

Učni načrt

BIOTEHNOLOGIJA

Tehniška gimnazija

Izbirni strokovni maturitetni predmet (280 ur)

UČNI NAČRT

BIOTEHNOLOGIJA

Gimnazija; tehniška gimnazija

Izbirni strokovni maturitetni predmet (280 ur)

Predmetna komisija:

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

Jana Goršin Fabijan, Grm Novo mesto – Center biotehnik in turizma, Kmetijska šola Grm in biotehniška gimnazija, članica

Nada Udovč Knežević, Biotehniški izobraževalni center Ljubljana, Gimnazija in veterinarska šola, članica

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. **Borut Štrukelj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo

Irena Kurajič, Grm Novo mesto – Center biotehnik in turizma, Kmetijska šola Grm in biotehniška gimnazija

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

37.091.214:60 (0.034.2)

UČNI načrt. Biotehnologija [Elektronski vir] : tehniška gimnazija : izbirni strokovni maturitetni predmet (280 ur) / predmetna komisija Miomir Knežević ... [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_Biotehnologija.pdf

ISBN 978-961-234-859-5 (Zavod RS za šolstvo)
1. Knežević, Miomir
250674432

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

KAZALO

1 OPREDELITEV PREDMETA	6
2 SPLOŠNI CILJI IN KOMPETENCE	7
2.1 Splošni cilji.....	7
2.2 Kompetence.....	8
3 CILJI IN VSEBINE	10
3.1 Interdisciplinarnost biotehnologije.....	10
3.2 Zgodovina in razvoj biotehnologije.....	10
3.3 Biotehnološki proces/postopek.....	11
3.4 Biokulture	13
3.4.1 Splošno.....	13
3.4.2 Virusi	13
3.4.3 Cepljivke.....	14
3.4.4 Glive.....	14
3.4.5 Rastline	16
3.4.6 Živali in živalske tkivne kulture	17
3.4.7 Rekombinantne biokulture.....	17
3.5 Pripravljalni procesi v biotehnologiji (up-stream)	19
3.5.1 Splošno.....	19
3.5.2 Izbira in priprava biokulture	19
3.5.3 Izbira in priprava substrata (gojišča)	20
3.5.4 Izbira in priprava bioreaktorja	21
3.5.5 Rast biokultur in ugotavljanje njihovega števila.....	23
3.6 Bioreaktorji.....	25
3.6.1 Biološka sprememba ali konverzija – proces v bioreaktorju.....	25
3.6.2 Osnovni deli bioreaktorja.....	25
3.6.3 Delitev bioreaktorjev glede na velikost, način mešanja in vrsto bioproducta.....	25
3.6.4 Tipi procesov v bioreaktorju.....	26
3.7 Spremljanje in regulacija (vodenje) poteka bioprocasa.....	27
3.7.1 Spremljanje in regulacija (vodenje) bioprocasa.....	27
3.7.2 Merjenje fizikalnih parametrov (dejavnikov).....	27
3.7.3 Merjenje kemijskih parametrov (dejavnikov).....	27
3.7.4 Merjenje bioloških parametrov (dejavnikov)	27
3.7.5 <i>Načrtovanje in regulacija biotehnoloških procesov s pomočjo računalnika (modeliranje)</i>	28
3.8 Ločevalni procesi – procesi za izolacijo produkta (<i>down stream</i>).....	29
3.8.1 Metode izolacije (čiščenja) biotehnoloških produktov	29
3.8.2 Mehanske separacijske tehnike (metode, procesi) za izolacijo bioproducta	30
3.8.3 Termodifuzijske separacijske metode (tehnike, procesi) za izolacijo produkta	30
3.8.4 Kromatografske izolacijske metode (tehnike).....	30

3.8.5 Elektroforeza.....	31
3.9 Primeri biotehnoških procesov.....	32
3.9.1 Delitev biotehnoških procesov.....	32
3.9.2 Primeri procesov.....	32
3.10 Molekularna biologija celice (nadgradnja znanja iz biologije).....	38
3.11 Gensko spremenjeni organizmi.....	41
3.12 Zagotavljanje in kontrola kakovosti.....	42
3.13 Biotehnologija in družba.....	44
3.14 Praktični del – projektno delo.....	46
4 PRIČAKOVANI DOSEŽKI/REZULTATI.....	48
4.1 Procesna znanja in veščine.....	48
4.2 Vsebinska znanja.....	49
4.2.1 Interdisciplinarnost biotehnologije.....	49
4.2.2 Zgodovina in razvoj biotehnologije.....	49
4.2.3 Biotehnoški postopek/proces.....	49
4.2.4 Biokulture.....	49
4.2.5 Pripravljalni procesi v biotehnologiji (up stream).....	49
4.2.6 Izbira in priprava biokulture in bioreaktorja.....	50
4.2.7 Rast biokultur in ugotavljanje njihovega števila.....	50
4.2.8 Bioreaktorji.....	50
4.2.9 Spremljanje in regulacija (vodenje) bioprocasa.....	50
4.2.10 Načrtovanje in regulacija biotehnoških procesov s pomočjo računalnika (modeliranje).....	51
4.2.11 Ločevalni procesi – procesi za izolacijo produkta (<i>down stream</i>).....	51
4.2.12 Primeri biotehnoških procesov.....	51
4.2.13 Molekularna biologija celice.....	51
4.2.14 Gensko spremenjeni organizmi.....	52
4.2.15 Zagotavljanje in kontrola kakovosti.....	52
4.2.16 Biotehnologija in družba.....	53
4.2.17 Praktični del – projektno delo.....	53
5 MEDPREDMETNE POVEZAVE.....	54
6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA.....	55
6.1 Izvajanje učnega načrta.....	55
6.2 Projektno delo.....	56
6.3 Potek izvedbe projektne dela.....	56
6.4 Eksperimentalni pristop.....	57
6.5 Delo z viri in predstavitev informacij.....	57
6.6 Kratke projektne in seminarske naloge ter predstavitve.....	58
6.7 Aktivne oblike pouka.....	58
6.8 Vrednotenje dosežkov.....	58

1 OPREDELITEV PREDMETA

Biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki vključuje in povezuje znanja iz naravoslovnih, družboslovnih in tehničnih strok ter kot taka sega na vsa področja človekovega življenja. Na spoznanjih biotehnologije temelji vrsta industrijskih panog, ki so pomembne za ekonomske in socialne odnose v družbi. Temeljni namen biotehnologije je industrijsko izkoriščanje biokultur oziroma celic ali njihovih delov za pridobivanje različnih biotehnoloških produktov.

Biotehnologija kot strokovni maturitetni predmet usmerja dijake¹ tehniške gimnazije v pridobivanje in razvijanje temeljnih naravoslovnih in deloma družboslovnih znanj in spretnosti, ki dijakom omogočajo aktivno in odgovorno življenje in delovanje v sodobni družbi. S poukom biotehnologije nadgrajujejo znanja, ki so jih pridobili pri predmetih biologija, fizika, kemija, mikrobiologija in kmetijstvo in razvijajo biotehnološko pismenost in s tem naravoslovno pismenost ter tako pridobivajo potrebna znanja s področja biotehnologije kot osnovo za uspešno nadaljevanje študija naravoslovnih usmeritev. Glavni poudarki pri pouku biotehnologije so sistematično pridobivanje uporabnih znanj, ki dijakom omogočajo razumevanje, načrtovanje in regulacija biotehnoloških procesov, razvijanje kritičnega odnosa do novih spoznanj v biotehnologiji in s tem zmožnosti odgovornega odločanja.

Pouk biotehnologije je zasnovan na izkustvenem, eksperimentalnem, problemskem in raziskovalnem delu ter je neposredno povezan s predmetom laboratorijske vaje, ki dopolnjuje teoretična in praktična izhodišča biotehnologije z izključno izkustveno-projektnim pristopom. Le tako zasnovan pouk biotehnologije v šoli lahko skrbi za razvoj celovite osebnosti, ki jo opredeljujejo kritičnost, ustvarjalnost, poštenost, vedoželjnost in svoboda misli. Da bi lahko uresničevali razvoj dijakov na vseh področjih in jim omogočili maksimalni možni napredek, se mora pouk biotehnologije kot šolskega predmeta povezovati in svoje teoretične osnove prepletati z raziskovalnim delom (laboratorijsko in projektno delo, ki ga dijaki udeležujejo tudi pri predmetu laboratorijske vaje, ki podpira maturitetni predmet biotehnologija) ter sodelovati in se povezovati z drugimi predmeti v gimnaziji. To daje dijakom možnost, da dejavno pridobivajo znanje in izbirajo najustreznejše rešitve.

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

2 SPLOŠNI CILJI IN KOMPETENCE

2.1 SPLOŠNI CILJI

V gimnazijskem programu tehniške gimnazije je biotehnologija strokovni maturitetni predmet, ki temelji na problemsko naravnem pouku in raziskovalnem pristopu. Dijaki nadgradijo znanje naravoslovnih in deloma družboslovnih predmetov osnovne in predvsem srednje šole.

S poukom biotehnologije dijaki prednostno razvijajo:

- zavedanje o interdisciplinarnosti biotehnologije,
- razumevanje pojmov, dejstev in zakonitosti biotehnološkega procesa, biokultur, gojišč, bioreaktorjev, spremljanja in reguliranja procesov v bioreaktorju, izolacije biotehnoloških produktov in genske tehnologije,
- sposobnosti za načrtovanje in regulacijo biotehnoloških procesov,
- sposobnost povezovanja teoretičnega znanja in praktičnega dela v laboratoriju (teoretično znanje, pridobljeno pri predmetu biotehnologija, uporabijo pri laboratorijskih vajah in nasprotno),
- zmožnost spoznavanja, analiziranja in načrtovanja ter reševanja nalog, s katerimi se bodo srečevali v praksi,
- zmožnosti reševanja biotehnoloških problemov z izbiro optimalnih načinov za doseganje ekonomskih in zdravstvenih pa tudi za okolje kar najboljših rešitev in rezultatov,
- zmožnost presoje in odločitve za izbiro ustreznega biotehnološkega procesa glede na trajnostni razvoj,
- zmožnost analiziranja prednosti in slabosti, ki nastajajo pri uporabi biotehnologije, pridobijo pozitiven odnos do varovanja okolja in biološke varnosti in se seznanijo z obstoječo zakonodajo s tega področja v Sloveniji, Evropski uniji in širše v svetu,
- kritičen odnos do etičnih pomislekov v sodobni biotehnologiji.

2.2 KOMPETENCE

Kompetence se opredeljujejo kot kombinacija znanj in odnosov (Uradni list Evropske unije št. 394/10, 2006). Biotehnologija uresničuje razvijanje naravoslovnih in tudi družboslovnih kompetenc za razvoj kompleksnega in kritičnega mišljenja.

a) Temeljne kompetence v naravoslovju in tehnologiji

Raziskovanje in razumevanje naravnih procesov in pojmov kot temeljno znanje s področja biotehnologije ima pomembno vlogo pri razvoju več gospodarskih panog. Pomembno je razumevanje biotehnologije kot panoge in vede v vsakdanjem življenju in v industriji. Pri pouku biotehnologije razvijamo pomembne prvine ključnih kompetenc: kritično mišljenje, zmožnost reševanja problemov, ustvarjalno zmožnost ter zmožnost dajanja pobud, sprejemanja odločitev in ocenjevanje tveganja.

b) Razvijanje eksperimentalnih spretnosti in načrtovanja raziskovanja

Razvijanje sposobnosti načrtovanja in izvedbe eksperimentalnega dela ob upoštevanju vseh varnostnih pravil; primernem izboru raziskovalnih metod.

Razvijanje sposobnosti analitičnega ocenjevanja rezultatov eksperimentalnega dela.

Razvijanje sposobnosti interpretacije (predstavljanja) in uporabe rezultatov eksperimentalnega dela.

c) Kompetenca varovanja zdravja in okolja

Razumevanje in upoštevanje navodil in opozoril za varovanje zdravja pri uporabi naprav, kemikalij in aparatov (zaščita pred sevanji, kemikalijami, električnim tokom, potencialno nevarnim mikroorganizmi), uporaba osebnih zaščitnih sredstev. Dijak prepozna in preprečuje nevarnosti v skrbi za zdravje. Pridobiva sposobnosti za odgovorno in aktivno sodelovanje pri reševanju problemov in trajnostnem razvoju.

Pouk biotehnologije omogoča uresničevanje številnih sestavin nekaterih preostalih kompetenc, predvsem:

- **Kompetenco digitalne pismenosti**

Dijaki jo pridobijo pri ravnanju z napravami, ki temeljijo na digitalni tehnologiji, ter z uporabo računalniških programov in interneta. Pri eksperimentalnih vajah dijaki usvojijo znanje in veščine z uporabo računalnika kot merilne naprave. Znanja, ki jih pridobijo pri

pouku biotehnologije, so prenosljiva na uporabo sodobnih tehnoloških pripomočkov in merilnih naprav, katerih delovanje je povezano z digitalno tehnologijo oziroma računalnikom (osebni računalnik, vmesniki za meritve in krmiljenje, digitalna kamera, digitalni fotoaparati, mobilni telefon ipd.). Pouk biotehnologije uporablja informacijsko-komunikacijsko tehnologijo (IKT) za zbiranje, shranjevanje, iskanje, obdelavo in predstavitev informacij.

- **Sporazumevanje v maternem jeziku**

Pravilno uporabo maternega jezika na naravoslovnem področju, natančno bralno in slušno razumevanje, pisno in govorno sporočanje.

- **Sporazumevanje v tujem jeziku**

Razumevanje temeljne biotehnološke terminologije v tujem jeziku, ki dijakom iskanje podatkov v knjižni in elektronski obliki ter pripravo povzetkov raziskovalnih in projektnih nalog v tujem jeziku.

- **Učenje učenja**

Razvijanje delovnih navad, samostojno učenje, iskanje virov v maternem in tujem jeziku s pomočjo IKT, načrtovanje lastne aktivnosti, odgovornost za lastno znanje, samoocenjevanje znanja, delovne navade, razvijanje metakognitivnih znanj. Učni načrt je zasnovan tako, da uresničuje ključne kompetence za vseživljenjsko učenje.

- **Samoiniciativnost in podjetnost**

Razvijanje ustvarjalnosti, dajanje pobud, ocenjevanje tveganja, sprejemanje odločitev, kvantitativno vrednotenje varčne rabe energije, vrednotenje količine in cene porabljenih materialov in vrednost dobljenih produktov.

- **Socialne in državljanske kompetence**

Konstruktivno sporazumevanje pri sodelovanju v skupini, odgovoren odnos do dogovorjenih nalog in obveznosti, ustvarjanje in zagovarjanje lastnega mnenja.

3 CILJI IN VSEBINE

3.1 INTERDISCIPLINARNOST BIOTEHNOLOGIJE

Cilji

Dijaki:

- proučijo področja uporabe biotehnologije,
- spoznajo, da je biotehnologija interdisciplinarna veda, ki obravnava področja naravoslovja, tehnike in družboslovja,
- razložijo, zakaj je biotehnologija interdisciplinarna veda,
- utemeljijo pomen biotehnologije v vsakdanjem življenju.

Predlagane vsebine:

- definicija biotehnologije,
- interdisciplinarnost,
- iskanje primerov uporabe biotehnologije v vsakdanjem življenju.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
BIOLOGIJA	Izbirni program – biotehnologija in mikrobiologija

3.2 ZGODOVINA IN RAZVOJ BIOTEHNOLOGIJE

Cilji

Dijaki:

- se zavedajo zgodovinskega pomena biotehnologije,
- ločijo tradicionalno in sodobno biotehnologijo na osnovi tipičnih biotehnoloških proizvodov,
- poznajo zaporedje za biotehnologijo pomembnih odkritij,
- pravilno uvrstijo odkritja v zgodovinska obdobja (tradicionalna biotehnologija; obdobje pr. n. št., obdobje pred L. Pasteurjem, obdobje L. Pasteurja, obdobje antibiotikov, sodobna biotehnologija; obdobje po letu 1973 – gensko inženirstvo).

Predlagane vsebine:

- Egipt, Babilon ...; proizvodnja alkoholnih napitkov iz sadnih sokov, priprava piva, kruha, priprava kisa iz alkoholnih napitkov,
- Balkan; priprava fermentiranih mlečnih izdelkov,
- odkritje in izboljšanje mikroskopa,
- teorija o spontanem nastanku življenja,
- Pasteur in njegovo znanstveno delo,
- pomen kvasovk in bakterij za proizvodnjo organskih kislin,
- odkritje encimov,
- odkritje antibiotikov,
- odkritja v genskem inženirstvu.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
ZGODOVINA	Prazgodovina in stari vek, srednji vek, doba humanizma in renesanse, doba absolutizma in začetek industrializacije, 19., 20. in začetek 21. stoletja.
SOCIOLOGIJA	Odločanje v skupnosti, izzivi sodobnega sveta, množični mediji in komunikacija, znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.

3.3 BIOTEHNOLOŠKI PROCES/POSTOPEK

Cilji

Dijaki:

- narišejo in razložijo osnovno shemo biotehnološkega procesa/postopka (vsebuje pojme; biokultura, bioreaktor, surovine, produkti, odpadki, pripravljalni procesi, bioproces, merjenje in spremljanje bioprocesa ter zaključni procesi),
- *izdelajo osnovno shemo biotehnološkega procesa/postopka na podlagi podatkov dijakom neznanega procesa/postopka,*
- naštejejo za biotehnologijo pomembne biokulture,

- razumejo pomen in izbiro surovin v biotehnološkem procesu/postopku,
- razumejo pomen pripravljalnih procesov, bioprocesa, merjenja in spremljanja bioprocesa ter zaključnih procesov,
- se zavedajo pomena ravnanja z odpadki v biotehnološkem procesu/postopku,
- opredelijo vlogo posameznih strokovnih profilov v biotehnološkem postopku/procesu.

Predlagane vsebine:

- razlaga osnovne sheme biotehnološkega postopka/procesa,
- izdelava shem na podlagi opisov biotehnoloških postopkov/procesov.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...)
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku

3.4 BIOKULTURE

3.4.1 Splošno

Cilji

Dijaki:

- poznajo in razlikujejo biokulture, pomembne za biotehnologijo (mikrobne, rastlinske in živalske tkivne kulture),
- definirajo in razlikujejo pojme, povezane z biokulturami (vrsta, populacija, sev, *kultivar*, sorta, pasma, *izolat*, celična linija),
- preučijo osnovne razlike med posameznimi biokulturami
- poznajo način priprave transgenih biokultur in utemeljijo njihov pomen v biotehnologiji,
- razumejo pomen metabolizma biokultur za potek bioprocasa,
- razlikujejo pomen primarnih in sekundarnih metabolitov v živih celicah.

3.4.2 Virusi

Cilji

Dijaki:

- primerjajo viruse in druge biokulture,
- poznajo zgradbo virusov in življenjski cikel,
- na skici prepoznajo viruse in prepoznajo ter poimenujejo njihove sestavne dele,
- z uporabo različnih informacijskih virov preučijo različne načine razmnoževanja virusov,
- razumejo pomen lizogenega in litičnega načina razmnoževanja virusov za virus in gostiteljsko celico,
- opredelijo specifičnost virusov,
- spoznajo pomen virusov kot kontaminantov delovne kulture,
- preučijo ekološki in tehnološki pomen virusov,
- spoznajo viruse kot dostavne sisteme (vektorje) genov in drugih učinkovin.

3.4.3 Cepljivke

Cilji

Dijaki:

- opišejo zgradbo prokariotske celice,
- na skici prepoznajo in označijo posamezne sestavne dela/strukture prokariotske celice,
- poznajo osnovne razlike med arheobakterijami in evbakterijami,
- razumejo, da so prokarioti raznolika skupina, ki se med seboj razlikuje v načinu pridobivanja energije in snovi (heterotrofi in avtotrofi),
- razumejo razlike med mikroorganizmi glede potrebo po kisiku in razlikuje med striktnimi aerobi, fakultativnimi anaerobi, mikroaerofili, striktnimi anaerobi in aerotolerantnimi anaerobi,
- *eksperimentalno preučijo načine rasti bakterijskih biokultur na različnih gojiščih,*
- poznajo tehnike izolacije čiste kulture in determinacije bakterij
- razlikujejo po Gramu pozitivne in po Gramu negativne bakterije glede na zgradbo celične stene,
- *razložijo pomen bakterijskih endospor,*
- opredelijo cepitev kot glavni način nespolnega razmnoževanja,
- definirajo pojem bakterijske kolonije,
- poznajo zgradbo DNK prokariotov in jo primerjajo z zgradbo DNK evkariotov,
- primerjajo naravne in inducirane načine prenosa dednine,
- definirajo in razumejo pojme transformacija, transdukcija in konjugacija,
- *razlikujejo mikoplazme od bakterij,*
- proučijo ekološki in tehnološki pomen prokariotov.

3.4.4 Glive

Cilji

Dijaki:

- opredelijo glavne razlike med glivami in drugimi organizmi in utemeljijo uvrstitev gliv v samostojno kraljestvo,
- spoznajo osnovne značilnosti glivne celice,
- razumejo, da so glive heterotrofi s celično steno,

- razumejo ekološki pomen razkroja organske snovi s pomočjo ekstracelularnih encimov,
- primerjajo različne organizacijske tipe gliv (enocelične kvasovke, mnogocelične plesni, sneti, rje in »gobe«).

Kvasovke

Dijaki:

- opredelijo kvasovke kot netaksonomsko skupino gliv,
- opišejo celico kvasovke in jo primerjajo z bakterijsko celico,
- poznajo oblike celic kvasovk, oblike kolonij na trdnem gojišču in pojavne oblike na tekočem gojišču,
- *znajo izvesti osnovno identifikacijo kvasovk na podlagi kriterijev determinacije,*
- razložijo brstenje kot glavni način razmnoževanja kvasovk in ga primerjajo s cepitvijo in micelijsko rastjo,
- razlikujejo in opredelijo metabolizem kvasovk v aerobnih in anaerobnih razmerah,
- ponazorijo potek vrenja in celičnega dihanja s pravilno kemijsko enačbo,
- poznajo vpliv nekaterih zunanjih dejavnikov na metabolizem kvasovk,
- poznajo ekološki in tehnološki pomen kvasovk.

Plesni ali nitaste glive

Dijaki:

- razumejo načine spolnega in nespolnega načina razmnoževanja zaprtotrosnic in prostotrosnic,
- *definirajo pojma vegetativni in reproductivni ali zračni micelij,*
- prepoznajo in opišejo hifo,
- navedejo in opišejo osnovne značilnosti fiziologije rasti plesni (miceljska rast, peletna rast),
- utemeljijo ekološki in tehnološki pomen ekstracelularnega metabolizma plesni.

Simbiotske glive

Dijaki:

- *na sliki prepoznajo in opišejo morfološke oblike mikorize,*
- utemeljijo pomen mikorize za kmetijstvo, gozdarstvo,

- *navedejo in opišejo primere uporabe mikorize.*

3.4.5 Rastline

Cilji

Dijaki:

- poznajo osnovne značilnosti rastlinske celice,
- na sliki prepoznajo tipično rastlinsko celico in poimenujejo njene sestavne dele/strukture,
- razumejo način pridobivanja energije rastlinske celice,
- razumejo potek fotosinteze in dihanja v rastlinski celici ter povezavo med obema procesoma,
- poznajo ekološki pomen rastlin.

Alge

Dijaki:

- *opišejo in na sliki prepoznajo morfološke oblike alg,*
- *razložijo razlike v biokemijski zgradbi alg,*
- *seznanijo se z biološkim pomenom alg,*
- *opišejo dejavnike, ki vplivajo (pospešujejo ali zavirajo) na razmnoževanje alg,*
- poznajo in utemeljijo ekološki in tehnološki pomen alg.

Rastlinske celične in rastlinske tkivne kulture

Dijaki:

- opredelijo rastlinske tkivne kulture in rastlinske celične kulture,
- na sliki razlikujejo rastlinske tkivne in celične kulture,
- *razlikujejo na morfološkem nivoju med kulturami celih rastlin, izoliranih organov, tkiv, kalusa, celic in protoplastov,*
- *pojasnijo nastanek kulture kalusa,*
- razume pojem totipotentnost celic
- *poznajo in razložijo pogoje za rast in diferenciacijo celic in organov v rastlinski tkivni kulturi,*
- razložijo in utemeljijo anatomske, morfološke in fiziološke spremembe celic, organov ali rastlin v tkivni kulturi,

- poimenujejo dejavnike, ki vplivajo na diferenciacijo celic in organov,
- poznajo pomen in potek privajanja rastlin iz tkivne kulture na naravno okolje,
- poznajo pojem mikropropagacija,
- opišejo postopek nespolnega razmnoževanja rastlin z mikropropagacijo,
- povežejo mikropropagacijo in vzgojo brezvirusnih rastlin (termoterapijo),
- razložijo uporabo rastlinskih tkivnih kultur v sodobni biotehnologiji,
- povežejo rastlinske celične kulture s produkcijo sekundarnih metabolitov,
- *poznajo nekatere druge načine vegetativnega razmnoževanja rastlin.*

3.4.6 Živali in živalske tkivne kulture

Cilji

Dijaki:

- opredelijo živalske tkivne kulture in živalske celične kulture,
- na sliki prepoznajo živalske tkivne in celične kulture,
- razložijo shemo pridobivanja živalskih celičnih in tkivnih kultur,
- *poznajo primer pridobivanja živalske tkivne ali celične kulture, pomen uporabljenih kemikalij, encimov in posameznih postopkov,*
- ločijo, prepoznajo in opišejo suspenzijske in pričvrščene kulture živalskih celic,
- poznajo pomen nesmrtnih celičnih linij,
- *opišejo postopek pridobivanja nesmrtnih celičnih linij,*
- poznajo razlike med primarnimi in nesmrtnimi celičnimi linijami,
- razumejo pomen živalskih tkivnih in celičnih kultur v biotehnologiji.

3.4.7 Rekombinantne biokulture

Cilji

Dijaki:

- poznajo razlike med rekombinantnimi in nerekombinantnimi biokulturami,
- opredelijo pomen rekombinantnih biokultur.

Predlagane vsebine:

- zgradba, funkcija, razmnoževanje, način življenja in pomen naslednjih biokultur za biotehnologijo:
 - virusov,
 - cepljivk (bakterij),

- gliv,
- rastlinskih tkivnih kultur in
- živalskih tkivnih kultur,
- gensko spremenjenih rastlin (GSR),
- gensko spremenjenih živali (GSŽ).

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija.
MATEMATIKA	EkspONENTNA funkcija, Logaritemska funkcija.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
FIZIKA	Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov, Svetloba.
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.5 PRIPRAVLJALNI PROCESI V BIOTEHNOLOGIJI (UP-STREAM)

3.5.1 Splošno

Cilji

Dijaki:

- poznajo vlogo posameznih strokovnih profilov pri pripravi biokultur, substratov, opreme in prostorov,
- razumejo pojma septičnost in aseptičnost,
- poznajo osnovne zakonitosti aseptičnega dela,
- poznajo in dosledno upoštevajo osnove varnega dela in zaščitne ukrepe v biotehnološkem laboratoriju.

3.5.2 Izbira in priprava biokulture

Cilji

Dijaki:

- analizirajo merila, po katerih izbirajo biokulturo za določen bioproces.

Izolacija in identifikacija biokultur

Dijaki:

- poznajo osnovne metode izolacije biokulture,
- razlikujejo pojma čista in mešana kultura,
- poznajo možnosti pridobitve biokulture iz genske banke/zbirke biokultur,
- znajo razložiti osnovne principe pridobivanja čiste kulture,
- znajo opisati lastnosti, po katerih se biokulture razlikujejo med seboj (morfološke, fiziološke, genetske),
- poznajo osnovne načine identifikacije biokultur na osnovi teh lastnosti,
- poznajo namen izolacije in identifikacije biokulture za bioproces,
- navedejo možne vire biokultur,
- *glede na lastnosti biokultur navedejo možne vire v naravi.*

Priprava industrijskih biokultur

Cilji

Dijaki:

- poznajo stopnje priprave biokultur: revitalizacija, stopenjska priprava inokuluma, inokulacija v bioreaktor,
- poznajo namene vseh stopenj priprave biokulture,
- znajo razložiti potek vseh stopenj priprave biokulture,
- znajo opisati postopke priprave biokulture za uporabo v bioprosesu.

Shranjevanje biokultur

Cilji

Dijaki:

- znajo opisati osnovne metode shranjevanja biokultur,
- znajo razložiti, zakaj metode shranjevanja različno vplivajo na preživelost biokultur.

Potrebe biokultur po hranljivih snoveh in energiji

Cilji

Dijaki:

- razlikujejo organizme glede na potrebo po hranilnih snoveh (avtotrofi, heterotrofi) in po energiji (fototrofi, kemotrofi),
- poznajo biogene elemente in organske ter anorganske snovi, ki so vir teh elementov za biokulture,
- poznajo rastne faktorje in organske ter anorganske snovi, ki so vir ravnih faktorjev za biokulture,
- *poznajo rastne regulatorje pri rastlinskih in živalskih celičnih ter tkivnih kulturah.*

3.5.3 Izbira in priprava substrata (gojišča)

Cilji

Dijaki:

- poznajo namen uporabe substratov (gojišč) v biotehnološkem procesu,
- razlikujejo substrate po agregatnem stanju (trdna, poltrda, tekoča), po izvoru (kompleksna, definirana, naravna, sintetična,...), po namenu uporabe (diferencialna, selektivna, obogatitvena),

- znajo izračunati količine potrebnih sestavin za pripravo gojišč in reagentov,
- znajo izbrati primeren substrat za določeno biokulturo glede na njene lastnosti,
- znajo opisati postopke priprave substrata za uporabo v bioprocusu (mešanje po recepturi, sterilizacija),
- analizirajo merila, po katerih izbirajo substrat za določen bioproces.

3.5.4 Izbira in priprava bioreaktorja

Cilji

Dijaki:

- razumejo pomen pravilne izbire bioreaktorja za potek bioprocusa in količino produkta,
- analizirajo merila, po katerih izbirajo bioreaktor za določen bioproces,
- opišejo postopke priprave bioreaktorja za bioproces (čiščenje, sterilizacija),
- razumejo pomen pravilne priprave bioreaktorja za količino bioprodukta in potek bioprocusa.

Predlagane vsebine:

- delo biotehnologa, mikrobiologa in biokemika pri pripravi biokultur, substratov, opreme in prostorov:
 - septičnost in aseptičnost,
 - zakonitosti aseptičnega dela,
 - temeljne osnove varnega dela in zaščitni ukrepi v biotehnološkem laboratoriju,
 - osnovne metode izolacije biokulture,
 - razlikujejo pojma čista in mešana kultura,
 - pridobivanje biokultur iz genske banke/zbirke biokultur,
 - pridobivanje čiste kulture,
 - osnovni načini identifikacije biokultur na osnovi morfoloških, fizioloških, genetskih lastnosti,
 - izolacija in identifikacija biokulture za bioproces,
 - možni viri biokultur,
 - stopnje priprave biokultur: revitalizacija, stopenjska priprava inokuluma (namnoževanje), inokulacija v bioreaktor,
 - stopenjska priprava biokulture,
 - osnovne metode shranjevanja biokultur in vpliv na preživelost biokultur,

- potreba po hranilnih snoveh (avtotrofi, heterotrofi) in po energiji (fototrofi, kemotrofi),
- biogeni elementi in organske ter anorganske snovi, ki so vir teh elementov za biokulture,
- rastni faktorji in organske ter anorganske snovi, ki so vir rastnih faktorjev za biokulture,
- *rastni regulatorji pri rastlinskih in živalskih celičnih in tkivnih kulturah,*
- uporaba gojišč v biotehnološkem procesu,
- agregatno stanje gojišča (trdno, poltrdo, tekoče), izvor (kompleksno, definirano, naravno, sintetično ...), namen uporabe (diferencialna, selektivna, obogatitvena),
- izračun količine potrebnih sestavin za pripravo gojišč,
- izbira primerne gojišča za določeno biokulturo,
- merila za izbiro biokultur,
- merila za izbiro substrata,
- merila za izbiro bioreaktorja,
- postopki priprave biokulture za uporabo v bioprodukciji,
- postopki priprave substrata za uporabo v bioprodukciji (mešanje po recepturi, sterilizacija),
- postopki priprave bioreaktorja za uporabo v bioprodukciji (čiščenje, sterilizacija).

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov, Električni tok, Magnetno polje, Svetloba.
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo, Delci (gradniki) snovi, Povezovanje delcev (gradnikov), Raztopine, Zgradba molekul organskih spojin in njihov

MATEMATIKA	pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih. Realna števila.
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija.
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...)
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.5.5 Rast biokultur in ugotavljanje njihovega števila

Cilji

Dijaki:

- samostojno narišejo rastno krivuljo biokulture, označijo posamezne faze rasti biokulture in razložijo dogajanje v posamezni fazi rasti,
- razumejo in na krivulji razložijo dogajanja zaradi spremembe fizikalnih in kemijskih dejavnikov med rastjo biokulture,
- *razumejo eksponentno naraščanje števila celic v 2. fazi rasti in znajo izračunati preproste primere števila celic v gojišču po določenem času gojenja znanega števila začetnih celic vcepljenih na/v gojišče,*
- proučijo in ugotavljajo vpliv fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov, ki vplivajo na rast mikrobnih in drugih biokultur,

- obvladajo osnovne načine ugotavljanja števila biokultur,
- *razlikujejo posredne/indirektne in neposredne/direktne načine ugotavljanja števila celic,*
- *smiselno izberejo ustrezen način ugotavljanja števila celic glede na vrsto biokulture v gojišču in izbiro utemeljijo.*

Predlagane vsebine:

- rastna krivulja biokulture,
- vpliv fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov, ki vplivajo na rast mikrobnih in drugih biokultur,
- načini ugotavljanja števila biokultur,
- *posredni/indirektni in neposredni/direktni načini ugotavljanja števila celic.*

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
MATEMATIKA	Logaritemska funkcija.
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov.
KEMIJA	Raztopine, Zgradba molekul organskih spojin in njihov pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.6 BIOREAKTORJI

3.6.1 Biološka sprememba ali konverzija – proces v bioreaktorju

Cilji

Dijaki:

- razumejo potek procesa v bioreaktorju,
- znajo razložiti vlogo bioreaktorja za potek bioprocesa in pridobivanje bioprodukta,
- znajo razložiti vloge in medsebojno odvisnost biokulture, substrata in bioreaktorja v bioprocesu.

3.6.2 Osnovni deli bioreaktorja

Cilji

Dijaki:

- poznajo definicijo bioreaktorja,
- poznajo osnovne dele bioreaktorjev,
- razumejo naloge delov bioreaktorja za potek bioprocesa (biološke konverzije).

3.6.3 Delitev bioreaktorjev glede na velikost, način mešanja in vrsto bioprodukta

Cilji

Dijaki:

- znajo razdeliti bioreaktorje glede na velikost (laboratorijski, pilotski, industrijski) in zanje opisati namen uporabe,
- znajo opisati načine mešanja v bioreaktorjih (mehansko, s curkom plina, z obtočno črpalko),
- znajo določiti primeren način mešanja glede na podane lastnosti biokulture,
- poznajo vrste bioproduktov (biokultura, spremenjen substrat, spremenjen substrat z biokulturo, snov v spremenjenem substratu, snov v celicah biokulture) in znajo za vsako vrsto določiti primere bioproduktov,
- na podlagi osnovnih parametrov znajo določiti primeren bioreaktor za pridobivanje opisanega bioprodukta.

3.6.4 Tipi procesov v bioreaktorju

Cilji

Dijaki:

- razlikujejo procese v bioreaktorju glede na čas trajanja bioprocesa (tipi bioprocesov: šaržen bioproces, šaržen bioproces z napajanjem, kontinuiren bioproces),
- za vse tri tipe bioprocesov znajo razložiti spreminjanje količine biokulture, bioprodukta in hranilnih snovi v substratu med bioprocesom.

Predlagane vsebine:

- potek procesa v bioreaktorju,
- vloga bioreaktorja za potek bioprocesa in pridobivanje bioprodukta,
- vloga in medsebojna odvisnost biokulture, substrata in bioreaktorja v bioprocesu,
- definicija bioreaktorja,
- osnovni deli bioreaktorjev in njihov pomen,
- velikost bioreaktorjev,
- načini mešanja v bioreaktorjih,
- delitev procesov v bioreaktorju glede na čas trajanja bioprocesa.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.7 SPREMLJANJE IN REGULACIJA (VODENJE) POTEKA BIOPROCESA

3.7.1 Spremljanje in regulacija (vodenje) bioprocasa

Cilji

Dijaki:

- znajo razložiti razliko med spremljanjem in regulacijo bioprocasa,
- razumejo, zakaj sta spremljanje in regulacija bioprocasa nujna za njegov normalen potek,
- znajo opisati tipe merjenj glede na mesto merjenja (*in line, on line, off line*),
- znajo naštet fizične, kemijske in biološke dejavnike, ki jih spremljamo z meritvami med potekom bioprocasa,
- opišejo lastnosti biotehnološkega senzorja in merilnika.

3.7.2 Merjenje fizikalnih parametrov (dejavnikov)

Cilji

Dijaki:

- znajo razložiti principe delovanja merilnikov za merjenje fizikalnih dejavnikov: temperatura, pritisk, pretok, motnost,
- poznajo namen uporabe posameznega merilnika.

3.7.3 Merjenje kemijskih parametrov (dejavnikov)

Cilji

Dijaki:

- znajo razložiti principe delovanja merilnikov za merjenje kemijskih dejavnikov: pH, vsebnost kisika, *ogljikovega dioksida in drugih snovi*,
- poznajo namen uporabe posameznega merilnika.

3.7.4 Merjenje bioloških parametrov (dejavnikov)

Cilji

Dijaki:

- znajo opisati metode za direktno in indirektno štetje celic biokulture,
- znajo opisati metode za merjenje encimske aktivnosti, preostalih hranilnih snovi v substratu, količine biomase in količine proizvodov.

3.7.5 Načrtovanje in regulacija biotehnoloških procesov s pomočjo računalnika (modeliranje)

Cilji

Dijaki:

- z računalniškim orodjem modelirajo biotehnološki proces.

Predlagane vsebine:

- razlika med spremljanjem in regulacijo bioprocesa in njun pomen,
- tipi merjenj glede na mesto merjenja (*in line, on line, off line*),
- lastnosti biotehnološkega senzorja in merilnika,
- delovanje merilnikov za merjenje fizikalnih dejavnikov in namen uporabe posameznega merilnika,
- delovanje merilnikov za merjenje kemijskih dejavnikov snovi in namen uporabe posameznega merilnika,
- metode direktnega in indirektnega štetja mikroorganizemskih celic (celic biokulture),
- metode za merjenje encimske aktivnosti, preostalih hranilnih snovi v substratu, količine biomase in količine proizvodov,
- modeliranje biotehnoloških procesov z računalniškim orodjem.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov, Električni tok, Magnetno polje, Svetloba, Valovanje.
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo, Delci (gradniki) snovi, Povezovanje delcev (gradnikov), Raztopine, Zgradba molekul organskih spojin in njihov

INFORMATIKA	<p>pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.</p> <p>Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.</p>
SLOVENŠČINA	<p>Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).</p>
TUJI JEZIKI	<p>Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.</p>

3.8 LOČEVALNI PROCESI – PROCESI ZA IZOLACIJO PRODUKTA (*DOWN STREAM*)

3.8.1 Metode izolacije (čiščenja) biotehnoloških produktov

Cilji

Dijaki:

- razložijo namen uporabe separacijskih (izolacijskih) tehnik in metod v bioproduktu,
- razumejo nujnost kombiniranja različnih separacijskih tehnik za izolacijo bioproducta,
- razumejo odvisnost izbire separacijskih tehnik od fizikalnih, kemijskih in bioloških lastnosti bioproducta,
- razložijo osnovne principe mehanskih, termodifuzijskih, kromatografskih tehnik in elektroforeze.

3.8.2 Mehanske separacijske tehnike (metode, procesi) za izolacijo bioproducta

Cilji:

Dijaki:

- opišejo principe delovanja osnovnih mehanskih separacijskih tehnik: sedimentacija, centrifugiranje, filtracija (skozi filterno pogačo, globinska, tangencialna), membranski procesi (mikrofiltracija, ultrafiltracija, *obratna osmoza*),
- po predloženi skici naprave za mehansko separacijo znajo opisati njeno delovanje (centrifuge, filtri, membranski moduli),
- poznajo namen uporabe posamezne mehanske separacijske tehnike.

3.8.3 Termodifuzijske separacijske metode (tehnike, procesi) za izolacijo produkta

Cilji

Dijaki:

- znajo opisati principe delovanja termodifuzijskih separacijskih tehnik: uparjanje, destilacija, ekstrakcija, adsorpcija, absorpcija, kristalizacija, sušenje,
- ob predloženi skici naprave za termodifuzijsko izolacijo znajo razložiti njeno delovanje,
- poznajo namen uporabe posamezne termodifuzijske separacijske tehnike v bioprocesu.

3.8.4 Kromatografske izolacijske metode (tehnike)

Cilji

Dijaki:

- razložijo delovanje kromatografskega sistema in vlogo njegovih sestavnih delov (stacionarna, mobilna faza),
- opišejo osnovne principe delovanja vseh kromatografskih metod: adsorpcijska, porazdelitvena, ionsko izmenjalna, gelska (izločitvena), afinitetna kromatografija,
- razložijo termine: planarna (tenkoplastna) in kolonska kromatografija; tekočinska in plinska kromatografija,
- razumejo osnovne principe delovanja HPLC.

3.8.5 Elektroforeza

Cilji

Dijaki:

- razumejo osnovne principe elektroforeze,
- znajo interpretirati rezultate elektroforeze.

Predlagane vsebine:

- namen uporabe separacijskih (izolacijskih) tehnik in metod v bioprocesu,
- kombiniranje različnih separacijskih tehnik za izolacijo bioprodukta,
- izbira separacijskih tehnik glede na lastnosti bioprodukta,
- mehanske, termodifuzijske in kromatografske tehnike ločevanja,
- elektroforeza.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
FIZIKA	Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov.
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo, Delci (gradniki) snovi, Povezovanje delcev (gradnikov), Raztopine, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.
BIOLOGIJA	Biotehnologija in mikrobiologija.
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih

TUJI JEZIKI	besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...). Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.
-------------	---

3.9 PRIMERI BIOTEHNOLOŠKIH PROCESOV

3.9.1 Delitev biotehnoloških procesov

Cilji

Dijaki:

- opišejo razliko med tradicionalnimi in sodobnimi biotehnološkimi procesi in znajo umestiti primere procesov,
- znajo deliti bioprocese glede na vrsto produkta in uporabljeno biokulturo (z gensko manipulacijo ali brez nje).

3.9.2 Primeri procesov

Cilji

Dijaki:

- opišejo potek bioprocsov, deljenih glede na bioprodukte: – proizvodnja neaktivne biomase: – cepiva, tkivne kulture, *SCP (single cell protein) = beljakovina, pridobljena iz celične biokulture in aktivne biomase (kvas, starter kulture,...)*, – proizvodnja metabolitov z nizko molsko maso (*etanol, metanol, aceton, mlečna kislina, očetna kislina,...*), – proizvodnja metabolitov z visoko molsko maso (hormoni, antibiotiki, encimi,...), – proizvodnja fermentiranih živil rastlinskega in živalskega izvora, – predelava biološko razgradljivih odpadkov, – biotehnološki procesi s celičnimi kulturami, – procesi z rekombinantno DNK.

Živilstvo

Cilji

Dijaki:

- razložijo, opišejo in proučijo osnovne značilnosti tipičnih bioprosesov:
 - produkcija biomase (pekovski kvas, *SCP*),
 - produkcija očetne kisline,
 - produkcija citronske kisline,
 - proizvodnja vina,
 - proizvodnja piva,
 - fermentirani mlečni izdelki (jogurt, kislo mleko, kefir, *acidofilno mleko*, sir, *sir s plemenito plesnijo*, *kisla smetana*),
 - *kombuča*,
 - *kisanje zelja in repe*,
 - *gojenje gob (kukmaki in bukov ostrigar)*,
- utemeljijo pomen probiotikov in prebiotikov,
- proučijo proizvodnjo, uporabo in pomen encimov,
- znajo narediti osnovno shemo biotehnološkega postopka za vsak obravnavani bioproses,
- *načrtujejo optimalno izvedbo procesa*,
- opredelijo potrebo delovnega organizma po kisiku, temperaturi in drugih pogojih za življenje.

Kmetijstvo in gozdarstvo

Cilji

Dijaki:

- razumejo načine žlahtnjenja rastlin,
- utemeljijo pomen vzgoje rastlinskih sort, ki so odporne proti boleznim, škodljivcem in herbicidom,
- proučijo prednosti in slabosti vnosa genov v rastlino,
- poznajo primere rastlinskih vrst z vnesenimi geni za odpornost proti boleznim, škodljivcem in herbicidom in *opišejo njihovo pridobivanje in pridobljene lastnosti*,
- razumejo pojem brezvirusna rastlina,

- znajo razložiti potek termoterapije in poznajo njen pomen pri vzgoji brezvirusnih rastlin,
- znajo razložiti postopek vzgoje brezvirusnih rastlin s pomočjo kulture meristema,
- poznajo in opišejo postopek odkrivanja virusov v rastlinah,
- ovrednotijo pomen vzgoje brezvirusnih rastlin v kmetijstvu.

Ekologija

Cilji

Dijaki:

- kritično ocenijo vpliv bioprosesov na obremenjevanje ekosistemov, hkrati pa se zavedajo njihovega pomena za družbo,
- razdelijo odpadke na komunalne, industrijske in druge,
- na primeru vodotoka pojasnijo samoočiščevalne sposobnosti ekosistemov,
- proučijo aerobne in anaerobne metode za razgradnjo trdnih odpadkov in ovrednotijo njihov pomen,
- proučijo načine in metode čiščenja odpadnih voda v klasičnih čistilnih napravah,
- razumejo pomen bioplina kot vira energije,
- primerjajo učinkovitost čiščenja odpadnih voda pri klasični čistilni napravi in rastlinski čistilni napravi,
- *proučijo načine in metode čiščenja onesnaženega zraka s pomočjo bioloških filtrov,*
- proučijo načine in metode čiščenja onesnažene prsti s pomočjo mikroorganizmov,
- *seznanijo se z zaprtim sistemom proizvodnje,*
- proučijo biološke metode čiščenja onesnaženj velikih razsežnosti in poznajo primer takega čiščenja,
- spoznajo pomen sekundarnih surovin.

Farmacija, medicina in veterina

Cilji

Dijaki:

- proučijo proizvodnjo antibiotikov,
- spoznajo proizvodnjo, uporabo in pomen cepiv,
- *proučijo proizvodnjo, uporabo in pomen modernih (rekombinantnih cepiv),*
- proučijo proizvodnjo, uporabo in pomen hormonov,

- spoznajo proizvodnjo, uporabo in pomen rastnih faktorjev in proteinov s terapevtskim učinkom,
- *se zavedajo pomena uporabe proteinov s terapevtskim učinkom kot doping,*
- opišejo proizvodnjo, uporabo in pomen monoklonskih protiteles,
- proučijo proizvodnjo, uporabo in pomen testa in znajo interpretirati dobljeni rezultat,
- *proučijo imunski odziv organizma na vdor antigenov,*
- razložijo princip genske diagnostike in opišejo posredni in neposredni način diagnostike,
- razložijo osnovne načine genske terapije,
- vrednotijo in kritično ocenijo rezultate genske terapije,
- *proučijo postopek, uporabo in pomen embriotransferja (presajanja zarodkov),*
- *proučijo postopek, uporabo in pomen oploditve »in vitro« (tehnike IVF),*
- proučijo postopek, uporabo in pomen kloniranja,
- obrazložijo razloge za in proti uporabi kloniranja v terapevtske in reprodukcijske namene,
- proučijo postopek, uporabo in pomen matičnih celic,
- *proučijo proizvodnjo, uporabo in pomen bioaktivnih proteinov, proizvedenih v mlečni žlezi sesalcev in krvnem serumu,*
- *znajo razložiti predklinično in klinično preizkušanje zdravil.*

Predlagane vsebine:

- tradicionalni in sodobni biotehnološki proces,
- delitev bioprocasa glede na vrsto produkta in uporabljeno biokulturo (z gensko manipulacijo ali brez nje)
- produkcija biomase (pekovski kvas, SCP),
- produkcija očetne kisline,
- produkcija citronske kisline,
- proizvodnja živil rastlinskega in živalskega izvora,
- encimi,
- *načrtovanje izvedbe optimalnega procesa,*
- potreba delovnega organizma po kisiku, temperaturi in drugih pogojih za življenje,
- načini žlahtnjenja rastlin,
- vzgoja rastlinskih sort, odpornih proti boleznim, škodljivcem in herbicidom,

- vnos genov v rastlino in primeri rastlinskih vrst z vnesenimi geni,
- brezvirusna rastlina in vzgoja brezvirusnih rastlin s pomočjo kulture meristema,
- odkrivanje virusov v rastlinah,
- načini odstranjevanja virusov iz rastline (*termoterapija, kemoterapija*),
- vpliv bioprocesov na obremenjevanje ekosistemov in njihovega pomena za družbo,
- delitev odpadkov,
- samoočiščevalna sposobnost ekosistemov,
- razgradnja trdnih odpadkov,
- čiščenje odpadnih voda,
- rastlinske čistilne naprave,
- bioplin kot vir energije,
- *čiščenje onesnaženega zraka s pomočjo bioloških filtrov,*
- čiščenje onesnažene prsti s pomočjo mikroorganizmov,
- čiščenje onesnaženj velikih razsežnosti,
- sekundarne surovine,
- antibiotiki,
- cepiva,
- hormoni,
- rastni faktorji in proteini s terapevtskim učinkom,
- monoklonska protitelesa,
- test ELISA,
- genska diagnostika,
- genska terapija
- *embriotransfer (presajanja zarodkov),*
- *tehnike IVF,*
- kloniranje,
- matične celice,
- *predklinično in klinično preizkušanje zdravil.*

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, človek in naravni viri, Biotehnologija in mikrobiologija.
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo, Zgradba molekul organskih spojin in njihov pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
SOCIOLOGIJA	Izzivi sodobnega sveta, Množični mediji in komunikacija, Znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.10 MOLEKULARNA BIOLOGIJA CELICE (NADGRADNJA ZNANJA IZ BIOLOGIJE)

Cilji

Dijaki:

- opredelijo razliko med evkariontsko in prokariontsko celico,
- opišejo kemijsko sestavo in organizacijo plazmaleme (celične membrane),
- pojasnijo in za posamezno snov glede na njene kemijske lastnosti določijo način prehajanja snovi skozi membrano,
- *poznajo glavne vzroke za imunogeno delovanje celice,*
- *proučijo osnovni model delovanja membranskih receptorjev,*
- proučijo potek in pomen endocitoze in eksocitoze ter navede konkretne primere za oba procesa,
- znajo naštetih celične organele, opredeliti njihovo funkcijo, lokacijo v celici in zgradbo,
- utemeljijo in na primeru pokažejo funkcionalno povezanost nekaterih celičnih organelov (jedro – ribosom – endoplazmatski retikulum – golgijev aparat),
- opišejo zgradbo ribosomov, njihovo lokacijo v celici in proučijo njihovo sodelovanje pri sintezi beljakovin,
- utemeljijo avtonomnost mitohondrijev in kloroplastov in razumejo njihov pomen za energetske bilanco celice,
- poznajo vlogo in zgradbo plastidov,
- opišejo zgradbo in lokacijo jedra in jedrca,
- *razumejo vlogo mobilnih genskih elementov,*
- razumejo in razlikujejo pojme gen (alel, lokus), kromosom, genom,
- primerjajo genom prokariontov in evkariontov,
- razložijo zgradbo kromosoma pri prokariontih in evkariontih in navedejo razlike med njima,
- razumejo organizacijo DNK v kromosomu,
- opišejo pogoste genomske, kromosomske in genske mutacije,
- razumejo pomen mutacij,
- proučijo in kritično ocenijo vzroke za nastanek mutacij,
- poznajo osnovne gradnike nukleinskih kislin, poznajo vezi med njimi in jih označijo v molekuli,
- utemeljijo vlogo posameznih nukleinskih kislin (DNK, mRNK, tRNK, rRNK),

- utemeljijo vlogo encimov znotraj jedra, v citoplazmi in zunaj celice,
- shematično razložijo in ponazorijo replikacijo/podvajane DNK,
- *razumejo, da se DNK podvaja semikonservativno,*
- *razumejo centralno dogmo sinteze beljakovin,*
- razložijo pojma kodogen kodon in antikodon in razumejo povezavo med njima,
- *proučijo degeneriranost genskega koda in njegov pomen,*
- določijo povezavo med prepisom (transkripcijo) in prevajanjem (translacijo),
- navedejo razlike med transkripcijo in translacijo pri prokariontih in evkariontih,
- na primeru kratkega nukleotidnega zaporedja zapišejo potek replikacije, transkripcije in translacije,
- razumejo pomen posttranslacijskih modifikacij za nastanek aktivne beljakovine,
- proučijo postopek, uporabo in pomen verižne reakcije s polimerazo (PCR) kot metodo za podvajanje DNK v laboratoriju,
- *poznajo regulacijo izražanja (ekspresijo) genov pri prokariontih in evkariontih,*
- na primeru lac operona in *trp operona* opišejo regulacijo izražanja genov pri bakterijah,
- razumejo pomen promotorja in operatorja.

Predlagane vsebine:

- razlika med evkariontsko in prokariontsko celico,
- plazmalema (celična membrana) in njena funkcija,
- celični organeli, njihova funkcija, lokacija in zgradba,
- povezanost jedra – ribosomov – endoplazmatskega retikulum – golgijevega aparata,
- avtonomnost mitohondrijev in kloroplastov,
- jedro in jedrce,
- gen, genom, kromosom,
- prokariontski in evkariontski genom,
- organizacija DNK v kromosomu,
- prokariontski in evkariontski kromosomom,
- topologija kromosoma,
- genske, kromosomske in genomske mutacije,
- pomen mutacij,

- gradniki nukleinskih kislin,
- fiziološka vloga posameznih nukleinskih kislin (DNK, mRNK, tRNK, rRNK),
- vloga encimov znotraj jedra, v citoplazmi in zunaj celice,
- replikacija/podvajanje DNK,
- *centralna dogma sinteze beljakovin*,
- kodogen, kodon in antikodon in povezava med njimi,
- transkripcija,
- translacija,
- posttranslacijska modifikacija,
- PCR,
- lac oprona in *trp operona*,
- promotor in operator.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Geni in dedovanje, Biotehnologija in mikrobiologija.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.11 GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI

Cilji

Dijaki:

- poznajo in razumejo pomen restrikcijskih endonukleaz, polimeraz in ligaz,
- opišejo glavne principe vnosa genov v mikroorganizme, rastline in živali,
- utemeljijo prednosti in slabosti uporabe posameznih skupin organizmov za proizvodnjo rekombinantnih (heterolognih) beljakovin,
- opišejo vnos DNK v mikrobno celico in naštejejo nekaj primerov uporabe gensko spremenjenih mikroorganizmov,
- poznajo in razumejo delovanje vektorjev (virusi, plazmidi, *liposomi*) za vnos genov v organizme,
- opišejo vektorske sisteme za vnos tuje DNK v rastlinske celice in navedejo primere gensko spremenjenih rastlin in njihov biotehnološki pomen in pomen za kmetijstvo,
- opišejo različne postopke vnosa tuje DNK v živalske celice in utemeljijo njihov biotehnološki pomen, navedejo nekaj primerov gensko spremenjenih živali in opredelijo njihov biotehnološki pomen.

Predlagane vsebine:

- vnos genov v mikroorganizme, rastline in živali,
- prednosti in slabosti uporabe posameznih skupin organizmov za proizvodnjo rekombinantnih (heterolognih) beljakovin,
- vnos DNK v mikrobno celico in primeri,
- vektorji genskega materiala,
- vektorski sistemi za vnos tuje DNK v rastlinske celice in primeri, pomembni za kmetijstvo,
- vnos tuje DNK v živalske celice in primeri.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
SOCIOLOGIJA	Odločanje v skupnosti Izzivi sodobnega sveta, Množični mediji in komunikacija, Znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.

BIOLOGIJA	Geni in dedovanje, Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija.
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo, Delci (gradniki) snovi, Povezovanje delcev (gradnikov), Raztopine, Zgradba molekul organskih spojin in njihov pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.12 ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI

Cilji

Dijaki:

- se zavedajo pomena uporabe standardov v biotehnoški proizvodnji,
- poznajo osnovne zahteve dobre laboratorijske in proizvodne prakse,
- na primeru poiščejo primere upoštevanja in neupoštevanja dobre prakse,

- poznajo osnovna načela sistema HACCP,
- *poznajo in opišejo posamezna načela sistema ter znajo postaviti preprost model sistema HACCP,*
- utemeljijo pomen zagotavljanja in ohranjanja stalne kakovosti produkta v biotehnološkem procesu,
- poznajo primer in posledice neupoštevanja zagotavljanja in ohranjanja stalne kakovosti produkta v biotehnološkem procesu,
- poznajo in upoštevajo ukrepe splošne varnosti v laboratoriju in proizvodnji.

Predlagane vsebine:

- standardi v biotehnološki proizvodnji,
- dobra laboratorijska in proizvodna praksa,
- sistem HACCP,
- primer in posledice neupoštevanja zagotavljanja in ohranjanja stalne kakovosti produkta v biotehnološkem procesu,
- splošna varnost v laboratoriju in proizvodnji.

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
SOCIOLOGIJA	Odločanje v skupnosti, Izzivi sodobnega sveta, Množični mediji in komunikacija, Znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.
BIOLOGIJA	Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja

TUJI JEZIKI	(svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij. Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.
-------------	---

3.13 BIOTEHNOLOGIJA IN DRUŽBA

Cilji

Dijaki:

- kritično ocenijo, kako razvoj biotehnologije vpliva na javno mnenje,
- *izdelajo anketo, pridobijo podatke, jih statistično obdelajo in analizirajo,*
- oblikujejo in utemeljijo svoje mnenje o razvoju in vplivu biotehnologije,
- se zavedajo etičnih pomislekov genskega spreminjanja in poseganja v dednino, kloniranja in ravnanja z zarodki in matičnimi celicami,
- se zavedajo prednosti, slabosti in pomislekov glede poseganja v dednino človeka (npr. genska terapija, genska diagnostika),
- razumejo pomen varovanja osebnih podatkov,
- oblikujejo in zagovarjajo svoje mnenje o proizvodnji in preskrbi s hrano po svetu,
- razložijo pojem ocena tveganja
- poznajo načela, ki se upoštevajo pri genskem spreminjanju organizmov,
- poznajo zakonodajo in pravne ukrepe, povezane z biotehnologijo,
- se zavedajo, da je biotehnologija gospodarska panoga,
- razumejo pomen ekonomičnega poslovanja,
- se zavedajo povezave med etiko, zakonodajo in ekonomskimi zakonitostmi,
- *uporabljajo orodja projektnega vodenja.*

Predlagane vsebine:

- razvoj biotehnologije in njen vpliva na javno mnenje,
- *anketa, pridobivanje podatkov in statistična obdelava in analiza,*
- etični problemi genskega spreminjanja in poseganja v dednino, kloniranja in ravnanja z zarodki in matičnimi celicami,
- prednosti, slabosti in pomisleki glede poseganja v dednino človeka,

- varovanje osebnih podatkov,
- ocena tveganja,
- načela, ki se upoštevajo pri genskem spreminjanju organizmov,
- zakonodaja in pravne ukrepi povezani z biotehnologijo,
- biotehnologija je gospodarska panoga,
- ekonomično poslovanje,
- povezave med etiko, zakonodajo in ekonomskimi zakonitostmi,
- *projektno vodenje.*

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
SOCIOLOGIJA	Odločanje v skupnosti Izzivi sodobnega sveta, Množični mediji in komunikacija, Znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
TUJI JEZIKI	Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.

3.14 PRAKTIČNI DEL – PROJEKTNO DELO

Cilji

Dijaki:

- samostojno na podlagi prej znanih navodil in možnosti *izberejo temo* in določijo delovni naslov,
- samostojno izdelajo načrt poteka in izvedbe projektnega dela,
- poiščejo vso potrebno literaturo,
- pod nadzorom mentorja izvedejo praktični del naloge,
- rezultate, dobljene v eksperimentalnem delu, statistično obdelajo, razložijo in podajo ugotovitve,
- naredijo pisni izdelek ter ga predstavijo s pomočjo IKT v razredu in na ravni šole,
- upoštevajo interdisciplinarni pristop in prvine timskega dela.

Predlagane vsebine:

- vse vsebine učnega načrta biotehnologije in laboratorijskih vaj, strokovnih predmetov (mikrobiologije in kmetijstva) in nekatere vsebine splošnoizobraževalnih predmetov (npr. biologije, kemije, fizike, matematike, informatike idr.).

MEDPREDMETNE POVEZAVE:	
SLOVENŠČINA	Razvijanje zmožnosti kritičnega sprejemanja in tvorjenja enogovornih neumetnostnih besedil (predstavitev, govorni nastop, poročilo ...).
INFORMATIKA	Programska oprema, Računalniška omrežja (svetovni splet), Obdelava podatkov, predstavitev informacij.
BIOLOGIJA	Zgradba in delovanje organizmov, Ekologija, Biotehnologija in mikrobiologija.
KEMIJA	Uvod in varno eksperimentalno delo,

<p>MATEMATIKA</p>	<p>Delci (gradniki) snovi, Povezovanje delcev (gradnikov), Raztopine, Zgradba molekul organskih spojin in njihov pomen, Zgradba in lastnosti izbranih organskih spojin v okolju in bioloških sistemih.</p> <p>EkspONENTNA funkcija, Logaritemska funkcija.</p>
<p>FIZIKA</p>	<p>Merjenje, fizikalne količine in merjenje, Naravoslovne metode proučevanja naravnih pojavov, Električni tok, Magnetno polje, Svetloba.</p>
<p>SOCIOLOGIJA</p>	<p>Odločanje v skupnosti Izzivi sodobnega sveta, Množični mediji in komunikacija, Znanost – družbeni razvoj in ekološka vprašanja.</p>
<p>TUJI JEZIKI</p>	<p>Razvijanje zmožnosti razumevanja in tvorjenja besedil ter posredovanje v tujem jeziku.</p>

4 PRIČAKOVANI DOSEŽKI/REZULTATI

Pričakovani dosežki izhajajo iz zapisanih ciljev vsebin in kompetenc. Da dijak doseže pričakovani dosežek, poskrbi profesor z načrtovanjem in izvedbo pouka, dijak pa s svojim delom in odgovornostjo in skladno s svojimi sposobnostmi. **Pričakovani dosežki so zapisani splošno, kar pomeni, da jih bodo dijaki dosegali v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah.**

4.1 PROCESNA ZNANJA IN VEŠČINE

Pričakujemo, da bodo dijaki pri pouku biotehnologije v strokovnih gimnazijah ter v povezavi z drugimi predmeti obvladali temeljna biotehnološka znanja in veščine oziroma spretnosti, ki jim omogočajo aktivno in odgovorno življenje in delovanje v sodobni družbi. Pričakujemo, da bodo razvili splošno naravoslovno pismenost, da bodo razumeli principe naravoslovnih znanosti ter razvili pozitiven odnos do biotehnologije in drugih naravoslovnih znanosti.

Med izobraževanjem na strokovni gimnaziji naj bi dijaki pri pouku biotehnologije razvili veščine oziroma procesna znanja, ki so povezana z biotehnologijo in naravoslovjem, vendar splošnejša in prenosljiva na druga področja in v vsakdanje življenje.

Dijak pri posameznem učnem sklopu:

- obvlada izbrane eksperimentalne tehnike,
- argumentirano predstavi potek, rezultate in opažanja samostojnega eksperimentalnega dela ali demonstracijskih vaj,
- zna uporabiti različne vire za pridobivanje podatkov (internet, članki, zbirke podatkov ipd.),
- predstavi lastne izdelke (seminarske naloge, projektne naloge, plakate ipd.),
- pri opisovanju in razlaganju pojmov, procesov, zakonitosti idr. uporablja strokovno terminologijo,
- ima odgovoren odnos do živih bitij in njihovih delov,
- ima odgovoren odnos do okolja.

4.2 VSEBINSKA ZNANJA

4.2.1 Interdisciplinarnost biotehnologije

Dijak:

- pozna področja biotehnologije,
- razume, da je biotehnologija interdisciplinarna veda,
- našteje področja, ki jih obravnava biotehnologija, in opredeli pomen posameznega področja.

4.2.2 Zgodovina in razvoj biotehnologije

Dijak:

- pozna razvoj biotehnologije, loči tradicionalno in sodobno biotehnologijo ter pravilno uvrsti posamezna pomembna odkritja s področja biotehnologije v zgodovinska obdobja.

4.2.3 Biotehnoški postopek/proces

Dijak:

- iz opisa biotehnoškega postopka nariše in razloži shemo biotehnoškega postopka/procesa.

4.2.4 Biokulture

Dijak:

- pozna, primerja in opiše zgradbo, funkcijo, razmnoževanje, način življenja in pomen biokultur (virusov, cepljivk – bakterij, gliv, rastlinskih tkivnih kultur in živalskih tkivnih kultur) za biotehnologijo.

4.2.5 Pripravljalni procesi v biotehnologiji (up stream)

Dijak:

- opiše in razloži vse pomembne pripravljalne procese v biotehnologiji.

4.2.6 Izbira in priprava biokulture in bioreaktorja

Dijak:

- opredeli delo posameznih strokovnih profilov pri pripravi biokultur, substratov, opreme in prostorov,
- zna izvesti aseptično delo v laboratoriju,
- *upošteva zakonitosti aseptičnega dela,*
- upošteva osnove varnega dela in zaščitne ukrepe v biotehnološkem laboratoriju in predvidi morebitne posledice neupoštevanja pravil,
- razloži izolacijo in identifikacijo biokultur, pripravo industrijskih biokultur, shranjevanje biokultur,
- pozna potrebe biokultur po hranljivih snoveh in energiji in predvidi sestavo gojišča za določeno biokulturo.

4.2.7 Rast biokultur in ugotavljanje njihovega števila

Dijak:

- glede na podatke nariše rastno krivuljo biokulture in pri tem upošteva vpliv fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov na rast mikrobnih in drugih biokultur,
- razlikuje med različnimi načini ugotavljanja števila biokultur ter glede na podatke pravilno določi način ugotavljanja števila celic.

4.2.8 Bioreaktorji

Dijak:

- zna deliti bioreaktorje glede na velikost, način mešanja, bioprodukte in za znani proces določi optimalen tip bioreaktorja.

4.2.9 Spremljanje in regulacija (vodenje) bioprocasa

Dijak:

- pozna merjenje fizikalnih parametrov (dejavnikov), merjenje kemijskih parametrov (dejavnikov) in merjenje bioloških parametrov (dejavnikov), med različnimi merilniki poišče optimalnega ter opredeli njegove prednosti in slabosti.

4.2.10 Načrtovanje in regulacija biotehnoloških procesov s pomočjo računalnika (modeliranje)

Dijak:

- z računalniškim orodjem modelira biotehnološki proces.

4.2.11 Ločevalni procesi – procesi za izolacijo produkta (*down stream*)

Dijak:

- razloži metode izolacije (čiščenje) biotehnoloških produktov, pozna prednosti, slabosti in uporabnost posameznih tehnik.

4.2.12 Primeri biotehnoloških procesov

Dijak:

- razloži osnovne primere biotehnoloških tradicionalnih in modernih biotehnoloških procesov,
- pri vsakem primeru poišče, opredeli in opiše biokulturo, surovino, bioreaktor, produkte in način njihove izolacije, odpadke in ravnanje z odpadki v procesu, pogoje za optimalen potek procesa ter pozna optimalno tehniko za izolacijo produkta s področja živilstva, kmetijstva in gozdarstva, ekologije, veterine, farmacije in medicine,
- pozna glavne tehnike vnosa dednine v različne organizme in razume kriterije za izbor najprimernejšega organizma za proizvodnjo rekombinantne beljakovine,
- pozna primere različnih gensko spremenjenih organizmov,
- zaveda se pomena preprečevanja dednih bolezni in pozna osnovne tehnike genskega testiranja in genske terapije pri človeku ter kritično vrednoti etičnost takega početja,
- na primeru razloži terapevtsko in reproduktivno kloniranje ter vrednoti dosežke kloniranja z etičnega, pravnega in ekonomskega vidika,
- pozna postopek odvzema in uporabe matičnih celic,
- *razloži predklinično in klinično preizkušanje biotehnoloških proizvodov, namenjenih zdravljenju.*

4.2.13 Molekularna biologija celice

Dijak:

- razlikuje med evkariontsko in prokariontsko celico,

- pozna zgradbo celice,
- pozna celične organele, vsakemu določi funkcijo, lokacijo v celici in opiše njeno zgradbo,
- pozna povezanost jedra – ribosomov – endoplazmatskega retikulum – golgijevega aparata,
- zna razložiti avtonomnost mitohondrijev in kloroplastov,
- razloži pomen in zgradbo dednine, njeno organizacijo, poišče razlike med dednino evkariontov in prokariontov ter pozna osnovne mutacije dednine,
- razloži fiziološko vlogo posameznih nukleinskih kislin (DNK, mRNK, tRNK, rRNK) in njihovo medsebojno povezanost (replikacija/podvajanje DNK, transkripcija, translacija),
- razume pomen posttranslacijskih modifikacij za nastanek aktivne beljakovine,
- zna razložiti vlogo encimov znotraj jedra, v citoplazmi in zunaj celice,
- pozna tehniko PCR in opredeli njen pomen v sodobni biotehnologiji,
- na primeru razloži regulacijo genov pri prokariontih,

4.2.14 Gensko spremenjeni organizmi

Dijak:

- pozna tehnike vnosa genov v mikroorganizme, rastline in živali,
- se zaveda prednosti in slabosti ter omejitev uporabe posameznih skupin organizmov za proizvodnjo rekombinantnih (heterolognih) beljakovin,
- za vnos gena poišče najboljši vektor ali tehniko vnosa glede na tarčno celico.

4.2.15 Zagotavljanje in kontrola kakovosti

Dijak:

- pozna glavne standarde v biotehnološki proizvodnji,
- opiše pomen dobre laboratorijske in proizvodnje prakse,
- *pozna in opiše posamezna načela HACCP sistema ter zna postaviti preprost model sistema HACCP,*
- se zaveda pomena kakovosti in posledic neupoštevanja zagotavljanja in ohranjanja stalne kakovosti produkta v biotehnološkem procesu,
- pozna in upošteva splošno varnost v laboratoriju in proizvodnji.

4.2.16 Biotehnologija in družba

Dijak:

- pozna razvoj biotehnologije in njen vpliv na javno mnenje,
- izvede anketo s področja biotehnologije, pridobljene podatke statistično obdelava in analizira,
- pozna in kritično ocenjuje etične probleme genskega spreminjanja in poseganja v dednino, kloniranja in ravnanja z zarodki in matičnimi celicami ter zna naštetih prednosti, slabosti in pomisleke glede poseganja v dednino človeka,
- se zaveda pomena varovanja osebnih podatkov,
- pozna načela, ki se upoštevajo pri genskem spreminjanju organizmov,
- v pravnih predpisih poišče podatke in pravne ukrepe, povezane z biotehnologijo,
- na svojem primeru razloži, da je biotehnologija gospodarska panoga, ki zahteva ekonomično poslovanje,
- pozna povezave med etiko, zakonodajo in ekonomskimi zakonitostmi,
- *s sošolci izvede projektno vodenje.*

4.2.17 Praktični del – projektno delo

Zajema vse vsebine učnega načrta biotehnologije in laboratorijskih vaj, strokovnih predmetov (mikrobiologije in kmetijstva) in nekatere vsebine splošnoizobraževalnih predmetov (npr. biologije, kemije, fizike, matematike, informatike ...).

5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

Namen medpredmetnega in interdisciplinarnega povezovanja je večja prenosljivost znanja v vsakdanje življenje. S povezovanjem na vseh ravneh ustvarimo razmere za boljše razumevanje, večjo uporabnost znanja in posledično večjo ustvarjalnost na vseh predmetnih področjih.

Medpredmetno povezovanje pomeni iskanje povezav izbranega predmeta z drugimi predmetnimi področji, sodelovanje učiteljev različnih predmetnih področij, skupno načrtovanje obravnave sorodnih vsebin in skupno, vzporedno ali zaporedno izvedbo načrtovanih tem, izmenjavo primerov dobrih praks in nalog, oblikovanje projektnih dni ali tednov in drugo.

Medpredmetne povezave se lahko pri pouku biotehnologije uresničujejo na različnih ravneh:

- **na ravni vsebin** (obrnava interdisciplinarnih problemov),
- **na ravni procesnih znanj** (učenje in uporaba procesnih znanj – eksperimentiranje, reševanje problemov, iskanje virov, oblikovanje miselnih vzorcev, poročil, dnevnikov, skupinsko delo ...),
- **na konceptualni ravni.**

Za uresničevanje medpredmetnih povezav so pomembni strokovno sodelovanje, načrtovanje in izvajanje na ravni strokovnih aktivov in celotnega šolskega kolektiva. **Predlogi medpredmetnih povezav so zapisani v 3. poglavju Cilji in vsebine.**

6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

6.1 IZVAJANJE UČNEGA NAČRTA

Temeljna navodila za izvajanje učnega načrta so zapisana na začetku 3. poglavja Cilji in vsebine.

Ker je biotehnologija interdisciplinarni predmet in zato zahteva določena predznanja, je smiselno, da se začne biotehnologija poučevati v 2. letniku tehniške gimnazije. V 2. letniku imajo dijaki že nekaj osnov iz biologije, kemije, fizike in drugih naravoslovnih predmetov. Dijaki s pridobivanjem informacij iz različnih virov odkrivajo bistvo obravnavane vsebine, primerjajo ter kritično sprejemajo in presojujejo podatke in informacije, se naučijo analizirati, povezovati, posploševati ter podajati ugotovitve. To jim omogoča poglobljeno razumevanje učnih vsebin in razumevanje soodvisnosti naravoslovnih, tehničnih in družbenih znanj.

Sodobno poučevanje biotehnologije temelji na problemskem, raziskovalnem in eksperimentalnem pristopu. Eksperimentalne veščine dijaki pridobivajo pri predmetu laboratorijske vaje, ki podpira maturitetni predmet biotehnologija. Za razumevanje biotehnologije so pomembni vsebina (pojmi, dejstva), procesi in metode za pridobivanje znanja. Pri pouku biotehnologije so bistvene aktivnosti, s pomočjo katerih dijaki spoznajo določeno vsebino in jih uporabijo na praktičnih primerih, analizirajo podatke, pridobljene s poskusi in iz drugih virov, ter tako analizirane podatke s pomočjo profesorja povežejo z novimi pojmi ali z znanimi pojavi.

Pri pouku biotehnologije so zaradi specifik pouka mogoče delne razlike med načrtovanim razporedom učnih vsebin v letni pripravi profesorja in resnično izvedbo pouka. Razlogi za to so lahko: interaktivni pouk, pojasnjevanje in dodatna obravnava teže razumljive snovi, večja zastopanost aktivnih oblik in metod dela, dodatne ali posebne eksperimentalne vaje dijakov, terensko delo in strokovne ekskurzije, vključevanje aktualnih dogodkov in odkritij v pouk in povezovanje s drugimi predmetnimi področji in njihovimi temami itd.

Bistvo predmeta je nazorni pouk. Nazornost pouka povečamo z uporabo IKT (slikovna gradiva, filmi, animacije ...). Omogočimo pa ga tudi z laboratorijskimi vajami pri predmetu

Laboratorijske vaje in z ekskurzijami, ki so usklajene z obravnavanimi vsebinami. Laboratorijske vaje niso le treniranje različnih tehnik in metod, ampak je močno poudarjena uporabna vrednost (realistični scenarij). Ta cilj se nadgradi v okviru ekskurzij, na teh pa dijaki niso zgolj pasivni opazovalci, temveč morajo na podlagi znanja, pridobljenega pri pouku, podatkov, dobljenih iz literature, in opazovanja, priti do določenih sklepov. Sklepe strnejo v obliki poročil.

6.2 PROJEKTNO DELO

Posebnost tega predmeta biotehnologija je **projektno delo**, ki ga dijaki opravljajo v 4. letniku. Projektno delo je samostojno delo dijaka. Dijaki s profesorjevo pomočjo načrtujejo, izvedejo in analizirajo problemsko raziskovalno delo, oblikujejo ugotovitve in ga na koncu vrednotijo ter naredijo pisno poročilo. Pri reševanju problema uporablja interdisciplinarni pristop. Projektno delo vključuje vse faze raziskovalnega dela. Zaradi narave biotehnoloških procesov je treba projektno delo opraviti v enem sklopu. Pri izvedbi projektne dela praviloma sodeluje šolski mentor. Mentor je lahko iz druge institucije, ki se ukvarja z raziskovalnim delom. Mentor dijakom svetuje pri izbiri nalog, spremlja njihove aktivnosti, jih opozarja na odklone, motivira in spodbuja pri njihovem delu ter analizira in ocenjuje njihova prizadevanja. Po končanem delu dijaki izdelajo poročilo o projektu in ga zagovarjajo.

6.3 POTEK IZVEDBE PROJEKTNEGA DELA

Projektnemu delu je namenjen 50 ur v prvem ocenjevalnem obdobju v 4. letniku. Večina projektne nalog se izvede na šoli, nekatere tudi na različnih institucijah in na terenu zunaj šole. Naloge se lahko izvajajo bodisi individualno bodisi v skupini z največ tremi dijaki. Glede na število dijakov v skupini se oblikuje obseg dela. Organizacijsko izvede šola projektno delo skladno s prostorskimi in organizacijskimi zmožnostmi šole. Dijaki imajo lahko za projektno delo namenjene zadnje ure pouka na urniku in možnost podaljšanja dela v popoldanski čas ali pa se jim za izvedbo projektne dela nameni dan v tednu, ko na urniku nimajo drugega pouka. V tem primeru se za oddelek oziroma razred en dan v tednu rezervira biotehnološki laboratorij (skupaj 7–8 tednov). Na začetku 4. letnika se na šoli razpišejo okvirne teme nalog ali pa jih predlagajo dijaki sami. Teme nalog odobri šolski mentor. Podobna tematika je lahko osnova za več nalog. Po končanem eksperimentalnem delu dijaki napišejo poročilo in ga predstavijo z ustnim zagovorom.

Ker je projektno delo posebnost in eden ključnih elementov predmeta biotehnologija in gre za praktično raziskovalno delo dijakov, se naloge ocenjujejo po pravilih za ocenjevanje in vrednotenje raziskovalnih nalog.

6.4 EKSPERIMENTALNI PRISTOP

Eksperimentalno delo je za razumevanje biotehnologije ključnega pomena in ena temeljnih učnih metod pouka biotehnologije (te veščine dijaki pridobivajo pri predmetu laboratorijske vaje, ki podpirajo maturitetni predmet biotehnologija). Eksperimentalno delo kombiniramo z drugimi metodami aktivnega učenja in poučevanja. Učitelj je pri izbiri ustreznih eksperimentov za uresničitev ciljev, zapisanih v učnem načrtu, popolnoma avtonomen. Poudarek naj bo na samostojnem eksperimentalnem delu dijakov (skupinsko delo, delo v parih ali samostojno delo) in demonstracijah, pri katerih so dijaki aktivno udeleženi. Eksperimentalno delo poteka v specializirani učilnici za laboratorijske vaje in biotehnologijo ali na terenu, v drugih ustanovah.

Razvijanje eksperimentalnih spretnosti in raziskovalnega pristopa omogoča sistematično navajanje na:

- natančnost in zanesljivost pri opazovanju, zapisovanju, obdelavi podatkov,
- opredelitev eksperimentalnega problema, zastavljanje eksperimentalnih vprašanj in oblikovanje hipotez,
- načrtovanje eksperimentalnega dela in iskanje primernih poskusov ter varno delo,
- povezovanje pridobljenih rezultatov z rezultati iz literature in drugih virov ter povezovanje teorije in prakse,
- kritično vrednotenje rezultatov.

6.5 DELO Z VIRI IN PREDSTAVITEV INFORMACIJ

Pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa je treba dijake usmerjati k uporabi različnih informacijskih virov (poljudnoznanstvene revije, strokovni članki, podatkovne baze, internetne strani, dokumentarni filmi, animacije, enciklopedije in drugo). Dijake je treba navajati, da sledijo novostim v stroki, in pouk prilagoditi aktualnim odkritjem v biotehnologiji.

6.6 KRATKE PROJEKTNE IN SEMINARSKE NALOGE TER PREDSTAVITVE

V okviru izbranih vsebin se lahko dijaki skupaj s profesorjem odločijo za preproste projektne in seminarske naloge. Kratke projektne naloge in seminarske naloge lahko opravijo deloma v šoli in deloma doma. Svoje delo, izdelke, idejo predstavijo sošolcem v nekaj minutnih predstavitev, ki jih profesor po potrebi dopolni. Tako pridobljena znanja se lahko vključijo med vsebine za ocenjevanje znanja.

6.7 AKTIVNE OBLIKE POUKA

Pouk biotehnologije je treba izvajati s pomočjo aktivnih oblik poučevanja, v katere so vključeni vsi dijaki. Le tako so dijaki miselno aktivni ves čas trajanja pouka biotehnologije.

Aktivne oblike pouka biotehnologije imajo skupne značilnosti; dijaki:

- ves čas aktivno sodelujejo in so miselno aktivni,
- rešujejo problemske naloge na različnih zahtevnostnih stopnjah,
- izmenjava mnenj med dijaki ter soočanje različnih predstav in idej,
- profesor daje dijakom takojšnje povratne informacije o njihovem delu in razmišljanju,
- profesor vodi učenje in ni več le posredovalec znanja,
- profesor spodbuja razpravo z vprašanji, ki zahtevajo razumevanje vsebine.

Uspešnost izvajanja aktivnih oblik in metod pouka biotehnologije je odvisna od številnih dejavnikov, med katerimi so najpomembnejši: usposobljenost profesorja, dosegljivost ustreznega učnega materiala, manjše število dijakov v razredu, ustrezna velikost in opremljenost učilnic in laboratorijev.

6.8 VREDNOTENJE DOSEŽKOV

Pričakovani dosežki izhajajo iz zapisanih ciljev, vsebin in kompetenc. Da dijak doseže pričakovani dosežek, poskrbi profesor z načrtovanjem in izvedbo pouka, dijak pa s svojim delom in odgovornostjo in glede na svoje sposobnosti. Pričakovani dosežki so zapisani splošno, kar pomeni, da jih bodo dijaki dosegali v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah.

Sodobno poučevanje biotehnologije je opredeljeno kot razvijanje dijakove spretnosti in kot tako spodbuja spreminjanje dijaka in vsestranski razvoj njegovih potencialov. Preverjanje in ocenjevanje znanja mora biti takšno, da lahko dijaki pokažejo svoje teoretično, procesno in praktično znanje, pridobljeno v formalnem in neformalnem izobraževanju.

Pri pouku biotehnologije potekata preverjanje in ocenjevanje kognitivnih, konativnih (trud, napor, vztrajnost) in spretnostnih vidikov dijakov. Znanje dijakov se ocenjuje po veljavnem pravilniku o ocenjevanju znanja in skladno z dognanji pedagoške stroke. Znanje se preverja in ocenjuje s pisnim in ustnim (preverjanje razumevanja) preverjanjem in ocenjevanjem znanja. Vprašanja in naloge naj bodo raznolike in povezane z življenjem.

Ocenjuje se lahko tudi:

- kratke projektne naloge,
- reševanje problemov in problemskih nalog,
- projektno delo v 4. letniku,
- aktivno sodelovanje pri pouku,
- predstavitve seminarskih nalog, referatov, izdelkov, poročil, miselnih vzorcev in podobno.

Cilj pouka je pridobivanje znanja in ne pridobivanje ocen oziroma zgolj merjenje rezultatov dela dijakov. Dijaki naj bodo vključeni v proces ocenjevanja, da se sami naučijo vrednotiti svoje delo in znanje. Priporočljivo je, da se vsak vsebinski sklop ocenjuje posebej.