

# **Učni načrt**

## **MIKROBIOLOGIJA**

Tehniška gimnazija

Izbirni strokovni predmet (210 ur)

## UČNI NAČRT

### MIKROBIOLOGIJA

Gimnazija; tehniška gimnazija

Izbirni strokovni predmet (210 ur)

#### **Predmetna komisija:**

dr. **Miomir Kneževič**, Zavod za transfuzijsko medicino RS Slovenije, predsednik

**Alma Kapun Dolinar**, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana – gimnazija in veterinarska šola, članica

mag. **Irena Štrumbelj Drusany**, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana – gimnazija in veterinarska šola, članica

#### **Recenzenta:**

dr. **Romana Marinšek Logar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

**Saša Kregar**, Šolski center Ljubljana, Gimnazija Antona Aškerca

Izdala: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo

Za ministrstvo: dr. Igor Lukšič

Za zavod: mag. Gregor Mohorčič

Uredila: Lektor'ca

Jezikovni pregled: Lektor'ca

Ljubljana, 2010

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.214:579(0.034.2)

UČNI načrt. Mikrobiologija [Elektronski vir] : tehniška gimnazija : izbirni strokovni predmet (210 ur) / predmetna komisija Miomir Kneževič ... [et al.]. - Ljubljana : Ministrstvo za šolstvo in šport : Zavod RS za šolstvo, 2010

Način dostopa (URL): [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/gimnazija/teh\\_gim/UN\\_Mikrobiologija.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/gimnazija/teh_gim/UN_Mikrobiologija.pdf)

ISBN 978-961-234-868-7 (Zavod RS za šolstvo)  
1. Kneževič, Miomir  
250677760

Sprejeto na 123. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 18. 6. 2009

# KAZALO

<b>1 OPREDELITEV PREDMETA</b> .....	<b>4</b>
<b>2 SPLOŠNI CILJI/KOMPETENCE</b> .....	<b>5</b>
<b>3 CILJI IN VSEBINE</b> .....	<b>7</b>
3.1 Mikrobiologija .....	7
3.2 Klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov .....	8
3.3 Rast mikroorganizmov .....	9
3.4 Genetika .....	11
3.5 Uporaba mikroorganizmov .....	13
3.6 Zdravstvena neoporečnost živil .....	14
3.7 Patogeni mikroorganizmi .....	15
3.8 Preprečevanje okužb in uničevanje patogenih mikroorganizmov .....	16
<b>4 PRIČAKOVANI REZULTATI</b> .....	<b>17</b>
4.1 Vsebinska znanja .....	17
4.2 Procesna znanja .....	22
<b>5 MEDPREDMETNE POVEZAVE</b> .....	<b>25</b>
5.1 Cilji in dejavnosti medpredmetnih povezav .....	25
5.2 Dejavnosti za razvoj kompetenc .....	29
<b>6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA</b> .....	<b>31</b>
6.1 Vrednotenje dosežkov .....	32

## 1 OPREDELITEV PREDMETA

Mikrobiologija je strokovni predmet za strokovno gimnazijo smer biotehnologija. S svojimi vsebinami nadgrajuje in povezuje znanja, ki jih dijaki<sup>1</sup> pridobijo pri predmetih biotehnologija, laboratorijske vaje, biologija, kemija in fizika. S svojimi vsebinami se v enem delu močno navezuje na biotehnologijo, ker omogoča pridobivanje poglobljenega znanja o morfologiji in fiziologiji mikroorganizmov, njihovi rasti in pogojih za rast, shranjevanju in gojenju mikroorganizemskih kultur ter metodah za zaviranje rasti in uničevanju mikroorganizmov. Ta znanja so pomembna za lažje razumevanje biotehnološkega procesa, katerega osnovni del je biokultura. S temi vsebinami se mikrobiologija povezuje tudi s predmetom laboratorijske vaje, ki vsebuje osnove mikrobioloških, kemijskih in senzoričnih analiz ter spremljanje biotehnoloških procesov in je podpora predmetu biotehnologija. Dijaki pri mikrobiologiji pridobijo tudi osnovna znanja o genetiki in genski manipulaciji, ki jih pri predmetu biotehnologija nadgradijo.

V drugem delu pa dijaki pri predmetu mikrobiologija dobijo znanja o zdravstveni neoporečnosti živil, nekaterih skupinah patogenih mikroorganizmov (povzročiteljih bolezenskih znakov pri ljudeh), možnostih okužbe in preprečevanju okužb ter o metodah uničevanja patogenih mikroorganizmov. Ta znanja so pomembna za vse ljudi, ki pri svojem delu in življenju prihajajo v stik z mikroorganizemskimi kulturami. Ker vsi ljudje potrebujejo živila, so znanja o zdravstveni neoporečnosti živil in nadzoru nad zdravstveno neoporečnostjo živil pomemben del vseživljenjskega učenja. Enako velja tudi za znanja o možnostih okužb s patogenimi mikroorganizmi in njihovem preprečevanju.

Del ur predmeta mikrobiologija je namenjen laboratorijskemu delu, ki je označeno kot *izbirna znanja*, ker naj bi učitelj po svoji presoji izbiral vaje, s katerimi bo dosegal predvidene cilje. Vključevanje laboratorijskih vaj v predmet mikrobiologija je pomembno, ker tako najbolj neposredno povežemo teorijo in prakso. Dijakom laboratorijsko delo omogoča predvsem razvoj kompetenc, ki so pomembne za raziskovalno delo, ter jim omogoča večjo samostojnost pri delu in s tem nalaga večjo odgovornost za rezultate njihovega dela.

---

<sup>1</sup> V tem učnem načrtu izraz *dijak* velja enakovredno za *dijaka* in *dijakinjo*. Enako velja izraz *učitelj* enakovredno za *učitelje* in *učiteljice*.

## 2 SPLOŠNI CILJI/KOMPETENCE

Mikrobiologija je strokovni predmet v programu strokovne gimnazije, pri katerem dijaki povezujejo in nadgradijo znanja strokovnih predmetov (mikrobiologija, laboratorijske vaje), strokovnega maturitetnega predmeta (biotehnologija) in splošnih maturitetnih predmetov (predvsem biologija in kemija).

Strokovni predmet mikrobiologija sestavljata teoretični del in laboratorijsko delo. Oba dela sta pomembna za to, da dijaki dosežejo predvidene **splošne cilje**. Za doseganje nekaterih ciljev je laboratorijsko delo nujno potrebno. Laboratorijsko delo je v ciljih in vsebinah označeno kot izbirna znanja, ker učitelj lahko sam izbere, katere vaje z določenega področja bodo dijaki izvedli. Izbor je pogojen z materialnimi in prostorskimi pogoji ter organizacijo pouka.

Med poukom strokovnega predmeta mikrobiologija dijaki dosegajo predvsem naslednje cilje:

- prepoznajo morfološke lastnosti mikroorganizemskih celic in kultur, razumejo potek in soodvisnost določenih faz celičnega metabolizma,
- v praksi uporabijo pridobljena teoretična znanja – poznajo kriterije in metode za identifikacijo mikroorganizmov in izvedejo identifikacijo najmanj ene vrste mikroorganizma,
- analizirajo predstavljene podatke in dejstva ter jih razvrščajo glede na izbrane pogoje,
- opišejo različne metode in načine gojenja, uničevanja in identifikacije mikroorganizmov (na primer: metode ugotavljanja metabolnih produktov, načine uničevanja mikroorganizemskih celic),
- razložijo potek različnih procesov v celici in gojišču,
- na različne načine predstavijo rezultate laboratorijskega dela,
- zbirajo podatke na spletu in v drugih medijih ter jih kritično ocenjujejo,
- na podlagi zbranih dejstev ali izsledkov opravljenih analiz ustvarijo svoje mnenje in ga zagovarjajo,
- oblikuje svoje razlage procesov v tehniki, ki mu odgovarja (miselni vzorec, besedilo idr.).

Kompetence so kombinacija znanj in odnosov. Kompetence, ki jih dijaki z doseganjem ciljev razvijajo pri predmetu mikrobiologija, so:

- sporazumevanje v slovenščini – ustno sporazumevanje: opisujejo in razlagajo metode in procese, izrazijo in zagovarjajo svoje mnenje; pisno sporazumevanje: predstavijo rezultate laboratorijskega dela, oblikujejo pisne razlage;
- predstavitev rezultatov dela (laboratorijsko delo, analize podatkov) na različne načine (grafično, slikovno, pisno idr.);
- razvijanje funkcionalne pismenosti – dijak opravi nalogo (laboratorijsko delo, primerjavo podatkov, analizo rezultatov ali dejstev) po pisnih navodilih;
- sporazumevanje v tujih jezikih – iskanje podatkov na svetovnem spletu zahteva znanje tujih jezikov;
- osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji – dijak razvija eksperimentalne spretnosti in metode raziskovanja z eksperimentalnim pristopom (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela) k izvajanju laboratorijskega dela in drugih nalog;
- digitalna pismenost – za iskanje informacij po svetovnem spletu mora dijak obvladati in uporabljati računalnik; za pisanje poročil o rezultatih laboratorijskega dela pa mora obvladati in uporabljati računalnik;
- pri laboratorijskem delu dijak razvija samoiniciativnost in ustvarjalnost, sposobnosti za reševanje problemov, oceniti mora tveganje in samostojno odločati (pod nadzorom);
- varovanje zdravja in okolja – dijak oceni vpliv patogenih mikroorganizmov na zdravje, sam pripravi predloge oziroma navodila za preprečevanje okužb, razume in upošteva navodila za varno delo v laboratoriju;
- socialne kompetence razvija z delom v skupini (timsko delo), odgovornim odnosom do terminsko določenih nalog ter izražanjem in zagovarjanjem svojega mnenja.

## 3 CILJI IN VSEBINE

### 3.1 MIKROBIOLOGIJA

#### Cilji

Dijaki:

- opišejo morfološke lastnosti celice mikroorganizmov in kolonije mikroorganizemske kulture,
- razlikujejo morfološke lastnosti prokariotskih in evkariotskih celic,
- opišejo zgradbo vseh delov prokariotskih in evkariotskih celic,
- razvijajo eksperimentalni pristop (laboratorijske spretnosti in tehnike v mikrobiološkem laboratoriju),
- *pripravijo mikroskopske preparate za opazovanje oblike celic,*
- *izvedejo enostavno in sestavljeno barvanje mikroorganizemskih celic,*
- *pripravijo in nacepijo gojišča ter jih inkubirajo za opazovanje kolonij,*
- razumejo vloge celičnih organelov za življenje celice,
- opišejo osnovne pogoje za življenje mikroorganizmov (hranilne snovi – biogeni elementi, rastni faktorji, temperatura, pH, količina vode, prisotnost kisika),
- razložijo potek in soodvisnost vseh faz metabolizma celice (sprejemanje hranilnih snovi, presnova v celici – katabolni in anabolni procesi, izločanje nerabnih snovi),
- razložijo, kakšna je vloga metabolizma mikroorganizmov pri spreminjanju njihovega življenjskega okolja,
- opišejo, kako se s spreminjanjem življenjskih pogojev spremenijo metabolne poti mikroorganizmov,
- poznajo zgradbo in delovanje encimov v celicah,
- razložijo vlogo encimov za celični metabolizem,
- naštejejo in opišejo tipe metabolizma glede na vir energije in vrsto hranilnih snovi.

#### Vsebine

- Morfologija mikroorganizmov:
  - morfološke lastnosti prokariotskih in evkariotskih celic (oblika, velikost, gibalni aparat ...) in kolonij (barva, površina, rob, prečni prerez, struktura, velikost ...),

- laboratorijske vaje: priprava mikroskopskih preparatov, enostavno in sestavljeno barvanje mikroskopskih preparatov, mikroskopiranje, priprava in razlivanje gojišč, nacepljanje gojišč, inkubacija gojišč, opazovanje kolonij.
- Citologija mikroorganizmov:
  - zgradba prokariotske in evkariotske celice,
  - zgradba in naloge posameznih delov celice (membrana, citoplazma, organeli, gibalni aparat).
- Fiziologija mikroorganizmov;
  - pomen metabolizma za celico in organizem – izmenjava snovi in energije med celico in okoljem,
  - osnovni pogoji za življenje mikroorganizmov (hranilne snovi – biogeni elementi, rastni faktorji, temperatura, pH, količina vode, prisotnost kisika),
  - zgradba in delovanje encimov, njihov pomen za potek metabolizma in življenje celice, učinkovitost encimov,
  - aktivni in pasivni načini prehajanja hranilnih snovi v celico,
  - katabolni procesi (razgradnja ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob), pridobivanje energije, produkti razgradnje – pomen katabolnih procesov za življenje celice,
  - anabolni procesi (gradnja beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob, nukleinskih kislin ...), gradbene enote, produkti sintez – pomen anabolnih procesov za življenje celice,
  - vloga metabolizma mikroorganizmov pri spreminjanju njihovega življenjskega okolja,
  - vplivi pogojev v okolju na metabolizem (metabolne poti in vrsto ter količino metabolitov) mikroorganizmov.

### **3.2 KLASIFIKACIJA IN IDENTIFIKACIJA MIKROORGANIZMOV**

#### **Cilji**

Dijaki:

- naštejejo kriterije za klasifikacijo mikroorganizmov,
- razložijo namen uporabe identifikacije mikroorganizmov,
- prepoznajo morfološke lastnosti celic in kolonij,
- prepoznajo biokemične reakcije, ki se uporabljajo za identifikacijo mikroorganizmov,



- s sledenjem pisnim in ustnim navodilom izvedejo identifikacijo najmanj ene vrste mikroorganizma,
- analizirajo in komentirajo rezultate morfoloških in biokemičnih testov za identifikacijo.

### **Vsebine**

- Kriteriji klasifikacije mikroorganizmov (primeri ključev za identifikacijo):
  - morfološke lastnosti celic in kolonij (opis),
  - fiziološke lastnosti mikroorganizmov (vrste hranilnih snovi, metabolni produkti),
  - genetske lastnosti mikroorganizmov (opis).
- Metode identifikacije mikroorganizmov:
  - mikroskopski preparati (priprava preparatov, mikroskopska analiza oblike celic, analiza in komentar rezultatov), gojenje mikroorganizmov na trdnih in v tekočih gojiščih (priprava gojišč, nacepljanje in gojenje mikrobioloških kultur; makroskopska analiza kolonij: analiza in komentar rezultatov),
  - biokemični testi za identifikacijo mikroorganizmov (izvedba biokemičnih testov, analiza in komentiranje izsledkov analiz),
  - ključi za identifikacijo nekaterih pomembnih bakterijskih vrst (precepljanje vzorca in gojenje na diferencialnih in selektivnih gojiščih),
  - interpretacija rezultatov testov.

## **3.3 RAST MIKROORGANIZMOV**

### **Cilji**

Dijaki:

- poznajo načine razmnoževanja posameznih skupin mikroorganizmov (virusi, bakterije, kvasovke, plesni, alge),
- naštejejo zunanje (fizikalne, kemijske, biološke) dejavnike, ki vplivajo na rast (zavirajo in pospešujejo) mikroorganizemskih celic,
- analizirajo vplive fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov na rast mikroorganizmov,
- poznajo in uporabljajo neposredne in posredne metode štetja mikroorganizemskih celic,
- opišejo metode shranjevanja mikroorganizemskih kultur in njihovo uporabo,

- poznajo vlogo mikrobioloških zbirk in bank,
- pripravljajo in uporabljajo različne vrste mikrobioloških gojišč.

## Vsebine

- Načini razmnoževanja posameznih skupin mikroorganizmov (virusi, bakterije, kvasovke, plesni, alge):
  - spolni in nespolni načini razmnoževanja skupin mikroorganizmov,
  - razmnoževanje skupin mikroorganizmov, ki so uporabne kot biokulture v biotehnoloških procesih.
- Rast mikroorganizmov:
  - krivulja rasti števila mikroorganizemskih celic (opis spremembe števila celic, hranilnih snovi in metabolitov v življenjskem okolju celic, medsebojni vplivi),
  - fizikalni pogoji, ki vplivajo na spreminjanje (rast, zmanjšanje) števila mikroorganizemskih celic (temperatura, pritisk, vodna aktivnost ...),
  - kemijski dejavniki, ki vplivajo na spreminjanje (rast, zmanjšanje) števila mikroorganizemskih celic (pH, osmotski pritisk, esencialne in neesencialne hranilne snovi, snovi za zaviranje rasti in uničevanje mikroorganizemskih celic ...),
  - biološki dejavniki, ki vplivajo na spreminjanje (rast, zmanjšanje) števila mikroorganizemskih celic (metabolni produkti kultur, ki rastejo na istem gojišču).
- Metode štetja in ocenjevanja števila mikroorganizemskih celic:
  - neposredne metode štetja mikroorganizemskih celic v vzorcu (buerker-turkova komora/hemocitometer idr. – razlaga in *laboratorijsko delo*),
  - posredne metode štetja mikroorganizemskih celic v vzorcu (število kolonij idr. – razlaga in *laboratorijsko delo*),
  - metode za ocenjevanje števila mikroorganizemskih celic v vzorcu (motnost, turbidimetrija, količina plina, razbarvanje gojišča idr. – razlaga in *laboratorijsko delo*).
- Shranjevanje mikroorganizemskih kultur:
  - namen shranjevanja mikroorganizemskih kultur,
  - metode shranjevanja: vrste metod, potek metod, vplivi na mikroorganizemske celice (uporabljena gojišča – vrsta in oblika, zaščitne snovi, npr. kriostatiki, temperaturni režimi ...), kriteriji za uporabo posamezne metode shranjevanja (npr. zahtevana trajnost shranka, preživelost celic ...) – razlaga in *laboratorijsko delo*,

- mikrobiološke zbirke in banke (delovanje, uporabnost ...) – razlaga in *laboratorijsko delo*.
- Gojenje mikroorganizemskih kultur (vrste gojišč, submerzno/emerzno gojenje (vpliv gojenja na videz kultur)):
  - namen gojenja mikroorganizemskih kultur,
  - vrste gojišč (agregatno stanje in kemijska sestava gojišč (definirana, kompleksna), namen uporabe (selektivna, diferencialna, obogatitvena)),
  - priprava različnih tipov gojišč – *laboratorijsko delo*,
  - gojenje mikroorganizemskih kultur (submerzno/emerzno, šaržno, polkontinuirno, kontinuirno ...) – nacepljanje kultur na različna gojišča, inkubacija, evalvacija rezultatov – razlaga in *laboratorijsko delo*.

### 3.4 GENETIKA

#### Cilji

Dijaki:

- usvojijo in uporabljajo pojme: genom, gen, kodon, lokus, alel, kromosom,
- opišejo naloge nukleinskih kislin v celici,
- opišejo zgradbo DNK in vseh tipov RNK,
- razložijo potek procesov prenašanja genetskih informacij (podvajanje, prepisovanje, prevajanje),
- razložijo načine prenosa genskih informacij med celicami,
- razumejo pomen izražanja genov za življenje celice,
- povzamejo mehanizme izražanja genov,
- opišejo zgradbo in delovanje operona,
- opišejo metode za gensko manipulacijo,
- izpostavijo primere uporabe genske manipulacije,
- naštejejo in opišejo vrste mutacij,
- povežejo posamezne mutagene dejavnike in vrste mutacij,
- razložijo pomen in potek popravljalnih mehanizmov v celici.

## Vsebine

- Vrste in zgradba genetskih molekul (DNK, RNK):
  - kemijska zgradba genetskih molekul DNK in vseh tipov RNK (informacijska, transportna, ribosomska),
  - sestavni deli DNK in RNK ter vezi med njimi, komplementarni pari dušikovih baz, mononukleotid, polinukleotid,
  - kromosomski in nekromosomski genetski material (prokariotski in evkariotski kromosomi; plazmidi, kozmidi ...).
- Shranjevanje (genski kod, genom, gen, lokus, alel, kodon, antikodon) in prenos genetskih informacij (podvajanje, prepisovanje, prevajanje) v celici:
  - mehanizem shranjevanja genetskih informacij (zapis informacij v DNK, podvajanje DNK: replikacijske vilice, glavna in stranska veriga, zvezno podvajanje in podvajanje v segmentih, encimi),
  - prenos genetskih informacij v celici na naslednjo generacijo (prepisovanje – sinteza iRNK v prokariotski in evkariotski celici, prevajanje – sinteza beljakovin: ribosomi, tRNK, iRNK, aminokisljine – naloge in delovanje med sintezo beljakovin).
- Operon (sestava, delovanje, lac operon):
  - operon kot del DNK, sestava operona (regulacijski in strukturni geni; zaporedje genov v operonu),
  - mehanizem delovanja operona in njegovih sestavnih delov (omogočanje in zaviranje sinteze iRNK na določenem operonu),
  - primer delovanja: *lac* operon v celici *E. coli*.
- Izražanje genov:
  - pomen izražanja genov za življenje celice (vpliv na sposobnosti celice za preživetje v določenem okolju, na njen metabolizem ...),
  - načini izražanja genov (regulacija ekspresije gena – mehanizem delovanja indukcije, represije, atenuacije; induktorji in represorji – katere snovi so in kako delujejo).
- Popravljalni procesi v celici:
  - vrste in delovanje vseh popravljalnih procesov v celici,

- pomen popravljalnih procesov za življenje celice (vpliv na frekvenco mutacij, sposobnost preživetja v določenem okolju – viabilnost in vse življenjske procese v celici ...).
- Mutacije (vrste mutacij in mutageni dejavniki):
  - vrste mutacij (spontane, inducirane, točkaste ...),
  - mehanizmi naštetih vrst mutacij,
  - vrste in delovanje mutagenih dejavnikov ter posledice njihovega delovanja na organizme.
- Prenos genetskih informacij med celicami:
  - pomen prenosa genetskih informacij med celicami za življenje celic (vpliv na sposobnost preživetja v življenjskem okolju ...),
  - mehanizmi in vektorji prenosa genetskih informacij med celicami (mehanizmi: transdukcija, transformacija, konjugacija; vektorji: plazmidi, kozmidi, virusi ...).
- Genska manipulacija (metode in uporaba):
  - mehanizmi genske manipulacije (izolacija gena, izbira vektorja, mehanizem prenosa; razvrstitev in razlaga glede na vrsto organizma: prokariotske celice, evkariotske celice, rastline, živali, človek),
  - primeri uporabe genske manipulacije (povečanje biološke vrednosti živil, zaščita rastlin, proizvodnja zdravilnih učinkovin, zdravljenje ljudi ...).

### **3.5 UPORABA MIKROORGANIZMOV**

#### **Cilji**

##### **Dijaki:**

- opredelijo vlogo delovanja mikroorganizmov v naravi (kroženje snovi v naravi),
- opišejo uporabo mikroorganizmov v biotehnoloških procesih (klasična in sodobna biotehnologija),
- vpliv mikroorganizmov iz bioprocsov na okolje.

#### **Vsebine**

- Vloga mikroorganizmov v naravi (kroženje snovi v naravi, ogljikov ciklus, dušikov ciklus).
- Uporaba mikroorganizmov v procesih klasične biotehnologije (proizvodnja aktivne in neaktivne biokulture, fermentirane hrane in pijače, primarnih in sekundarnih

metabolitov, encimov, zdravilnih učinkovin; uporaba mikroorganizmov v čistilnih napravah, kot zaščitnih sredstev v kmetijstvu, za čiščenje nafte ob razlitju, v rudarstvu idr.).

- Uporaba mikroorganizmov v sodobni biotehnologiji – proizvodi tehnologije rekombinantne DNK (proizvodnja insulina, ravnega hormona, koagulacijskega faktorja  $\alpha$  – interferona, nekaterih antibiotikov, vitaminov; uporaba rekombinantne DNK v diagnostiki in genski terapiji ...).

### **3.6 ZDRAVSTVENA NEOPOREČNOST ŽIVIL**

#### **Cilji**

Dijaki:

- opredelijo zdravstveno, mikrobiološko in kemijsko neoporečnost živil,
- poznajo vrste in izvajanje nadzora nad zdravstveno neoporečnostjo živil,
- razložijo sestavo in delovanje sistema HACCP za kontrolo kakovosti živil,
- poznajo mikrobiološke, kemijske in senzorične analize, ki se uporabljajo za nadzor nad zdravstveno neoporečnostjo živil,
- *po navodilih vzamejo vzorce živil, zraka in opreme ter izvedejo nekatere mikrobiološke, kemijske in senzorične analize – laboratorijsko delo,*
- evalvirajo izsledke opravljenih analiz,
- naštejejo pogoste patogene, ki se prenašajo z živali (mikroorganizmi, paraziti),
- opišejo simptome in vire okužb pogostih patogenov, ki se prenašajo z živali,
- opišejo preventivne ukrepe za preprečevanje okužb z naštetimi patogeni.

#### **Vsebine**

- Zdravstvena, mikrobiološka in kemijska neoporečnost živil.
- Vrste in izvajanje nadzora nad zdravstveno neoporečnostjo živil.
- Sistem nadzora kakovosti HACCP (analiza tveganja v kritičnih kontrolnih točkah).
- Mikrobiološke, kemijske in senzorične analize za nadzor zdravstvene neoporečnosti živil.
- Patogene bakterije, ki se prenašajo z živali.
- Toksikogene plesni v živilih.
- Paraziti, ki se prenašajo z živali.

### 3.7 PATOGENI MIKROORGANIZMI

#### Cilji

Dijaki:

- določijo lastnosti bakterij, ki omogočijo patogenost in virulenco ((bakterijska aderenza – pilusi, biofilm; invazivnost bakterij – gibljivost bakterij, utekočinjanje sluzi, privzemanje železa),
- določijo lastnosti, ki omogočijo patogenost virusom in plesnim,
- ločijo patogenost in virulenco,
- ločijo lokalno in sistemske okužbe,
- razložijo Kochove postulate in njihovo uporabo,
- opišejo mogoče poti vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem (vstopne točke: sluznice, koža, ustna votlina, prebavni trakt, dihalne poti, oči),
- opišejo mogoče načine vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem (kapsule, sestava celične stene, encimi),
- opišejo poškodbe, ki jih celicam gostiteljevega tkiva povzročijo patogene bakterije (uničenje celic zaradi razmnoževanja patogenov v celici, ekso in endotoksini),
- razložijo mehanizme nespecifične obrambe gostitelja (koža in sluznice, mehanski dejavniki, kemijski dejavniki, fagocitoza in fagociti),
- opišejo posledice nespecifične obrambe gostitelja (vnetje, vročina, antimikrobne snovi, interferon),
- razložijo mehanizme specifične obrambe gostitelja: imunost; tipi imunosti – naravna in umetno pridobljena; imunski sistem – humoralni/tkivni in celični; antigeni in protitelesa: monoklonska protitelesa; imunski spomin; imunski odziv,
- ločijo specifično in nespecifično obrambo gostitelja,
- usvojijo in uporabljajo termine: aktivna imunost, pasivna imunost, cepivo/vakcina, B-celice – produkcija protiteles, T-celice/T-limfociti, antigeni, protitelesa/immunoglobulini, Y- ali T-monomera protitelesa, F<sub>c</sub> fragment/regija, IgG, IgM, IgA, IgD, IgB, IgE, monoklonska protitelesa, hibridoma, limfokini, citokini, imunski odziv.

#### Vsebine

- Normalna mikroflora človeškega telesa (ustna votlina, prebavila, koža).

- Patogenost in virulenca mikroorganizmov (lastnosti, ki omogočajo patogenost in virulenco; načini vdora v gostiteljev organizem, širjenje v organizmu).
- Okužba človeka s patogenimi mikroorganizmi (vstopne točke, mogoči načini vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem, poškodbe celic gostiteljevega organizma ob vstopu patogenov).
- Nespecifična obramba gostitelja (vstopne točke, mogoči načini vstopa patogenov v gostiteljev organizem, poškodbe celic gostitelja ob vstopu patogenov).
- Specifična obramba gostitelja (naravna in pridobljena imunost; humoralna in celična imunost; antigeni in protitelesa; B-celice in humoralna imunost; B-celice in antigeni – interakcija, vezava antigena in protitelesa, antigenski receptorji; monoklonska protitelesa; T-celice in celična imunost – komponente celične imunosti, tipi T-celic, limfokini in citokini; imunski odziv – mehanizem; imunski spomin).

### **3.8 PREPREČEVANJE OKUŽB IN UNIČEVANJE PATOGENIH MIKROORGANIZMOV**

#### **Cilji**

Dijaki:

- opišejo metode preprečevanja okužb ljudi s patogenimi mikroorganizmi,
- opišejo metode uničevanja mikroorganizmov (fizikalne, kemijske, biološke),
- opišejo metode določanja učinkovitosti posameznega načina za uničevanje mikroorganizmov,
- razložijo metode identifikacije mikroorganizmov,
- *opravijo laboratorijsko delo (določanje občutljivosti mikroorganizmov na različne metode uničevanja, identifikacija mikroorganizmov ...),*
- na različne načine predstavijo rezultate laboratorijskega dela.

#### **Vsebine**

- Metode preprečevanja okužb ljudi s patogenimi mikroorganizmi.
- Metode uničevanja mikroorganizmov (fizikalna, kemijske, biološke).
- Ugotavljanje učinkovitosti metod uničevanja mikroorganizmov.
- Identifikacija mikroorganizmov.
- Laboratorijsko delo – ugotavljanje učinkovitosti metod uničevanja mikroorganizmov, identifikacija mikroorganizmov.



## **4 PRIČAKOVANI REZULTATI**

### **4.1 VSEBINSKA ZNANJA**

#### **Mikrobiologija**

Dijak:

- primerja zgradbo prokariotske in evkariotske celice,
- razloži potek vseh osnovnih faz metabolizma (sprejemanje hranilnih snovi, razgradnja hranilnih snovi, gradnja celici potrebnih snovi, izločanje nerabnih snovi),
- opiše zgradbo in delovanje encimov v metabolizmu,
- razvija funkcionalno pismenost (bere in sledi pisnim navodilom za izvedbo vaje).

#### **Klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov**

Dijak:

- predstavi morfološke lastnosti celic in kolonij,
- opiše metode določanja hranilnih snovi potrebnih za posamezne vrste mikroorganizmov,
- pozna in uporabi metode identifikacije mikroorganizmov,
- opiše metode ugotavljanja metabolnih produktov,
- predstavi potek laboratorijskega dela (identifikacija vrste mikroorganizma),
- predstavi in komentira rezultate laboratorijskega dela.

#### **Rast mikroorganizmov**

Dijak:

- opiše načine razmnoževanja obravnavanih skupin mikroorganizmov,
- razloži vplive fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov na rast števila celic mikrobioloških kultur,
- razloži vplive fizikalni, kemijskih in bioloških dejavnikov na zgradbo in metabolno aktivnost celic obravnavanih mikrobioloških kultur,
- oceni vpliv zunanjih dejavnikov na metabolno aktivnost mikroorganizemskih celic,
- opredeli različne neposredne in posredne metode štetja mikroorganizemskih celic,
- poveže izsledke laboratorijskega dela s teoretičnim znanjem.

## Genetika

Dijak:

- opiše zgradbo DNK in vseh tipov RNK (sestavni deli mononukleotidov in vezi med njimi ter med mononukleotidi),
- razloži vlogo DNK in vseh tipov RNK za življenje celice,
- oceni pomen komplementarnih parov dušikovih baz za prenos genetskih informacij,
- razlikuje funkcije kromosomskega in nekromosomskega genetskega materiala,
- pozna in pri razlagi mehanizmov shranjevanja genetskih informacij pravilno uporablja strokovne termine: genski kod, genom, gen, lokus, alel, kodon, antikodon,
- razloži mehaniko procesa podvajanja DNK,
- opiše replikacijske vilice,
- loči glavno in stransko verigo, zvezno podvajanje in podvajanje v segmentih,
- našteje encime, ki sodelujejo pri procesu in opiše njihove naloge,
- razloži potek sinteze iRNK (transkripcija/prepisovanje),
- primerja potek procesov prepisovanja v prokariotski in evkariotski celici in ugotovi vzroke za razliko med njima,
- razloži mehanizem procesa sinteze beljakovin (prevajanje/translacija),
- opiše naloge in delovanje ribosomov, tRNK, iRNK in aminokislin med sintezo beljakovin,
- oceni pomen vseh treh procesov za življenje celice in ohranitev vrste,
- prikaže operon kot del DNK in opiše sestavne dele operona,
- loči regulacijske in strukturne gene, ki so deli operona,
- analizira zaporedje strukturnih genov v *lac* operonu in ugotovi razlog za natančno tako zaporedje,
- razloži mehanizem omogočanja in zaviranja sinteze iRNK na določenem operonu,
- analizira potek indukcije in represije sinteze iRNK na *lac* operonu v celici *E.coli* in prikaže splošne faze in značilnosti sinteze iRNK na indukcijskih operonih,
- razloži, kaj je izražanje genov, in opiše njegov potek,
- opiše načine regulacije ekspresije gena (indukcija, represija, atenuacija),
- opiše mehanizme delovanja induktorjev in represorjev,
- ovrednoti pomen izražanja genov za življenje celice: vpliv na sposobnosti celice za preživetje v določenem okolju, na njen metabolizem,
- našteje vrste popravljalnih procesov v celici in opiše njihov potek,

- oceni pomen popravljalnih procesov za življenje celice (vpliv na frekvenco mutacij, sposobnost preživetja v določenem okolju – viabilnost in vse življenjske procese v celici ...),
- našteje vrste mutacij (spontane, inducirane; točkaste, s premikom bralnega okvirja, brez premika bralnega okvirja; rekombinacijo, transpozicijo),
- opiše mehanizme naštetih mutacij,
- našteje mutagene dejavnike in opiše njihove vplive na genetski material,
- izmed naštetih vzrokov za nastanek mutacije izbere možne vzroke za posamezno vrsto mutacije; zagovarja svoje mnenje,
- primerja mutacije in popravljalne procese v celici in predvideva uspešnost popravljalnih procesov pri posamezni vrsti mutacije,
- predvideva hitrost (pogostost) izražene mutacije zaradi delovanja zunanjih dejavnikov pri različno razvitih organizmih (bakterija, alga, rastlina, riba, dvoživka, sesalec ...); zagovarja svoje mnenje,
- našteje vektorje prenosa genetskih informacij (plazmidi, kozmidi, virusi ...) in jih opiše,
- razloži potek prenosa genetskih informacij med celicami (transformacija, transdukcija, konjugacija),
- opiše načine prenosa vektorjev v celice (elekroporacija, biolistika ...),
- oceni pomen prenosa genetskih informacij med celicami za življenje celic (vpliv na sposobnost preživetja v življenjskem okolju ...),
- opiše mehanizme genske manipulacije (izolacijo gena, izbiro vektorja, mehanizem prenosa gena v celico),
- mehanizme genske manipulacije razvrsti glede na vrsto organizma, za katere se lahko uporablja,
- razloži pojem gensko spremenjen organizem,
- pozna najbolj značilne primere genske manipulacije (povečanje biološke vrednosti živil, zaščita rastlin, proizvodnja zdravilnih učinkovin, zdravljenje ljudi ...).

## **Uporaba mikroorganizmov**

Dijak:

- opiše vlogo mikroorganizmov v naravi (kroženje snovi v naravi, ogljikov ciklus, dušikov ciklus),

- oceni pomen delovanja mikroorganizmov v naravi za življenje na Zemlji,
- analizira uporabo mikroorganizmov v klasični biotehnologiji (proizvodnja aktivne in neaktivne biokulture, fermentirane hrane in pijače, primarnih in sekundarnih metabolitov, encimov, zdravilnih učinkovin; uporaba mikroorganizmov v čistilnih napravah, kot zaščitnih sredstev v kmetijstvu, za čiščenje nafte ob razlitju, v rudarstvu idr.) glede na vrsto bioproducta, na način uporabe mikroorganizmov, na proizvedene količine biokulture, možnosti odstranjevanja in uničevanja odrabljene biokulture, vplive na okolje, uporabnost proizvodov idr.,
- glede na cilj opravljene analize izrazi svoje mnenje in ga zagovarja,
- analizira uporabo mikroorganizmov v procesih tehnologije rekombinantne DNK (proizvodnja inzulina, ravnega hormona, koagulacijskega faktorja  $\alpha$  – interferona, nekaterih antibiotikov, vitaminov; uporaba rekombinantne DNK v diagnostiki in genski terapiji ...) glede na količino in vrsto bioproducta, možnost drugačnega načina proizvodnje istega produkta, uporabnost bioproducta, možnost vpliva uporabljene biokulture na okolje, uporabnost za zdravljenje idr.,
- glede na cilj opravljene analize izrazi svoje mnenje in ga zagovarja.

### **Zdravstvena neoporečnost živil**

Dijak:

- opredeli zdravstveno, mikrobiološko in kemijsko neoporečnost živil,
- našteje vrste in opiše načine izvajanja nadzora nad zdravstveno neoporečnostjo živil,
- opiše delovanje sistema HACCP za kontrolo kakovosti,
- identificira kontrolno in kritično kontrolno točko na primeru sistema HACCP,
- razloži termin tveganja v sistemu HACCP,
- opiše vrste, potek in uporabo mikrobioloških, kemijskih in senzoričnih analiz, potrebnih za izvajanje nadzora nad zdravstveno neoporečnostjo živil,
- *vzame vzorce živil (mleko in mlečni izdelki, zamrznjena živila, sušena živila, meso in mesni izdelki) – laboratorijske vaje,*
- *opravi mikrobiološko, kemijsko in senzorično analizo vzorca – laboratorijske vaje,*
- *opravi sanitacijski test opreme – laboratorijsko delo,*
- *opravi mikrobiološko analizo zraka – laboratorijsko delo,*
- na podlagi vrednosti iz pravilnikov o kakovosti živil evalvira izsledke analiz,
- našteje pogoste patogene bakterije, ki se prenašajo z živil,

- za naštete patogene bakterije opiše simptome, vire okužb,
- predvidi ukrepe za preprečevanje okužb z naštetimi patogenimi bakterijami,
- našteje pogoste toksikogene plesni,
- za naštete toksikogene plesni opiše simptome in vire okužb,
- predvidi ukrepe za preprečevanje okužb z naštetimi toksikogenimi plesnimi,
- našteje parazite, ki se prenašajo z živili,
- za naštete parazite opiše simptome in vire okužb,
- predvidi ukrepe za preprečevanje okužb z naštetimi paraziti.

### **Patogeni mikroorganizmi**

Dijak:

- razume, kaj sta patogenost in virulenca,
- izbere značilnosti za razlikovanje patogenosti in virulentnosti,
- izmed znanih podatkov o morfologiji in fiziologiji bakterij, virusov in plesni izbere tiste lastnosti, ki jim omogočajo patogenost in virulentnost; zagovarja svojo izbiro,
- opiše sistemsko in lokalno okužbo ter izpostavi razlike med njima,
- razloži Kochove postulate in njihovo uporabo,
- opiše mogoče poti vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem (vstopne točke: sluznice, koža, ustna votlina, prebavni trakt, dihalne poti, oči),
- opiše mogoče načine vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem (kapsule, sestava celične stene, encimi),
- opiše poškodbe, ki jih celicam gostiteljevega tkiva ob vdoru vanj povzročijo patogene bakterije (uničenje celic zaradi razmnoževanja patogenov v celici, ekso- in endotoksini),
- analizira mehanizme nespecifične obrambe gostiteljevega organizma in ugotavlja, kateri dejavniki vplivajo na učinkovitost nespecifične obrambe gostitelja,
- analizira posledice nespecifične obrambe gostitelja in poišče vzroke zanje,
- razume mehanizme specifične obrambe gostitelja,
- analizira posamezne mehanizme specifične obrambe gostitelja in jih uredi glede na čas trajanja, vrsto celic, ki pri njih sodelujejo, število različnih celic, ki sodelujejo, vrsto snovi, ki nastane idr.,
- oblikuje svoje razlage mehanizmov specifične obrambe (imunost, tipi imunosti – naravna in umetno pridobljena, imunski sistem – humoralni/tkivni in celični, antigeni

in protitelesa: monoklonska protitelesa, imunski spomin, imunski odziv) v tehniki, ki mu ustreza (miselni vzorec, besedilo idr.),

- analizira znana dejstva o specifični in nespecifični obrambi gostitelja in prikaže razlike med njima.

### **Preprečevanje okužb in uničevanje patogenih mikroorganizmov**

Dijak:

- na podlagi analize mogočih načinov okužbe s patogenimi mikroorganizmi določi metode preprečevanja okužb,
- izmed predlaganih metod izbere primerne metode za uničevanje določenih mikroorganizmov (poudarek na morfoloških in fizioloških lastnostih mikroorganizmov),
- napiše navodila za izvedbo izbranih metod za uničevanje mikroorganizmov (poudarek na pogojih: industrija, laboratorij, učilnica ...),
- spozna načine ugotavljanja učinkovitosti metod za uničevanje mikroorganizmov,
- *izvede laboratorijsko delo, s katerim ugotavlja učinkovitost določene metode za uničevanje mikroorganizmov,*
- *predstavi rezultate laboratorijskega dela,*
- povzame metode identifikacije mikroorganizmov (morfološke in fiziološke lastnosti mikroorganizmov),
- *izvede laboratorijsko delo, s katerim identificira mikroorganizem iz vzorca, izbere ustrezno metodo uničevanja in ugotovi njeno učinkovitost,*
- *predstavi rezultate laboratorijskega dela.*

## **4.2 PROCESNA ZNANJA**

### **Mikrobiologija**

Dijak:

- abstraktno razmišlja,
- razvija eksperimentalni pristop,
- uporablja laboratorijsko opremo za izvedbo laboratorijskih vaj,
- izvede laboratorijske vaje,
- kritično analizira delo in rezultate laboratorijskega dela.

## **Klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov**

Dijak:

- razvija funkcionalno pismenost,
- razvija eksperimentalni pristop (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela),
- izvede laboratorijske, morfološke in biokemične teste za identifikacijo mikroorganizmov,
- interpretira rezultate identifikacijskih testov.

## **Rast mikroorganizmov**

Dijak:

- razvija funkcionalno pismenost,
- razvija eksperimentalni pristop (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela),
- načrtuje in izvede laboratorijsko delo, ga predstavi ter analizira delo, rezultate in interpretacijo rezultatov,
- postavlja ključna vprašanja in hipoteze,
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo.

## **Genetika**

Dijak:

- abstraktno razmišlja,
- kritično razmišlja o genski manipulaciji,
- izrazi svoje mnenje in ga zagovarja,
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo,
- uči se kritičnega odnosa do informacij na spletu in v drugih medijih.

## **Uporaba mikroorganizmov**

Dijak:

- kritično analizira zbrane podatke,
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (za zbiranje podatkov in pripravo predstavitve),
- je ustvarjalen,
- podaja ocene tveganja.

## **Zdravstvena neoporečnost živil**

Dijak:

- razvija funkcionalno pismenost,
- razvija eksperimentalni pristop (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela),
- načrtuje in izvede laboratorijsko delo, ga predstavi ter analizira delo, rezultate in interpretacijo rezultatov,
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo,
- abstraktno razmišlja,
- predvideva probleme in išče rešitve.

## **Patogeni mikroorganizmi**

Dijak:

- razvije učinkovite bralne strategije za nadaljnje učenje in izobraževanje (sporazumevanje v materinem jeziku),
- analizira in primerja dobljene podatke in dejstva,
- razvija tehnike učenja,
- razvija retorične sposobnosti (ob zagovarjanju svojega mnenja).

## **Preprečevanje okužb in uničevanje patogenih mikroorganizmov**

Dijak:

- razvija funkcionalno pismenost,
- razvija eksperimentalni pristop (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela),
- načrtuje in izvede laboratorijsko delo, ga predstavi ter analizira delo, rezultate in interpretacijo rezultatov,
- uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo,
- abstraktno razmišlja,
- predvideva probleme in išče rešitve.



## 5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

### 5.1 CILJI IN DEJAVNOSTI MEDPREDMETNIH POVEZAV

#### Mikrobiologija

Tabela 1: Cilji in primeri dejavnosti medpredmetnih povezav

Cilji Dijaki:	Primeri in opisi
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>biologija:</b> Zgradba celice: opišejo zgradbo in naloge vseh delov prokariotskih in evkariotskih celic,</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> razumejo vloge celičnih organelov za življenje celice;</li></ul>	<p><b>Biologija</b> – zgradba evkariotske in prokariotske celice, sestave in zgradbe vključkov v celicah.</p> <p><b>Mikrobiologija</b> – naloge in delovanje vključkov ter vloga teh vključkov v metabolizmu celice.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>kemija:</b> Kemijske vezi in energija: razumejo, kako in pri katerih reakcijah (nastajanje in cepljenje vezi) se sprošča in porablja energija,</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> razložijo potek in soodvisnost vseh faz metabolizma celice;</li></ul>	<p><b>Kemija:</b> sproščanje in poraba energije pri nastajanju in ceplitvi kemijskih vezi.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> metabolni procesi (katabolni in anabolni) in sproščanje ter poraba kemijske energije ter sinteza ATP.</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>biotehnologija:</b> biokulture sestavni del bioprosesov: razumejo, zakaj so biokulture nujen sestavni del bioprosesa in njihovo vlogo v njem,</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> naštejejo in opišejo tipe metabolizma glede na vir energije in vrsto hranilnih snovi, vpliv metabolizma na življenjsko okolje mikroorganizmov, vpliv spremembe rastnih pogojev na metabolizem mikroorganizmov.</li></ul>	<p><b>Biotehnologija:</b> sestavni deli bioprosesov, vrste biokultur, namen uporabe biokultur, vloga metabolizma biokulture v bioprosesu.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> tipi metabolizma, vpliv metabolizma mikroorganizmov na njihovo življenjsko okolje, spreminjanje metabolnih poti z zunanjimi dejavniki.</p>

## Klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov

Cilji	Primeri in opisi
<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>biotehnologija:</b> priprava biokultur: opišejo proces priprave biokulture za uporabo v bioprocesu (pridobivanje biokultur iz mikrobiološka banka ali z izolacijo iz narave, revitalizacija biokultur, namnoževanje biokultur do zelene količine vcepka);</li> </ul>	<p><b>Biotehnologija:</b> pridobitev biokultur z izolacijo iz narave ali iz mikrobiološke banke.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> vloga in proces identifikacije mikroorganizmov pri izolaciji biokulture iz narave.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>laboratorijske vaje:</b> pripravijo mikroskopske preparate, nacepijo mikroorganizme na gojišča in pregledajo oblike celic in kolonij,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> morfološke lastnosti mikroorganizemskih celic in kolonij;</li> </ul>	<p><b>Laboratorijske vaje:</b> morfološke lastnosti celic in kolonij – laboratorijsko delo – praktičen prikaz teoretičnih razlag in predstavitev.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> razlaga in slikovna predstavitev morfoloških lastnosti različnih vrst mikroorganizmov.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>laboratorijske vaje:</b> nacepljajo na diferencialna in selektivna gojišča po ključih za identifikacijo mikroorganizmov,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> razumejo pomen fizioloških lastnosti mikroorganizmov za njihovo identifikacijo.</li> </ul>	<p><b>Laboratorijske vaje:</b> fiziološke lastnosti različnih vrst mikroorganizmov – laboratorijsko delo, praktičen prikaz teoretičnih razlag in predstavitev.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> razlaga in slikovna predstavitev fizioloških lastnosti različnih vrst mikroorganizmov.</p>

## Rast mikroorganizmov

Cilji	Primeri in opisi
<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>biotehnologija:</b> poznajo vplive na rast mikroorganizmov in njihov pomen za pripravo biokulture in potek bioprocesa,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> analizirajo vplive fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov na rast mikroorganizmov;</li> </ul>	<p><b>Biotehnologija:</b> naštejejo in opišejo dejavnike, ki vplivajo na rast mikroorganizmov; razumejo vpliv dejavnikov rasti na potek bioprocesa.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> ugotavljajo, kako sprememba določenega dejavnika rasti (temperatura, količina in vrsta hranilnih snovi, prisotnost kisika, pH idr.) vpliva na rast določene skupine mikroorganizmov.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>biologija:</b> poznajo različne načine razmnoževanja mikroorganizmov (spolno in nespolno razmnoževanje),</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> povzamejo načine</li> </ul>	<p><b>Biologija:</b> opišejo različne načine razmnoževanja mikroorganizmov; razlikujejo spolno in nespolno razmnoževanje.</p>

razmnoževanja posameznih skupin mikroorganizmov (virusi, bakterije, kvasovke, plesni, alge);	<b>Mikrobiologija:</b> predstavijo načine razmnoževanja posameznih skupin mikroorganizmov in izpostavijo značilnosti.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>kemija:</b> razložijo pH in kislinsko stopnjo, razumejo povezavo med pH in koncentracijo kislin in baz,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> analizirajo vplive kemijskih dejavnikov na rast mikroorganizmov.</li> </ul>	<p><b>Kemija:</b> naučijo se izračunati pH raztopine z določeno količino kisline ali baze.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> razumejo pomen kislinske stopnje substrata za rast mikroorganizemske kulture; znajo izračunati potrebno količino kisline ali baze za doseg določene vrednosti v substratu.</p>

## Genetika

Cilji	Primeri in opisi
<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>biotehnologija:</b> analizirajo različne primere proizvodnje bioproduktov rekombinantne tehnologije,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> izpostavijo primere uporabe genske manipulacije;</li> </ul>	<p><b>Biotehnologija:</b> analiza različnih značilnih primerov proizvodnje rekombinantne tehnologije (glede na vrsto produkta),</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> glede na način genetske manipulacije delovnega organizma analizirajo primere proizvodnje rekombinantne tehnologije,</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>fizika:</b> spoznajo teorijo sevanj (UV, X, <math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\gamma</math> žarki) – delci, valovanje, valovne dolžine idr.,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> analizirajo vplive fizikalnih dejavnikov na rast mikroorganizmov.</li> </ul>	<p><b>Fizika:</b> predstavitev sevanj, uporabnih za zaviranje rasti mikroorganizmov.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> dijaki razložijo, kako različna sevanja delujejo na mikroorganizme (kakšne poškodbe celic pričakujejo, zakaj nastanejo poškodbe idr.).</p>

## Uporaba mikroorganizmov

Cilji	Primeri in opisi
<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>biotehnologija:</b> spoznajo primere biotehnoloških procesov, čistilne naprave,</li> <li>• <b>mikrobiologija:</b> opišejo uporabo mikroorganizmov v biotehnoloških procesih (klasična in sodobna biotehnologija).</li> </ul>	<p><b>Biotehnologija:</b> spoznajo primere biotehnoloških procesov, čistilne naprave.</p> <p><b>Mikrobiologija:</b> primere biotehnoloških procesov razvrstijo glede na skupino uporabljenih mikroorganizmov (alge, bakterije, kvasovke, plesni), določijo skupine uporabljenih mikroorganizmov v različnih čistilnih napravah (aerobni, anaerobni, bakterije, plesni ...).</p>

## Zdravstvena neoporečnost živil

Biologija – ustroj in delovanje človeškega telesa

Biotehnologija – mikrobiološke, kemijske in senzorične analize

Laboratorijske vaje – varno delo v laboratoriju, kemijske, mikrobiološke in senzorične analize

Cilji	Primeri in opisi
Dijaki: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>laboratorijske vaje:</b> izvedejo mikrobiološke, kemijske in senzorične analize surovine in končnega produkta mlečnokislinskega vrenja,</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> poznajo mikrobiološke, kemijske in senzorične analize, ki se uporabljajo za nadzor nad zdravstveno neoporečnostjo živil.</li></ul>	<b>Laboratorijske vaje:</b> izvedejo mikrobiološke, kemijske in senzorične analize surovine in končnega produkta mlečnokislinskega vrenja. <b>Mikrobiologija:</b> predstavijo potek in izsledke opravljenih analiz.

## Patogeni mikroorganizmi

Biologija – ustroj in delovanje človeškega telesa

Cilji	Primeri in opisi
Dijaki: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>biologija:</b> poznajo sestavo in delovanje človeškega telesa (prebavni trakt, sečila in rodila, koža),</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> opišejo mogoče poti vstopa patogenih bakterij v gostiteljev organizem (vstopne točke: sluznice, koža, ustna votlina, prebavni trakt, dihalne poti, oči).</li></ul>	<b>Biologija:</b> razlaga sestave in delovanja človeškega telesa s poudarkom na sistemih, v katerih so vstopne točke za patogene mikroorganizme. <b>Mikrobiologija:</b> ugotovijo, katere so mogoče poti vstopa patogenih mikroorganizmov v človeško telo, določijo vstopne točke, utemeljijo svoje trditve.

## Preprečevanje okužb in uničevanje patogenih mikroorganizmov

Laboratorijske vaje – priprava mikroskopskega preparata, mikroskopiranje, priprava gojišč, nacepljanje, inkubacija

Cilji	Primeri in opisi
Dijaki: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>laboratorijske vaje:</b> izolirajo čisto kulturo iz vzorca in izvedejo identifikacijo mikroorganizma v izolirani kulturi,</li><li>• <b>mikrobiologija:</b> razložijo metode identifikacije mikroorganizmov.</li></ul>	<b>Laboratorijske vaje:</b> praktična izvedba teoretičnega znanja. <b>Mikrobiologija:</b> predstavijo potek in rezultate opravljenega laboratorijskega dela.

## 5.2 DEJAVNOSTI ZA RAZVOJ KOMPETENC

- Sporazumevanje v slovenščini – ustno sporazumevanje: dijak opiše in razlaga metode in procese, izrazi in zagovarja svoje mnenje; pisno sporazumevanje: predstavi rezultate laboratorijskega dela, oblikujejo pisne razlage,
- predstavitev rezultatov dela (laboratorijsko delo, analize podatkov) na različne načine (grafično, slikovno, pisno ...),
- razvijanje funkcionalne pismenosti – dijak opravi nalogo (laboratorijsko delo, primerjavo podatkov, analizo rezultatov ali dejstev) po pisnih navodilih,
- sporazumevanje v tujih jezikih – iskanje podatkov na svetovnem spletu zahteva znanje tujih jezikov,
- osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji – dijak razvija eksperimentalne spretnosti in metode raziskovanja z eksperimentalnim pristopom (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela) k izvajanju laboratorijskega dela in drugih nalog,
- digitalna pismenost – za iskanje informacij po svetovnem spletu mora dijak obvladati in uporabljati računalnik, za pisanje poročil o rezultatih laboratorijskega dela pa mora obvladati in uporabljati računalnik,
- pri laboratorijskem delu dijak razvija samoiniciativnost in ustvarjalnost, sposobnosti za reševanje problemov, oceniti mora tveganje in samostojno odločati (pod nadzorom),
- varovanje zdravja in okolja – dijak oceni vpliv patogenih mikroorganizmov na zdravje, sam pripravi predloge oziroma navodila za preprečevanje okužb, razume in upošteva navodila za varno delo v laboratoriju,
- socialne kompetence dijak razvija z delom v skupini (timsko delo), odgovornim odnosom do terminsko določenih nalog ter izražanjem in zagovarjanjem svojega mnenja.

Tabela: Kompetence in dejavnosti za razvoj kompetenc

<b>Sporazumevanje v slovenščini</b>	Ustno sporazumevanje: opis in razlaga metod in procesov, izražanje in zagovarjanje svojega mnenja, pisno sporazumevanje: predstavitev rezultatov laboratorijskega dela, oblikovanje pisnih razlag.
<b>Sporazumevanje v tujih jezikih</b>	Iskanje podatkov na svetovnem spletu zahteva znanje tujih jezikov.
<b>Digitalna pismenost</b>	Iskanje podatkov na svetovnem spletu, pripravljanje predstavitev rezultatov laboratorijskega dela in obdelave podatkov.
<b>Osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji</b>	Razvijanje eksperimentalne spretnosti in metode raziskovanja z eksperimentalnim pristopom (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela) k izvajanju laboratorijskega dela in drugih nalog.
<b>Samoiniciativnost, ustvarjalnost, sposobnost reševanja problemov, ocena tveganja, samostojnost odločanja</b>	Izvajanje laboratorijskega dela in predstavitve rezultatov dela.
<b>Varovanje okolja in zdravja</b>	Ocena vpliva patogenih mikroorganizmov na zdravje, priprava predlogov oziroma navodil za preprečevanje okužb, razumevanje in upoštevanje navodil za varno delo v laboratoriju.
<b>Socialne kompetence</b>	Delo v skupini/timu; odgovoren odnos do terminsko določenih nalog, izražanje in zagovarjanje svojega mnenja.

## 6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Učni načrt predmeta mikrobiologija temelji na nadgrajevanju in poglobljanju znanj, ki jih dijaki pridobijo pri biologiji, biotehnologiji, laboratorijskih vajah in kemiji. Učitelj je avtonomen pri razporejanju tem in sklopov. Za zaporedje tem in sklopom se mora dogovoriti z drugimi učitelji, ki učijo predmete, katerih znanja mikrobiologija neposredno nadgrajuje ali jim je podlaga. Sodobno poučevanje mikrobiologije naj vsebuje tudi eksperimentalni in problemsko raziskovalni pristop.

Pomembno je, da učitelj v poučevanje vključi tudi sodobne oblike poučevanja. V medpredmetnih povezavah s predmeti biologija, biotehnologija in laboratorijske vaje je mogoče vključiti sodelovalno poučevanje na primer timsko poučevanje (tipa A in B), avtentično poučevanje idr.

Primeri:

### 1. Medpredmetna povezava mikrobiologije in laboratorijskih vaj

Učitelja obeh predmetov lahko na različne načine s sodobnimi metodami poučevanja povežeta realno laboratorijsko delo (na primer: priprava mikrobioloških preparatov in mikroskopiranje) in teoretični del, ki zajema morfološke lastnosti prokariotskih in evkariotskih organizmov (celic in kolonij). Take medpredmetne povezave omogočajo eksperimentalni pristop in razvijanje eksperimentalnih spretnosti dijakov.

### 2. Medpredmetna povezava mikrobiologije in slovenščine

Učitelja obeh predmetov lahko s povezovanjem na različne načine razvijata ustno in pisno sporazumevanje, razvijanje funkcionalne pismenosti, samoiniciativnost in ustvarjalnost dijakov. Z omogočanjem javnih predstavitev njihovega dela v razredu pri dijakih razvijata retorične sposobnosti in samozavestno nastopanje.

### 3. Povezava v okviru predmeta mikrobiologija

Učitelj je lahko specialist za določeno področje ali sklop in prevzame podajanje tega sklopa pri drugem učitelju.

Posebna znanja so označena s poševnim tiskom in so izbirna. V učnem načrtu predmeta mikrobiologija so med izbirna znanja uvrščene vse vsebine laboratorijskih vaj. Učitelj jih zato lahko nadomesti z drugimi po svoji izbiri in je zato pri izbiri ustreznih vaj in eksperimentov samostojen. V učnem načrtu zapisane laboratorijske vaje so samo predlog.

Pri obravnavanju posameznih tem skušamo izhajati iz primerov, ki so vezani na realno življenje (avtentično poučevanje). Pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa je treba dijake usmerjati k uporabi različnih informacijskih virov.

## **6.1 VREDNOTENJE DOSEŽKOV**

Doseganje pričakovanih rezultatov in učnih ciljev ocenjujemo na različne načine: ustno, pisno, z ocenjevanjem seminarskih nalog in zagovorov. Oblike in načine ocenjevanja znanja določi strokovni aktiv šole.