



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



Zavod  
Republike  
Slovenije  
za šolstvo

Tehniška gimnazija

# MIKROBIOLOGIJA

Izbirni strokovni predmet (210 ur)

Učni načrt

Ljubljana 2020

Gimnazija; tehniška gimnazija

## **MIKROBIOLOGIJA**

Izbirni strokovni predmet (210 ur)

Učni načrt

Avtorji besedila:

dr. **Miomir Knežević**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; EDUCCELL, d. o. o.

**Andreja Ahčin**, Biotehniški center Naklo

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

mag. **Marjetka Kastelic Švab**, Biotehniški center Naklo

**Rok Demič**, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana – Gimnazija in veterinarska šola

**Saša Kregar**, Zavod RS za šolstvo

Recenzentki:

mag. **Irena Štrumbelj Drusany**, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana

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

Učni načrt je posodobitev učnega načrta Mikrobiologija, ki ga je Strokovni svet RS za splošno izobraževanje sprejel na 123. seji 18. 6. 2009.

Jezikovni pregled: Mira Turk Škraba

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

Za ministrstvo: dr. **Simona Kustec**

Za zavod: dr. **Vinko Logaj**

Prva spletna izdaja

Ljubljana, 2020

Sprejeto na 205. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 20. 2. 2020.

Objava na spletni strani:

[http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2020/programi/gimnazija/ucni\\_nacrti.htm](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2020/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm)

-----  
Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID=17068035](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:si:tb-0017068035)

ISBN 978-961-03-0487-6 (Zavod RS za šolstvo, pdf)

## KAZALO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | OPREDELITEV PREDMETA.....   | 1  |
| 2      | SPLOŠNI CILJI .....   | 3  |
| 3      | OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE .....   | 5  |
| 3.1.   | Obvezni sklopi .....  | 6  |
| 3.1.1  | Biolško pomembne molekule, zgradba celice, metabolizem, rast in nadzor rasti mikroorganizmov, preprečevanje okužb .....     | 6  |
| 3.1.2  | Genetika .....  | 7  |
| 3.1.3  | Mikrobna ekologija, glavni predstavniki mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive) .....                | 7  |
| 3.1.4  | Virologija, patogeni mikroorganizmi, imunologija, klasifikacija in identifikacija.....                                      | 8  |
|        | mikroorganizmov .....   | 8  |
| 3.2    | Izbirni sklopi .....  | 9  |
| 3.2.1  | Celična signalizacija, regulacija celičnega cikla, celična smrt .....   | 9  |
| 3.2.2  | Mikroorganizmi v okolju, kroženje snovi v ekosistemu, vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje ..... | 10 |
| 3.2.3  | Biomembrane, celična signalizacija, posttranslacijski procesi v celici .....  | 11 |
| 3.2.4  | Živilska mikrobiologija.....  | 11 |
| 3.2.5  | Nalezljive bolezni pri človeku.....   | 12 |
| 3.2.6  | Analitske metode v mikrobiologiji, mikroorganizmi v biotehnologiji.....   | 12 |
| 3.2.7  | Interakcije mikroorganizmov z drugimi mikroorganizmi, rastlinami in živalmi ter imunologija drugih vrst .....               | 13 |
| 3.2.8  | Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh.....   | 13 |
| 3.2.8  | Mikrobiološka obdelava surovin.....   | 14 |
| 3.2.10 | Hidroponika in akvaponika.....  | 14 |
| 3.2.11 | Projektno/raziskovalno delo .....   | 15 |
| 4      | STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA .....  | 16 |
| 4.1    | Obvezni del.....  | 16 |
| 4.1.1  | Biolško pomembne molekule, zgradba celice, metabolizem, rast in nadzor rasti mikroorganizmov, preprečevanje okužb .....     | 16 |
| 4.1.2  | Genetika .....  | 17 |
| 4.1.3  | Mikroorganizemska ekologija, glavni predstavniki mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive) .....       | 17 |
| 4.1.4  | Virologija, patogeni mikroorganizmi, imunologija, klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov .....                     | 18 |
| 4.2    | Izbirni del.....  | 19 |
| 4.2.1  | Celična signalizacija, regulacija celičnega cikla, celična smrt .....   | 19 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.2 Mikroorganizmi v okolju, kroženje snovi v ekosistemu, vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje .....    | 19 |
| 4.2.3 Biomembrane, celična signalizacija, posttranslacijski postopki v celici.....   | 19 |
| 4.2.4 Nalezljive bolezni pri človeku.....  | 20 |
| 4.2.5 Analitske metode v mikrobiologiji, mikroorganizmi v biotehnologiji.....  | 20 |
| 4.2.6 Interakcije mikroorganizmov z drugimi mikroorganizmi (mikrobna ekologija), rastlinami in živalmi, imunologija drugih vrst..... | 20 |
| 4.2.7 Živilska mikrobiologija.....   | 21 |
| 4.2.8 Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh .....   | 21 |
| 4.2.9 Mikrobiološka obdelava surovin.....  | 22 |
| 4.2.10 Hidroponika in akvaponika.....  | 23 |
| 5 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA .....   | 25 |
| 6 MATERIALNI POGOJI .....  | 27 |
| 7 ZNANJA IZVAJALCEV .....  | 28 |

# 1 OPREDELITEV PREDMETA

Mikrobiologija je strokovni predmet v strokovni (tehniški) gimnaziji, smer biotehnologija, ki obsega 210 ur. S svojimi vsebinami nadgrajuje in povezuje znanja, ki jih dijaki<sup>1</sup> pridobijo pri predmetih biotehnologija, laboratorijske vaje, biologija, kemija in fizika.

Mikrobiologija je predmet, ki pogloblja znanja dijakov o mikroorganizmih, njihovi uporabi, vplivu na življenje na zemlji ter vplivu globalnih sprememb na pogoje rasti mikroorganizmov. S tem omogoča dijakom kritično razmišljanje o okoljskih vplivih in jih spodbuja k iskanju izvirnih rešitev. Z izvajanjem eksperimentalnega in projektnega dela dijakom omogoča razvijanje kompetenc, ki so potrebne za znanstveno raziskovanje.

S svojimi vsebinami se teme, obravnavane pri predmetu mikrobiologija, navezujejo na biotehnologijo in v veliki meri na trajnostni razvoj. Mikrobiologija v povezavi z biotehnologijo omogoča poglobljanje znanja o morfologiji in fiziologiji mikroorganizmov, njihovi rasti in pogojih za rast, genetiki, shranjevanju in gojenju mikrobnih kultur ter nadzoru nad njihovo rastjo. Ta znanja so pomembna za lažje razumevanje biotehnoškega procesa, katerega osnovni del je biokultura. S temi vsebinami se mikrobiologija povezuje tudi pri laboratorijskih vajah, ki vključujejo izvajanje mikrobioloških, kemijskih in senzoričnih analiz ter načrtovanje, zaganjanje in spremljanje biotehnoških procesov ter izolacijo produktov.

Dijaki pri mikrobiologiji pridobijo znanja o genetiki in genski manipulaciji, ki jih uporabijo in nadgradijo pri predmetu biotehnologija. Poglobijo znanja o mikrobnih ekologiji in mikroorganizmih (virusi, evbakterije, arheje, glive), ki so jih pridobili pri biologiji.

Dijaki pri predmetu mikrobiologija dobijo znanja o nekaterih skupinah patogenih mikroorganizmov (izbrani virusi, bakterije, glive), možnostih okužb in njihovem preprečevanju ter o metodah uničevanja patogenih mikroorganizmov. Pridobijo tudi osnovna znanja imunologije (imunski odziv gostitelja).

Del ur predmeta mikrobiologija je namenjen laboratorijskemu delu. Učitelj po svoji presoji izbira vaje, s katerimi bo dosegal predvidene cilje. Izbira vaj je odvisna tudi od materialnih in prostorskih pogojev šole. Vključevanje laboratorijskih vaj v predmet mikrobiologija je pomembno, ker tako najbolj neposredno povezujemo teorijo in prakso. Dijakom laboratorijsko delo omogoča predvsem razvoj kompetenc, ki so pomembne za raziskovalno delo, in večjo samostojnost pri delu ter jih spodbuja k prevzemanju večje odgovornosti 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.

Del ur predmeta je namenjen timske delu, načrtovanju, izvedbi, predstavitvi in vrednotenju laboratorijskega dela ter razvijanju strokovne terminologije. Dijaki razvijajo kritično mišljenje in se urijo v argumentiranem izražanju svojih stališč. Uporaba strokovne literature v tujem jeziku omogoča dijakom izgradnjo samozavesti tudi pri uporabi znanja drugega tujega jezika, ki se ga večinoma začnejo učiti ob vstopu v gimnazijo.

Vsebine mikrobiologije dajejo širšo podlago za študij naravoslovja, hkrati pa je poznavanje in razumevanje vloge in pomena mikroorganizmov pomemben del vseživljenjskega učenja, ki omogoča posamezniku odgovorno ravnanje in odločanje na osebni in družbeni ravni.

Pouk mikrobiologije je zasnovan na izkustvenem, problemskem in projektnem učenju. Tako zasnovan pouk mikrobiologije v šoli skrbi za razvoj celovite osebnosti, ki jo opredeljujejo kritičnost, ustvarjalnost, poštenost, vedoželjnost in svoboda misli ter samostojnost pri raziskovalnem delu. Da bi lahko uresničevali razvoj dijakov na vseh področjih in jim omogočili maksimalni možni napredek, pouk mikrobiologije povezujemo tudi z drugimi predmeti v tehniški gimnaziji.

## 2 SPLOŠNI CILJI

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

Cilji in kompetence, ki jih dijaki dosežejo ali razvijajo, so:

- poglobijo predhodno pridobljeno znanje o mikroorganizmih,
- opišejo metode in postopke, uporabne v mikrobiologiji (npr. metode za identifikacijo mikroorganizmov, postopki, potrebni za aseptično delo v laboratoriju),
- razložijo pomen mikroorganizmov za okolje in njihov vpliv na življenje,
- razumejo in razložijo pomen in potek procesov v celici in odvisnost poteka od pogojev v okolju,
- v praksi (laboratorijske vaje) uporabijo pridobljena teoretična znanja,
- analizirajo predstavljene podatke in jih razvrščajo glede na izbrane kriterije,
- razvijajo osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji,
- razvijajo eksperimentalne spretnosti in metode raziskovanja z eksperimentalnim in projektnim pristopom (načrtovanje, izvedba in evalvacija laboratorijskega dela) k izvajanju laboratorijskega dela,
- spoznavajo in razvijajo strokovno terminologijo,
- razvijajo samoiniciativnost in ustvarjalnost, sposobnosti reševanja problemov,
- razvijajo sposobnost samostojnega ocenjevanja tveganja in samostojnega odločanja,
- z ocenjevanjem vpliva patogenih mikroorganizmov presojujejo njihov pomen na varovanje zdravja in okolja,
- razvijajo digitalno pismenost z iskanjem informacij po svetovnem spletu in pripravljanjem predstavitev,
- socialne kompetence razvijajo z delom v skupini (timsko delo), odgovornim odnosom do terminsko določenih nalog ter izražanjem in zagovarjanjem svojega mnenja,
- zberejo in kritično ocenijo podatke s spleta in drugih medijev,
- na podlagi zbranih dejstev ali izsledkov opravljenih analiz ustvarijo svoje mnenje in ga zagovarjajo,
- razvijajo sporazumevanje v slovenščini, tako da opisujejo in razlagajo metode in procese, izrazijo in zagovarjajo svoja stališča in mnenja,
- razvijajo funkcionalno pismenost, tako da na podlagi pisnih navodil ustrezno načrtujejo in izvedejo predvideno nalogo, pisno predstavijo rezultate in interpretirajo ugotovitve svojega dela,
- razvijajo sporazumevanje v tujih jezikih z iskanjem informacij po spletu in prevodi krajših strokovnih člankov.

Strokovni predmet mikrobiologija sestavljata obvezni in izbirni del. Obvezni del zajema 140 ur (obravnavan v dveh letnikih), izbirni del pa 70 ur (lahko v dveh letnikih ali enem letniku). Obvezni in izbirni del sta sestavljena iz 35-urnih sklopov. Učitelj izvede vse obvezne sklope in dva izbirna sklopa po svoji izbiri. Njegovo izbiro sklopov potrди strokovni aktiv učiteljev. Sklopi v obveznem in izbirnem delu zajemajo teoretični del in laboratorijske vaje in/ali predstavitve krajših nalog in/ali prevajanje krajših strokovnih člankov. Vsi ti deli omogočajo doseganje predvidenih splošnih ciljev. Učitelj izbere, katere laboratorijske vaje z določenega področja bodo izvedli dijaki. Izbor je pogojen z materialnimi in prostorskimi pogoji ter organizacijo pouka na šoli. Za izvajanje laboratorijskih vaj dijake delimo na skupine (največ 16 dijakov v skupini), v katerih je predvidena tudi prisotnost laboranta. V tretjem letniku je predvidenih 20 ur, v četrtem letniku pa 22 ur laboratorijskih vaj, pri katerih dijake delimo v skupine. Učitelj razporedi število ur vaj po izvajanih obveznih in izbirnih sklopih v letniku.



### 3 OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE

| <b>Obvezni vsebinski sklopi</b>  | <b>Ure</b> |
|--|------------|
| Biološko pomembne molekule, zgradba celice, metabolizem mikroorganizmov, rast in nadzor rasti mikroorganizmov in preprečevanje okužb | 35         |
| Genetika   | 35         |
| Mikrobna ekologija, glavni predstavniki mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive)                               | 35         |
| Virologija, patogeni mikroorganizmi, imunologija, klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov                                    | 35         |
| <b>Skupaj ur</b>   | <b>140</b> |

| <b>Izbirni vsebinski sklopi</b>   | <b>Ure</b> |
|---|------------|
| Celična signalizacija, regulacija celičnega cikla, celična smrt   | 35         |
| Mikroorganizmi v okolju, kroženje snovi v ekosistemu, vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje | 35         |
| Biomembrane, celična signalizacija, posttranslacijski postopki v celici   | 35         |
| Živilska mikrobiologija   | 35         |
| Nalezljive bolezni pri človeku  |            |
| Analitske metode v mikrobiologiji, mikroorganizmi v biotehnologiji  | 35         |
| Interakcije mikroorganizmov z drugimi mikrobi (mikrobna ekologija), rastlinami in živalmi, imunologija drugih vrst    | 35         |
| Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh  | 35         |
| Mikrobiološka obdelava surovin  | 35         |
| Hidroponika in akvaponika   | 35         |
| Projektno/raziskovalno delo   | 35         |
| <b>Izbranih ur</b>  | <b>70</b>  |

### **3.1. Obvezni sklopi**

3.1.1 Biološko pomembne molekule, zgradba celice, metabolizem, rast in nadzor rasti mikroorganizmov, preprečevanje okužb

#### **Cilji**

Dijaki:

- opišejo zgradbo vseh biološko pomembnih molekul in njihov vpliv na življenje celice,
- opišejo zgradbo evkariontske in prokariontske celice,
- naštejejo vse faze metabolizma in izluščijo njihove bistvene značilnosti, pojasnijo delovanje encimov v celici,
- opišejo različne načine razmnoževanja mikroorganizmov,
- opredelijo zunanje pogoje za rast mikroorganizmov in napovejo njihov vpliv na hitrost rasti celic,
- naštejejo in opišejo metode preprečevanja okužb z mikroorganizmi, na primerih predvidijo učinkovitost metod,
- opišejo zgradbo izbranih kemoterapevtikov in princip njihovega delovanja.

#### **Vsebine**

- Zgradba vseh biološko pomembnih molekul (voda, ogljikovi hidrati, beljakovine, maščobe, nukleinske kisline) in njihov vpliv na življenje celice
- Zgradba prokariontske in evkariontske celice
- Zgradba in naloge posameznih delov celice (membrana, citoplazma, organeli, gibalni aparat idr.)
- Pomen metabolizma za celico in organizem, faze metabolizma
- Osnovni pogoji za življenje mikroorganizmov (vrste in viri hranilnih snovi, biogeni elementi, rastni faktorji, temperatura, pH,  $a_w$ , prisotnost kisika itd.)
- Zgradba, delovanje in inhibicija encimov, njihov pomen za potek metabolizma in življenje celice
- Aktivni in pasivni načini prehajanja hranilnih snovi v celico
- Katabolni procesi (razgradnja ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob), pridobivanje energije, produkti razgradnje, pomen katabolnih procesov za življenje celice
- Anabolni procesi (izgradnja beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob, nukleinskih kislin idr.), gradbene enote, produkti sintez
- Vloga metabolizma mikroorganizmov pri spreminjanju njihovega življenjskega okolja
- Vplivi pogojev v okolju na metabolizem (metabolne poti in vrsto ter količino metabolitov) mikroorganizmov
- Načini razmnoževanja posameznih skupin mikroorganizmov
- Rast mikroorganizmov, krivulja rasti števila celic mikroorganizmov (opis spremembe števila celic, hranilnih snovi in metabolitov v življenjskem okolju celic), fizikalni, kemijski in biološki dejavniki v okolju, ki vplivajo na rast mikroorganizmov

- Posredne in neposredne metode štetja in ocenjevanja števila celic mikroorganizmov v vzorcu
- Namen, metode in kriteriji za izbiro metod shranjevanja mikrobioloških kultur
- Gojenje mikrobioloških kultur (vrste gojišč in načinov gojenja)
- Metode uničevanja mikroorganizmov in preprečevanja okužb z mikroorganizmi
- Zgradba izbranih kemoterapevtikov in njihovo delovanje na mikroorganizme (antibiotiki idr.)

### 3.1.2 Genetika

#### **Cilji**

Dijaki:

- predstavijo zgradbo molekul, ki omogočajo shranjevanje in prenašanje genetskih informacij,
- opišejo procese shranjevanja in prenašanja genetskih informacij,
- pojasnijo procese izražanja genov v prokariotski in evkariotski celici ter vplive na te procese,
- razložijo procese spreminjanja genetskih informacij v celici,
- prepoznajo in primerjajo različne tipe mutacij in opišejo njihov nastanek,
- opišejo procese popravljanja sprememb v genetskem materialu celice.

#### **Vsebine**

- Vrste in zgradba molekul DNK in vseh tipov RNK, kromosomski in nekromosomski genetski material
- Zapis, shranjevanje in prenos genetskih informacij v naslednjo generacijo
- Operonski model (*lac* in *trp* operon) in epigenetski mehanizmi
- Izražanje genov in regulacija
- Vrste in mehanizmi mutacij ter popravljalni mehanizmi v celici
- Mutageni dejavniki
- Mehanizmi in vektorji prenosa genetskih informacij med celicami

### 3.1.3 Mikrobna ekologija, glavni predstavniki mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive)

#### **Cilji**

Dijaki:

- poiščejo bistvene značilnosti glavnih okolij mikroorganizmov (atmosfera, tla, sedimenti, vode, višji organizmi),
- opišejo biogeokemijsko kroženje ogljika, dušika, fosforja, železa in drugih biogenih elementov,
- na primerih opišejo interakcije med mikrobnimi populacijami, med mikroorganizmi in rastlinami ter živalmi,
- razložijo vpliv in delovanje mikroorganizmov pri biorazgradnji,

- opišejo izbrane primere namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov v okolje,
- izvedejo izbrane metode meritev mikrobne dejavnosti v naravnem okolju,
- opišejo zgradbo in lastnosti glavnih predstavnikov mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive).

### **Vsebine**

- Vrste in značilnosti glavnih okolij, primernih za rast mikroorganizmov
- Biogeokemijsko kroženje ogljika, dušika, fosforja, železa in drugih biogenih elementov
- Interakcije med mikrobnimi populacijami, med mikroorganizmi in rastlinami ter med mikroorganizmi in živalmi
- Delovanje mikroorganizmov pri biorazgradnji in njihov vpliv nanjo
- Zgradba in lastnosti glavnih predstavnikov mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive)
- Izbrane metode meritev mikrobne aktivnosti v naravnem okolju
- Izbrani primeri namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov v okolje

### 3.1.4 Virologija, patogeni mikroorganizmi, imunologija, klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov

#### **Cilji**

Dijaki:

- opredelijo osnovne lastnosti virusov, prepoznajo zgradbo in pomen posameznih virusnih struktur,
- pojasnijo poimenovanje in razvrstitev virusov,
- opišejo razmnoževanje virusov, predvsem vstop virusov v celico, virusno združevanje s translacijskim nadzornim mehanizmom in virusno transformacijo,
- opišejo osnove patogeneze virusnih okužb in pojasnijo imunski protivirusni odziv,
- opišejo klasične in molekularne tehnike za proučevanje virusov in diagnostiko virusnih okužb,
- opišejo izbrane patogene mikroorganizme in bolezenske znake, ki jih povzročajo,
- opredelijo normalno mikrobioto človeškega telesa in vstopna mesta ter načine vstopa patogenov v gostiteljski organizem, opišejo poškodbe gostiteljskega tkiva,
- pojasnijo mehanizme in posledice nespecifične obrambe gostitelja,
- razložijo mehanizme in posledice specifične obrambe gostitelja ter opišejo razliko med specifično in nespecifično obrambo,
- razlikujejo med aktivno in pasivno imunostjo,
- na primerih razložijo delovanje cepiva,
- razložijo mehanizme produkcije protiteles in zgradbo protiteles,
- opišejo imunski odziv telesa,
- primerjajo monoklonska in poliklonska protitelesa, hibridome, limfokine, citokine ter na primerih opišejo njihovo delovanje,

- definirajo kriterije za klasifikacijo mikroorganizmov,
- izvedejo izbrane laboratorijske analize za določanje morfoloških in fizioloških lastnosti mikroorganizmov.

### **Vsebine**

- Osnovne lastnosti in zgradba virusov ter virusnih struktur
- Kriteriji za klasifikacijo virusov in predstavniki večjih skupin virusov
- Virusom podobne snovi in bakteriofagi
- Osnovni elementi genetike virusov
- Načini vstopa virusov v gostiteljsko celico
- Razmnoževanje bakteriofagov in drugih virusov
- Osnove patogeneze virusnih okužb in protivirusni odziv
- Osnove gojenja in shranjevanja virusov v laboratorijskih pogojih
- Osnove izbranih tehnik za proučevanje virusov in diagnostiko virusnih okužb
- Izbrani patogeni mikroorganizmi in bolezenski znaki, ki jih povzročajo
- Normalna, trajna in začasna mikrobiota človeškega telesa, načini in mesta vstopa patogenov v gostiteljski organizem
- Mehanizmi in posledice specifične in nespecifične obrambe gostitelja
- Aktivna in pasivna imunost, cepljenje, protitelesa in imunski odziv
- Kriteriji za klasifikacijo mikroorganizmov
- Metode identifikacije mikroorganizmov

## **3.2 Izbirni sklopi**

### **3.2.1 Celična signalizacija, regulacija celičnega cikla, celična smrt**

#### **Cilji**

Dijaki:

- prepoznavajo molekule, ki služijo medcelični signalizaciji,
- povezujejo same signale in celične odzive,
- s pomočjo celične signalizacije razložijo regulacijo celičnega cikla in celično smrt,
- utemeljujejo pojavnost različnih usod celic na konkretnih primerih v večceličnih organizmih.

#### **Vsebine**

- Faze medcelične komunikacije
- Signalne in tarčne celice
- Zgradba in delovanje molekul, ki omogočajo medcelično signalizacijo
- Zaznavanje signalov v biološki membrani in prevajanje v notranjost celice
- Transdukcija signala in vpliv signala na izražanje genov
- Zaznavanje celične gostote
- Faze celičnega cikla pri bakterijah in evkariontskih celicah, signali za usmerjanje transkripcije genov za uravnavanje celičnega cikla

- Celična smrt

### 3.2.2 Mikroorganizmi v okolju, kroženje snovi v ekosistemu, vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje

#### **Cilji**

Dijaki:

- opišejo in prikažejo vpliv mikroorganizmov na okolje in razložijo njihovo vlogo pri kroženju snovi v ekosistemu,
- utemeljijo, zakaj so mikroorganizmi kljub svoji majhnosti ključni za ohranjanje ekosistemov in vrst mnogoceličarjev,
- pojasnijo vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov v okolje ter primerjajo ekosistem pred izpustom in po njem.

#### **Vsebine**

- Zgradba in lastnosti virusov, evbakterij, arhej, protistov in gliv
- Glavni predstavniki mikroorganizmov zraka, tal, celinskih in slanih vod
- Vpliv mikroorganizmov na okolje in njihova vloga pri kroženju snovi v ekosistemu
- Interakcije znotraj mikrobnih združb in med združbami
- Vloga mikroorganizmov pri ohranjanju ekosistemov in vrst mnogoceličarjev
- Namerni in nenamerni izpusti mikroorganizmov v okolje – vzroki in posledice

### 3.2.3 Biomembrane, celična signalizacija, posttranslacijski procesi v celici

#### **Cilji**

Dijaki:

- opišejo strukturo bioloških membran in povezujejo sestavne dele membrane z njihovimi funkcijami,
- opišejo delovanje medcelične signalizacije in uravnavanje genskega izražanja, prenos signala v notranjost celice in celični odziv na signal,
- iz obveznega dela poznane procese translacije nadgradijo s poznavanjem posttranslacijskih modifikacij in primerjajo produkte ene in druge poti,
- razvijejo sposobnost povezovanja ločenih dogodkov v soodvisno celoto celičnega vedenja.

#### **Vsebine**

- Struktura bioloških membran, njihovi sestavni deli in delovanje
- Medcelična signalizacija in njen vpliv na življenje celice
- Translacija globularnih in membranskih proteinov
- Posttranslacijska modifikacija v endoplazemskem retiklu in Golgijevem aparatu
- Tipi modifikacij proteinov

### 3.2.4 Živilska mikrobiologija

#### **Cilji**

Dijaki:

- pojasnijo uporabo različnih mikroorganizmov v različnih vejah živilske industrije in postopke za njihov izkoristek,
- utemeljijo pomen zagotavljanja genske stabilnosti mikrobov in to povežejo s konstantnostjo kakovosti produktov,
- pojasnijo vpliv različnih rastnih pogojev mikroorganizmov na kakovost živila.

#### **Vsebine**

- Osnovne lastnosti izbranih mikroorganizmov, ki so biokulture za proizvodnjo fermentiranih živil, kvarljivci živil in patogeni, ki se prenašajo z živil
- Mešane in čiste biokulture, osnovni postopki priprave delovne biokulture
- Različni načini uporabe mikroorganizmov za proizvodnjo živil
- Genska stabilnost delovnih biokultur
- Medsebojni vpliv metabolizma delovne kulture in rastnih pogojev v živilu med proizvodnjo
- Vpliv delovne kulture in pogojev v fazah proizvodnje na kakovost živila
- Zdravstvena neoporečnost živila
- Osnove mikrobioloških in kemijskih analiz za ugotavljanje zdravstvene neoporečnosti živila

### 3.2.5 Nalezljive bolezni pri človeku

#### **Cilji**

Dijaki:

- prepoznajo povzročitelje izbranih nalezljivih bolezni,
- opišejo mehanizme prenosa in potek razvoja nalezljivih bolezni,
- razvijejo sposobnost prepoznavanja tveganj za okužbo in učinkovitih metod za preprečevanje širjenja nalezljivih bolezni,
- opišejo osnovne laboratorijske diagnostične postopke,
- izluščijo bistvene značilnosti osnov zdravljenja izbranih primerov nalezljivih bolezni,
- primerjajo potek bolezni z delovanjem zdravila.

#### **Vsebine**

- Povzročitelji in faze poteka izbranih nalezljivih bolezni pri človeku
- Načini in mehanizmi prenosa nalezljivih bolezni
- Metode preprečevanja okužb in širjenja nalezljivih bolezni
- Osnovni laboratorijski diagnostični postopki
- Delovanje izbranih vrst kemoterapevtikov na povzročitelje nalezljivih bolezni
- Osnovni kriteriji izbire primernega kemoterapevtika za zdravljenje izbranih primerov nalezljivih bolezni

### 3.2.6 Analitske metode v mikrobiologiji, mikroorganizmi v biotehnologiji

#### **Cilji**

Dijaki:

- opredelijo osnovna načela analitskih metod in njihovo zanesljivost ter utemeljijo meje analitskih postopkov,
- razlikujejo med različnimi kemijskimi, fizikalnimi in biološkimi analitskimi metodami v mikrobiologiji in utemeljujejo njihovo uporabnost s prednostmi in omejitvami izbranih metod,
- na konkretnih primerih opišejo vlogo mikroorganizmov v živilski industriji, medicini oz. farmaciji ter industrijski pridelavi surovin,
- razlikujejo in med seboj primerjajo različne mikroorganizme, ki jih uporabljamo za pridobivanje istih produktov,
- načrtujejo, zaženejo in spremljajo biotehnološki proces ter izolirajo produkt.

#### **Vsebine**

- Vrste analitskih metod (fizikalne, kemijske, biološke) in njihova uporabnost v mikrobiologiji
- Izbrane analitske metode (osnovna načela, zanesljivost, meje, uporaba)
- Primeri uporabe mikroorganizmov v biotehnoloških procesih
- Načrtovanje, izvedba in spremljanje laboratorijskega bioprocesa ter izolacija produkta



### 3.2.7 Interakcije mikroorganizmov z drugimi mikroorganizmi, rastlinami in živalmi ter imunologija drugih vrst

#### **Cilji**

Dijaki:

- opišejo in pojasnijo mikrobno ekologijo ter primerjajo odnose med mikrobi in rastlinami, živalmi in glivami,
- prepoznavajo in primerjajo raznolikost imunskega sistema pri različnih živalskih vrstah.

#### **Vsebine**

- Sintrofija, kako deluje in zakaj lahko energetsko neugodne reakcije potekajo s pomočjo sintrofičnega odnosa
- Kompozitni organizmi in združbe, simbioza gliv in alg v lišajih
- Parazitizem in virusi pri živalih, glivah in rastlinah (škodljivci pri pridelavi hrane, bioinsekticidi, proizvodnja antibiotikov)
- Mikoriza, simbioza z živalmi (prebavni trakt živali in ljudi)
- Imunski sistem nevretenčarjev (iglokožci, členonožci), rastlin in bakterij

### 3.2.8 Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh

#### **Cilji**

Dijaki:

- napovejo osnovne rastne pogoje za mikroorganizme, ki živijo v zraku, vodi in tleh,
- demonstrirajo osnovne tehnike jemanja vzorcev zraka, vode in tal,
- izberejo izbrane analitske metode za identifikacijo mikroorganizmov v vzorcih,
- pojasnijo osnove postopkov, ki omogočajo kontrolo rasti mikroorganizmov v zraku in odstranjevanje ali uničevanje mikroorganizmov v zraku, vodi in tleh,
- navedejo osnovne skupine mikroorganizmov v tleh,
- opišejo načine onesnaženja prsti z mikroorganizmi in kemijskimi snovmi ter predlagajo uporabne načine čiščenja tal,
- opredelijo rastne pogoje za mikroorganizme v morskih ekosistemih in ekosistemih celinskih voda,
- opišejo načine onesnaženja vod in predlagajo uporabne metode čiščenja,
- razložijo sestavo in delovanje različnih vrst čistilnih naprav za odpadne vode.

#### **Vsebine**

- Osnovni pogoji za rast mikroorganizmov v vodi, zraku in tleh
- Osnove tehnik jemanja vzorcev zraka, tal in vode
- Mikrobiološke in kemijske analize za identifikacijo mikroorganizmov v vzorcih
- Osnove postopkov za kontrolo rasti mikroorganizmov v določenem okolju
- Metode za odstranjevanje ali uničevanje mikroorganizmov v določenem okolju (zrak, prst, voda)

- Izbrani primeri onesnaženja in kontaminacije prsti, zraka in vode ter metode čiščenja

### 3.2.8 Mikrobiološka obdelava surovin

#### **Cilji**

Dijaki:

- na primerih fermentacije rastlinskih ali živalskih kmetijskih produktov opišejo celoten proces proizvodnje fermentiranega produkta,
- za izbrane primere fermentiranih produktov analizirajo lastnosti surovin, ki vplivajo na rast mikroorganizmov,
- razložijo procese, ki potekajo med fermentacijo, in analizirajo spremembe rastnih pogojev kot posledico metabolizma mikroorganizmov,
- predlagajo uporabne metode za kontrolo rasti in usmerjanje metabolizma mikroorganizmov med fermentacijo ter utemeljijo svoje predloge,
- izberejo primerne metode za analizo kakovosti surovin, uporabljenih v izbranih primerih, in utemeljijo svoj izbor,
- opišejo procese in metode zagotavljanja zdravstvene neoporečnosti in kakovosti produkta fermentacije.

#### **Vsebine**

- Izbrani primeri mikrobiološke obdelave rastlinskih ali živalskih surovin
- Analiza lastnosti surovin, ki vplivajo na rast mikroorganizmov
- Procesi fermentacije kot posledica metabolizma mikroorganizmov v delovni kulturi
- Kontrola rasti mikroorganizmov in usmerjanje metabolizma delovne kulture med potekom fermentacije
- Metode za analizo kakovosti surovin, procesi in metode za zagotavljanje zdravstvene neoporečnosti živila – produkta fermentacije

### 3.2.10 Hidroponika in akvaponika

#### **Cilji**

Dijaki:

- opredelijo različne sisteme hidroponike in prepoznajo hidroponiko kot primer urbanega vrtnarjenja,
- definirajo akvaponiko kot inovativen način pridelovanja vrtnin in gojenja rib,
- načrtujejo postavitev in opravila vzdrževanja akvaponičnega sistema,
- prepoznajo vpliv posameznih kemijskih in fizikalnih dejavnikov na mikroorganizme in organizme v akvaponičnem sistemu in pomen njihovega ravnovesja,
- opišejo in uporabljajo metode analiz okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na rast rastlin in rib (pH, temperatura, svetloba, kisik, mikrobiološko stanje),
- predstavijo razlike med analitskimi metodami okoljskih dejavnikov, ki se pojavijo pri akvaponičnem oz. hidroponičnem gojenju rastlin,

- sprejemajo in utemeljujejo potrebne ukrepe za izboljšanje življenjskih pogojev organizmov in mikroorganizmov v akvaponičnem sistemu,
- primerjajo prednosti in pomanjkljivosti v primerjavi z drugimi metodami pridelave hrane, upoštevajoč vpliv na okolje, omejenost naravnih virov idr.,
- načrtujejo domači samooskrbni akvaponični sistem: zaporedje elementov (dimenzij in kapacitete), načrtovanje povezav, pretokov, metod monitoringa in vzdrževanja.

#### **Vsebine**

- Različni sistemi hidroponike in njihovo delovanje
- Akvaponika in delovanje akvaponičnega sistema
- Vpliv kemijskih in fizikalnih dejavnikov na mikroorganizme in organizme v akvaponičnem sistemu
- Metode analiz okoljskih dejavnikov
- Načrtovanje akvaponičnega sistema

#### 3.2.11 Projektno/raziskovalno delo

##### **Cilji**

Dijaki:

- skupaj z mentorjem identificirajo raziskovalni izziv,
- načrtujejo in izvedejo projektno/raziskovalno delo (delo v okviru projekta – šolskega, regionalnega, mednarodnega, delo v raziskovalnih institucijah ali v podjetjih),
- oblikujejo ugotovitve in sklepe ter na različne načine predstavijo projektno/raziskovalno delo.

##### **Vsebine**

- Projektno/raziskovalno delo
- Aktualni izzivi
- Trajnostni razvoj

## 4 STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA

Minimalni standardi so v besedilu označeni s **kreplekim tiskom**.

### 4.1 Obvezni del

4.1.1 Biološko pomembne molekule, zgradba celice, metabolizem, rast in nadzor rasti mikroorganizmov, preprečevanje okužb

Dijak:

- **opiše zgradbo vseh biološko pomembnih molekul** (voda, ogljikovi hidrati, lipidi, beljakovine, DNK, RNK, ATP idr.), našteje njihove sestavne dele in opiše vezi znotraj molekul in med molekulami,
- razloži in poveže vlogo teh molekul v celici in procese, v katerih sodelujejo,
- **prepozna shematske prikaze biološko pomembnih molekul**,
- prepozna funkcionalne skupine, ki so del zgradbe biološko pomembnih molekul,
- opiše zgradbo prokariotske celice in razloži vlogo vseh sestavnih delov za življenje celice,
- opiše zgradbo vseh sestavnih delov evkariotske celice in razloži vlogo vseh delov celice pri opravljanju življenjskih procesov celice,
- **razlikuje med prokariotskimi in evkariotskimi celicami**,
- prepozna sestavne dele prokariotske in evkariotske celice na podlagi različnih kriterijev (oblika, funkcija v celici, položaj v celici idr.),
- **opiše različne tipe metabolizmov** in predvidi pogoje, ki omogočajo rast organizmov glede na tip metabolizma,
- **našteje biogene elemente in pojasni njihov pomen za organizme, razlikuje med biogenimi elementi in viri biogenih elementov**,
- **opiše vse faze metabolizma v celici (sprejemanje hranilnih snovi, katabolne in anabolne procese, izločanje odpadnih snovi)**,
- razloži pomen metabolizma za življenje celice,
- opiše potek pasivnih in aktivnih procesov sprejemanja hranilnih snovi v celico,
- razloži osnove katabolnih in anabolnih procesov v celici,
- **opiše zgradbo encimov in razloži njihovo delovanje v celici**,
- razloži vplive zunanjih dejavnikov (temperatura, pH, količina substrata) na aktivnost encimov, prepozna različne tipe inhibicije encimov in jih zna opisati,
- **prepozna bistvene značilnosti različnih načinov razmnoževanja mikroorganizmov**,
- **definira rast mikroorganizmov** in zna opisati metode za merjenje ali spremljanje rasti mikroorganizmov,
- **opiše zunanje pogoje za rast mikrobnih celic** (temperatura, količina in vrsta hranilnih snovi,  $a_w$ , pH idr.) in razloži njihove vplive na aktivnost celic,
- **načrtuje in izpelje izbrane metode gojenja mikroorganizmov v laboratorijskih pogojih** (vrste in priprava gojišč, nacepljanje, inkubacija, izolacija čiste kulture itd.),

- zna opisati različne metode za uničevanje celic mikroorganizmov (fizikalne in kemijske),
- **opiše osnovne metode preprečevanja okužb z mikroorganizmi,**
- prepozna izbrane kemoterapevtike in principe njihovega delovanja.

#### 4.1.2 Genetika

Dijak:

- **opiše zgradbo vseh molekul, ki omogočajo shranjevanje in prenašanje genetskih informacij (DNK, vsi tipi RNK), pozna njihove sestavne dele in vse vrste vezi med njimi,**
- **razloži princip zapisa genskih informacij in genski kod** ter ovrednoti pomen obstoja komplementarnih parov baz v informacijskih molekulah,
- **pojasni potek procesov shranjevanja in prenašanja genetskih informacij (podvojevanje, prepisovanje, prevajanje), našteje sodelujoče informacijske molekule in osnovne encime,**
- razloži princip izražanja genov, opiše procese za regulacijo izražanja genov v prokariontski celici (operonski model) in v evkariontski celici (epigenetski mehanizmi),
- opiše potek procesov, ki omogočajo spreminjanje genetskih informacij znotraj celice in procese spreminjanja genetskih informacij, pri katerih sodeluje genetski material iz drugih celic,
- **prepozna različne tipe mutacij in opiše njihov nastanek,**
- opiše potek procesov popravljanja sprememb v genetskem materialu in ovrednoti njihov pomen.

#### 4.1.3 Mikroorganizemska ekologija, glavni predstavniki mikroorganizmov (virusi, evbakterije, arheje, protisti, glive)

Dijak:

- opiše osnovne lastnosti naravnih okolij mikroorganizmov (zrak, tla, sedimenti, vode, višji organizmi),
- **v opisanih okoljih prepozna pogoje, ki omogočajo rast mikroorganizmov,**
- primerja pogoje rasti v opisanih okoljih z različnimi tipi metabolizmov,
- glede na podane kriterije (pogoji rasti v okolju, tip metabolizma) predvidi lastnosti predstavnikov mikroorganizmov za posamezno naravno okolje,
- **prikliče osnove biogeokemijskega kroženja ogljika, dušika, fosforja, železa in drugih biogenih elementov,**
- pojasni bistvene značilnosti interakcije mikroorganizmov z rastlinami in živalmi,
- **opiše vlogo mikroorganizmov v razgradnji snovi (biorazgradnja)** in razloži osnovne procese biorazgradnje,
- opiše in testira izbrane metode meritev mikrobne aktivnosti v naravnem okolju,

- na izbranih primerih predvidi vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje.

#### 4.1.4 Virologija, patogeni mikroorganizmi, imunologija, klasifikacija in identifikacija mikroorganizmov

Dijak:

- **opredeli temeljne lastnosti virusov,**
- **opiše zgradbo virusov in razloži pomen posameznih virusnih struktur,**
- določi kriterije za klasifikacijo virusov in predstavnike nekaterih večjih skupin virusov,
- **prepozna virusom podobne snovi (viroidi, prioni) in bakteriofage,**
- **opiše osnovne elemente genetike virusov,**
- opiše načine razmnoževanja bakteriofagov in drugih virusov,
- **opiše načine vstopa virusov v gostiteljsko celico,**
- glede na vrsto virusa ali način razmnoževanja predvidi vpliv virusov in virusom podobnih snovi na zgradbo in življenje gostiteljske celice,
- pojasni osnove gojenja in shranjevanja virusov v laboratorijskih pogojih,
- opiše osnove izbranih tehnik za proučevanje virusov in diagnostiko virusnih okužb,
- **prepozna tip odnosa med gostiteljem in mikroorganizmom (simbioza, mutualizem, parazitizem, komenzalizem) in ga na primeru prepozna,**
- razloži pojem normalna mikrobiota človeškega telesa in pojasni, kje v/n človeškem telesu se nahaja,
- razlikuje med trajno in začasno mikrobioto človeškega telesa,
- poišče vstopna mesta in načine vstopa patogenih mikroorganizmov v gostiteljski organizem ter opiše poškodbe tkiva, ki nastanejo pri tem (adherenca/adhezini, encimatska virulenca, endo in eksotoksini),
- opiše procese, ki omogočajo bakterijam povzročanje okužb in bolezni,
- opiše Kochove postulate in sodobne identifikacijske metode mikroorganizmov ter razloži njihov namen in uporabo,
- **opiše mehanizme nespecifične in specifične obrambe gostitelja in razloži posledice obeh tipov obramb na gostiteljevem organizmu,**
- na primeru bolezni glede na znake, sindrome in simptome določi, ali gre za specifično ali nespecifično obrambo,
- **opiše temeljne značilnosti imunskega sistema (zgradbo, delovanje in lastnosti protiteles in antigenov) ter razloži nastanek protiteles v celicah in tkivih, ki sestavljajo imunski sistem človeškega telesa,**
- opredeli primarni in sekundarni imunski odziv telesa in procese, ki potekajo v celicah in tkivih imunskega sistema,
- prepozna monoklonska in poliklonska protitelesa,
- opiše aktivno in pasivno imunost ter razloži razlike med njima,
- razloži delovanje cepiva, izmed več primerov predstavljenih bolezni izbere tiste, za katere je mogoča preventiva s cepljenjem, ter utemelji svojo izbiro.

## 4.2 Izbirni del

Minimalni standardi so v besedilu označeni s **krepkim tiskom**.

### 4.2.1 Celična signalizacija, regulacija celičnega cikla, celična smrt

Dijak:

- **pozna tri faze medceličnega komuniciranja,**
- razume povezavo med celico, ki oddaja signal, tarčno celico in drugimi celicami,
- loči med lokalnim komuniciranjem in komuniciranjem na dolge razdalje,
- **opiše sestavo biološke membrane** ter kako membranski proteini zaznavajo signale in jih prevajajo v notranjost celice,
- pojasni transdukcijo signala v celici in njegov vpliv na gensko ekspresijo,
- opiše zaznavanje celične gostote,
- **opiše faze celičnega cikla pri bakterijah in evkariontskih celicah,**
- prepozna signale, ki usmerjajo transkripcijo genov za uravnavanje celičnega cikla,
- **razume izraz programirana celična smrt,**
- pojasni, zakaj je programirana celična smrt potrebna in v katerih primerih nastopi ta proces,
- prepozna signalne poti, ki prožijo ali zavirajo programirano celično smrt.

### 4.2.2 Mikroorganizmi v okolju, kroženje snovi v ekosistemu, vpliv namernih in nenamernih izpustov mikroorganizmov na okolje

Dijak:

- **opiše zgradbo in lastnosti virusov, evbakterij, arhej, protistov in gliv,**
- **prepozna glavne predstavnike mikroorganizmov zraka, tal, celinskih in slanih voda,**
- pojasni delovanje in vpliv mikroorganizmov na svoje okolje,
- **opiše kroženje ogljika, dušika in fosforja v ekosistemu,**
- opiše interakcije med mikroorganizemskimi združbami,
- opiše simbiotske, parazitske in druge odnose med mikrobi, rastlinami in živalmi,
- pojasni vlogo in pomen mikroorganizmov v razgradnji organske snovi.

### 4.2.3 Biomembrane, celična signalizacija, posttranslacijski postopki v celici

Dijak:

- **opiše sestavo bioloških membran,**
- opiše vlogo posameznih sestavnih delov membrane na delovanje membrane kot celote,
- **pojasni izraze ligand, receptor, tarčna celica,**
- utemelji delovanje membranskih proteinov pri zaznavanju in prevajanju signalov v notranjost celice,

- **opiše transdukcijo signala v celici in njegov vpliv na gensko ekspresijo,**
- pojasni zaznavanje celične gostote,
- opiše mehanizem in potek zvižanja proteinov ob prepisovanju glede na njihovo funkcijo,
- **prepozna različne tipe modifikacij proteinov,**
- prepozna različne predele v celici, kjer potekajo posttranslacijske modifikacije proteinov,
- razlikuje med proteini pred modifikacijo in po njej.

#### 4.2.4 Nalezljive bolezni pri človeku

Dijak:

- **prepozna faze poteka nalezljivih bolezni pri človeku,**
- prepozna glavne povzročitelje bolezni kože, dihal, krvnega sistema (sepsa), izločal, prebavnega sistema in spolno prenosljivih bolezni,
- pojasni osnove laboratorijske diagnostike za nalezljive bolezni,
- **opiše načine prenosa povzročiteljev bolezni,**
- predvidi učinkovite metode za preprečevanje širjenja izbranih nalezljivih bolezni,
- **prepozna bistvene značilnosti osnov zdravljenja izbranih primerov nalezljivih bolezni,**
- na izbranem primeru napove bistvene značilnosti osnov zdravljenja bolezni.

#### 4.2.5 Analitske metode v mikrobiologiji, mikroorganizmi v biotehnologiji

Dijak:

- **opiše osnovna načela obravnavanih analitskih metod, njihovo zanesljivost in meje analitskih postopkov,**
- razlikuje med različnimi kemijskimi, fizikalnimi in biološkimi analitskimi metodami in utemeljuje njihovo uporabnost z njihovimi prednostmi in omejitvami,
- **pojasni vlogo mikroorganizmov v živilstvu, medicini, farmaciji in industrijski pridelavi surovin,**
- predvidi rastne pogoje mikrobov, ki so delovne kulture v bioprocesih,
- **definira kriterije za izbiro delovnih mikroorganizmov za biotehnološke procese,**
- načrtuje, zažene in spremlja biotehnološki proces in izolira končni produkt.

#### 4.2.6 Interakcije mikroorganizmov z drugimi mikroorganizmi (mikrobna ekologija), rastlinami in živalmi, imunologija drugih vrst

Dijak:

- **prepozna faze poteka nalezljivih bolezni,**
- **opiše načine prenosa povzročiteljev bolezni,**



- predvidi učinkovite metode za preprečevanje širjenja bolezni,
- pojasni delovanje in vpliv mikroorganizmov na svoje okolje,
- opiše interakcije med mikrobnimi združbami,
- **prepozna medvrstne odnose med mikroorganizmi, rastlinami in živalmi,**
- opiše simbiotske odnose, ki preprečujejo kolonizacijo patogenov,
- razloži osnove imunskega sistema vretenčarskih in nevretenčarskih skupin ter njegovo uporabnost,
- **opiše imunski sistem enoceličnih organizmov in bakterij** ter razloži njegovo uporabnost.

#### 4.2.7 Živilska mikrobiologija

Dijak:

- razlikuje med delovnimi biokulturami za proizvodnjo fermentiranih živil, mikroorganizmi, ki povzročajo kvar živil, in patogenimi mikroorganizmi, ki se prenašajo z živil,
- **prepozna mikroorganizme, ki so delovne biokulture za proizvodnjo izbranih živil,**
- **razlikuje mešane in čiste biokulture,**
- **opiše osnovne postopke za pripravo delovne biokulture za proizvodnjo živila (revitalizacija, namnoževanje, priprava vcepka),**
- razlikuje med različnimi načini uporabe mikroorganizmov za proizvodnjo živil (uporaba samo v surovinah prisotne mikroflore, dodajanje pripravljene delovne kulture, uporaba samo pripravljene delovne kulture),
- utemelji nujnost zagotavljanja genske stabilnosti delovne biokulture za kakovost živila,
- **za izbrana živila določi fizikalne in kemijske pogoje v osnovnih surovinah in končnih produktih,**
- **opiše osnovne procese, ki potekajo med fermentacijo izbranih živil in povzročijo spremembo fizikalnih in kemijskih rastnih pogojev za mikroorganizme v živilu,**
- **opiše osnove mikrobioloških in kemijskih analiz živil,**
- glede na fizikalne in kemijske lastnosti osnovne surovine za izbrana živila predvidi skupine mikroorganizmov, ki lahko preživijo v teh surovinah,
- predvidi postopke predelave, ki vplivajo na rast kvarljivcev, patogenov in delovnih biokultur v proizvodnji izbranih živil,
- **pojasni vpliv različnih rastnih pogojev na kakovost živila.**

#### 4.2.8 Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh

Dijak:

- **določi osnovne pogoje za rast mikroorganizmov v zraku, vodi in tleh, prepozna dejavnike, ki lahko vplivajo na rastne pogoje v teh okoljih,**

- **izvede osnovne tehnike jemanja vzorcev zraka, vode in tal za mikrobiološke analize,**
- **prepozna osnove mikrobioloških in kemijskih analiz, ki omogočajo identifikacijo mikroorganizmov v vzorcih zraka, vode in tal,**
- opiše osnove postopkov, ki omogočajo kontrolo rasti mikroorganizmov v zraku in odstranjevanje ali uničevanje mikroorganizmov v zraku, vodi in tleh,
- prepozna osnovne skupine mikroorganizmov, ki so prisotni v prsti/tleh, in opiše njihove bistvene značilnosti,
- **našteje osnovne dejavnike, ki vplivajo na rast mikroorganizmov v prsti, in opiše njihove vplive,**
- razloži pomembnost mikroorganizmov, ki razgrajujejo organske snovi v tleh,
- prepozna mikroorganizme v prsti, ki so patogeni za ljudi in druge živali (npr. rod *Clostridium*),
- **opiše izbrane načine onesnaženja in kontaminacije prsti,**
- poišče možne načine odpravljanja posledic onesnaženja in predlaga uporabne načine za izbrane primere,
- **razlikuje rastne pogoje za mikroorganizme v celinskih in slanih vodah,**
- pozna definicijo onesnaženja vod in vrste onesnaževanja ter našteje potencialne onesnaževalce,
- **opiše različne metode čiščenja vod,**
- razloži procese čiščenja odpadnih vod v različnih vrstah čistilnih naprav za odpadno vodo.

#### 4.2.9 Mikrobiološka obdelava surovin

Dijak:

- **na primerih mikrobiološke obdelave rastlinskih ali živalskih surovin opiše celotni proces proizvodnje,**
- za izbrane primere fermentiranih produktov analizira lastnosti surovin, ki vplivajo na rast mikroorganizmov med fermentacijo in drugimi fazami proizvodnje,
- **prepozna postopke/dogodke, ki med proizvodnjo surovin vplivajo na njihovo kakovost in s tem na kakovost končnega produkta,**
- **prepozna metode za analizo kakovosti surovin, uporabljenih v izbranih primerih,** in utemelji njihovo izbiro,
- **opiše procese, ki potekajo med fermentacijo,** in analizira spremembe rastnih pogojev kot posledico metabolizma mikroorganizmov,
- predlaga uporabne metode za kontrolo rasti in usmerjanje metabolizma mikroorganizmov med fermentacijo,
- utemelji svoje predloge,
- **opiše procese, ki zagotavljajo zdravstveno neoporečnost in kakovost fermentiranega produkta,**
- analizira vplive surovin, uporabljenih mikroorganizmov in postopkov med proizvodnjo na kakovost produkta.

#### 4.2.10 Hidroponika in akvaponika

Dijak:

- **opiše zgodovino hidroponike in različne metode hidroponičnih sistemov (poplavne grede, DWC, NFT, aeroponika idr.),**
- razloži prednosti in slabosti gojenja posamezne vrste rib v akvaponičnem sistemu v slovenskem prostoru,
- **prepozna optimalne življenjske pogoje rastlin in rib, opazuje, analizira in zna razložiti posledice odstopanj v okoljskih parametrih (stresni dejavniki),**
- aktivno sodeluje pri načrtovanju in vzpostavitvi akvaponičnega sistema, vzgoji sadik in gojenju rib (od zasaditve in pobiranja vrtnin vzporedno s kontrolo gojenja zdravih rib),
- razloži problematiko tretiranja vrtnin s fitofarmaceutskimi sredstvi v akvaponičnem sistemu,
- opazuje rast rastlin (barva, velikost, dolžina in razrast korenin) in popiše morebitne škodljivce ter v literaturi zanje poišče potencialne naravne sovražnike,
- **našteje glavne dele akvaponičnega sistema, povezane z različnimi vrstami mikroorganizmov in organizmov, in razloži njihov pomen,**
- aktivno sodeluje pri opravilih vzdrževanja in čiščenja akvaponičnega sistema,
- našteje in opiše varnostne ukrepe pri izvajanju posameznega opravila,
- priključuje optimalne in mejne vrednosti posameznih fizikalnih in kemijskih dejavnikov v akvaponičnem sistemu za preživetje organizmov,
- **razloži vnos dušika v akvaponični sistem, vključenost mikroorganizmov in organizmov v akvaponičnem sistemu v cikel kroženja dušika,**
- **pojasni pogoje, v katerih v akvaponičnem sistemu poteka proces nitrifikacije oz. denitrifikacije s pomočjo mikroorganizmov,**
- razloži pomen nosilcev nitrifikacijskih bakterij v biofiltru,
- opiše metode vzpostavljanja biofiltra v akvaponičnem sistemu,
- **izvede izbrane metode analiz ugotavljanja vrednosti kemijskih in fizikalnih dejavnikov okolja z digitalnimi in kolorimetričnimi metodami,**
- ukrepa v primeru prenizkih/presežnih vrednosti posameznega parametra,
- s pomočjo IKT izdelava grafični prikaz meritev kemijskih in fizikalnih dejavnikov,
- je aktivno vključen v proces vzpostavitve biofiltra,
- predstavi in utemelji svoje razmišljanje o akvaponiki, samooskrbi, etiki gojenja živali,
- primerja klasični način pridelave hrane in akvaponični sistem, razloži prednosti in slabosti posameznega načina,
- v primeru raziskovalnega dela opredeli potrebe po domačem samooskrbnem akvaponičnem sistemu (namen, čas, denar, prostor),
- izdelava načrt postavitve samooskrbnega domačega akvaponičnega sistema,
- postavi akvaponični sistem po predlogi in preizkusi njegovo delovanje.

#### 4.2.11 Projektno/raziskovalno delo

Dijak:

- **pozna** in uporablja **načela projektnega/raziskovalnega dela**,
- **razume, da ima znanstveno raziskovanje pomembno vlogo pri reševanju aktualnih izzivov**,
- kritično **ovrednoti identificirani predlog z dosedanjimi izsledki raziskav**,
- **svoja dognanja predstavi interesnim skupinam na različne načine** in z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije.

## 5 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. Zaporedje tem in sklopov učitelj načrtuje z učitelji, ki učijo predmete, katerih znanja mikrobiologija nadgrajuje ali jim je podlaga. Sodobno poučevanje mikrobiologije vsebuje eksperimentalni in problemsko raziskovalni pristop.

Pomembno je, da učitelj v poučevanje vključi različne oblike poučevanja. V medpredmetnih povezavah s predmeti biologija, biotehnologija in laboratorijske vaje je mogoče vključiti sodelovalno poučevanje, npr. timsko poučevanje, avtentično poučevanje. Pouk poteka z uporabo različnih metod (razlaga, vodena diskusija, demonstracija, praktično delo dijakov, ekskurzije, metoda iskanja in uporabe virov, raziskovalno delo, laboratorijsko delo, projektno delo idr.). Razlaga in demonstracija sta problemsko obarvani, frontalno delo se izmenjuje s skupinskim in individualnim. Pri pouku je zagotovljen interdisciplinarni pristop, pri obravnavi vsebin se učitelji različnih strok časovno in vsebinsko povezujejo in usklajujejo.

Učni načrt predmeta mikrobiologija je sestavljen iz obveznega in izbirnega dela. Vsak del sestavljajo 35-urni sklopi. V obveznem delu učnega načrta, ki zajema 140 ur (v dveh letnikih), so štiri 35-urni sklopi. Učitelj izvede vse obvezne sklope. V izbirnem delu učnega načrta je na izbiro enajst 35-urnih sklopov, izmed katerih učitelj izbere dva.

Če izbere med izbirnimi sklopi mikrobiologije, je to v celoti predmet mikrobiologija. Če pa izbere sklope interdisciplinarnih vsebin (izbirne vsebine drugih strokovnih predmetov), gre za interdisciplinarni strokovni sklop, ki bo opisan v prilogi k spričevalu.

Interdisciplinarni strokovni sklop (ISS) daje priložnost za uvajanje sodobnih didaktičnih pristopov. Z izvedbo vsebin v okviru ISS zagotovimo interdisciplinarno povezovanje vsebin in ciljev različnih strok ter tako pri dijakih razvijamo razumevanje kompleksnosti, povezanosti in soodvisnosti pojavov in procesov različnih strokovnih področij. Oblike vzgojno-izobraževalnega dela v ISS naj spodbujajo sodelovalno učenje in timsko delo dijakov ter sodelovalno poučevanje in timsko delo učiteljev.

V okviru ISS je ključno povezovanje znanja različnih predmetnih (strokovnih) področij, reševanje avtentičnih problemov, opravljanje raziskovalnega in praktičnega samostojnega in skupinskega dela dijakov (učenje z raziskovanjem) s poudarkom na aktivni vlogi dijakov ter spodbujanje razvoja transverzalnih veščin.

Šola lahko načrtuje ISS v tretjem in/ali četrtem letniku, tako da vsebine in cilje ISS črpa iz izbirnih vsebinskih sklopov učnih načrtov najmanj dveh izbirnih strokovnih predmetov tehniške gimnazije, pri čemer znotraj ISS zagotovi realizacijo obveznih vsebinskih sklopov učnega načrta izbranega izbirnega strokovnega predmeta tehniške gimnazije v obsegu 140 ur.

V učnem načrtu za mikrobiologijo so vključevanju v interdisciplinarne sklope in povezovanju z drugimi strokovnimi predmeti namenjeni izbirni vsebinski sklopi (glej tabelo na str. 5).

Za predmet je v letniku predvidenih 105 ur, v obeh letnikih skupaj 210 ur. V vsakem letniku učitelj izvede tri sklope. V obeh letnikih izvede vse štiri obvezne sklope in dva po izbiri. V tretjem letniku je za predmet mikrobiologija predvidenih 20 ur laboratorijskih vaj na skupino, v četrtem letniku pa 22 ur. Učitelj laboratorijske vaje razporedi med sklope glede na materialne pogoje in organizacijo pouka. Laboratorijske vaje izvajamo v skupinah z največ 16 dijaki. Zaradi varnosti pri delu v laboratoriju je potrebna prisotnost laboranta. Vrsto vaj in način dela izbere učitelj glede na temo, na katero se navezujejo vaje, opremljenost laboratorija in organizacijo pouka. Izbira teme za laboratorijske vaje je odvisna od sklopa (obveznega in/ali izbranega izmed predlaganih izbirnih sklopov). Ker se teme laboratorijskih vaj tesno navezujejo na teme teoretičnega dela sklopa, učitelj lahko hkrati s preverjanjem teoretičnega znanja preverja tudi znanje, pridobljeno med vajami. Za uspešno raziskovalno/projektno delo je vloga mentorja ključnega pomena pri načrtovanju, usmerjanju in podpiranju dijakov, pri izvajanju dela ter za spremljanje napredka in sprotno povratno informacijo.

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

## **6 MATERIALNI POGOJI**

Teoretični pouk predmeta mikrobiologija poteka v standardno opremljeni učilnici (računalnik in projektor). V enaki učilnici lahko potekajo tudi druge predlagane oblike poučevanja (predstavitve nalog). Za izvedbo medpredmetnega povezovanja s tujimi jeziki pri prevajanju strokovnih člankov bi bilo za skupinsko delo optimalno, da bi imela vsaka skupina svoj računalnik.

Laboratorijske vaje potekajo v primerno opremljenem laboratoriju, ki omogoča izvedbo vaj skupine dijakov (največ 16 dijakov v skupini). Med izvajanjem vaj mora biti učitelju omogočen nadzor nad dijaki in dostop do vsakega dijaka. Za izvedbo laboratorijskih vaj je nujno sodelovanje laboranta.

Materialni pogoji (prostor, oprema, učna gradiva, skupine idr.) za izvajanje pouka morajo biti usklajeni s sprejetimi standardi in normativi.

## **7 ZNANJA IZVAJALCEV**

Učitelj, ki lahko izvaja predmet mikrobiologija, ima znanja s področij visokošolskega izobraževanja mikrobiologije, biotehnologije, živilske tehnologije ali enopredmetne biologije.

Izbirne sklope Mikrobiološka obdelava surovin, Mikroorganizmi v zraku, vodi in tleh ter Hidroponika in akvaponika lahko izvaja tudi učitelj, ki ima znanja s področja visokošolskega izobraževanja agronomije.

Pri izvedbi vaj znotraj ISS lahko sodeluje laborant z znanji, pridobljenimi s področja srednješolskega izobraževanja biologije ali kemije.