika		
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*		
2.14. Ostalo	-		

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Blaženka Kos** prof. dr. sc. Višnja Gaurina Srček prof. dr. sc. Ivana Radojčić Redovniković prof. dr. sc. Jasna Novak prof. dr. sc. Igor Slivac prof. dr. sc. Kristina Radošević izv. prof. dr . sc. Marina Cvjetko Bubalo izv. prof. dr. sc. Andreja Leboš Pavunc dr. sc. Martina Banić dr. sc. Katarina Butorac	1.8. Semestar	zimski
1.2. Naziv kolegija	**Biotehnologija 4**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	5
1.3. Šifra kolegija	39808	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	20 + 30 + 10 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	60
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	1. 0 %
1.6. Mjesto izvođenja	Predavanja se održavaju u Predavaonici 3, a seminari i vježbe u Malom laboratoriju (broj 4 25) Zavoda za biokemijsko inženjerstvo na 4. katu te u Laboratoriju za tehnologiju i primjenu stanica i biotransformacije, Kačićeva 30, 1. kat.	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	Stjecanje temeljnih znanja o biotehnološkoj proizvodnji antibiotika (antibakterijskih, antifungalnih, antitumornih i antiviralnih), virusnih cijepiva, vitamina, hormona i drugih finih		

	kemikalija iz biljnih stanica i morskih organizama. Razvijanje praktičnih vještina i kompetencija za provođenje uzgoja kalusa i životinjskih stanica, metoda određivanja aktivnosti antibiotika, PCR metode za detekciju gena odgovornih za antibiotičku rezistenciju i ELISA metode za određivanje rezidua antibiotika. Upoznavanje zakonske regulative i procedure patentiranja i razvoja novih finih kemikalija za primjenu kao biofarmaceutika.
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjeti za upis kolegija su položeni kolegiji: • Biotehnologija 2 • Biokemija 1 • Biokemija 2 • Mikrobiologija • Fenomeni prijelaza • Jedinične operacije
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• odabrati i praktično primijeniti temeljna znanja i vještine iz biokemijskog inženjerstva, vođenja i upravljanja biotehnoloških procesa te genetičkog inženjerstva • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • provoditi odgovarajuće analize i biotehnološke postupke u kemijskim, biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • koristiti uobičajenu procesnu opremu u biotehnološkom pogonu (proizvodnim i/ili pilotno-istraživačkom) • voditi i upravljati manjim proizvodnim jedinicama industrijskih biotehnoloških sustava • prepoznati i analizirati probleme u proizvodnji i komunicirati ih s pretpostavljenima i podređenima • interprentirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pismenim putem uz korištenje stručne terminologije • primijeniti etička načela, zakonsku regulativu i norme u struci • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)	• analizirati procesne parametre u proizvodnji antibiotika u svrhu procjene učinkovitosti biotehnloškog procesa • objasniti biotehnološku proizvodnju vitamina, hormona i proizvoda iz organizama iz mora • objasniti faze razvoja te postupke proizvodnje lijeka za humanu uporabu s naglaskom na virusna cjepiva • objasniti glavne faze biotehnološkog procesa proizvodnje, izolacije i pročišćavanja antibiotika u svrhu priprave farmaceutskih pripravaka • objasniti specifičnosti uzgoja biomase životinjskih stanica • odrediti koncentracije antibiotika primjenom mikrobioloških metoda za kvantitativno određivanje antibiotika i ELISA metode • odrediti osjetljivost/otpornost bakterija na antibiotike te detektirati gene odgovorne za antibiotičku rezistenciju PCR metodom • opisati glavne proizvode kulture biljnih stanica • prirediti i sterilizirati podlogu za uzgoj te provesti postupak precjepljivanja kalusa • skicirati opću shemu biotehnološkog procesa proizvodnje antibiotika
2.5. Opis sadržaja kolegija	**1. Biotehnološka proizvodnja lijekova (antibiotika i ergot alkaloida)** **P**: Sekundarni metabolizam u mikroorganizama – biosinteza antibiotika. Biotehnološki proces proizvodnje antibiotika. Biotehnološka proizvodnja ergot alkaloida kao lijekova. **S**: Biotehnološki proces proizvodnje antibiotika. Biotehnološka proizvodnja ergot alkaloida. **V**: Detekcija antibitičke aktivnosti - mikrobni antagonizam. Određivanje utjecaja koncentracije antibiotika na rast test-mikroorganizama u tekućoj i čvrstoj hranjivoj podlozi. Određivanje koncentracije antibiotika metodom difuzije **2. Važnost kontinuiranog razvoja novih antibiotika** **P**: Historijat biotehnološke proizvodnje antibiotika i nove strategije u biosintezi novih antibiotika. **S**: Alternativne antimikrobne strategije. **V**: Određivanje koncentracije rezidua kloramfenikola u mlijeku ELISA metodom. Određivanje osjetljivosti bakterija na antibiotike i detekcija gena odgovornih za antibiotičku rezistenciju.

	3. Alternativne antimikrobne strategije **P**: Bakteriocini i drugi ribosomski sintetizirani peptidi kao alternativna antimikrobna strategija. Probiotički, prebiotički i sinbiotički koncept – temelj proizvodnje živih lijekova **S**: Alternativne antimikrobne strategije. **4. Fine kemikalije-vitamini, hormoni, proizvodi biljnih stanica i morskih organizama** **P**: Proizvodnja odabranih finih kemikalija-vitamini i hormoni. Kulture biljnih stanice te njihova primjena u biotehnološkoj proizvodnji finih kemikalija. Genetička transformacija biljaka. Proizvodnja lijekova i specifičnih kemikalija iz organizama iz mora **S**: Pristupi i optimiranje biotehnološke proizvodnje odabranih vitamina, hormona i sekundarnih metabolita biljnih stanica **V**: Izolacija kolesterola iz prirodnih sirovina-ekstrakcija, uparavanje i prekristalizacija. Identifikacija pomoću TLC. Priprava i sterilizacija podloge za uzgoj kalusa. Subkultiviranje kalusa. **5. Virusna cjepiva i regulativa u području biofarmaceutika** **P**: Proizvodnja virusnih cjepiva. Biotehnološki lijekovi-razvoj, regulativa i patenti **S**: Proizvodnja i tržište biofarmaceutika **V**: Uzgoj biomase životinjskih stanica-aseptična tehnika rada, uvjeti uzgoja, morfologija stanica
2.6. Vrste izvođenja nastave	☒ predavanja ☒ seminari i radionice ☒ vježbe ☐ *on line* u cijelosti ☐ mješovito e-učenje ☐ terenska nastava ☐ samostalni zadaci ☐ multimedija i mreža ☐ laboratorij ☐ mentorski rad ☐ (ostalo upisati) 2.7. Komentari:

2.8. Praćenje rada studenata									
	Pohađanje nastave	DA		Istraživanje		NE	Usmeni ispit		NE
	Eksperimentalni rad		NE	Referat	DA		(ostalo upisati)		
	Esej		NE	Seminarski rad	DA		(ostalo upisati)		
	Kolokvij		NE	Praktični rad		NE	(ostalo upisati)		
	Projekt		NE	Pismeni ispit	DA		Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)	5	

2.9. Metode i kriteriji vrednovanja	Na kolegiju „Biotehnologija 4“ najviše se može postići 12 bodova. Od toga, najviše 10 bodova nosi pismeni ispit, najviše 1 bod seminar i najviše 1 bod laboratorijske vježbe. Za pozitivnu ocjenu na kolegiju potrebno je: - na pismenom ispitu postići minimalno 6 bodova, - na seminaru postići minimalno 0,6 bodova, - na vježbama postići minimalno 0,6 bodova. Ocjene iz kolegija postižu se na sljedeći način: - od 0 do 60 % ukupnog broja bodova: nedovoljan (1) - od 60 do 70% ukupnog broja bodova: dovoljan (2) - od 70 do 80 % ukupnog broja bodova: dobar (3) - od 80 do 90 % ukupnog broja bodova: vrlo dobar (4) - 90 % i više posto ukupnog broja bodova: odličan (5)
2.10. Obveze studenata	Da položi kolegij, student/studentica mora: • odraditi sve vježbe i predati referat • napisati i usmeno prezentirati seminarski rad • položiti pismeni ispit

2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)	**Naslov**	**Dostupnost u knjižnici**	**Dostupnost putem ostalih medija**
	J. Šušković, B. Kos: Biotehnologija 4: Biotehnološka proizvodnja lijekova (interna skripta, predavanja)	NE	DA, Merlin

	Z. Kniewald (1993): Vitamini i hormoni-proizvodnja i primjena, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, str. 40-42, 87-93.	DA, 24 kom.	NE
	J. Šušković, B. Kos (2007): Mikrobiološke metode i antibiotici. U: *Metode u molekularnoj biologiji*, Ambriović Ristov, Andreja; Brozović, Anamaria; Bruvo Mađarić, Branka; Ćetković, Helena; Hranilović, Dubravka; Herak Bosnar, Maja; Katušić Hećimović, Silva; Meštrović Radan, Nevenka; Mihaljević, Snježana; Slade, Neda; Vujaklija, Dušica (ured.), Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, str. 949-963.		NE
	J. Šušković, B. Kos, J. Novak, A. Leboš Pavunc: Biotehnoloija 4: Biotehnološka proizvodnja lijekova, Laboratorijske vježbe (interna skripta)	NE	DA, Merlin
2.12. Dopunska literatura	• W. R. Strohl (1997) Biotechnology of antibiotics: Second edition, revised and expanded, Marcel Dekker, Inc. New York. • G. Lancini, R. Lorenzetti (2013) Biotechnology of Antibiotics and other Bioactive Microbial Metabolites, Springer Science & Business Media • Ledeboer, J. Hugenholtz, J. Kok, W. Konings, J. Wouters (2011) Thirty years of research on lactic acid bacteria, Max Bingham, 24 Media Labs, Rotterdam. • M.A.Riely, O. Gillor (2007): Research and applications in bacteriocins, Horizon Bioscience, Norfolk, UK. • J.Tao, G. Q. Lin, A. Liese (2009) Biocatalysis for the Pharmaceutical Industry: Discovery, Development, and Manufacturing, JonhWiely&Sons (Asia) PteLtd, Singapore. • Slater, N. Scott, M. Fowler (2008) Plant Biotechnology-The Genetic Manipulation of Plants, Oxford University Press, Oxford. • R. León, A. Galván, E. Fernández (2007) Transgenic Microalgae as Green Cell Factories, Springer Science + BusinessMedia. • G. Walsh (2007) Pharmaceutical biotechnology: concepts and applications. JohnWiley&SonsLtd, Chichester. • Z. Kniewald i sur. (2000) Priručnik za pripravu i izolaciju biološki djelatnih supstancija, Alfej d.o.o., Zagreb		
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*		
2.14. Ostalo	-		

1. OPĆE INFORMACIJE			
1.1. Nositelj(i) i suradnici kolegija	**prof. dr. sc. Ivan Krešimir Svetec** izv. prof. dr. sc. Marina Svetec Miklenić Ana Slišković, mag. ing.	1.8. Semestar	ljetni
1.2. Naziv kolegija	**Genetičko inženjerstvo**	1.9. Bodovna vrijednost (broj bodova po ECTS sustavu)	4
1.3. Šifra kolegija	39804	1.10. Broj sati u semestru (P+V+S+e-učenje)	27 + 27 + 0 + 0
1.4. Studijski program	Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija	1.11. Očekivani broj studenata na kolegiju	80
1.5. Status (vrsta) kolegija	Obvezni	1.12. Razina primjene e-učenja (1, 2, 3 razina), postotak izvođenja kolegija *on line* (maks. 20%)	2. 5 %
1.6. Mjesto izvođenja	Predavanja u P1 i P2; Vježbe u Laboratoriju za biologiju i genetiku mikroorganizama u Kršnjavoga 25	1.13. Jezik izvođenja	hrvatski
1.7. Godina studija u kojoj se kolegij izvodi	treća	1. 14. Mogućnost izvođenja na engleskom jeziku	DA
2. OPIS KOLEGIJA			
2.1. Ciljevi kolegija	Cilj kolegija je upoznavanje studenata s principima i primjenama metoda genetičkog inženjerstva te im prenijeti znanja i vještine koje su im potrebne za samostalno provođenje		

	pojedinih metoda i tehnika kao što su: izolacija i pročišćavanje DNA, elektroforeza DNA i izolacija DNA iz gela, primjena restrikcijskih i modifikacijskih enzima, konstrukcija rekombinantnih plazmida, transformacija bakterije E.coli, PCR, RAPD, izrada restrikcijske mape te izrada i analiza banke gena.
2.2. Uvjeti za upis kolegija i / ili ulazne kompetencije potrebne za kolegij (ako postoje)	Uvjeti za upis kolegija su položeni kolegiji: • Molekularna genetika • Biokemija 1
2.3. Ishodi učenja na razini programa kojima kolegij pridonosi	• definirati i objasniti principe temeljnih znanstvenih disciplina poput matematike, fizike, kemije, biokemije i biologije s posebnim naglaskom na mikrobiologiji i molekularnoj genetici te primijeniti ta znanja i vještine u području biotehnologije • odabrati i praktično primijeniti temeljna znanja i vještine iz biokemijskog inženjerstva, vođenja i upravljanja biotehnoloških procesa te genetičkog inženjerstva • odabrati i koristiti uobičajenu laboratorijsku opremu i odgovarajuće računalne alate • provoditi odgovarajuće analize i biotehnološke postupke u kemijskim, biokemijskim, mikrobiološkim, molekularno-genetičkim, procesnim i razvojnim laboratorijima, te prepoznati i riješiti jednostavnije probleme u tim laboratorijima • interpretirati rezultate rutinskih laboratorijskih analiza u biotehnologiji • izvijestiti o laboratorijskim, pogonskim i poslovnim rezultatima usmenim i pisanim putem uz korištenje stručne terminologije • razviti znanja i vještine nužne za nastavak studija na višoj razini, prije svega na diplomskim studijima Bioprocesnog inženjerstva te Molekularne biotehnologije
2.4. Očekivani ishodi učenja na razini kolegija (3-10 ishoda učenja)	• obrazložiti i konkretnim primjerima potkrijepiti važnost i primjenu genetičkog inženjerstva u biotehnologiji • obrazložiti osnovne pojmove vezane uz genetičko inženjerstvo kao što su: genetička modifikacija, rekombinantna DNA, kloniranje, GMO, gen, transgen, cDNA, ORF, klon, kloniranje, vektor, insert, transformacija, homologna/heterologna ekspresija, knjižnica/banka gena… • primijeniti enzime za cijepanje i modifikaciju nukleinskih kiselina kao što su restrikcijski enzimi, DNA-ligaze, DNA- i RNA-polimeraze, RNaze i DNaze te fosfataze i kinaze, u svrhu konstrukcije i analize rekombinantnih plazmida, izrade banke gena i analize genetičkog materijala • obrazložiti princip, postupak i primjenu slijedećih metoda: elektorforeza DNA, restrikcijska analiza DNA, izolacija DNA iz gela, PCR, qPCR (primjenom „TaqMan sonde“), RAPD, RFLP, VNTR, AFLP, SSCP, DGGE, FISH, sekvencioniranje DNA (dideoksi), S1-mapiranje, Southern blotting (radioaktivno i neradioaktivno obilježavanje DNA), Northern blotting, sustav dva hibrida u kvascu, izolacija plazmida u jednolančanom obliku te ciljana mutageneza in vitro (metodom po Kunkelu i pomoću PCR-a) • obrazložiti princip i postupak kloniranja i izrade genomske banke u nekim vektorima kao što su: plazmidi, virusni vektori, fagmidi, kosmidi, BAC, PAC i YAC • predložiti i isplanirati strategije za uvođenje ciljanih genetičkih modifikacija u kvasac S.cerevisiae • obrazložiti princip i postupak provedbe genetičkih modifikacija biljaka te genetičkih modifikacija i kloniranja životinja • isplanirati i provesti konstrukciju plazmida i banke gena, izraditi restrikcijsku analizu plazmida ili fragmenta DNA te provesti metode kao što su PCR i RAPD i RFLP • Interpretirati rezultate molekularno-genetičkih analiza
2.5. Opis sadržaja kolegija	• Uvod u genetičko inženjerstvo - Osnovni pojmovi u u genetičkom inženjerstvu, područje primjene i implikacije na ljudsko društvo; usporedba metodologije oplemenjivanja organizama klasičnim metodama i metodama genetičkog inženjerstva; konkretni primjeri ekspresije humanih proteina u bakteriji E.coli • Restrikcijski enzimi i rekombinacija „in vitro“ • Elektroforeza nukleinskih kiselina • Enzimi za modifikaciju nukleinskih kiselina (ligaze, polimeraze, nukleaze, kinaze, fosfataze, transferaze…) • Metode PCR, qPCR, RAPD i ciljana mutageneza in vitro • Vektori i domaćini u genetičkom inženjerstvu te izrada i pretraživanje banke gena • Obilježavanje nukleinskih kiselina i primjena hibridizacijskih metoda • Metode za detekciju i analizu polimorfizama u DNA

<table>
<tr><td></td><td colspan="9">• Sekvencioniranje DNA i postgenomska istraživanja
• Genetičko „inženjeriranje“ kvasca S.cerevisiae
• Genetičke modifikacije biljaka i životinja
• Princip i primjena metoda za precizno „uređivanje“ genoma, uključujući sustav CRISPR</td></tr>
<tr><td>2.6. Vrste izvođenja nastave</td><td colspan="3">☒ predavanja
☐ seminari i radionice
☒ vježbe
☐ on line u cijelosti
☒ mješovito e-učenje
☐ terenska nastava</td><td colspan="3">☐ samostalni zadaci
☐ multimedija i mreža
☒ laboratorij
☐ mentorski rad
☒ rasprava na forumu u sustavu Merlin</td><td colspan="3">2.7. Komentari:
U prvoj polovini semestra studenti pohađaju predavanja, a u drugoj polovini praktične laboratorijske vježbe. Tijekom nastave, studenti imaju priliku odgovarati na pitanja i sudjelovati u raspravi o temama iz GI na forumu u sustavu Merlin te za tu aktivnost dobivaju dodatne „bonus bodove“ koji utječu na konačnu ocjenu.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2.8. Praćenje rada studenata</td><td>Pohađanje nastave</td><td></td><td>NE</td><td>Istraživanje</td><td></td><td>NE</td><td>Usmeni ispit</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Eksperimentalni rad</td><td></td><td>NE</td><td>Referat</td><td></td><td>NE</td><td>3 parcijalna ispita</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Esej</td><td></td><td>NE</td><td>Seminarski rad</td><td></td><td>NE</td><td>Sudjelovanje na forumima u sustavu Merlin</td><td>DA</td><td></td></tr>
<tr><td>Kolokvij</td><td></td><td>NE</td><td>Praktični rad</td><td></td><td>NE</td><td>(ostalo upisati)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projekt</td><td></td><td>NE</td><td>Pismeni ispit</td><td>DA</td><td></td><td>Broj bodova po ECTS sustavu (ukupno)</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2.9. Metode i kriteriji vrednovanja</td><td colspan="9">Na prvom ispitnom roku studenti mogu položiti ispit sakupljanjem bodova putem 3 parcijalna ispita (svaki nosi najviše 100 bodova) i aktivnošću na Merlinu (najviše 30 bodova).
Studenti koji ovako sakupe najmanje 180 bodova ostvaruju ocjenu dovoljan (2) te mogu pristupiti usmenom ispitu za veću ocjenu.
Pritom, ukoliko su ostvarili 180 do 210 bodova, konačna ocjena može biti od nedovoljan (1) do vrlo dobar (4), a ukoliko su ostvarili više od 210 bodova, konačna ocjena može biti od dovoljan (2) do izvrstan (5).
Svi ostali ispiti su usmeni , polaže se cijelo gradivo i ne uzimaju se u obzir prethodno sakupljani bodovi.

ODBIJANJE OCJENE
Studentica/student može odbiti ocjenu koju je dobio na ispitu te se u tom slučaju za taj ispitni rok upisuje nedovoljan (1).</td></tr>
<tr><td>2.10. Obveze studenata</td><td colspan="9">Da položi kolegij, student/studentica mora:
• prisustvovati predavanjima, a dozvoljen je jedan neopravdani izostanak.
• prisustvovati Laboratorijskim vježbama i aktivno sudjelovati u izvršavanju zadataka, a dozvoljen je jedan neopravdani izostanak.
• položiti ispit
• studentice/studente koji ponovno upisuju kolegij trebaju pohađati predavanja i mogu pohađati laboratorijske vježbe)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2.11. Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i / ili na drugi način)</td><td colspan="6">Naslov</td><td>Dostupnost u knjižnici</td><td>Dostupnost putem ostalih medija</td></tr>
<tr><td colspan="6">Skripta za vježbe iz Genetičkog inženjerstva</td><td></td><td>DA, Merlin</td></tr>
<tr><td colspan="6">Metode u molekularnoj biologiji, Andreja Ambriović Ristov, IRB, 2007</td><td></td><td>DA, Laboratorij</td></tr>
<tr><td colspan="6">Anthony JF Griffiths, An Introduction to Genetic Analysis, 2000</td><td></td><td>DA, Merlin</td></tr>
</table>

	Alberts, B., Molecular Biology of the Cell, 2002		DA, Merlin
2.12. Dopunska literatura	• Primrose S.B. i Twyman R.M. (2006) Principles of gene manipulation and genomics, 7th edition, Blackwell Publishing, Oxford. • Brown T.A. (2006) Gene cloning and DNA analysis, 5th edition, Blackwell Publishing, Oxford. • Ausubel, F.M., Brent R., Kingston R.E., Moore D.D., Seidman J.G., Smith J.A. i Struhl K. (2002) Short protocols in molecular biology, 5th ed. Vols 1 and 2. Willey and Sons. • J. Sambrook, E. F. Fritsch, T. Maniatis. **Molecular cloning: A laboratory manual. 3rd ed.**, Cold Spring Harbor, New York, 2001.		
2.13. Ispitni rokovi	*Rokovi ispita objavljuju se na Studomatu i ovoj mrežnoj stranici:* *http://www.pbf.unizg.hr/studiji/ispitni_rokovi*		
2.14. Ostalo	-		