

UČNI NAČRT Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI

BIOTEHNOLOGIJA

Srednje splošno izobraževanje

Tehniška gimnazija

Tehniška gimnazija s slovenskim učnim
jezikom na narodno mešanem območju v
slovenski Istri



ISBN 978-961-03-1174-4 (Zavod RS za šolstvo, PDF)

BESEDILO O SEJI SS

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje je na svoji 245. seji, dne 19. 6. 2025, določil učni načrt biotehnologija za izobraževalni program tehniške gimnazije in izobraževalni program tehniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri.

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje se je na svoji 245. seji, dne 19. 6. 2025, seznanil z didaktičnimi priporočili k učnemu načrtu biotehnologija za izobraževalni program tehniške gimnazije in izobraževalni program tehniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri.



PRIZNANJE AVTORSTVA – NEKOMERCIALNO – DELJENJE POD ENAKIMI POGOJI

Prenova izobraževalnih programov s prenovo ključnih programskih dokumentov (kurikuluma za vrtce, učnih načrtov ter katalogov znanj)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE



KAKO SE ZNAJTI?

TIPIČNE STRANI

V dokumentu je za dijakinje in dijake, učiteljice in učitelje ipd. uporabljena moška slovnična oblika, ki velja enakovredno za oba spola.

Tema sporoča vsebinski okvir ali okvir predmetnospecifičnih zmožnosti, povezanih s cilji oz. skupinami ciljev: teme so predmetno specifične in lahko vključujejo vsebinske sklope in dejavnosti ter razvijajo veščine, zmožnosti in koncepte, ki naj bi jih dijaki izgrajevali in razvijali v procesu učenja.

Vrsta teme:
Obvezno
Izbirno
Maturitetno

Opis teme zajema ključne poudarke oz. koncepte kot okvir skupinam ciljev.

Dodatna pojasnila za temo lahko vsebujejo razlago o zasnovi teme, usmeritve in/ali navodila, ki se nanašajo na vsebino, vrsto teme, členitev teme, poimenovanje, trajanje, dejavnosti, izvedbo aktivnosti, učne pripomočke ... oz. karkoli, kar je pomembno za to temo.

IME TEME

OBVEZNO

OPIS TEME

Em fugiaspiduci sitet ut etur, in conest dipsum eosa nonsequam volorum, ommolor aut desequi duciist estrunda volorest, sandeni maximin uscillab il magnam quiam quo con explacc ullaccum alisi quidell igendam, in repta dolupta volor sam, ut hilit laut faccumqui omnim ut doluptur, quam consequ atibus dolo dignate mporehent qui tem nonseque por aliquisimust que volestrum esed quibusdae milla conserf ernate dentiat.

Ma vellaut quatio rporrore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas molorporia doluptatis molum rae nos event, inullit incimaiozem fugiandantis et fugitisque maion ped quo odi beatur, sequi illisqui ipidel escim reprat.

DODATNA POJASNILA ZA TEMO

Ullatur sequo qui ut vellenderio. Re exceseq uiatur aturem eos millandio totaquis alibus iume voluptatia quis aut quamust iosant prestius, ut ommodigendis doluptaes dersped moluptae. Harum a volupta tiatur, ne veles quia voluptatia similic tatesequam, seque ventio. Hendis erum quissequo quist que con nulparum ut quuntemos et repro quod ma nimusa sae vellaut eum ulpari valent voluptu rempor a de omnimax impellu ptatiaecusa ducipsae aut evelles temolup tincil imporia simped et endes eum et molum que laborerat voluptiurem nempori bustio explabo rionsenet evenimin nis ex eum voluptam consed que volupid eliquibus, tetusda ntusam ellis ut archill uptiore rundiae nimusdam vel enit, optibea quiaspelitem lam alit re, omnis ab il mo dolupti commihi tionsequiam eicia dolo intur accusci musdaecatet faccatur? Sinctet latiam facescipsa

Ceria pa iumquam, exernam quaspis dit equasit, omnis quis aut apitassum coribusda invenih icatorum qui ut re perumquaepep quame moditatum ipient veligna tessint iaessum, optamus, testi sediasped moluptatem aperiam aut quodips usciate veribus.

Mi, asit volupta tuscil int aspel illit atur, eum idenist iorrum alit, nim re illitas ma nimi, iusclisita dolorrym volorepedio core, consequam quae. De nossiti officillate

Z oznako **SC** so označeni ključni cilji posameznih področij skupnih ciljev. Številčni zapis pri oznaki skupnih ciljev se navezuje na preglednico s skupnimi cilji.

27. 2. 2025 /// 15:45

IME SKUPINE CILJEV

CILJI

Z oznako **O** so označeni obvezni cilji.

Z ležečim tiskom in oznako **I** so označeni izbirni cilji.

- O:** Et plabo. Nam eum fuga. Et explat. Xerro et aut que nihicia doloribus, velisci tatur
I: *Que ommodic aboribust, tesequae nimaionseni arum audit minusda dolum, si venimil itatat. Estinve litatem ut adit quid qui.* **SC** (2.2.2.1)
I: *Quia voluptatur aut od minverum, quas ilis et mint, eature rehenit magnatur aut exceaquam reiunt et omnis nobit vero excepel in nimagmam quat officiam que plaborpore ne culpa eum dolore aut aspicias sanihil moditam re pelias ne veri reperferes solos dolorum, quidit ad qui dolorerun.*
O: Ibus nis auda vendio venis saperum atem quiant aut pre comniscia num at is quoditi ne estinve litatem venis saperum atem quiant. **SC** (1.3.4.2 | 2.1.1.1 | 2.1.2.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 3.1.3.1 | 5.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak

S krepko označenim besedilom so izpostavljeni **minimalni standardi znanja**.

Z ležečim besedilom so označeni izbirni standardi oz. standardi znanja, ki izhajajo iz izbirnih ciljev.

Dodatne pisave in oznake pri standardih so opredeljene v obvezujočih navodilih za učitelja (npr. podčrtani, M, PTI itd.)

- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.**
- Ut fuga. Nemperum fuga.**
- Ma vellaut quiatio rporore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas
- Omnim ut doluptur, quam consequi.
- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.*
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.*
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.
- Ut fuga. Nemperum fuga.*

TERMINI:

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint |
| ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | |

Pojmi, ki jih dijak mora poznati oz. razumeti (in/ali znati smiselno uporabljati), lahko pa so navedeni tudi priporočeni pojmi. Nabor (strokovnih) terminov zaokrožuje in dopolnjuje posamezno temo, predstavlja pa informacijo učitelju pri načrtovanju vzgojno-izobraževalnega dela. Namenjen je navedbi terminologije, ki jo na področju določene teme v določenem obdobju izobraževalne vertikale usvojijo dijaki.

VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH

Viri in literatura,
ki so vključeni v
posamezno temo.

NASLOV TEME

- » Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi eget ante eget ante hendrerit convallis vitae et purus. Donec euismod dolor sed neque condimentum, at sodales enim interdum. <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

NASLOV SKUPINE CILJEV

- » Etiam, M. (2019). Eget laoreet ipsum. Nulla facilisi.
- » Parum, V. (2025). Sequi blaboreet quosam. Seque cus.
- » Morbi P. (2007). Sed ac arcu id velit facilisis aliquet. Nec tincidunt.
- » Eget O. (2010). Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla a ac turpis. Nulla et tempus nunc, vitae scelerisque tellus. Sed in tempus mi, a aliquet quam. Integer ut euismod eros, vel pretium mi. Maecenas sollicitudin.
- » Nunc N. (2023). Morbi suscipit ante quis viverra sollicitudin. Aenean ultricies.
- » Nunc N., Ante A., Sem S. (2015). Nullam congue eleifend magna in venenatis. Ut consectetur quis magna vitae sodales. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Sed A. (2024). Ut aliquet aliquam urna eget laoreet. Fusce hendrerit dolor id mauris convallis, at accumsan lectus fermentum. Nunc bibendum quam et nibh elementum consectetur.

NASLOV SKUPINE CILJEV

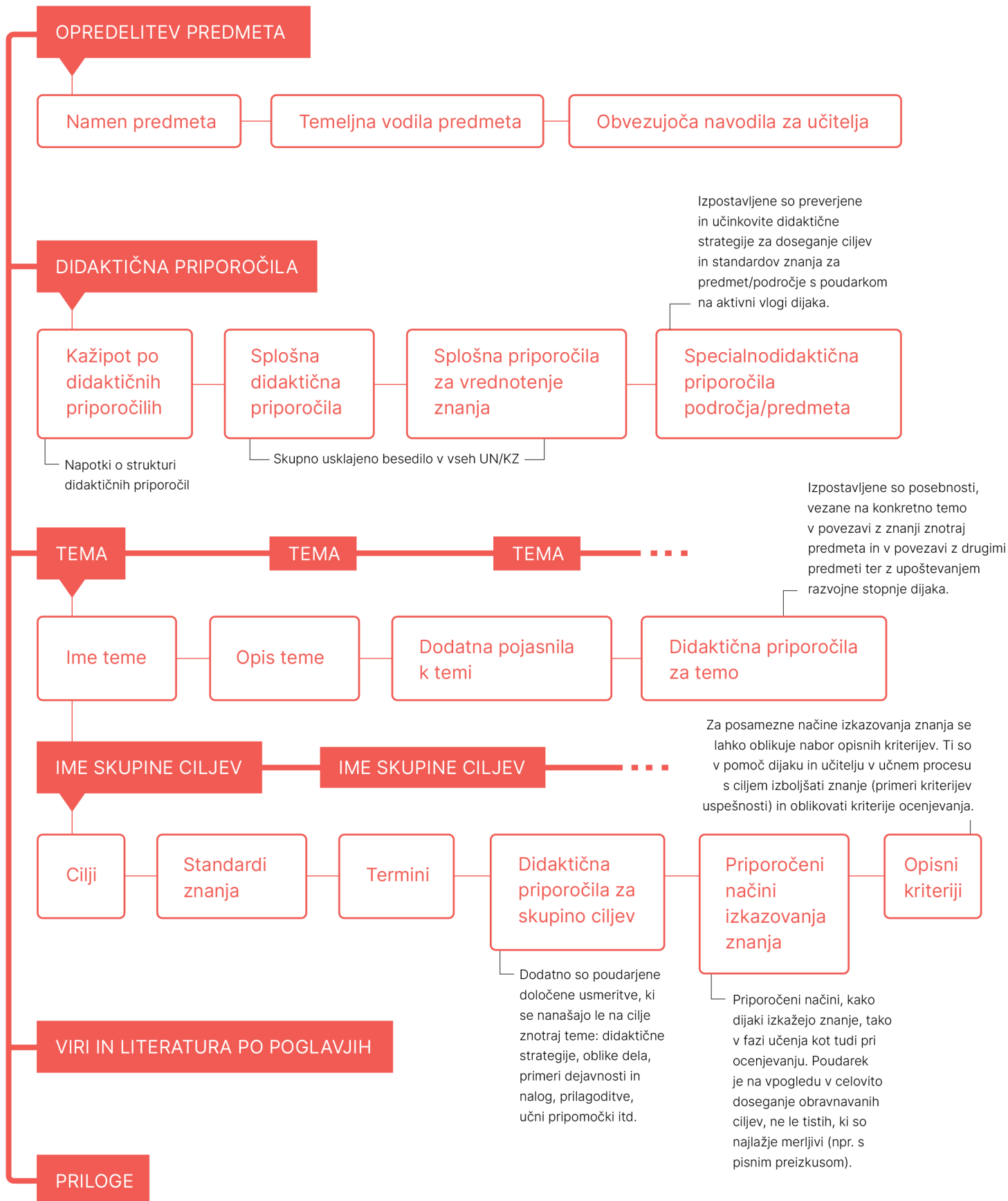
- » Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla, <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Nunc F.: Vivamus quis tortor et ipsum tempor laoreet id quis nunc. Phasellus quis sagittis ligula.
- » Redaktion, 2018. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

Viri in literatura, ki so vključeni
v posamezno skupino ciljev.

Hiperpovezava
do zunanjega vira

KAKO SE ZNAJTI?

STRUKTURA UČNEGA NAČRTA Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI



KAZALO

OPREDELITEV PREDMETA.....	9	Izbira in priprava biokulture	44
Namen predmeta	9	Izbira in priprava gojišča	46
Temeljna vodila predmeta	9	Izbira in priprava bioreaktorskega sistema ...	47
Obvezujoča navodila za učitelje	10	BIOREAKTORJI	48
DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	11	Delitev in zgradba bioreaktorjev	49
Kažipot po didaktičnih priporočilih	11	Tipi procesov v bioreaktorju	50
Splošna didaktična priporočila	11	VODENJE BIOPROCESA	51
Splošna priporočila za vrednotenje znanja ...	13	Spremljanje in regulacija bioprocesa	53
Specialnodidaktična priporočila		Merjenje fizikalnih parametrov	54
področja/predmeta	14	Merjenje kemijskih parametrov	55
Izhodišča za predmet	15	Merjenje bioloških parametrov	56
Didaktična načela	15	Biosenzorji	57
Eksperimentalni pristop	16	ZAKLJUČNI POSTOPKI V BIOTEHNOLOGIJI	58
Učna diferenciacija in individualizacija	16	Metode izolacije, ločevanja in čiščenja	
Preverjanje in ocenjevanje znanja	16	biotehnoloških proizvodov	60
Medpredmetno povezovanje in		Mehanske tehnike	61
interdisciplinarnost	17	Termodifuzijske tehnike	62
Učna okolja in viri	18	Kromatografske tehnike	63
Projektno delo	18	Gelska elektroforeza	64
TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA	20	PRIMERI BIOTEHNOLOŠKIH PROCESOV	65
UVOD V BIOTEHNOLOGIJO	21	Živilstvo	67
Interdisciplinarnost biotehnologije	22	Okoljevarstvo	69
Zgodovina in razvoj biotehnologije	24	Farmacija, medicina, veterina	70
Biotehnološki proces	25	GENSKI INŽENIRING	72
BIOLOGIJA CELICE	27	Gensko spremenjeni organizmi	74
Molekularna biologija	29	ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI IN NADZOR	76
BIOKULTURE	31	Zagotavljanje kakovosti in nadzor	78
Splošne značilnosti biokultur	32	BIOTEHNOLOGIJA IN DRUŽBA	80
Virusi	34	Biotehnologija in družba	82
Bakterije	35	PRAKTIČNI DEL - PROJEKTNO DELO	84
Glive	37	Projektno delo	85
Alge	39	PRILOGE	86
Rastline in rastlinske tkivne kulture	40		
Živali in živalske tkivne kulture	42		
PRIPRAVLJALNI POSTOPKI V BIOTEHNOLOGIJI ..	43		

OPREDELITEV PREDMETA

NAMEN PREDMETA

Biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki vključuje in povezuje znanja iz naravoslovnih, družboslovnih in tehniških strok ter kot taka sega na vsa področja človekovega življenja. Na spoznanjih biotehnologije temelji vrsta industrijskih panog, ki so pomembne tako z ekonomskega vidika kot z vidika socialnih odnosov v družbi. Temeljni namen biotehnologije je industrijsko izkoriščanje biokultur oziroma celic ali njihovih delov za pridobivanje različnih biotehnoloških proizvodov. Biotehnologija kot strokovni maturitetni predmet usmerja dijake tehniške gimnazije v pridobivanje in razvijanje temeljnih naravoslovnih in deloma družboslovnih znanj in spretnosti, ki dijakom omogočajo aktivno delovanje in odgovorno odločanje v sodobni družbi. S poukom biotehnologije nadgrajujejo znanja, ki so jih pridobili pri predmetih biologija, fizika, kemija, mikrobiologija, kmetijstvo in drugih, ter razvijajo biotehnološko pismenost in s tem naravoslovno pismenost. Pri predmetu biotehnologija dijaki pridobivajo potrebna znanja s področja biotehnologije, ki jim služijo kot osnova za uspešno nadaljevanje študija naravoslovnih usmeritev.

TEMELJNA VODILA PREDMETA

V gimnazijskem programu tehniške gimnazije je biotehnologija strokovni maturitetni predmet. Temeljni koncepti, ki predstavljajo okvir učnega načrta tega predmeta, so v prvi vrsti razumevanje pojmov in zakonitosti vseh faz biotehnološkega procesa, pri čemer je velik poudarek na uporabnosti biotehnologije na področjih živilstva, ekologije, farmacije, medicine in veterine. Preostali koncepti so s področij molekularne biologije celice, gensko spremenjenih organizmov, zagotavljanja kontrole kakovosti ter biotehnologije in družbe. Temeljne koncepte je moč prepoznati v opredeljenih temah, skupinah ciljev, ciljih, standardih in didaktičnih priporočilih. S poukom biotehnologije skozi razumevanje in povezovanje temeljnih konceptov dijaki razvijajo zavedanje o interdisciplinarnosti in pomenu biotehnologije za sodobno družbo in zmožnost analiziranja prednosti in slabosti uporabe sodobnih biotehnoloških metod ter kritičen odnos do etičnih pomislekov na tem področju. Na osnovi seznanitve z obstoječo zakonodajo in pomenom biološke varnosti dijaki pridobijo pozitiven odnos do varovanja okolja in zdravja ljudi.

OBVEZUJOČA NAVODILA ZA UČITELJE

Pouk biotehnologije je zasnovan na izkustvenem, eksperimentalnem, problemskem učenju in raziskovalnem delu ter je neposredno povezan s predmetom laboratorijske vaje – biotehnologija, ki dopolnjuje teoretična in praktična izhodišča biotehnologije z izkustveno-projektnim pristopom in tako podpira maturitetni predmet biotehnologija. Da bi lahko uresničevali razvoj dijakov na vseh področjih in jim omogočili maksimalni možni napredek, se mora pouk biotehnologije povezovati z drugimi predmeti v gimnaziji (npr. z biologijo). Ena izmed priložnosti za interdisciplinarno povezovanje ter nadgrajevanje teoretičnih osnov z izkustvenim učenjem je projektno raziskovalno delo, ki ga dijaki izvajajo praviloma v četrtem letniku.



DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

KAŽIPOT PO DIDAKTIČNIH PRIPOROČILIH

Razdelke *Kažipot po didaktičnih priporočilih*, *Splošna didaktična priporočila* in *Splošna priporočila za vrednotenje znanja* je pripravil Zavod RS za šolstvo.

Didaktična priporočila prinašajo učiteljem napotke za uresničevanje učnega načrta predmeta v pedagoškem procesu. Zastavljena so večplastno, na več ravneh (od splošnega h konkretnemu), ki se medsebojno prepletajo in dopolnjujejo.

- » Razdelka **Splošna didaktična priporočila** in **Splošna priporočila za vrednotenje znanja** vključujeta krovne usmeritve za načrtovanje, poučevanje in vrednotenje znanja, ki veljajo za vse predmete po celotni izobraževalni vertikali. Besedilo v teh dveh razdelkih je nastalo na podlagi *Usmeritev za pripravo didaktičnih priporočil k učnim načrtom za osnovne šole in srednje šole* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3ladrdr>) ter *Izhodišč za prenovo učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/plw0909>) in je v vseh učnih načrtih enako.
- » Razdelek **Specialnodidaktična priporočila področja/predmeta** vključuje tista didaktična priporočila, ki se navezujejo na področje/predmet kot celoto. Zajeti so didaktični pristopi in strategije, ki so posebej priporočeni in značilni za predmet glede na njegovo naravo in specifične.

Učni načrt posameznega predmeta je členjen na *teme*, vsaka tema pa se lahko nadalje členi na *skupine ciljev*.

- » Razdelka **Didaktična priporočila za temo** in **Didaktična priporočila za skupino ciljev** vključujeta konkretne in specifične napotke, ki se nanašajo na poučevanje določene teme oz. skupine ciljev znotraj teme. Na tem mestu so izpostavljene preverjene in učinkovite didaktične strategije za poučevanje posamezne teme ob upoštevanju značilnosti in vidikov znanja, starosti dijakov, predznanja, povezanosti znanja z drugimi predmeti/področji ipd. Na tej ravni so usmeritve lahko konkretizirane tudi s primeri izpeljave oz. učnimi scenariji.

Didaktična priporočila na ravni skupine ciljev zaokrožujeta razdelka **Priporočeni načini izkazovanja znanja** in **Opisni kriteriji**, ki vključujeta napotke za vrednotenje znanja (spremljanje, preverjanje, ocenjevanje) znotraj posamezne teme oz. skupine ciljev.

SPLOŠNA DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Učitelj si za uresničitev ciljev učnega načrta, kakovostno učenje ter optimalni psihofizični razvoj dijakov prizadeva zagotoviti varno in spodbudno učno okolje. V ta namen pri poučevanju uporablja raznolike

didaktične strategije, ki vključujejo učne oblike, metode, tehnike, učna sredstva in gradiva, s katerimi dijakom omogoča aktivno sodelovanje pri pouku, pa tudi samostojno učenje. Izbira jih preišči, glede na namen in naravo učnih ciljev ter glede na učne in druge, za učenje pomembne značilnosti posameznega dijaka, učne skupine ali oddelka.

Varno in spodbudno učno okolje učitelj zagotavlja tako, da:

- » spodbuja medsebojno sprejemanje, sodelovanje, čustveno in socialno podporo;
- » neguje vedoželjnost, spodbuja interes in motivacijo za učenje, podpira razvoj različnih talentov in potencialov;
- » dijake aktivno vključuje v načrtovanje učenja;
- » kakovostno poučuje in organizira samostojno učenje (individualno, v parih, skupinsko) ob različni stopnji vodenja in spodbujanja;
- » dijakom omogoča medsebojno izmenjavo znanja in izkušenj, podporo in sodelovanje;
- » prepozna in pri poučevanju upošteva predznanje, skupne in individualne učne, socialne, čustvene, (med)kulturne, telesne in druge potrebe dijakov;
- » dijakom postavlja ustrezno zahtevne učne izzive in si prizadeva za njihov napredek;
- » pri dijakih stalno preverja razumevanje, spodbuja ozaveščanje in usmerjanje procesa lastnega učenja;
- » proces poučevanja prilagaja ugotovitvam sprotne spremljanja in preverjanja dosežkov dijakov;
- » omogoča povezovanje ter nadgrajevanje znanja znotraj predmeta, med predmeti in predmetnimi področji;
- » poučuje in organizira samostojno učenje v različnih učnih okoljih (tudi virtualnih, zunaj učilnic), ob uporabi avtentičnih učnih virov in reševanju relevantnih življenjskih problemov in situacij;
- » ob doseganju predmetnih uresničuje tudi skupne cilje različnih področij (jezik, državljanstvo, kultura in umetnost; trajnostni razvoj; zdravje in dobrobit; digitalna kompetentnost; podjetnost).

Učitelj pri uresničevanju ciljev in standardov znanja učnega načrta dijakom omogoči prepoznavanje in razumevanje:

- » smisla oz. namena učenja (kaj se bodo učili in čemu);
- » uspešnosti lastnega učenja oz. napredka (kako in na temelju česa bodo vedeli, da so pri učenju uspešni in so dosegli cilj);
- » pomena različnih dokazov o učenju in znanju;
- » vloge povratne informacije za stalno izboljševanje ter krepitev občutka »zmorem«;
- » pomena medvrstniškega učenja in vrstniške povratne informacije.

Za doseganje celostnega in poglobljenega znanja učitelj načrtuje raznolike predmetne ali medpredmetne učne izzive, ki spodbujajo dijake k aktivnemu raziskovanju, preizkušanju, primerjanju, analiziranju, argumentiranju,

reševanju avtentičnih problemov, izmenjavi izkušenj in povratnih informacij. Ob tem nadgrajujejo znanje ter razvijajo ustvarjalnost, inovativnost, kritično mišljenje in druge prečne veščine. Zato učitelj, kadar je mogoče, izvaja projektni, problemski, raziskovalni, eksperimentalni, izkustveni ali praktični pouk in uporablja temu primerne učne metode, pripomočke, gradiva in digitalno tehnologijo.

Učitelj upošteva raznolike zmožnosti in potrebe dijakov v okviru notranje diferenciacije in individualizacije pouka ter personalizacije učenja s prilagoditvami, ki obsegajo:

- » učno okolje z izbiro ustreznih didaktičnih strategij, učnih dejavnosti in oblik;
- » obsežnost, zahtevnost in kompleksnost učnih ciljev;
- » raznovrstnost in tempo učenja;
- » načine izkazovanja znanja, pričakovane rezultate ali dosežke.

Učitelj smiselno upošteva načelo diferenciacije in individualizacije tudi pri načrtovanju domačega dela dijakov, ki naj bo osmišljeno in raznoliko, namenjeno utrjevanju znanja in pripravi na nadaljnje učenje.

Individualizacija pouka in personalizirano učenje sta pomembna za razvijanje talentov in potencialov nadarjenih dijakov. Še posebej pa sta pomembna za razvoj, uspešno učenje ter enakovredno in aktivno vključenost dijakov s posebnimi vzgojno-izobraževalnimi potrebami, z učnimi težavami, dvojno izjemnih, priseljencev ter dijakov iz manj spodbudnega družinskega okolja. Z individualiziranimi pristopi preko inkluzivne poučevalne prakse učitelj odkriva in zmanjšuje ovire, ki dijakom iz teh skupin onemogočajo optimalno učenje, razvoj in izkazovanje znanja, ter uresničuje v individualiziranih programih in v drugih individualiziranih načrtih načrtovane prilagoditve vzgojno-izobraževalnega procesa za dijake iz specifičnih skupin.

SPLOŠNA PRIPOROČILA ZA VREDNOTENJE ZNANJA

Vrednotenje znanja razumemo kot ugotavljanje znanja dijakov skozi celoten učni proces, tako pri spremljanju in preverjanju (ugotavljanje predznanja in znanja dijaka na vseh stopnjah učenja), kot tudi pri ocenjevanju znanja.

V prvi fazi učitelj kontinuirano spremlja in podpira učenje, preverja znanje vsakega dijaka, mu nudi kakovostne povratne informacije in ob tem ustrezno prilagaja lastno poučevanje. Pred začetkom učnega procesa učitelj najprej aktivira in ugotavlja dijakovo predznanje in ugotovitve uporabi pri načrtovanju pouka. Med učnim procesom sproti preverja doseganje ciljev pouka in standardov znanja ter spremlja in ugotavlja napredek dijaka. V tej fazi učitelj znanja ne ocenjuje, pač pa na osnovi ugotovitev sproti prilagaja in izvaja dejavnosti v podporo in spodbudo učenju (npr. dodatne dejavnosti za utrjevanje znanja, prilagoditve načrtovanih dejavnosti in nalog glede na zmožnosti in potrebe posameznih dijakov ali skupine).

Učitelj pripomore k večji kakovosti pouka in učenja, tako da:

- » sistematično, kontinuirano in načrtno pridobiva informacije o tem, kako dijak dosega učne cilje in usvaja standarde znanja;
- » ugotavlja in spodbuja razvoj raznolikega znanja – ne le vsebinskega, temveč tudi procesnega (tj. spretnosti in veščin), spremlja in spodbuja pa tudi razvijanje odnosnega znanja;



- » spodbuja dijaka, da dosega cilje na različnih taksonomskih ravneh oz. izkazuje znanje na različnih ravneh zahtevnosti;
- » spodbuja uporabo znanja za reševanje problemov, sklepanje, analiziranje, vrednotenje, argumentiranje itn.;
- » je naravnani na ugotavljanje napredka in dosežkov, pri čemer razume, da so pomanjkljivosti in napake zlasti priložnosti za nadaljnje učenje;
- » ugotavlja in analizira dijakovo razumevanje ter odpravlja vzroke za nerazumevanje in napačne predstave;
- » dijaka spodbuja in ga vključuje v premisleke o namenih učenja in kriterijih uspešnosti, po katerih vrednoti lastno učno uspešnost (samovrednotenje) in uspešnost vrstnikov (vrstniško vrednotenje);
- » dijaku sproti podaja kakovostne povratne informacije, ki vključujejo usmeritve za nadaljnje učenje.

Ko so dejavnosti prve faze (spremljanje in preverjanje znanja) ustrezno izpeljane, sledi druga faza, ocenjevanje znanja. Pri tem učitelj dijaku omogoči, da lahko v čim večji meri izkaže usvojeno znanje. To doseže tako, da ocenjuje znanje na različne načine, ki jih je dijak spoznal v procesu učenja. Pri tem upošteva potrebe dijaka, ki za uspešno učenje in izkazovanje znanja potrebuje prilagoditve.

Učitelj lahko ocenjuje samo znanje, ki je v učnem načrtu določeno s standardi znanja. Predmet ocenjevanja znanja niso vsi učni cilji, saj vsak cilj nima z njim povezanega specifičnega standarda znanja. Učitelj ne ocenjuje stališč, vrednot, navad, socialnih in čustvenih veščin ipd., čeprav so te zajete v ciljnih učnega načrta in jih učitelj pri dijaku sistematično spodbuja, razvija in v okviru prve faze tudi spremlja.

Na podlagi standardov znanja in kriterijev uspešnosti učitelj, tudi v sodelovanju z drugimi učitelji, pripravi kriterije ocenjevanja in opisnike ter jih na ustrezen način predstavi dijaku. Če dijak v procesu učenja razume in uporablja kriterije uspešnosti, bo lažje razumel kriterije ocenjevanja. Ugotovitve o doseganju standardov znanja, ki temeljijo na kriterijih ocenjevanja in opisnikih, se izrazijo v obliki ocene.

Učitelj z raznolikimi načini ocenjevanja omogoči izkazovanje raznoliškega znanja (védenje, spretnosti, veščine) na različnih ravneh. Zato poleg pisnih preizkusov znanja in ustnih odgovorov ocenjuje izdelke (pisne, likovne, tehnične, praktične in druge za predmet specifične) in izvedbo dejavnosti (govorne, gibalne, umetniške, eksperimentalne, praktične, multimedijske, demonstracije, nastope in druge za predmet specifične), s katerimi dijak izkaže svoje znanje.

SPECIALNODIDAKTIČNA PRIPOROČILA PODROČJA/PREDMETA

Poučevanje biotehnologije zahteva celosten, interdisciplinaren in praktično usmerjen pristop, ki omogoča dijaku poglobljeno razumevanje snovi ter razvoj laboratorijskih in raziskovalnih spretnosti. V pouk smiselno vključujemo znanja drugih naravoslovnih in družboslovnih ved ter razvijamo elemente naravoslovne pismenosti (več informacij o opredelitvi naravoslovne pismenosti in gradnikih naravoslovne pismenosti je dostopnih na <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/tnp6vrc>).

Dijaki pridobivajo informacije iz različnih virov, analizirajo podatke, jih kritično presojujejo in povezujejo s predhodnim znanjem. Pri tem razvijajo višje miselne procese, kot so sinteza, evaluacija in aplikacija znanja v realnih situacijah. Poudarek je na problemskem, raziskovalnem in eksperimentalnem pristopu, pri čemer se teorija povezuje s prakso.

K celostnemu pristopu poučevanja biotehnologije naj didaktične metode vključujejo tudi:

- » **eksperimentalno delo** (praktične laboratorijske vaje, ki omogočajo razvoj eksperimentalnih veščin),
- » **projektno učenje** (samostojno ali skupinsko raziskovanje izbranih biotehnoloških problemov),
- » **interaktivne in digitalne metode** (uporaba IKT, izvedbeni modeli, simulacije, virtualni laboratoriji),
- » **terensko delo in strokovne ekskurzije** (spoznavanje realnih aplikacij biotehnologije v industriji in raziskovalnih ustanovah).

Pouk je fleksibilen in prilagojen aktualnim znanstvenim dognanjem, kar pomeni, da se lahko vsebine spreminjajo glede na nove biotehnološke dosežke, inovacije in relevantne družbene teme.

IZHODIŠČA ZA PREDMET

Predznanje, ki ga dijaki pridobijo v predhodnih predmetih (biologija, kemija, fizika, naravoslovje), je temelj za razumevanje biotehnoloških procesov. Pomembno je, da se dijaki naučijo interdisciplinarnega povezovanja znanja, izoblikujejo lasten uvid v probleme sodobne družbe, se naučijo izražati biotehnološke rešitve in razvijajo znanstveni način razmišljanja.

Ključni cilji predmeta vključujejo:

- » razvoj eksperimentalnih in raziskovalnih veščin,
- » povezovanje teorije s praktičnimi primeri iz industrije, medicine, ekologije in z drugih področij,
- » kritično vrednotenje znanstvenih informacij in etičnih vprašanj, povezanih z biotehnologijo,
- » uporabo strokovne terminologije in metodologije znanstvenega raziskovanja.

DIDAKTIČNA NAČELA

Za učinkovito učenje biotehnologije se upoštevajo naslednja načela:

- » **postopnost** (od osnovnih konceptov h kompleksnejšim vsebinam),
- » **nazornost** (uporaba vizualnih in eksperimentalnih pripomočkov),
- » **diferenciacija in individualizacija** (prilagoditev vsebin, pristopov dela, preverjanja in ocenjevanja glede na predznanje in sposobnosti dijakov),
- » **interdisciplinarnost** (povezovanje znanj različnih predmetnih področij),
- » **aktivno učenje** (vključevanje dijakov v raziskovalne in eksperimentalne naloge, poudarek na delu v dvojicah ali skupinah s poudarkom na medvrstniškem sodelovanju),
- » **samoevaluacija in samoregulacija učenja** s poudarkom na formativnem spremljanju znanja.

EKSPERIMENTALNI PRISTOP

Eksperimentalno delo je ključnega pomena za razumevanje biotehnologije. Dijaki pri laboratorijsko-eksperimentalnem delu:

- » oblikujejo hipoteze in eksperimentalne načrte,
- » uporabljajo različne laboratorijske tehnike in varno izvajajo poskuse,
- » razvijajo natančnost pri praktičnem delu, opazovanju in zapisovanju podatkov,
- » kritično vrednotijo rezultate in jih povezujejo z znanstveno literaturo,
- » oblikujejo glavne ugotovitve eksperimentalnega dela.

Eksperimentalne vaje lahko potekajo individualno, v dvojicah, skupinsko ali demonstracijsko s strani učitelja, lahko pa tudi v sodelovanju z raziskovalnimi institucijami, univerzami in podjetji, kar omogoča avtentično izkušnjo raziskovalnega dela.

UČNA DIFERENCIACIJA IN INDIVIDUALIZACIJA

Dijaki dosegajo različne stopnje znanja in spretnosti, zato je ključno prilagajanje učnih vsebin:

- » **možnost izbirnih vsebin** glede na interese in sposobnosti dijakov,
- » **delo v heterogenih skupinah**, v katerih si dijaki medsebojno pomagajo in krepijo timsko delo,
- » **podpora dijakom z več ali manj predznanja** (dodatne razlage, prilagojeni viri, napredne raziskovalne naloge z usvajanjem novih metod laboratorijskega dela),
- » **razvijanje naravoslovne pismenosti** in sposobnosti reševanja problemov v realnem življenju.

PREVERJANJE IN OCENJEVANJE ZNANJA

Znanje dijakov se preverja in ocenjuje na različne načine, ki spodbujajo razumevanje in ne le pomnjenje podatkov:

- » **pisni in ustni preizkusi** (poudarek na analizi, interpretaciji in uporabi znanja),
- » **eksperimentalna poročila in laboratorijski dnevnik**,
- » **projektno delo in raziskovalne naloge**,
- » **samoevalvacija in vrstniško ocenjevanje** (spodbujanje refleksije in odgovornosti za lastno učenje).

Cilj ocenjevanja je podpreti dijake pri njihovem učenju in razvoju ter jih spodbuditi k raziskovalnemu pristopu in samostojnemu kritičnemu razmišljanju.

MEDPREDMETNO POVEZOVANJE IN INTERDISCIPLINARNOST

Biotehnologija je izrazito interdisciplinaren predmet, ki se povezuje z:

- » **naravoslovnimi predmeti** (biologija, kemija, fizika),
- » **matematiko** (statistika, analiza podatkov),
- » **družboslovjem** (etika, vpliv biotehnologije na družbo, zakonodaja),
- » **informatiko** (bioinformatika, uporaba programskih orodij za analizo podatkov).

Takšen pristop omogoča dijakom celostno razumevanje znanstvenih konceptov in njihovo praktično uporabo ter oblikovanje lastnih stališč do uporabe sodobnih biotehnoloških metod in njenih proizvodov.

Razvijanje področij skupnih ciljev

V podporo pridobivanja kvalitetne splošne izobrazbe so med predmetnimi cilji in standardi ter v didaktičnih priporočilih umeščeni **skupni cilji** s petih različnih področij, ki jih lahko med seboj tudi povezujemo:

- » jezik, državljanstvo, kultura in umetnost,
- » trajnostni razvoj,
- » zdravje in dobrobit,
- » digitalna kompetentnost in
- » podjetnost.

V učnem načrtu so skupni cilji označeni s kratico SC in številko ob posameznih učnih ciljih. Realizacijo teh skupnih ciljev naj učitelj vključi v pouk biotehnologije v povezavi z doseganjem učnih ciljev.

Razvijanje bralne pismenosti, jezikovnih kompetenc in uporaba strokovne terminologije

Bralno pismenost in jezikovne kompetence razvijamo z vključevanjem različnih bralnih strategij s poudarkom na pomenu razumevanja in uporabi strokovne terminologije. Pomembno je, da dijake spodbujamo k natančni rabi strokovnih pojmov pri pisanju besedil in ustnem izražanju.

Razvijanje kompetenc za trajnostnost

Pri razvijanju kompetenc trajnostnega razvoja (VITR) učitelj spodbuja učence h kritični presoji in iskanju trajnostnih rešitev na lokalni in globalni ravni.

Učitelj lahko realizira skupne cilje trajnostnega razvoja v povezavi z različnimi učnimi cilji in standardi ter v povezavi z drugimi skupnimi cilji. Pri umeščanju VITR izhajamo iz zavedanja, da področje vključuje povezovanje okoljskega, družbenega, etičnega in gospodarskega vidika.

Učitelj v poučevanje smiselno in postopoma vključuje posamezne cilje trajnostnega razvoja, ki so podlaga skupnih ciljev o trajnostnem razvoju (GreenComp, 2022; <https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf>).

Razvijanje kompetenc za zdravje in dobrobit

Pri pouku biotehnologije v okviru učnih ciljev poudarjamo družbeno-etični pomen in doprinos biotehnologije na področjih zdravja, telesne, socialne in duševne dobrobiti posameznika in celotne družbe.

Pri praktičnem delu je pomembno upoštevanje načel varnosti in spoznavanje zaščitnih ukrepov za ohranjanje zdravja.

Razvijanje digitalnih kompetenc

Digitalna pismenost vključuje razumevanje medijev, spretnosti iskanja informacij, kritične presoje najdenih informacij ter komunikacije z drugimi z uporabo različnih digitalnih orodij in aplikacij. Podlaga skupnih ciljev razvoja digitalne kompetentnosti je Okvir digitalnih kompetenc za državljane (DigComp 2.2, 2022; <https://aplikacijaun.zrssi.si/api/link/n0n2c3c>).

Razvijanje kompetenc podjetnosti

Učitelj lahko razvija kompetenco podjetnosti pri učencih v okviru praktičnih vaj, projektnega dela ali z različnimi didaktičnimi pristopi znotraj posameznih tem, saj se podjetnost povezuje z vsemi področji biotehnologije. Pomembno je vključevanje raziskovalne dejavnosti, ki temelji na reševanju avtentičnih problemov, timskem delu in ustvarjalnem ter kritičnem mišljenju.

Skupni cilji kompetenci podjetnosti so povzeti po modelu EntreComp (EntreComp: Okvir podjetnostne kompetence, 2019; <https://www.zrssi.si/pdf/entrecomp.pdf>).

UČNA OKOLJA IN VIRI

Za kakovostno poučevanje biotehnologije so potrebna sodobna učna okolja, ki vključujejo:

- » **dobro opremljene laboratorije** (osnovna biotehnološka oprema, mikroskopi, PCR, spektrofotometri, oprema za mikrobiološko delo itd.),
- » **uporabo IKT** (virtualni laboratoriji, simulacije, interaktivna gradiva),
- » **dostop do strokovnih virov** (znanstveni članki, podatkovne baze, dokumentarni filmi),
- » **povezave z raziskovalnimi ustanovami in industrijo** (praktične izkušnje, gostujoča predavanja, obiski laboratorijev).

PROJEKTNO DELO

V 4. letniku dijaki izvedejo, napišejo in javno predstavijo projektno nalogo, ki vključuje vse faze raziskovalnega dela:

- » opredelitev problema,
- » oblikovanje hipotez,
- » eksperimentalno delo,
- » analizo podatkov,

» predstavitev ugotovitev r razpravo in ugotovitvami projektnega dela.

Projektno delo spodbuja samostojnost, ustvarjalnost in razvoj raziskovalnih kompetenc ter omogoča avtentično izkušnjo znanstvenega dela.

S posodobljenim pristopom k poučevanju biotehnologije dijakom omogočamo razvoj ključnih kompetenc za nadaljnje izobraževanje in delo v znanosti in industriji. Poudarek je na povezovanju teorije s prakso, razvoju kritičnega mišljenja ter razumevanju sodobnih izzivov biotehnologije.



TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA



UVOD V BIOTEHNOLOGIJO

OBVEZNO

OPIS TEME

Biotehnologija je interdisciplinarna in aplikativna veda, ki združuje znanje različnih področij in disciplin. Njen osnovni namen je izkoriščanje biokultur za proizvodnjo različnih biotehnoloških proizvodov, ki nastajajo v biotehnološkem procesu.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

Primeri didaktičnih strategij, metod in oblik dela za razvijanje razumevanja in povezovanja konceptov, dela z viri in strokovnimi članki, uporabe miselnih vzorcev ter horizontalnih povezav z naravoslovnimi in družboslovnimi predmeti so:

» Uporaba posnetkov in shem, dostopnih pod naslovi:

» What is Biotechnology (<https://www.youtube.com/watch?v=SqQqYy6UA0o>)

» Louis Pasteur (<https://www.youtube.com/watch?v=OXdbQ1JkX7c>)

» Alexander Fleming and the Accidental Mould Juice (<https://www.youtube.com/watch?v=0ZWjzcsTd5M>)

» **Delo z viri in iskanje strokovnih člankov:** Dijaki se naučijo kritično vrednotiti in interpretirati znanstvene vire. V skupinah analizirajo strokovne članke, povzamejo ključne ugotovitve ter jih predstavijo sošolcem. Za iskanje virov lahko uporabijo Google Scholar, PubMed, COBISS itd.

» **Razumevanje interdisciplinarnosti biotehnologije:** Dijaki izdelajo miselni vzorec, ki povezuje biotehnologijo z drugimi znanstvenimi disciplinami (kemija, biologija, medicina, etika, pravo, ekonomija itd.). Pri tem lahko uporabijo učni list z vnaprej določenimi osnovnimi koncepti ali sami zasnujejo svojo shemo.

» **Izdelava časovnega traku:** Dijaki v parih pripravijo časovni trak razvoja biotehnologije, pri čimer morajo poiskati in umestiti pomembne znanstvene preboje (npr. odkritje DNA, razvoj genskega inženiringa, prvi uspešni klinični poskusi itd.). Lahko uporabijo digitalna orodja (npr. Canva, TimelineJS, H5P...) ali ročno izdelajo plakat.

Vrednotenje znanja

Učitelj spremlja, kako dijaki napredujejo v doseganju ciljev in standardov, ter jim podaja sprotne povratne informacije. Dijake spodbuja k **medvrstniškemu učenju**, kjer si medsebojno pomagajo pri interpretaciji strokovnih člankov, pripravi miselnih vzorcev in predstavitvah.



Dodatna pojasnila

Dijakom se pojasni pomen **kritičnega vrednotenja virov**, kako prepoznati verodostojne informacije ter se izogibati napačnim ali zmanipuliranim podatkom.

Uporaba strokovnih terminov

Dijaki se pri analiziranju virov in pripravi miselnih vzorcev spoznajo z osnovno **terminologijo**, kot so **genski inženiring, biotehnologija, mikroorganizmi, kloniranje, genska terapija**, in jih pravilno uporabljajo v svojih predstavitvah.

Vertikalne in horizontalne povezave

» Horizontalna povezava:

- » naravoslovni predmeti: biologija (mikroorganizmi, DNA, celice), kemija (biokemijski procesi), fizika (mikroskopija, analitske metode),
- » družboslovni predmeti: zgodovina (razvoj biotehnologije), filozofija in etika (genski inženiring, bioetika), pravo (regulativa biotehnologije), ekonomija (biotehnološke inovacije in industrija).

» Vertikalna povezava:

- » nadgradnja znanja, pridobljenega v osnovni šoli (celica, genetika), v srednješolskem programu,
- » obiski raziskovalnih institucij in univerzitetnih laboratorijev, kjer dijaki spoznajo praktično delo z biotehnološkimi procesi.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

Učitelj diferencira in individualizira pouk glede na **predznanje dijakov, njihov interes in izbiro dokazov o učenju**. Dijaki lahko izberejo različne oblike predstavitve znanja (pisni povzetki, plakati, digitalne predstavitve, diskusije, videi itd.).

INTERDISCIPLINARNOST BIOTEHNOLOGIJE

CILJI

Dijak:

○: spozna, da je biotehnologija interdisciplinarna in aplikativna veda, ki obravnava področja naravoslovja, tehnike in družboslovja;

SC (2.3.1.1)

○: proučuje področja uporabe biotehnologije (živilska biotehnologija, farmacevtska biotehnologija, biotehnologija v medicini, biotehnologija v veterini, ekologiji, kmetijstvu, kemijski industriji, energetiki);

SC (1.1.2.1)



🔵: utemelji pomen biotehnologije v vsakdanjem življenju.

SC (2.3.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži, zakaj je biotehnologija interdisciplinarna in aplikativna veda;
- » opredeli področja uporabe biotehnologije (živilska biotehnologija, farmacevtska biotehnologija, biotehnologija v medicini, biotehnologija v veterini, ekologiji, kmetijstvu, kemijski industriji, energetiki);
- » opredeli pomen posameznega področja biotehnologije.

TERMINI

◦ živilska biotehnologija ◦ farmacevtska biotehnologija ◦ biotehnologija v medicini ◦ biotehnologija v veterini, ekologiji, kmetijstvu, kemijski industriji, energetiki

ZGODOVINA IN RAZVOJ BIOTEHNOLOGIJE

CILJI

Dijak:

- : spoznava zgodovinski pomen biotehnologije;
- : prepoznavna razliko med tradicionalno in sodobno biotehnologijo na podlagi tipičnih biotehnoloških proizvodov;
- : spoznava zaporedje za biotehnologijo pomembnih odkritij in jih pravilno uvrsti v tradicionalno oz. sodobno biotehnologijo;
- I: *spoznava barvno delitev biotehnologije.*
- SC (4.1.2.1 | 1.2.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opredeli zgodovinska obdobja biotehnologije in temeljna odkritja posameznega obdobja (obdobje pr. n. št., obdobje pred L. Pasteurjem, obdobje L. Pasteurja, obdobje antibiotikov, obdobje po antibiotikih, sodobna biotehnologija);
- » s primeri utemelji delitev na tradicionalno in sodobno biotehnologijo;
- » razloži pomen posameznih odkritij za nadaljnji razvoj biotehnologije.

TERMINI

- kruh ◦ fermentirana hrana in pijača ◦ mikroskop ◦ pasterizacija ◦ penicilin in streptomycin ◦ cepiva
- tehnologija rekombinantne DNA ◦ matične celice ◦ kloniranje ◦ tradicionalna biotehnologija ◦ sodobna biotehnologija ◦ monoklonska protitelesa

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Biotehnološka odkritja po zgodovinskih obdobjih (obdobje pr. n. št. – kruh, fermentirana hrana in pijača), obdobje pred L. Pasteurjem (odkritje in uporaba mikroskopa), obdobje L. Pasteurja (pasterizacija, industrijska proizvodnja organskih kislin, odkritje delovanja encimov, abiogeneza, cepljenje proti steklini in antraksu), obdobje antibiotikov (penicilin, streptomycin, cepiva, rastlinske in živalske tkivne kulture), obdobje po antibiotikih (pridobivanje aminokislin, vitaminov, rastnih hormonov, prvi bioinsekticid, bioetanol), sodobna biotehnologija (tehnologija rekombinantne DNA, monoklonska protitelesa, matične celice, kloniranje, proizvodnja humanega insulina).

BIOTEHNOLOŠKI PROCES

CILJI

Dijak:

- : se seznani z vlogo različnih strokovnih profilov v biotehnološkem procesu;
- : spozna posamezne elemente biotehnološkega procesa (bioreaktor, biokultura, gojišče, biotehnološki proizvod, odpadki) in preučuje njihovo povezanost;
SC (2.3.3.1)
- : spozna bistvene značilnosti posameznih faz biotehnološkega procesa (pripravljalni postopki, bioproces, zaključni postopki);
- : prepozna pomen varnega dela v laboratoriju;
SC (4.3.4.1 | 4.4.4.1 | 3.2.4.2 | 3.2.4.1)
- : se seznani z aseptičnim delom v biotehnološkem laboratoriju.
SC (5.1.5.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opredeli vlogo posameznih strokovnih profilov v biotehnološkem procesu;
- » **razloži pojme: biokultura, bioreaktor, surovine, proizvodi, odpadki, sekundarne surovine, pripravljalni postopki, bioproces, merjenje in spremljanje bioprocasa ter zaključni postopki;**
- » **izdela in razloži osnovno shemo biotehnološkega procesa/postopka** na podlagi podatkov dijakom neznanega procesa/postopka;
- » **razloži pomen in izbiro surovin v biotehnološkem procesu;**
- » **navede vrste biotehnoloških proizvodov (biokultura, spremenjeno gojišče, spremenjeno gojišče z biokulturo, snov v spremenjenem gojišču, snov v celicah biokulture)** in zna za vsako vrsto določiti primere biotehnoloških proizvodov;
- » na podlagi osnovnih parametrov zna določiti primeren bioreaktor za pridobivanje opisanega biotehnološkega proizvoda;
- » **utemelji pomen ravnanja z odpadki v biotehnološkem procesu;**
- » pojasni pomen pripravljalnih postopkov, bioprocasa, spremljanja bioprocasa ter zaključnih postopkov;
- » **pojasni osnove varnega dela in zaščitne ukrepe v biotehnološkem laboratoriju;**
- » **razloži pojma septičnost in aseptičnost;**

- » utemelji osnovne zakonitosti aseptičnega dela;
- » primerja sterilizacijo, tindalizacijo, pasterizacijo in dezinfekcijo/razkuževanje.

TERMINI

- biokultura ◦ bioreaktor ◦ surovine ◦ odpadki ◦ sekundarne surovine ◦ bioproces ◦ glive ◦ rastline in rastlinske tkivne kulture ◦ živali in živalske tkivne kulture ◦ virusi ◦ aseptičnost ◦ septičnost ◦ pasterizacija
- sterilizacija ◦ varno delo ◦ spremljanje bioprocasa ◦ zaključni postopki ◦ pripravljalni postopki ◦ bakterije
- alge ◦ dezinfekcija/razkuževanje ◦ proizvodi

BIOLOGIJA CELICE

OBVEZNO

OPIS TEME

Biologija celice se osredotoča na razumevanje strukture in funkcije anorganskih in organskih molekul, kot so voda, ogljikovi hidrati, proteini, lipidi in nukleinske kisline ter njihovih medsebojnih interakcij. Dijak raziskuje, kako se nukleinske kisline organizirajo in sodelujejo pri ključnih celičnih procesih. Molekularna biologija celice je temeljna za razumevanje osnovnih bioloških procesov in za številne aplikacije v medicini, biotehnologiji, farmaciji in drugih področjih bioloških znanosti.

Tema se povezuje s temo **delovanje organizmov temelji na delovanju celice iz učnega načrta za biologijo v gimnaziji**.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode:

» Uporaba maket in shem celice

Dijaki lahko uporabijo 3D makete celic, ki so lahko fizične ali digitalne, da si lažje predstavljajo notranje strukture celice. Makete omogočajo vizualizacijo organelov in njihovih funkcij znotraj celice. Učitelj lahko vodi dejavnost, pri kateri dijaki poizkusijo sestaviti model celice, pri čemer označijo pomembne organele (jedro, mitohondriji, endoplazemski retikulum, ribosomi itd.) ter razložijo njihove funkcije. Uporaba takih maket pomaga pri utrjevanju znanja o strukturi celice in povezovanju teorije s praktičnimi izkušnjami.

» Ogled video posnetkov (YouTube)

Dijaki si ogledajo različne video posnetke, ki prikazujejo delovanje celice na molekularni ravni kot tudi specifične procese v celici (npr. sinteza beljakovin, transport molekul, celična delitev, apoptoza). To bo pomagalo dijaku razumeti dinamične procese, ki potekajo v celici, in kako različni organeli sodelujejo med seboj. Video posnetki, posneti z visoko ločljivostjo, omogočajo boljše predstavo, kako celice delujejo v realnem času.

» Ogled celičnih organelov in struktur posnetih z elektronskim mikroskopom

Dijaki si ogledajo posnetke celičnih struktur, posnete z elektronskim mikroskopom, ki omogočajo visoko ločljivost in podrobnosti, ki jih ni mogoče videti z navadnim svetlobnim mikroskopom. Učitelj lahko pripravi gradivo s posnetki različnih vrst celic (npr. živalne celice, rastlinske celice, bakterijske celice) in na podlagi teh posnetkov razlaga delovanje posameznih organelov ter njihove funkcije. Dijaki bodo pridobili konkretno razumevanje, kako so celične strukture dejansko oblikovane in kako potekajo procesi znotraj celice.

Vrednotenje znanja:

» Praktične naloge z maketami

Dijaki bodo ocenjeni glede na njihovo sposobnost sestavljanja celice z uporabo maket in natančnost pri

označevanju organelov ter razlaganju njihovih funkcij. To bo tudi priložnost za preverjanje njihovega razumevanja osnovnih bioloških procesov v celici, kot so celično dihanje, sinteza beljakovin, celična delitev in transport snovi.

» Kviz o celičnih organelih

Učitelj lahko pripravi kviz, v katerem dijaki odgovarjajo na vprašanja o funkcijah posameznih organelov, njihovih značilnostih in vlogi v različnih celičnih procesih. To omogoča takojšnje preverjanje znanja in omogoča prilagoditev pouka glede na stopnjo razumevanja dijakov.

» Povratne informacije in diskusija

Po ogledu video vsebin in celičnih posnetkov bodo dijaki razpravljali, kaj so videli in kako so organeli povezani z različnimi celičnimi funkcijami. Učitelj bo sproti dajal povratne informacije, da bi dijaki še dodatno utrdili svoje razumevanje.

Dodatna pojasnila

» Pojasnila o strukturi in funkciji celice

Učitelj dijakom pojasni, kako so različni organeli celice povezani z različnimi funkcijami, kot so metabolizem, rast, razmnoževanje in komunikacija z okoljem, npr. mitohondriji so odgovorni za celično dihanje, medtem ko ribosomi sintetizirajo beljakovine, ki so nujne za delovanje celice. Učitelj se osredotoči na vlogo teh struktur v celičnih procesih in poveže teorijo z dejanskimi biološkimi mehanizmi.

Uporaba strokovnih terminov

Pri obravnavi molekularne biologije celice je pomembno, da dijaki uporabljajo strokovne termine, kot so **jedro**, **ribosomi**, **mitohondriji**, **endoplazemski retikulum**, **Golgijev aparat**, **lizosomi**, **peroksisomi**, **celična membrana**, **mitotska delitev**, **sinteza beljakovin**. To omogoča, da se dijaki naučijo specifične terminologije, ki se uporablja v molekularni biologiji.

Vertikalne in horizontalne povezave:

» Vertikalna povezava z OŠ (biologija)

Dijaki bodo nadgradili znanje, pridobljeno v osnovni šoli, kjer so se že srečali z osnovami strukture celice, njenimi organeli in funkcijami. V srednji šoli pa bodo spoznali podrobnejše mehanizme, ki potekajo v celici, ter kako celica komunicira z drugimi celicami in okoljem.

» Horizontalna povezava z drugimi predmeti:

Povezovanje molekularne biologije celice z drugimi predmeti, kot so **kemija (kemijske reakcije v celici)**, **fizika (transport molekul, energija celice)**, **matematika (analiza podatkov o celici)**, omogoča dijakom širše razumevanje, kako se biologija povezuje z drugimi znanstvenimi disciplinami.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Različne naloge za različne stopnje predznanja

Učitelj prilagodi naloge, da omogoči vsem dijakom, da dosežejo svoje učne cilje. Dijaki z več predznanja lahko raziskujejo bolj kompleksne mehanizme, kot je gensko izražanje ali celična signalizacija, medtem ko začetni dijaki obravnavajo osnovne strukture in funkcije celice.

» Individualizirano spremljanje napredka

Učitelj spremlja napredek vsakega dijaka in mu po potrebi nudi dodatna pojasnila ali naloge, ki so bolj primerne njegovemu znanju. Dijaki, ki imajo težave z razumevanjem, lahko prejmejo dodatne vaje ali individualne konzultacije.

MOLEKULARNA BIOLOGIJA

CILJI

Dijak:

- proučuje vlogo celičnih organelov in struktur ter njihovo medsebojno odvisnost;
- ponovi in poglobi poznavanje kemijske zgradbe celice;
- spozna procese v celici;
- povezuje razumevanje mutacij z njihovim nastankom;
- spozna izražanje genov pri prokariontih.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše zgradbo in lastnosti vode, ogljikovih hidratov, proteinov, lipidov in nukleinskih kislin;
- » opredeli zgradbo in funkcijo celičnih organelov in struktur;
- » opiše zgradbo in primerja načine prehajanja snovi skozi celično membrano,
- » loči pojma endocitoza in eksocitoza ter navede konkretne primere za oba procesa;
- » opiše osnovni model delovanja membranskih receptorjev;
- » utemelji avtonomnost mitohondrijev in kloroplastov in razume njihov pomen za energetske bilanco celice;
- » utemelji vlogo posameznih nukleinskih kislin (DNA, mRNA, tRNA, rRNA);
- » shematično razloži in ponazori podvojevanje DNA;
- » razloži degeneriranost genskega koda in njegov pomen;
- » razloži pojma kodon in antikodon in razume povezavo med njima;
- » razloži sintezo beljakovin in povezavo med prepisovanjem in prevajanjem;
- » navede razlike med prepisovanjem in prevajanjem pri prokariontih in evkariontih;

- » utemelji vlogo encimov pri podvojevanju DNA in sintezi beljakovin;
- » utemelji pomen posttranslacijskih modifikacij za nastanek aktivne beljakovine;
- » **utemelji pomen mutacij in našteje mutagene dejavnike;**
- » **razloži in razlikuje med genomskimi, kromosomskimi in genskimi mutacijami;**
- » razloži pomen regulacije izražanja genov pri prokariontih in evkariontih;
- » **razloži pomen promotorja, operatorja, strukturnih genov in regulacijskih genov;**
- » na primeru laktoznega (lac) operona in triptofanskega (trp) operona opiše regulacijo izražanja genov pri bakterijah.

TERMINI

- delecija ◦ substitucija ◦ duplikacija ◦ inverzija ◦ translokacija ◦ insercija ◦ aneuploidija ◦ poliploidija
- mutageni dejavniki ◦ topoizomeraza ◦ helikaza ◦ ligaza ◦ primaza ◦ RNA polimeraza ◦ transport skozi membrano ◦ aktivni transport ◦ pasivni transport ◦ nukleotid ◦ dehidracijska sinteza ◦ hidroliza ◦ vodikova vez ◦ gen ◦ alel ◦ genski lokus ◦ kromosom ◦ kromatida ◦ kromatin ◦ genom ◦ histoni ◦ DNA polimeraza
- avtosomno in spolno vezano dedovanje





BIOKULTURE

OBVEZNO

OPIS TEME

Biokulture so ključni elementi biotehnološkega procesa. Biokulture: virusi, bakterije, alge, glive, rastlinske in živalske celične kulture imajo velik potencial za uporabo v številnih biotehnoloških aplikacijah, zato je pomembno poznavanje njihove tipične zgradbe, morfoloških lastnosti, načina razmnoževanja, metabolizma, kakor tudi uporabe in ravnanja z njimi.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

Primeri didaktičnih strategij, metod in oblik dela za razvijanje razumevanja in povezovanja konceptov o zgradbi in delovanju biokultur so:

- Uporaba posnetkov in shem:

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/h2vm9oe> (Bacteriophage),

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/x8pjxdb> (Are GMO good or bad?).

- Izdelava maket in modelov: dijaki iz različnih materialov izdelajo 3D modele različnih biokultur (npr. viruse, prokariotsko celico, eukariotsko celico, celične organele). Pri tem učitelj dijake spodbuja in podpira njihove talente (kot so ročne spretnosti) ter krepi njihov potencial (1.3.3; 1.3.4). Dijake lahko razdeli v skupine, da pri skupinskem delu izdelajo maketo in jo predstavijo ostalim sošolcem, s čimer učence aktivno vključi v načrtovanje učenja in učnega procesa.

- Pisanje pravljič za otroke na temo biokultur, pri čemer uporabljajo novousvojene strokovne termine. Dijaki v parih pripravijo kriterij za vrednotenje dela in ga predstavijo. Napisano gradivo tudi preberejo v razredu **SC** (1.1.2.1); **SC** (1.1.2.2).

- Predstavitev zbirk mikroorganizmov: dijaki dobijo delovni list in samostojno pregledajo globalno zbirko ATCC ter poiščejo informacije o točno določeni biokulturi. Primerjajo globalno zbirko z mikrobiološkima zbirkama Ex in ZIM.

- Pri temi živalske tkivne kulture priporočamo dodatno literaturo Nesmrtno življenje Henriette Lacks (Rebecca Skloot) **SC** (1.1.4.1). Dijaki jo lahko preberejo za domačo nalogo, kasneje z njimi izvedemo debato oz. okroglo mizo na prebrano temo, saj knjiga odpira številna etična vprašanja. Dijake razdelimo v skupine, določimo voditelja, ki skrbi za spoštljivo komunikacijo in omogoči, da vsak predstavi in zagovarja ustvarjeno mnenje o prebranem delu **SC** (1.2.5.1) **SC** (1.2.2.2) .

Vrednotenje znanja

Učitelj spremlja, kako dijaki napredujejo v doseganju ciljev in standardov, in jim daje sprotne informacije.



Za sprotno preverjanje znanja so uporabne različne spletne platforme, kot je npr. Google Obrazci, pri čemer pripravimo kviz in dijaki že takoj po oddanem obrazcu prejemejo povratno informacijo s pravilnimi oz. napačnimi odgovori in rešitvami. Obrazce lahko rešujejo večkrat in jih doma uporabijo kot delovne liste, s katerimi sledijo svojemu napredku.

Vertikalne in horizontalne povezave

- Zgradbo in delovanje celic dijaki spoznajo že v OŠ od 6. razreda naprej. Znanje nadgradijo tudi v 1. in 2. letniku gimnazijskega programa. Horizontalno povezavo naredimo s predmeti laboratorijske vaje (mikroskopiranje, precepljanje in shranjevanje biokultur, delo z rastlinskimi tkivnimi kulturami), mikrobiologija in kemija. Dijakom razložimo teoretične osnove, da pri praktičnem delu v laboratoriju konkretno spoznajo posamezne tehnike in tipe biokultur.

- Na temo aktualnih virusnih bolezni lahko naredimo medpredmetno povezavo z različnimi predmeti (npr. slovenščina, angleščina, matematika). Dijaki poiščejo literaturo o aktualni temi, preberejo strokovne članke v tujem jeziku, napišejo spis, računajo pojavnost in hitrost širjenja virusa med populacijo.

- Vertikalna povezava z biotehniško fakulteto, kjer si ogledajo mikrobiološki zbirki Ex in ZIM.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

Učitelj diferencira in individualizira glede na predznanje dijakov, njihov interes, izbirnost dokazov o učenju.

SPLOŠNE ZNAČILNOSTI BIOKULTUR

CILJI

Dijak:

○: spoznava bistvene značilnosti posameznih biotehnološko pomembnih biokultur;

SC (1.1.1.1)

○: proučuje vrste metabolizma značilnega pri posameznih biokulturah glede na pogoje rasti;

○: proučuje področja priprave in uporabe transgenih organizmov;

SC (1.2.2.1 | 1.2.2.2 | 5.1.5.1)

○: spoznava rekombinantne biokulture.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» razlikuje biokulture, pomembne za biotehnologijo (virusi, bakterije, alge, glive, rastlinske in živalske celične in tkivne kulture);



- » razloži pomen metabolizma biokultur za potek bioprocesa;
- » razlikuje pomen primarnih in sekundarnih metabolitov v živih celicah;
- » ustrezno uporablja pojme vrsta, populacija, sev, kultivar, sorta, pasma, izolat, celična linija;
- » opiše način priprave transgenih organizmov;
- » prouči razliko med nerekombinantnimi in rekombinantnimi biokulturami.

TERMINI

◦ vrsta ◦ populacija ◦ sev ◦ kultivar ◦ sorta ◦ pasma ◦ izolat ◦ celična linija



VIRUSI

CILJI

Dijak:

- : spoznava vrste, zgradbo in specializiranost virusov;
- : proučuje načine razmnoževanja pri virusih;
- : opredeljuje pomen virusov v biotehnologiji in okolju.
- SC (2.2.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » primerja viruse in druge biokulture;
- » pozna zgradbo in življenjski cikel virusov;
- » na skici prepozna viruse in prepozna ter poimenuje njihove sestavne dele;
- » z uporabo različnih informacijskih virov prouči različne načine razmnoževanja virusov;
- » razume pomen lizogenega in litičnega načina razmnoževanja virusov za virus in gostiteljsko celico;
- » poimenuje skupine virusov glede na gostitelja (**bakteriofagi, fitofagi, zoofagi**) in opredeli značilnost posamezne skupine glede na zgradbo;
- » utemelji pomen virusov kot kontaminantov delovne kulture;
- » prouči ekološki in biotehnološki pomen virusov (bolezni rastlin, živali in ljudi, uravnavanje populacij, cepiva, reagenti za testiranje, interferoni, vektorji).

TERMINI

- zoofag ○ fitofag ○ cepiva ○ bakteriofag lambda ○ delovna kultura ○ reverzna transkriptaza ○ virus DNA
- virus RNA ○ virusa HIV, SARS-CoV-2

BAKTERIJE

CILJI

Dijak:

- : spoznava bistvene morfološke značilnosti različnih vrst bakterij in arhej;
- SC (1.1.2.1 | 1.1.2.2)
- : proučuje načine gojenja in različne vrste metabolizma bakterij in arhej;
- : se seznani z načini razmnoževanja in prenosa dednega materiala pri prokariontih;
- : spoznava metode identifikacije prokariontov;
- : opredeljuje biotehnološki pomen prokariontov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše **zgradbo prokariontske celice** in na skici prepozna in označi posamezne strukture prokariontske celice;
- » opiše postopek barvanja po Gramu in **loči grampozitivne in gramnegativne bakterije**;
- » razloži osnovne razlike med arhebakterijami in evbakterijami;
- » **prepozna osnovne oblike prokariontskih celic**;
- » **razloži, da so prokarionti raznolika skupina, ki se med seboj razlikuje v načinu metabolizma (heterotrofi – saprofiti, zajedavci, simbionti; avtotrofi – kemoavtotrofi, fotoavtotrofi)**;
- » **opredeli prokarionte glede na potrebo po kisiku (striktne aerobi, fakultativni anaerobi, mikroaerofili, striktne anaerobi in aerotolerantni anaerobi)**;
- » loči med gojenjem prokariontov na trdnem in v tekočem gojišču in opredeli pojma kolonija, motnost gojišča;
- » razlikuje med čisto in mešano kulturo;
- » opiše metode izolacije čiste kulture in identifikacije bakterij;
- » **razloži cepitev kot način nespolnega razmnoževanja pri prokariontih**;
- » **opiše zgradbo DNA prokariontov in jo primerja z zgradbo DNA evkariontov**;
- » **razloži načine izmenjave dednine med prokarionti (konjugacija, transformacija in transdukcija)** in opredeli njihov pomen za pridobivanje odpornosti proti antibiotikom;
- » primerja naravne in inducirane načine prenosa dednine;

- » razloži pomen in proces sporulacije in **opredeli pomen bakterijskih endospor za preživetje**;
- » **našteje najpomembnejše bakterijske biokulture in opredeli njihovo uporabo v biotehnologiji** (*E. coli*, očetnokislinske bakterije, mlečnokislinske bakterije, *Thermus aquaticus*, *Bacillus thuringiensis*, *Agrobacterium tumefaciens*);
- » utemelji ekološki in biotehnološki pomen prokariontov (razgradnja snovi v naravi, povzročanje bolezni, fiksacija dušika);
- » pojasni pomen rekombinantnih bakterij.

TERMINI

◦ cepitev ◦ brstenje ◦ fragmentacija ◦ heterotrofi ◦ avtotrofi ◦ antibiotiki ◦ striktni aerobi ◦ fakultativni anaerobi ◦ mikroaerofili ◦ striktni anaerobi ◦ aerotolerantni anaerobi ◦ kok ◦ diplokok ◦ stafilokok ◦ bacil ◦ streptokok ◦ sarcina ◦ spirila ◦ spiroheta ◦ transformacij ◦ transdukcija ◦ konjugacija ◦ kolonija ◦ endospora ◦ *E. coli* ◦ očetnokislinske bakterije ◦ *Thermus aquaticus* ◦ *Bacillus thuringiensis* ◦ *Agrobacterium tumefaciens* ◦ prokarionti ◦ tetrada ◦ denitrifikacijske bakterije ◦ vibrij ◦ odpornost proti antibiotikom ◦ nitrifikacijske bakterije ◦ cianobakterije ◦ grampozitivne bakterije ◦ gramnegativne bakterije

GLIVE

CILJI

Dijak:

- : primerja značilnosti gliv, rastlin in živali;
- : spozna glavne značilnosti kvasovk;
- : proučuje različne vrste metabolizma pri kvasovkah in dejavnike, ki vplivajo na potek metabolizma;
- : spozna bistvene značilnosti mikoriz;
- : prepoznava pomen mikorize za kmetijstvo in gozdarstvo;
- SC (2.1.3.1)
- : se seznani s pomembnimi biotehnološko uporabnimi in rekombinantnimi glivami;
- SC (2.1.3.1)
- : se seznani z ekološkim in biotehnološkim pomenom kvasovk.
- SC (3.1.4.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **opredeli glavne razlike med glivami in drugimi organizmi** in utemelji uvrstitev v domeno evkariontov in samostojno kraljestvo;
- » **spozna osnovne značilnosti glivne celice**;
- » razloži ekološki pomen razkroja organske snovi s pomočjo zunajceličnih encimov;
- » primerja različne organizacijske tipe gliv;
- » opredeli kvasovke kot netaksonomsko skupino gliv;
- » **opiše celico kvasovke in jo primerja z bakterijsko celico**; opiše oblike celic kvasovk, oblike kolonij na trdnem gojišču in pojavne oblike v tekočem gojišču;
- » **razloži brstenje kot glavni način razmnoževanja kvasovk** in ga primerja s cepitvijo;
- » primerja načine brstenja in jih prepozna na sliki poimenuje;
- » **razloži tipe vegetativnega razmnoževanja z brstenjem in micelijsko rastjo**;
- » **razlikuje in opredeli metabolizem kvasovk v aerobnih in anaerobnih razmerah**;
- » **ponazori potek fermentacije in celičnega dihanja** z urejeno kemijsko enačbo;

- » predstavi ekološki in tehnološki pomen kvasovk;
- » primerja micelijsko in peletno rast nitastih gliv, razloži načine spolnega in nespolnega načina razmnoževanja zaprtotrosnic in prostotrosnic;
- » utemelji ekološki in biotehnološki pomen zunajceličnega metabolizma plesni;
- » razloži pomen mikorize;
- » na sliki prepozna in opiše morfološke oblike mikorize (endo in ektomikorizo);
- » utemelji pomen mikorize za kmetijstvo in gozdarstvo;
- » našteje glavne za biotehnologijo pomembne glive ali skupine gliv;
- » opredeli pomen rekombinantnih gliv.

TERMINI

- enocelične kvasovke ◦ mnogocelične plesni ◦ sneti ◦ rje in višje glive ◦ peletna rast ◦ mikoriza ◦ brstenje (unipolarno, multilateralno, bipolarno) ◦ micelijska rast ◦ *Aspergillus niger* ◦ *Penicillium* sp. ◦ mikotoksini
- micelij ◦ hifa ◦ *Saccharomyces cerevisiae*



ALGE

CILJI

Dijak:

- : spoznava bistvene značilnosti alg kot primer biotehnološko pomembnih biokultur;
- : se seznani z ekološkim in tehnološkim pomenom biotehnološko pomembnih in rekombinantnih alg.
- SC (2.1.3.1 | 5.1.2.1 | 5.2.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše dejavnike, ki so pomembni za kultivacijo alg;
- » utemelji ekološki in biotehnološki pomen alg.

TERMINI

- biodizel
- prehranska dopolnila

RASTLINE IN RASTLINSKE TKIVNE KULTURE

CILJI

Dijak:

- : spozna bistvene značilnosti rastlin in rastlinskih tkivnih kultur kot primer biotehnološko pomembnih biokultur;
- : proučuje pomen in povezavo fotosinteze in celičnega dihanja pri rastlinah;
- : spozna glavne značilnosti gojenja rastlin v tkivni kulturi;
- : raziskuje pomen vzgoje brezvirusnih rastlin v kmetijstvu;
- SC (2.1.3.1)
- : se seznani z uporabo rastlinskih tkivnih kultur v biotehnologiji;
- SC (2.2.1.1)
- : se seznani s pomenom gensko spremenjenih rastlin oz. rastlinskih tkivnih kultur.
- SC (2.2.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na sliki prepozna tipično rastlinsko celico in poimenuje njene sestavne dele/strukture;
- » razloži pomen totipotentnost za delo z rastlinskimi tkivnimi kulturami;
- » opiše in primerja potek fotosinteze in celičnega dihanja v rastlinski celici;
- » na morfološki ravni razlikuje različne razvojne tipe rastlinskih tkivnih kultur;
- » razloži pogoje za rast in opredeli dejavnike za diferenciacijo celic in organov v rastlinski tkivni kulturi;
- » razloži in utemelji anatomske, morfološke in fiziološke spremembe celic, organov ali rastlin v tkivni kulturi;
- » pojasni pomen in potek privajanja rastlin iz tkivne kulture na naravno okolje;
- » opiše postopek nespolnega razmnoževanja rastlin z mikropropagacijo;
- » poveže mikropropagacijo in vzgojo brezvirusnih rastlin;
- » opiše postopek odkrivanja virusov v rastlinah, ovrednoti pomen vzgoje brezvirusnih rastlin v kmetijstvu;
- » utemelji pomen rastlinskih celičnih kultur za produkcijo sekundarnih metabolitov;
- » predstavi nekatere druge načine vegetativnega razmnoževanja rastlin;
- » opredeli pomen rekombinantnih rastlin in rastlinskih tkivnih kultur.

TERMINI

◦ celična kultura ◦ kultura protoplastov ◦ kalus ◦ termoterapija ◦ kemoterapija



ŽIVALI IN ŽIVALSKÉ TKIVNE KULTURE

CILJI

Dijak:

- : spoznava bistvene značilnosti živali in živalskih tkivnih kultur kot primer biotehnološko pomembnih biokultur;
 - : spoznava glavne značilnosti gojenja živalskih celičnih in tkivnih kultur in vitro;
 - : se seznani s postopkom pridobivanja nesmrtnih celičnih linij;
 - : se seznani s pomenom živalskih tkivnih in celičnih kultur ter rekombinantnih živali in živalskih celic v biotehnologiji.
- SC (2.2.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na sliki prepozna tipično živalsko celico in poimenuje njene sestavne dele/strukture;
- » opredeli in ob sliki opiše živalske tkivne in celične kulture;
- » razloži shemo pridobivanja živalskih celičnih in tkivnih kultur;
- » razloži načine pridobivanja živalskih tkivnih ali celičnih kultur;
- » opiše suspenzijske in pričvrščene kulture živalskih celic;
- » predstavi pomen in opiše postopek pridobivanja nesmrtnih celičnih linij;
- » utemelji razlike med primarnimi, sekundarnimi in nesmrtnimi celičnimi linijami;
- » pojasni pomen živalskih tkivnih in celičnih kultur v biotehnologiji;
- » razloži pomen rekombinantnih živali in živalskih celic.

TERMINI

- tripsin ○ tripsinizacija ○ kontaktna inhibicija ○ sesalske celične in tkivne kulture ○ celice HeLa ○ celice CHO

PRIPRAVLJALNI POSTOPKI V BIOTEHNOLOGIJI

OBVEZNO

OPIS TEME

Za optimalen potek bioprocesa je nujna izvedba ustreznih pripravljalnih postopkov (angl. up-stream), ki vključujejo izbiro in pripravo biokulture, pripravo gojišča in bioreaktorskega sistema. Biokulture z želenimi lastnostmi lahko izoliramo iz narave, običajno pa jih pridobimo iz zbirk (bank) kultur. Priprava industrijske biokulture (inokuluma) za izvedbo bioprocesa vključuje predvsem revitalizacijo in namnoževanje celic. Gojišča za izvedbo bioprocsov so naravna ali sintetična in se razlikujejo po agregatnem stanju. Osnovni korak v pripravi gojišč je njihova sterilizacija. Priprava bioreaktorskega sistema vključuje izbiro ustrezne bioreaktorske posode s pripadajočimi senzorji in ostalo opremo ter umerjanje senzorjev in sterilizacijo celotnega bioreaktorskega sistema. Pri vseh pripravljalnih postopkih je potrebno aseptično delo.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

Primeri didaktičnih strategij, metod in oblik dela za razvijanje razumevanja in povezovanja konceptov o zgradbi in delovanju biokultur ter pripravljalnih postopkov v biotehnologiji so:

» Uporaba posnetkov in shem:

- » Bacteriophage (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/h2vm9oe>)
- » Are GMO good or bad? (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/x8pjxdb>)
- » Fermentacija (<https://www.youtube.com/watch?v=5eKdZ0dVCCo>)

» **Izdelava maket in modelov:** Dijaki iz različnih materialov izdelajo 3D modele različnih biokultur (npr. viruse, prokariotsko celico, eukariotsko celico, celične organele). Učitelj dijake spodbuja in podpira njihove talente (npr. ročne spretnosti) ter krepi njihov potencial  (1.3.3.1)  (1.3.4.1). Dijake lahko razdeli v skupine, kjer preko skupinskega dela izdelajo maketo in jo predstavijo sošolcem, s čimer se aktivno vključijo v načrtovanje učenja in učnega procesa.

» **Pisanje pravljič za otroke na temo biokultur:** Dijaki uporabljajo novousvojene strokovne termine. V parih pripravijo kriterije za vrednotenje dela in jih predstavijo. Napisano gradivo preberejo v razredu  (1.1.2.1)  (1.1.2.2)  (1.1.4.1).

» **Predstavitev zbirk mikroorganizmov:** Dijaki dobijo delovni list in samostojno pregledajo zbirke biokultur ter poiščejo informacije o določeni biokulturi. Primerjajo globalno zbirko s slovensko zbirko mikroorganizmov (Biotehniška fakulteta). Dijaki obiščejo organizacijo, ki shranjuje biokulture in si ogledajo shranjevanje biokultur.

- » **Navezava na laboratorijske vaje:** Dijaki praktično proučijo pripravo gojišč in različne načine shranjevanja mikroorganizmov, vključno z liofilizacijo in revitalizacijo liofiliziranih kultur.
- » **Predstavitve laboratorijskega bioreaktorja:** Učitelj prinese bioreaktor v razred in podrobno predstavi njegove dele ali organizira obisk ustanove z laboratorijskimi bioreaktorji.
- » **Praktični izračuni:** Dijaki izračunajo količine posameznih sestavin gojišča.
- » **Izdelava novinarskega prispevka na temo uporabe mikroalg:** Dijaki delujejo v skupinah (npr. novinar, strokovnjak, snemalec, monter, urednik) in pripravijo prispevek.

Vrednotenje znanja

Učitelj spremlja, kako dijaki napredujejo v doseganju ciljev in standardov, ter jim daje sprotne informacije.

Za sprotno preverjanje znanja so uporabne različne spletne platforme, na katerih dijakom pripravimo kvize, križanke, izzive. Tako dijaki že takoj po oddanem obrazcu prejmejo povratno informacijo s pravilnimi/napačnimi odgovori in rešitvami. Obrazce lahko rešujejo večkrat in jih uporabljajo kot delovne liste za spremljanje napredka.

Vertikalne in horizontalne povezave

- » **Zgradbo in delovanje celic** dijaki spoznajo že v osnovni šoli od 6. razreda dalje. Znanje nadgradijo v 1. in 2. letniku gimnazijskega programa. Horizontalno povezavo naredimo s predmetom **laboratorijske vaje** (mikroskopiranje, precepljanje in shranjevanje biokultur, delo z rastlinskimi tkivnimi kulturami), **mikrobiologijo** in **kemijo**. Dijakom razložimo teoretične osnove, da pri praktičnem delu v laboratoriju konkretno spoznajo posamezne tehnike in tipe biokultur.
- » Na temo **aktualnih virusnih bolezni** lahko naredimo **medpredmetno povezavo** z različnimi predmeti (npr. **slovenščina**, **angleščina**, **matematika**). Dijaki poiščejo literaturo o aktualni temi, preberejo strokovne članke v tujem jeziku, napišejo spis, računajo pojavnost in hitrost širjenja virusa med populacijo  (4.1.1.1)  (4.1.2.1)  (4.1.3.1).
- » **Vertikalna povezava z Biotehniško fakulteto**, kjer si ogledajo **mikrobiološki zbirki Ex in ZIM**.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

Učitelj diferencira in individualizira pouk glede na **predznanje dijakov, njihov interes in izbiro dokazov o učenju**. Dijaki lahko izberejo različne oblike predstavitve znanja (pisni povzetki, plakati, digitalne predstavitve, diskusije, videi itd.).

IZBIRA IN PRIPRAVA BIOKULTURE

CILJI

Dijak:

- : analizira merila za izbor industrijsko pomembne biokulture za določen bioproces;

○: proučuje možnosti pridobivanja industrijsko pomembnih biokultur iz različnih virov;

SC (5.2.3.1)

○: spozna potrebe industrijsko pomembnih biokultur po hranilnih snoveh in na podlagi tega raziskuje možnosti njihovega shranjevanja;

○: se seznani s postopkom priprave biokulture (inokuluma) z namenom inokulacije v bioreaktor.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » predstavi merila za izbor industrijsko pomembne biokulture za določen bioproces;
- » **razloži pomen izolacije in identifikacije biokulture za bioproces;**
- » **prikaže in opiše osnovne metode izolacije biokulture;**
- » v zbirki kultur poišče biokulturo z želenimi lastnostmi;
- » **opiše lastnosti, po katerih se biokulture razlikujejo med seboj (morfološke, fiziološke, genske), in navede osnovne načine identifikacije biokultur na podlagi teh lastnosti;**
- » **razloži potek stopenjske priprave inokuluma;**
- » **opiše osnovne značilnosti metod shranjevanja biokultur;**
- » **nariše rastno krivuljo biokulture, na njej označi in poimenuje posamezne faze rasti ter razloži dogajanje v posamezni fazi rasti;**

TERMINI

- revitalizacija ◦ stopenjska priprava inokuluma ◦ inokulacija ◦ rastna krivulja ◦ faza prilagajanja ◦ faza hitre rasti ◦ stacionarna faza ◦ faza odmiranja ◦ zamrzovanje ◦ liofilizacija ◦ precepljanje na sveže gojišče
- shranjevanje v utekočinjenih plinih ◦ shranjevanje pod parafinskim oljem ◦ čista kultura ◦ mešana kultura
- hlajenje ◦ sušenje

IZBIRA IN PRIPRAVA GOJIŠČA

CILJI

Dijak:

- : proučuje različne vrste gojišč glede na agregatno stanje, po izvoru in namenu uporabe;
- : se seznani z uporabo različnih gojišč v različnih biotehnoloških procesih.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » predstavi namen uporabe gojišč v biotehnološkem procesu;
- » razlikuje in primerja gojišča po agregatnem stanju, izvoru in namenu uporabe;
- » izračuna količine potrebnih sestavin za pripravo gojišč;
- » našteje biogene elemente in organske ter anorganske snovi, ki so vir biogenih elementov za biokulture;
- » imenuje rastne faktorje in organske ter anorganske snovi, ki so vir rastnih faktorjev za biokulture;
- » izbere primerno gojišče za določeno biokulturo glede na njene lastnosti.

TERMINI

- tekoča gojišča ◦ kompleksna gojišča ◦ kemijsko definirana gojišča ◦ naravna gojišča ◦ sintetična gojišča
- selektivna gojišča ◦ obogatitvena gojišča ◦ trdna gojišča ◦ poltrdna gojišča ◦ diferencialna gojišča



IZBIRA IN PRIPRAVA BIOREAKTORSKEGA SISTEMA

CILJI

Dijak:

- : spoznava različne vrste bioreaktorjev za pridobivanje različnih biotehnoloških proizvodov;
- SC (5.1.2.2)
- : se seznani s postopki priprave bioreaktorskega sistema pred zagonom bioprocesa.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži pomen pravilne izbire in priprave bioreaktorja za optimalen potek bioprocesa;
- » analizira merila, po katerih izbere bioreaktor za določeni bioproces;
- » opiše postopke čiščenja in načine sterilizacije bioreaktorja, senzorjev in opreme;
- » umesti umerjanje senzorjev in merilnikov, potrebnih za izvedbo bioprocesa, med pripravljalne postopke.

TERMINI

- čiščenje
- sterilizacija
- umerjanje senzorjev in merilnikov



BIOREAKTORJI

OBVEZNO

OPIS TEME

Bioreaktor je posoda ali prostor, v katerem poteka bioproces. Izbira bioreaktorja je odvisna od številnih dejavnikov, predvsem od: vrste uporabljenega gojišča (npr. trdno ali tekoče), potreb in omejitev biokulture (npr. potreba po kisiku, občutljivost na strižne sile pri intenzivnem mešanju in podobno), tipa bioprocesa (šaržni, šaržni z napajanjem, kontinuirni). Glede na njihov volumen poznamo laboratorijske, pilotne in industrijske bioreaktorje.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

Primeri didaktičnih strategij, metod in oblik dela za razvijanje razumevanja in povezovanja konceptov o zgradbi in delovanju biokultur ter pripravljalnih postopkov v biotehnologiji (ang. Up-Stream) so:

- » **uporaba simulacije z računalniškimi orodji** (MATLAB, Bioreactor Simulator);
- » **izdelava maket in modelov**: dijaki na podlagi shem razlagajo zgradbo in sestavo bioreaktorja;
- » **dijake lahko učitelj razdeli v skupine**, v katerih med skupinskim delom izdelajo maketo in jo predstavijo sošolcem, s čimer se aktivno vključijo v načrtovanje učenja in učnega procesa;
- » **predstavitve laboratorijskega bioreaktorja**: dijaki praktično uporabijo laboratorijski bioreaktor ali učitelj organizira obisk ustanove z laboratorijskimi bioreaktorji;
- » **igrifikacija pouka**: kartice spomin – fizične ali digitalne (na eni kartici je fotografija bioreaktorja ali biotehnološkega proizvoda, na drugi pa poimenovanje; dijaki poimenujejo bioreaktor na fotografiji in navedejo definicijo uporabe);
- » **uporaba in dopolnjevanje shem z bioreaktorji**.

Vrednotenje znanja

Učitelj spremlja, kako dijaki napredujejo v doseganju ciljev in standardov, ter jim podaja sprotne informacije.

Za sprotno preverjanje znanja so uporabne različne spletne platforme, kot so **Google Obrazci** ali **Kahoot**, kjer dijakom pripravimo kviz. Tako dijaki že takoj po oddanem obrazcu prejmejo povratno informacijo s pravilnimi/napačnimi odgovori in rešitvami. Obrazce lahko rešujejo večkrat in jih uporabljajo kot delovne liste za spremljanje napredka.

Vertikalne in horizontalne povezave

- » **Dijakom razložimo teoretične osnove**, da pri praktičnem delu v laboratoriju konkretno spoznajo posamezne tehnike in tipe biokultur.



» **Vertikalna povezava z Biotehniško fakulteto**, kjer imajo več različnih tipov laboratorijskih bioreaktorjev.

» **Vertikalna povezava s podjetji**, npr. ogled bioreaktorjev (farmacevtska industrija, živilska industrija...)

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

Učitelj diferencira in individualizira pouk glede na **predznanje dijakov, njihov interes in izbiro dokazov o učenju**. Dijaki lahko izberejo različne oblike predstavitve znanja (teoretično in praktično).

DELITEV IN ZGRADBA BIOREAKTORJEV

CILJI

Dijak:

○: spoznava različne vrste bioreaktorjev glede na velikost, način mešanja, vrsto bioprocesa in bioproizvoda.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **predstavi definicijo bioreaktorja**;
- » **našteje osnovne dele bioreaktorjev** in razloži vlogo posameznih delov za potek bioprocesa;
- » **razdeli bioreaktorje glede na velikost (laboratorijski, pilotni, industrijski)** in razloži namen uporabe;
- » opiše vrste in različne oblike mehanskih mešal;
- » **opiše načine mešanja v bioreaktorjih** (mehansko, s curkom plina, z obtočno črpalko);
- » na izbranih primerih bioreaktorjev opiše njihovo zgradbo, delovanje in uporabnost glede na lastnosti izbrane biokulture in agregatno stanje gojišča: bioreaktorji s polnilom, bioreaktorji z lebdečim slojem, kolonski bioreaktor, fotobioreaktorji, membranski bioreaktorji, bioreaktorji z vrtečim bobnom, statični bioreaktorji na trdna gojišča, vrečasti bioreaktor, integrirani bioreaktorji, bioreaktorska kopa;
- » razloži nastanek pene in preprečevanje penjenja med bioprosesom.

TERMINI

○ plašč ○ statični prezračevalnik ○ dinamični prezračevalnik ○ merilniki ○ bioreaktorji s polnilom
 ○ bioreaktorji z lebdečim slojem ○ fotobioreaktorji ○ membranski bioreaktorji ○ statični bioreaktorji na trdna gojišča ○ bioreaktor z votlimi vlakni ○ vrečasti bioreaktor ○ integrirani bioreaktor ○ mešalo (propelersko, diskasto, sidrasto, polžasto) ○ bioreaktor s poroznimi vlakni ○ bioreaktorji z vrtečim bobnom / bioreaktorji na trdna gojišča

TIPI PROCESOV V BIOREKTORJU

CILJI

Dijak:

- : se seznani z različnimi bioprocesi v bioreaktorju;
- : prepozna razlike med posameznimi vrstami bioprocsov in s tem razvija razumevanje proizvodnje posameznih biotehnoloških proizvodov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- razlikuje bioprocse v bioreaktorju glede na čas trajanja bioprocesa** in masno bilanco;
- razloži značilnosti šaržnega bioprocesa, šaržnega bioprocesa z napajanjem in kontinuirnega bioprocesa;
- razlikuje bioprocse, pri katerih nastajajo primarni oz. sekundarni metaboliti;
- razloži spreminjanje količine biokulture, bioproizvoda in hranilnih snovi v gojišču med bioprocсом;**
- razloži medsebojno odvisnost biokulture, gojišča in bioreaktorja v bioprocсу.**

TERMINI

- masna bilanca
- primarni metaboliti
- sekundarni metaboliti



VODENJE BIOPROCESA

OBVEZNO

OPIS TEME

Za uspešno vodenje bioprocesa v smeri čim večje proizvodnje želenega bioproizvoda uporabimo senzorje in merilnike, s pomočjo katerih reguliramo bioprocesne parametre okrog vrednosti, ki predstavljajo optimalne pogoje v bioreaktorju (npr. temperaturo, hitrost mešanja, pretok zraka v aerobnih bioprocseh). Potek bioprocesa lahko spremljamo z merjenjem različnih fizikalnih, kemijskih in bioloških parametrov, pri čemer uporabimo ustrezne merilnike.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Ogled shem in posnetkov

S pomočjo video posnetkov in shem dijaki bolje razumejo delovanje bioprocsov. Priporočamo ogled posnetkov, kot so tisti na YouTube kanalu Sagacity Basic Tech Series (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/8iapbfe>), ki ponujajo jasne razlage različnih tehnologij, povezanih z bioprocsci. Ogledi naj bodo povezani z analizo in razumevanjem prikazanih vsebin, tako da dijaki razvijajo veščine kritičnega razmišljanja.

» Praktična predstavitev merilnikov

V učilnici je zelo koristno, če dijakom omogočimo ogled in uporabo različnih merilnikov, ki jih prinesemo v razred. To omogoča neposredno doživetje merilne tehnologije – primeri: uporovni termometer, bimetalni termometer, Venturijeva cev, Bourdonova cev, viskozimeter, pH sonda idr. Če je mogoče, jih prikažemo tudi v razstavljeni obliki, da dijaki vidijo sestavne dele in razumejo, kako vsak element vpliva na delovanje merilnika.

Dijaki praktično umerjajo različne merilnike (pH elektrodo, kisikovo elektrodo, termometer).

» Praktična uporaba merilnikov Veriner

Učenci naj preizkusijo merilne naprave, kot so merilniki Veriner, da utrdijo teoretično znanje in razvijejo veščine uporabe teh instrumentov.

» Igrifikacija pouka

Da bi pouk naredili bolj interaktiven, lahko izvedemo dejavnost, v kateri dijaki pripravijo šest vprašanj za vsak merilnik (na podlagi natisnjenih fotografij). Nato z uporabo kocke naključno izberejo vprašanje, na katerega bodo odgovorili. To omogoča aktivno sodelovanje dijakov, večkratno utrjevanje vsebine in spodbujanje tekmovalnosti in sodelovanja.

Vrednotenje znanja

Učitelj spremlja napredek dijakov pri doseganju ciljev in standardov ter jim natančno daje povratne informacije, tako med poukom kot po pouku. Pomembno je, da dijaki dobijo povratne informacije o svojem znanju in napredku.

» Sprotno preverjanje znanja

Učitelj lahko uporabi spletne platforme, kot je Kahoot, na katerih dijaki rešujejo kvize in se takoj seznanijo z rezultati. Ponavljanje kvizov omogoča samostojno spremljanje napredka in utrjevanje znanja, saj lahko dijaki ponovijo reševanje, da izboljšajo svoje rezultate. Učitelj spodbuja vrstniško vrednotenje na podlagi dogovorjenih kriterijev uspešnosti.

Dodatna pojasnila

Za boljše razumevanje in povezovanje novih konceptov je ključno, da učitelj dijakom ponudi dodatna pojasnila in razlage, kadar se pojavijo težave pri učenju. To vključuje dodatno gradivo, pojasnilo specifičnih tem ali pomoč pri nalogah, pri katerih dijaki naletijo na ovire.

Uporaba strokovnih terminov

Pri razlagi je pomembno, da učitelj dosledno uporablja strokovne termine, ki jih dijaki tudi sami usvajajo. Tako se bodo seznanili s terminologijo, ki je ključna na tem področju, ter razvili sposobnost komuniciranja v strokovnem jeziku. Priporočljivo je, da dijake seznanimo s sopomenkami  (1.1.2.2).

Vertikalne in horizontalne povezave

» Vertikalna povezava z OŠ (fizika)

Pri učenju je možno povezovanje z osnovnošolsko fiziko, saj mnoge osnovne fizične zakonitosti (kot so zakonitosti gibanja, optika, energija in pretok) vplivajo na razumevanje zgradbe in delovanja merilnikov. Tako dijaki že ob vstopu v srednjo šolo razumejo, kako so te osnove povezane z biotehnologijo.

» Horizontalna povezava s predmeti matematika, kemija in fizika

Bioprocesi vključujejo tudi izračune, merjenje pretokov, tlak, temperaturo, kar je neposredno povezano s fiziko in matematiko, npr. razlaga merilnikov pretoka tekočin je lahko predmet medpredmetnega povezovanja s fiziko, kemijo in matematiko.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

Učitelj mora prilagajati pouk glede na različne potrebe dijakov. To pomeni:

- » diferenciacija glede na **predznanje** dijakov, saj nekateri morda že obvladajo osnovne koncepte, drugi pa potrebujejo dodatno podporo;
- » **interesi dijakov**: če dijaki izražajo zanimanje za specifične bioprocesne tehnologije, jih spodbudimo, da raziskujejo te teme poglobljeno;
- » **izbirnost dokazov o učenju**: dijakom omogočimo različne načine dokazovanja svojega znanja, bodisi s pisnimi nalogami bodisi pri praktičnih vajah, projektih ali predstavitvah.

Pomembno je, da vsak dijak prejme ustrezno pomoč in izzive, ki so v skladu z njegovim napredkom in interesom.

SPREMLJANJE IN REGULACIJA BIOPROCESA

CILJI

Dijak:

- : spoznava mesta merjenja in načine spremljanja ter vodenja bioprocesa;
- : opredeli nujnost spremljanja in vodenja;
- : se seznani z različnimi dejavniki spremljanja procesa;
- : spoznava in proučuje različne merilnike in raziskuje njihovo delovanje.

SC (1.1.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži razliko med spremljanjem in regulacijo bioprocesa;
- » **pojasni, zakaj sta spremljanje in regulacija bioprocesa nujna za njegov normalen potek;**
- » opiše tipe merjenj glede na mesto in čas merjenja (*ang. in line, on line, at line, off line*);
- » **opredeli fizikalne, kemijske in biološke dejavnike, ki jih spremljamo z meritvami med potekom bioprocesa;**
- » opiše lastnosti biotehnološkega senzorja in merilnika;
- » razlikuje merilnike in indikatorje.

MERJENJE FIZIKALNIH PARAMETROV

CILJI

Dijak:

- : spoznava principe delovanja različnih merilnikov za merjenje fizikalnih parametrov;
- : opredeli namen uporabe posameznih merilnikov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **pojasni namen uporabe in razloži principe delovanja merilnikov za merjenje:**
 - » **temperature** (ekspanzijski, uporovni, termočlen),
 - » **tlaka** (manometri z U-cevjo, Bourdonovo cevjo, manometer z elastično membrano),
 - » **pretoka** (ultrazvočni merilnik pretoka, rotacijski merilniki, diferencialni merilniki, turbinski števcji, elektronski merilniki),
 - » **motnosti** (spektrometer, turbidimeter),
 - » **gostote** (denzitometer, piknometer, areometer),
 - » **viskoznosti** (viskozimeter s kapilaro, viskozimeter s kroglo, rotacijski viskozimeter).



MERJENJE KEMIJSKIH PARAMETROV

CILJI

Dijak:

O: spoznava principe delovanja različnih merilnikov za merjenje kemijskih parametrov.

SC (4.1.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» pojasni namen uporabe in razloži principe delovanja merilnikov za merjenje:

» pH (pH elektroda, pH lističi);

» vsebnosti kisika (amperometrična elektroda za merjenje kisika);

» ogljikovega dioksida (IR senzor za merjenje ogljikovega dioksida).

TERMINI

◦ pH elektroda ◦ amperometrična elektroda ◦ IR senzor



MERJENJE BIOLOŠKIH PARAMETROV

CILJI

Dijak:

- opredeli namen uporabe posameznih bioloških merilnikov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše metode za neposredno (števna komora) in posredno štetje celic biokulture (spektrometrija, turbidimetrija, gojitvene tehnike, fluorimetrija);
- » smiselno izbere ustrezen način ugotavljanja števila celic glede na vrsto biokulture v gojišču in izbiro utemelji.

TERMINI

- števna komora
- spektrometrija
- turbidimetrija
- gojitvene tehnike
- citometer



BIOSENZORJI

CILJI

Dijak:

- : spozna zgradbo in principe delovanja biosenzorjev;
- : proučuje biosenzorje in njihovo delovanje povezuje z zgradbo.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » našteje primere biosenzorjev in njihovo uporabo;
- » opiše zgradbo in princip delovanja biosenzorja;
- » razloži princip delovanja glukoznega biosenzorja.

ZAKLJUČNI POSTOPKI V BIOTEHNOLOGIJI

OBVEZNO

OPIS TEME

Po zaključenem bioprocesu v bioreaktorju sledijo zaključni postopki (angl. down-stream), ki vključujejo predvsem postopke za izolacijo biotehnološkega proizvoda iz bioprocesne brozge, njegovo čiščenje in oblikovanje končnega proizvoda. Pri tem uporabimo različne mehanske, kromatografske, termodifuzijske, elektroforetske in druge tehnike. Prvi koraki v zaključnih postopkih so odvisni od lokacije biotehnološkega proizvoda, ki se lahko nahaja v celicah biokulture ali izven njih. Nadaljnje tehnike ločevanja in čiščenja bioproizvoda pa izberemo glede na lastnosti biotehnološkega proizvoda.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Delo v skupini – analiza vzorcev

Dijaki delajo v manjših skupinah, v katerih analizirajo različne biotehnološke proizvode, kot so citronska kislina, aktivno blato, amilaza, klorofil, etanol, eterično olje idr. Na podlagi predloženih vzorcev (lahko v obliki fotografij, video posnetkov ali celo praktičnih vzorcev, če je to mogoče) dijaki določijo možne metode za izolacijo, ločevanje in čiščenje teh proizvodov.

Na začetku učitelj predstavi osnovne metode, kot so **filtracija, centrifugiranje, ekstrakcija, destilacija, kromatografija** idr., nato pa dijaki skupaj razpravljajo in se odločijo, katera metoda bi bila najprimernejša za vsak posamezni primer.

» Diskusija in predstavitev rešitev

Po zaključeni analizi in določanju metod ločevanja dijaki predstavijo svoje ugotovitve in obrazložijo, zakaj so izbrali določeno metodo za posamezni proizvod. To spodbuja razpravo med skupinami in omogoča izmenjavo mnenj ter primerjavo različnih pristopov.

» Uporaba shem in diagramov

Dijaki naj prikažejo potek vsakega procesa v obliki shem ali diagramov, ki prikazujejo različne stopnje ločevanja in čiščenja ter izbrano tehniko za vsak korak. Učitelj lahko prikaže tudi primere industrijskih postopkov, pri katerih se te metode uporabljajo v realnem okolju biotehnološke proizvodnje.

» Interaktivno učenje s primeri iz prakse

Učitelj lahko dijakom predstavi primere iz resničnega življenja (npr. proizvodnja citronske kisline, čiščenje eteričnih olj ali izolacija amilaze) z uporabo video posnetkov, spletnih virov ali obiskom industrijskega obrata, kjer se ti postopki izvajajo.

Vrednotenje znanja

» Vrednotenje znanja pri delu v skupini

Učitelj spremlja napredek dijakov med izvajanjem nalog in zagotavlja povratne informacije glede na njihove izbire metod ločevanja. Poleg tega da dijaki predstavijo svoje izbire, morajo tudi utemeljiti svoj izbor s tehničnimi in znanstvenimi argumenti.

» Praktični izziv

Dijaki lahko na koncu pripravijo kratke predstavitve o tem, kako bi izvedli enega od postopkov izolacije ali čiščenja v praksi. To jim omogoča, da pokažejo svoje razumevanje postopkov in kreativnost pri reševanju naloge.

Dodatna pojasnila

» Tehnike izolacije, ločevanja in čiščenja

Učitelj ponudi dodatna pojasnila o različnih tehnikah, ki se uporabljajo za vsak posamezni postopek, npr. pri izolaciji eteričnega olja se uporablja destilacija, pri čemer je pomembno razumevanje principa destilacije in kako vplivajo temperature na lastnosti olja. Pri citronski kislini pa se pogosto uporabljata filtracija in kristalizacija.

Uporaba strokovnih terminov

Pri učenju te teme je ključno, da dijaki usvajajo strokovne termine, kot so **centrifugiranje, filtracija, ekstrakcija, kristalizacija, kromatografija, destilacija, dializa, gelska elektroforeza** idr. To jim bo omogočilo razumevanje postopkov in njihovo uporabo v nadaljnjem študiju ali praksi.

Vertikalne in horizontalne povezave

» Vertikalna povezava z OŠ (kemija, biologija, fizika)

Temeljne kemijske, fizikalne in biološke veščine, kot so osnovno poznavanje kemijskih reakcij, fizikalnih zakonov in lastnosti tekočin in plinov ter osnovni biološki procesi, so pomembne za razumevanje zaključnih postopkov. To znanje se gradi že v osnovni šoli in nadaljuje v srednji šoli.

» Horizontalna povezava z matematiko in fiziko

V postopkih ločevanja in čiščenja so prisotni številni fizikalni in matematični pojmi, kot so pretok tekočin, tlaki, temperature, molekulska gibanja, ki so neposredno povezani z matematiko in fiziko. Učitelj lahko poveže te pojme z osnovami iz fizike in matematike (npr. izračun pretoka, razumevanje termodinamike postopkov).

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Raznolikost nalog in pristopov

Učitelj prilagodi naloge glede na stopnjo predznanja dijakov. Dijaki z več predznanja lahko raziskujejo bolj kompleksne postopke izolacije, medtem ko začetni dijaki obravnavajo osnovne tehnike.

» Individualna pomoč in prilagoditve

Dijaki z različnimi potrebami se lahko osredotočijo na manj zahtevne naloge ali prejmejo dodatno podporo pri razumevanju postopkov.

» **Spodbujanje samostojnega raziskovanja**

Dijaki, ki izkažejo večji interes ali znanje, lahko raziskujejo specifične tehnike ločevanja in čiščenja v večji globini ali pripravijo raziskovalne projekte, ki vključujejo analizo industrijskih primerov.

METODE IZOLACIJE, LOČEVANJA IN ČIŠČENJA BIOTEHNOLOŠKIH PROIZVODOV

CILJI

Dijak:

- : se seznaja z metodami izolacije, ločevanja in čiščenja biotehnološkega proizvoda;
- : prepozna in povezuje izbiro metode ločevanja z lastnostmi proizvoda;
- SC (2.2.1.1)
- : opredeli osnovne principe mehanskih, termodifuzijskih, kromatografskih tehnik in gelske elektroforeze.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži namen uporabe metod za ločevanje, izolacijo in čiščenje biotehnološkega proizvoda;
- » razloži osnovne principe mehanskih, termodifuzijskih, kromatografskih tehnik in gelske elektroforeze;
- » utemelji nujnost kombiniranja različnih tehnik za izolacijo bioproizvoda;
- » pojasni odvisnost izbire zaključnih postopkov od fizikalnih, kemijskih in bioloških lastnosti bioproizvoda.

MEHANSKE TEHNIKE

CILJI

Dijak:

- : raziskuje mehanske tehnike ločevanja;
- : spozna posamezne naprave za ločevanje biotehnoloških proizvodov;
- : prepozna pomen uporabe posamezne mehanske tehnike.
- SC (2.2.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše principe delovanja in namen uporabe osnovnih mehanskih tehnik ločevanja:
 - » sedimentacija in flotacija (usedalnik),
 - » centrifugiranje (laboratorijska centrifuga, cevna centrifuga, centrifuga z diski, centrifugalni dekanter),
 - » filtracija (rotacijski vakuumski filter, filtracija skozi filtrno pogačo, globinska filtracija, tangencialna filtracija),
 - » membranski procesi (mikrofiltracija, ultrafiltracija, nanofiltracija, obratna osmoza, dializa);
- » po predloženi skici naprave za mehansko ločevanje opiše njeno delovanje (centrifuge, filtri).

TERMINI

○ cevne centrifuge ○ centrifuga z diski ○ centrifugalni dekanter ○ rotacijski vakuumski filter ○ filtracija skozi filtrno pogačo ○ globinska filtracija ○ tangencialna filtracija ○ mikrofiltracija ○ ultrafiltracija ○ obratna osmoza ○ dializa ○ sedimentacijski bazen

TERMODIFUZIJSKE TEHNIKE

CILJI

Dijak:

- : raziskuje termodifuzijske tehnike ločevanja;
- : prepozna pomen uporabe posamezne termodifuzijske tehnike;
- : spozna posamezne naprave za ločevanje biotehnoloških proizvodov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» opiše principe delovanja in namen uporabe termodifuzijskih tehnik ločevanja:

- » **uparjanje** (uparjalni kotli, kratkocevní uparjalniki, dolgocevní uparjalniki s padajočim in dvigajočim filmom),
 - » **destilacija** (diferencialna ali enostavna destilacija, vakuumška destilacija, destilacija z vodno paro, frakcionirna destilacija),
 - » **ekstrakcija: trdno-tekoče, tekoče-tekoče** (ekstrakcijske kolone rotocel, Soxhletov aparat),
 - » **kristalizacija** (kristalizator z ohlajanjem, kristalizator z uparjanjem, vakuumški adiabatsni kristalizator),
 - » **sušenje** (rotacijski ali valjčni, razpršilni sušilnik, sušilnik z lebdečim slojem, komorni, kanalski, tračni, etažni vakuumški sušilnik).
- » ob predloženi skici naprave za termodifuzijsko ločevanje razloži njeno delovanje.

TERMINI

- uparjalni kotli ○ kratkocevní uparjalniki ○ dolgocevní uparjalniki s padajočim in dvigajočim filmom
- diferencialna ali enostavna destilacija ○ vakuumška destilacija ○ destilacija z vodno paro ○ ekstrakcijske kolone ○ rotocel ○ kristalizator z ohlajanjem ○ vakuumški adiabatsni kristalizator ○ rotacijski ali valjčni sušilnik
- razpršilni sušilnik ○ sušilnik z lebdečim slojem ○ komorni sušilnik ○ kanalski sušilnik ○ tračni sušilnik
- vakuumški sušilnik ○ etažni sušilnik ○ kristalizator z uparjanjem

KROMATOGRFSKE TEHNIKE

CILJI

Dijak:

- : raziskuje kromatografske tehnike ločevanja;
- : spozna posamezne vrste kromatografij;
- : prepozna pomen uporabe posamezne kromatografije.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži delovanje kromatografskega sistema in vlogo njegovih sestavnih delov;
- » pozna pomen in delovanje stacionarne in mobilne faze;
- » pojasni princip delovanja tankoplastne in kolonske kromatografije;
- » opiše osnovne principe delovanja kromatografskih metod: adsorpcijska, porazdelitvena (plinska in tekočinska), ionska-izmenjevalna, gelska (izločitvena), afinitetna kromatografija;
- » razloži kromatogram, detektor, rekorder, pozna pojem retenzijski faktor in ga zna izračunati;
- » pojasni osnovne principe delovanja HPLC.

TERMINI

○ stacionarna faza ○ mobilna faza ○ tankoplastna kromatografija ○ kolonska kromatografija ○ tekočinska kromatografija ○ plinska kromatografija ○ kromatogram ○ retenzijski faktor ○ detektor ○ rekorder

GELSKA ELEKTROFOREZA

CILJI

Dijak:

- se seznaja z gelsko elektroforezo;
- proučuje in razvija razumevanje osnovnega delovanja gelske elektroforeze.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži osnovne principe gelske elektroforeze (elektroforeza za ločbo DNA in elektroforeza za ločbo proteinov);
- » razloži vlogo sestavnih delov naprave za elektroforezo;
- » interpretira rezultate gelske elektroforeze.

PRIMERI BIOTEHNOLOŠKIH PROCESOV

OBVEZNO

OPIS TEME

Tradicionalni biotehnološki procesi imajo že od nekdaj velik pomen v proizvodnji hrane. Danes se alkoholni in mlečnokislinski fermentaciji ter proizvodnji očetne kisline pridružujejo novi bioprocesi v živilstvu, s katerimi ceneje in bolj ekološko proizvedemo hrano ali hranilne snovi. Biotehnološki procesi imajo tudi velik pomen v farmaciji, medicini in veterini zaradi velikih potreb po novih antibiotikih, cepivih, hormonih, za zdravljenja bolezni z gensko terapijo ipd. Za razgradnjo trdnih odpadkov in čiščenje odpadnih vod se uporabljajo uveljavljeni aerobni ali anaerobni biotehnološki procesi, vendar bo v prihodnosti nujno najti nove mikroorganizme in razviti nove bioprocese, npr. za razgradnjo plastike.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Ogledi video posnetkov

Dijaki si lahko ogledajo številne video posnetke na YouTube, ki ponujajo jasne in zanimive primere biotehnoloških procesov v različnih industrijah, kot so živilstvo, ekologija, veterina, medicina in farmakologija. Video posnetki so lahko podlaga za nadaljnjo diskusijo in analizo, pri kateri dijaki razpravljajo o uporabi biotehnologije in njenih vplivih v vsakem področju.

» Ekskurzije v industrijske obrate

Ogledi obratov in inštitutov, kot so **NIB (Nacionalni inštitut za biologijo)**, **mikropivovarna**, **komunalne čistilne naprave (Vrhnika, Domžale, Ljubljana, Novo mesto)** in **kompostarna**, omogočajo dijakom, da v živo vidijo primere biotehnoloških procesov. Takšni ogledi so priložnost, da se dijaki seznani z realnimi praksami in tehnologijami, ki se uporabljajo v industriji, ter razvijejo boljše razumevanje teorije, ki so jo obravnavali v učilnici.

» Priprava predstavitev primerov biotehnologije

Dijaki pripravijo predstavitev o specifičnih biotehnoloških procesih v različnih panogah, kot so živilstvo, ekologija, veterina, medicina, farmacija.

Dijaki predstavijo svoje naloge v razredu, pri čemer se osredotočijo na specifične biotehnološke procese, ki se uporabljajo v teh industrijah, ter prikažejo koristi in izzive teh tehnologij.

Vrednotenje znanja

» Vrednotenje pri predstavitvah

Učitelj ocenjuje predstavitve dijakov, pri čemer se osredotoča na njihovo sposobnost raziskovanja, povezovanja teorije in prakse ter jasnost predstavitve. Vrednotenje vključuje tudi sposobnost dijakov za analizo prednosti in pomanjkljivosti različnih biotehnoloških pristopov ter razumevanje vplivov teh tehnologij na okolje, družbo in gospodarstvo.

» Povratne informacije in diskusija

Po predstavitvah dijakov učitelj da povratne informacije in spodbuja razpravo v razredu, pri čemer dijaki postavljajo vprašanja, izmenjujejo mnenja in dodatno raziskujejo teme, ki so jih predstavili.

Dodatna pojasnila

» Pojasnila o biotehnoloških procesih v različnih panogah

Učitelj dijakom predstavi osnovne pojme in metode, ki se uporabljajo v biotehnologiji v različnih industrijah. To vključuje razlago, kako mikroorganizmi prispevajo k proizvodnji hrane in pijače, kako se uporablja biotehnologija za čiščenje okolja, kako veterinarji uporabljajo genske tehnologije, kako farmacevtska industrija uporablja biotehnologijo za razvoj novih zdravil itd.

Uporaba strokovnih terminov

Pri obravnavi biotehnoloških procesov je ključno, da dijaki usvajajo in uporabljajo strokovne termine. To jim omogoča, da se seznani z jezikom, ki se uporablja v biotehnološki industriji in raziskavah.

Vertikalne in horizontalne povezave

» Vertikalna povezava z OŠ (biologija, kemija)

Osnove biologije in kemije, ki so jih dijaki pridobili v osnovni šoli, so nujne za razumevanje biotehnoloških procesov, npr. osnovno znanje o mikroorganizmih, kemijskih reakcijah in bioloških procesih omogoča boljše razumevanje naprednih tem, kot so fermentacija, bioremediacija in genski inženiring.

» Horizontalna povezava z drugimi predmeti

Biotehnologija tesno povezuje številna področja, kot so biologija, kemija, fizika, matematika in etika. Učitelj lahko spodbuja dijake, da prepoznajo povezave med temi predmeti, npr. pri razumevanju procesov, ki vključujejo kemijske reakcije, ali pri razlagi ekologije in biotehnologije.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Prilagoditve za dijake z različnimi potrebami

Učitelj prilagodi naloge glede na predznanje dijakov, tako da dijaki z več predznanja raziskujejo bolj kompleksne primere, medtem ko tisti z manj predznanja obravnavajo osnove in preprostejše primere biotehnoloških procesov.

» Samostojno raziskovanje

Dijakom z večjim interesom in predznanjem omogočimo, da raziskujejo bolj specifične primere biotehnoloških procesov, kot so novi trendi v biotehnologiji ali napredni postopki v medicini ali farmakologiji. Prav tako lahko dijaki pripravijo raziskovalne projekte ali poročila na specifičnih področjih biotehnologije.

» **Spodbujanje sodelovanja in izmenjave znanja**

Dijaki naj sodelujejo v skupinah, v katerih si izmenjujejo znanje, raziskovalne naloge in pristope. To spodbuja sodelovanje in učenje iz izkušenj drugih.

ŽIVILSTVO

CILJI

Dijak:

- : spozna tehnologijo za proizvodnjo biomase;
- : spozna tehnologijo za proizvodnjo fermentiranih živil;
- : spozna tehnologijo za proizvodnjo fermentiranih pijač;
- : spozna tehnologijo za proizvodnjo citronske kisline;
- : spozna gojenje gob.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na izbranem primeru razloži in opiše osnovne značilnosti tipičnih bioprocsov in pri tem prikaže osnovno shemo izbranega biotehnološkega procesa:
 - » proizvodnja biomase (pekovski kvas, alge, žuželke, meso, vzgojeno iz matičnih celic),
 - » proizvodnja očetne kisline in kisa,
 - » proizvodnja citronske kisline,
 - » pridelava vina (bela, rdeča, rose, oranžna vina, peneča vina),
 - » proizvodnja piva,
 - » proizvodnja fermentiranih mlečnih izdelkov (jogurt, kislo mleko, kefir, kislá smetana),
 - » proizvodnja sira in sira s plemenito plesnijo,
 - » kisanje zelja in repe,
 - » gojenje gob (*kukmaki*, bukov ostrigar, *šitake*);
- » utemelji pomen probiotikov, *prebiotikov* in *postbiotikov*.

TERMINI

◦ pekovski kvas ◦ jogurt ◦ kislo mleko ◦ kefir ◦ kislá smetana ◦ kukmaki ◦ bukov ostrigar ◦ enocelični proteini

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Pri tej skupini ciljev priporočamo razvijanje kompetence trajnostnega razvoja  (2.3.3.1).

OKOLJEVARSTVO

CILJI

Dijak:

○: spoznava različne metode čiščenja vode, zraka in tal ter razgradnjo organskih odpadkov;

SC (2.1.3.1 | 2.3.1.2 | 2.3.2.1)

○: opredeljuje pomen biotehnoloških procesov v ekologiji.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » kritično oceni vpliv biotehnologije na obremenjevanje ekosistemov, hkrati pa se zaveda njihovega pomena za družbo;
- » **razdeli odpadke na komunalne, industrijske in druge;**
- » na primeru vodotoka pojasni samoočiščevalne sposobnosti ekosistemov;
- » **predstavi aerobne (kompostiranje) in anaerobne (bioplinarne) metode za razgradnjo trdnih odpadkov in ovrednoti njihov pomen;**
- » **razlikuje in opiše načine in metode čiščenja odpadnih voda v čistilnih napravah (komunalna čistilna naprava, mala biološka čistilna naprava in rastlinska čistilna naprava);**
- » predstavi načine in metode čiščenja onesnaženega zraka s pomočjo bioloških filtrov;
- » razloži načine in metode čiščenja onesnaženih tal s pomočjo mikroorganizmov in rastlin;
- » navede biološke metode čiščenja onesnaženj velikih razsežnosti in predlaga primer takega čiščenja.

TERMINI

○ komunalna čistilna naprava ○ biološka čistilna naprava ○ rastlinska čistilna naprava ○ bioplinarna
 ○ bioremediacija ○ kompostiranje ○ radioaktivni odpadki ○ fitoremediacija ○ metanogeneza ○ biološki odpadki

FARMACIJA, MEDICINA, VETERINA

CILJI

Dijak:

○: raziskuje posamezne tehnologije proizvodnje farmacevtskih, medicinskih in veterinarskih biotehnoloških proizvodov, namenjenih za preventivo, zdravljenje in diagnostiko.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše in razloži **proizvodnjo, uporabo in pomen:**
 - » encimov,
 - » antibiotikov,
 - » cepiv in razlikuje med aktivno in pasivno imunizacijo,
 - » hormonov proizvedenih s pomočjo biotehnologije (inzulin, človeški in goveji rastni hormon, spolni hormoni),
 - » monoklonskih protiteles,
 - » hitrih antigenih testov in zna interpretirati dobljeni rezultat,
 - » verižne reakcije s polimerazo (PCR) kot metodo za podvojevanje DNA in vitro;
- » opiše pomen in primere genske diagnostike;
- » razloži osnovne oblike genske terapije (zarodna in somatska);
- » razloži postopek, uporabo in pomen multiple ovulacije embriotransferja (presajanja zarodkov) in oploditve in vitro (IVF);
- » primerja postopek terapevtskega in reprodukcijskega kloniranja;
- » opiše in razloži postopek, uporabo in pomen matičnih celic;
- » pozna pomen, uporabo in stopnjo diferenciranosti totipotentnih, pluripotentnih, multipotentnih, unipotentnih matičnih celic, avtolognih, alogenih, mezenhimskih matičnih celic in krvotvornih matičnih celic).

TERMINI

- tehnike IVF ○ zarodna genska terapija ○ somatska genska terapija ○ totipotentne matične celice
- pluripotentne matične celice ○ multipotentne matične celice ○ unipotentne matične celice ○ avtologne

matične celice ◦ alogene matične celice ◦ krvotvorne matične celice ◦ kariotipizacija ◦ aktivna imunizacija
◦ pasivna imunizacija ◦ hibridizacija ◦ prenatalna diagnostika ◦ biopsija horionskih resic ◦ amniocenteza
◦ mezenhimske matične celice ◦ test ELISA ◦ metoda FISH



GENSKI INŽENIRING

OBVEZNO

OPIS TEME

Gensko spreminjanje je osnovni postopek sodobnih biotehnoloških metod. Gensko spremenjeni organizmi (GSO) so lahko mikroorganizmi, rastline ali živali. Za vnos tuje DNA v organizme se uporabljajo različni vektorski sistemi, prilagojeni vrsti organizma, kateremu spreminjamo dednino. Žlahtnjenje rastlin je pomembno za pridobivanje sort, odpornih proti boleznim in škodljivcem, ter posledično za manjšo uporabo herbicidov.

Gensko spremenjeni mikroorganizmi se uporabljajo v biotehnoloških procesih za proizvodnjo zdravil, encimov, biogoriv in drugih pomembnih bioproizvodov.

Gensko spremenjene živali (GSŽ) pa so živali, katerih genetski material je bil spremenjen z namenom, da pridobijo določene lastnosti, kot so odpornost proti boleznim, hitrejša rast ali spremenjena prehranska sestava mesa ali mleka. Te živali so lahko tudi modelni organizmi v znanstvenih raziskavah za razumevanje bolezni ali razvoj novih terapevtskih učinkovin.

Kljub svojim potencialnim koristim so GSO predmet številnih družbeno perečih razprav, povezanih z okoljskimi, zdravstvenimi in etičnimi vprašanji.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Ogled video posnetkov (YouTube)

Dijaki si ogledajo različne YouTube posnetke, ki prikazujejo tehnologije in procese, povezane z gensko spremenjenimi organizmi (GSO). Posnetki lahko vključujejo:

- » **povzetek postopkov genske spremembe:** kako poteka postopek od izolacije gena preko njegovega prenosa v organizem do tvorbe proizvoda,
- » **primere GSO v praksi:** prikazi uporabe GSO v kmetijstvu (npr. odporne rastline, povečana proizvodnja pridelkov), medicini (npr. genske terapije) in industriji (proizvodnja specifičnih encimov ali zdravil),
- » **vplivi na okolje in družbo:** YouTube videi lahko tudi vključujejo razprave o prednostih in slabostih uporabe GSO, etičnih vprašanjih in regulacijah.

Primeri video posnetkov, dostopnih pod naslovi:

- » "How GMOs are made" (postopek ustvarjanja GSO)
- » "The benefits and risks of GMOs"
- » "GMO crops: How do they work?"

Video posnetki bodo dijakom pomagali vizualizirati postopke in učinke genske spremembe ter omogočili lažje razumevanje te kompleksne teme.

» **Praktične naloge po ogledu video posnetkov**

Po ogledu videov dijaki razpravljajo, kako so določeni organizmi gensko spremenjeni in zakaj. Učitelj lahko organizira razpravo o tem, kaj so koristi in tveganja GSO, kako se genske spremembe uporabljajo v različnih industrijah ter kaj to pomeni za prihodnost živilske industrije, zdravja in ekologije.

» **Interaktivne naloge**

Dijaki lahko sodelujejo v nalogah, pri katerih primerjajo GSO z naravnimi organizmi ter razpravljajo o etičnih in pravnih vprašanjih, ki izhajajo iz uporabe GSO. To lahko vključuje tudi analizo primerov uporabe GSO, kot so pridelki, odporni proti škodljivcem in boleznim, ki proizvajajo večjo količino hranil.

Vrednotenje znanja

» **Kviz o GSO**

Učitelj lahko pripravi kviz, ki vključuje vprašanja o postopkih ustvarjanja GSO, njihovih koristih in tveganjih ter o uporabi GSO v različnih industrijah. Kviz omogoča takojšnjo povratno informacijo o tem, kako dobro dijaki obvladajo temo.

» **Povratne informacije in diskusija**

Po zaključku nalog in razprav lahko učitelj da povratne informacije dijakom glede njihovega razumevanja in sposobnosti kritične analize prednosti in pomanjkljivosti GSO. Dijaki bodo razpravljali tudi o regulativah in etičnih vprašanjih v povezavi z GSO, kar bo pripomoglo k večjemu razumevanju vplivov GSO na družbo in okolje.

Dodatna pojasnila

» **Pojasnila o postopkih genskega spreminjanja organizmov**

Učitelj razloži osnovne tehnologije, ki se uporabljajo za ustvarjanje GSO, kot so **gensko inženirstvo**, **tehnologija rekombinantne DNA** ali **tehnologija CRISPR** itd. Dijaki se seznani z osnovami teh tehnologij in kako omogočajo selektivno spremembo genetskega materiala v organizmih.

» **Primeri uporabe GSO**

Učitelj predstavi različne primere GSO, kot so:

- » **kmetijstvo:** odporne rastline (npr. soja, koruza), ki so odporne proti herbicidom ali škodljivcem,
- » **medicina:** genske terapije, ustvarjanje rekombinantnih zdravil (npr. inzulin),
- » **ekologija:** potencialna uporaba GSO za čiščenje onesnaževal ali proizvodnjo bioloških energentov.

Uporaba strokovnih terminov

Pri obravnavi GSO bodo dijaki seznanjeni s strokovnimi termini, kot so **genom**, **rekombinantna DNA**, **vektorji za vnos tuje DNA**, **gensko spreminjanje**, **tehnologija CRISPR**, **transgeni organizmi**, **genska terapija**, **genomska selekcija** itd. To bo dijakom omogočilo boljše razumevanje tehnik in konceptov v biotehnologiji.

Vertikalne in horizontalne povezave

» Vertikalna povezava z OŠ (biologija 9. razred)

Dijaki bodo nadgradili znanje o osnovnih bioloških procesih, ki so jih spoznali v osnovni šoli, kot so **celična delitev** in **dednost**. V srednji šoli se bodo poglobili v metode, ki omogočajo spreminjanje genetskega materiala in vplive teh sprememb.

» Horizontalna povezava z drugimi predmeti

Povezovanje GSO z drugimi predmeti, kot so **kemija (kemijske reakcije pri genskem inženiringu), etika (etična vprašanja glede uporabe GSO)**, omogoča dijakom širše razumevanje vpliva teh tehnologij na družbo in naravo.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Prilagoditev nalog glede na predznanje

Učitelj prilagodi naloge glede na stopnjo razumevanja dijakov. Dijaki, ki imajo več predznanja, lahko raziskujejo bolj kompleksne primere, kot je tehnologija **CRISPR** ali **etična vprašanja pri uporabi GSO v medicini**. Dijaki z manj predznanja pa lahko začnejo z osnovami genske spremembe in njenimi praktičnimi aplikacijami.

» Podpora pri raziskovalnih nalogah

Dijaki, ki se odločijo za raziskovalne naloge o specifičnih primerih uporabe GSO, kot so gensko spremenjene rastline ali zdravljenje bolezni z gensko terapijo, bodo imeli podporo pri raziskavi različnih virov, ki jim bodo omogočili poglobljeno razumevanje teh tem.

GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI

CILJI

Dijak:

- : spoznava vlogo encimov potrebnih za genski inženiring;
- : se seznani z osnovnimi principi vnosa genov v mikroorganizme, rastline in živali;
- : proučuje prednosti in slabosti posamezne metode genskega inženiringa;
- SC (2.2.2.1)
- : se seznani s primeri gensko spremenjenih organizmov.
- SC (2.2.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži pomen restrikcijskih encimov, polimeraze in ligaze;



- » opiše glavne metode vnosa genov v mikroorganizme, rastline in živali (elektroporacija, lipofekcija, biolistika, mikroinjiciranje);
- » utemelji prednosti in slabosti uporabe posameznih skupin organizmov za proizvodnjo rekombinantnih (heterolognih) beljakovin;
- » opiše vnos DNA v mikrobno celico in našteje nekaj primerov uporabe gensko spremenjenih mikroorganizmov;
- » pozna pomen in uporabo pomembnih bakterij v genskem inženiringu (*Thermus aquaticus*, *Bacillus thuringiensis*, *Agrobacterium tumefaciens*);
- » razloži delovanje vektorjev (virusi, plazmidi, liposomi) za vnos genov v organizme;
- » opiše vektorske sisteme za vnos tuje DNA v rastlinske celice in navede primere gensko spremenjenih rastlin in njihov biotehnološki pomen in pomen za kmetijstvo;
- » utemelji pomen vzgoje gensko spremenjenih rastlinskih sort, ki so odporne proti boleznim, škodljivcem in herbicidom (*B.t.* koruza, *B.t.* soja, *B.t.* bombaž, proteazni inhibitorji, odpornost proti širokospektralnemu herbicidu, odpornost na sušo, zlati riž idr.);
- » primerja žlahtnjenje rastlin z genskim inženiringom;
- » opiše različne postopke vnosa tuje DNA v živalske celice in utemelji njihov biotehnološki pomen;
- » navede nekaj primerov gensko spremenjenih živali in opredeli njihov biotehnološki pomen;
- » razloži proizvodnjo, uporabo in pomen bioaktivnih beljakovin, proizvedenih v mlečni žlezi sesalcev in krvnem serumu;
- » pozna pomen ksenotransplantacij;
- » utemelji pomen tehnologije CRISPR za urejanje genske informacije v celici.

TERMINI

- plazmid ◦ liposom ◦ adenovirus ◦ herpes virus ◦ *Agrobacterium tumefaciens* ◦ ksenotransplantacija
- tehnologija CRISPR ◦ retrovirus

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI IN NADZOR

OBVEZNO

OPIS TEME

Pomemben vidik vsakršne biotehnološke proizvodnje je nadzor nad varnim in kakovostnim delom, tako v laboratorijskem okolju kot v proizvodnji. Še posebej v farmacevtski in živilski industriji mora proizvodnja potekati skladno z načeli dobre laboratorijske in proizvodne prakse, katerih smernice so določene v različnih zakonih in predpisih za različne panoge in ki predstavljata sistem vodenja kakovosti. Za varnost živil je v živilski proizvodnji zakonsko obvezen tudi vzpostavljeni sistem HACCP, ki vključuje predvsem nadzor nad fizikalnimi, kemijskimi in biološkimi dejavniki tveganja s postavitvijo kritičnih kontrolnih točk. Za zagotavljanje konstantne kakovosti izdelkov, večje učinkovitosti procesov in večje konkurenčnosti se podjetja odločajo za usklajevanje delovanja po mednarodnih standardih ISO.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Prikaz enostavnega primera sistema HACCP

Učitelj predstavi enostaven primer sistema **HACCP (angl. Hazard Analysis and Critical Control Points)**, ki je ključni sistem za zagotavljanje varnosti hrane. Dijaki se seznajajo z osnovnimi koraki in principi tega sistema, kot so:

- » **analiza tveganja**: prepoznavanje potencialnih tveganj, ki lahko vplivajo na varnost hrane (npr. mikrobiološka, kemična ali fizikalna tveganja);
- » **določitev kritičnih kontrolnih točk (KKT/CCP)**: opredelitev točk v proizvodnem procesu, na katerih je potreben nadzor, da se preprečijo tveganja;
- » **vzpostavitev mejnih vrednosti**: določitev minimalne ali maksimalne vrednosti meritve, ki morajo biti izpolnjene, da zagotavljajo varnost izdelka;
- » **spremljanje in zapisovanje**: postavitve postopkov za nadzor kritičnih kontrolnih točk;
- » **ukrepanje v primeru nepravilnosti**: predlogi, kaj storiti, če se postopek ne izvaja po načrtu.

Dijaki si lahko ogledajo konkretne primere, kot je postopek v **pivovarni, pekarni, mlekarni**, kjer je sistem HACCP ključnega pomena za zagotavljanje varnosti končnih proizvodov.

» Iskanje ključnih kontrolnih točk (KKT/CCP) na primeru enostavnega postopka

Dijaki prepoznajo ključne kontrolne točke na primeru enostavnega postopka, npr. **proizvodnja marmelade, predelava mleka v jogurt ali kuhanje in pakiranje hrane**. Dijaki analizirajo, kje bi morali biti postopki nadzirani, da bi preprečili onesnaženje ali napake, ki vplivajo na kakovost izdelka. To vključuje:

- » **ugotavljanje kritičnih kontrolnih točk** v postopku, kot so temperatura kuhanja, čas hlajenja, čiščenje opreme in skladiščenje surovin;
- » **oblikovanje kontrolnih seznamov** za spremljanje teh postopkov.

Vrednotenje znanja

» Dijaki izdelajo diagram procesa

Dijaki bodo ustvarili enostaven **diagram postopka**, ki prikazuje postopek, ki ga analizirajo (npr. priprava marmelade, proizvodnja soka), in označili kritične kontrolne točke (KKT) na diagramu. Učitelj bo ocenil njihovo sposobnost, da prepoznajo te točke in pravilno identificirajo nevarnosti, ki bi lahko vplivale na kakovost.

» Povratne informacije na podlagi primerov

Po predstavitvi primerov dijaki prejmejo povratne informacije o tem, kako natančno so prepoznali kritične kontrolne točke in kako dobro so povezali nevarnosti s postopkom. Učitelj bo pomagal razjasniti morebitne napake in pokazal, kako bi lahko izboljšali analizo postopka.

» Kviz o sistemu HACCP

Po obravnavi teme učitelj pripravi **kviz** z vprašanji, ki preizkušajo znanje o korakih v sistemu HACCP, kriterijih za določanje kritičnih kontrolnih točk in primerih nepravilnosti. Kviz omogoča takojšnjo povratno informacijo za dijake.

Dodatna pojasnila

» Pojasnila o sistemu HACCP

Učitelj podrobno razloži vsak korak sistema HACCP, zakaj je pomemben za zagotavljanje kakovosti in varnosti proizvodov ter kako se ta sistem uporablja v različnih industrijah. Dijaki bodo spoznali, kako HACCP vpliva na varnost hrane v vsakdanjem življenju, kako zmanjšuje tveganja za zdravje ljudi ter omogoča sledljivost od začetka proizvodnje do končnega izdelka. Učitelj pojasni zakonsko osnovo sistema HACCP v direktivah EU in nacionalni zakonodaji.

» Primeri iz prakse

Učitelj lahko predstavi primere podjetij ali obratov, kjer se izvaja sistem HACCP (npr. mesna industrija, peka, predelava sadja), in pokaže konkretne primere, v katerih so ključne kontrolne točke pomembne za zagotavljanje kakovosti in preprečevanje napak.

Uporaba strokovnih terminov

Dijaki bodo pri obravnavi teme seznanjeni s strokovnimi termini, kot so sistem **HACCP**, **kritična kontrolna točka (KKT/CCP)**, **mejne vrednosti**, **spremljanje**, **tveganja**, **sanitacijski postopki**, **obvladovanje tveganja** in **kontrola kakovosti**. To bo omogočilo dijakom uporabo strokovnega jezika pri obravnavi postopkov zagotavljanja kakovosti in varnosti v industrijskih procesih.

Vertikalne in horizontalne povezave

» Vertikalna povezava z OŠ (naravoslovje, gospodinjstvo)

Dijaki bodo nadgradili znanje o osnovnih znanstvenih principih, kot so mikrobiologija, kemija in fizika, ki



vplivajo na kakovost in varnost proizvodov. V srednji šoli se bodo poglobili v specifične postopke in sisteme za nadzor kakovosti v različnih industrijah.

» **Horizontalna povezava z drugimi predmeti**

Povezovanje s predmeti, kot so **kemija (fizikalno-kemijske lastnosti živil in procesov)**, **matematika (statistični nadzor kakovosti)**, **ekonomija (opravilo analiz in stroškov obvladovanja kakovosti)**, omogoča širše razumevanje pomena zagotavljanja kakovosti.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» **Prilagoditev nalog glede na predznanje**

Učitelj prilagodi naloge za dijake z različnim predznanjem. Dijaki z več znanja o procesih in industriji se lahko lotijo bolj kompleksnih primerov, kot so izdelava sistema HACCP za večje proizvodne obrate, medtem ko začetni dijaki obravnavajo enostavnejše primere, kot so domači postopki priprave hrane.

» **Individualizirane naloge**

Dijaki, ki potrebujejo več pomoči pri razumevanju vsebine, bodo imeli naloge, ki omogočajo lažje iskanje kritičnih kontrolnih točk v preprostih postopkih (npr. priprava juhe, pakiranje hrane), medtem ko bolj napredni dijaki raziskujejo kompleksnejše primere.

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI IN NADZOR

CILJI

Dijak:

- : spozna standarde ISO in njihov pomen v farmacevtski in živilski industriji;
- : se seznani s sistemom HACCP;
SC (3.2.4.1)
- : proučuje dejavnike tveganja;
SC (3.2.4.1)
- : se seznani z varnostnimi ukrepi v laboratoriju;
SC (3.2.4.1)
- : proučuje vlogo kritičnih kontrolnih točk.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » utemelji pomen uporabe standardov v proizvodnji biofarmacevtikov in živil;
- » opiše osnovne zahteve dobre proizvodne prakse;

- » razloži primere upoštevanja in neupoštevanja dobre prakse;
- » **razloži sistem HACCP za nadzor nad varnostjo živil in prepozna načela sistema HACCP;**
- » na primeru prikaže sistem HACCP;
- » **razloži pomen kritičnih kontrolnih točk procesa, s katerimi se nadzorujejo dejavniki tveganja;**
- » **opredeli kemijske, biološke in fizikalne dejavnike tveganja;**
- » **utemelji ukrepe splošne varnosti v laboratoriju in proizvodnji.**

TERMINI

- dobra proizvodna praksa ◦ dobra laboratorijska praksa

BIOTEHNOLOGIJA IN DRUŽBA

OBVEZNO

OPIS TEME

Hiter razvoj biotehnologije ter nepoznavanje njenih novih metod ali proizvodov lahko sproži etične pomisleke in povzroča zaskrbljenost ali celo strah v družbi. Najpogostejši dvomi in polemike so povezani s hrano iz gensko spremenjenih organizmov, poseganjem v dednino, kloniranjem, ravnanjem z zarodki in matičnimi celicami, gensko terapijo in diagnostiko ter posledično z možnimi škodljivimi vplivi gensko spremenjenih organizmov na zdravje ljudi, živali in okolja. Odobranje javnosti pa ima, na drugi strani, pomembno vlogo pri prenosu novih spoznanj biotehnologije iz laboratorijev na polja, v proizvodnjo hrane, medicinske aplikacije ipd. V tem kontekstu je zato pomembna seznanitev dijakov z načeli in postopki kontroliranega dela z gensko spremenjenimi organizmi, ki ga predpisuje tudi zakonodaja.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Priporočene didaktične strategije in metode

» Analiza člankov na temo etike, preizkušanja zdravil in afer, vezanih na neustrezna zdravila

Dijaki preberejo članke, ki obravnavajo etična vprašanja, povezana z biotehnologijo, kot so preskušanje zdravil na ljudeh in živalih, neustrezna zdravila, neetične prakse v biotehnoloških raziskavah. Dijaki nato analizirajo te članke, iščejo ključna etična vprašanja in kritično ocenijo odgovornost biotehnoloških podjetij in raziskovalcev.

Primeri člankov:

- » članki o **neustrezni uporabi zdravil**, kot so primeri zdravil, ki so bila umaknjena zaradi stranskih učinkov, čeprav so bila sprva široko uporabljena;
- » **raziskave na ljudeh**: primeri zgodovine preskušanja zdravil, pri katerih so bili ljudje izpostavljeni nevarnim snovem brez njihovega soglasja ali zaupnih informacij;
- » **primeri neetičnih praks v biotehnologiji**: prakse, ki vključujejo napačne postopke pri preskušanju novih zdravil ali biotehnoloških proizvodov.
- » **Debata na temo etike**
Po analizi člankov organiziramo **debato**, v kateri dijaki razpravljajo o naslednjih vprašanjih:
 - » Je etično izvajati preskušanje zdravil na ljudeh?
 - » Kako je mogoče zagotoviti, da so raziskave biotehnologije izvedene po etičnih smernicah?
 - » Kaj je odgovornost biotehnoloških podjetij glede varnosti in zdravja uporabnikov njihovih proizvodov?

» **Kako obravnavamo afero, ko zdravilo povzroči resne neželene učinke?**

Dijaki bodo morali pripraviti argumente na obeh straneh vprašanja in sodelovati v konstruktivnem dialogu, pri čemer bodo proučili tako etične kot pravne vidike uporabe biotehnologije v zdravstvu.

Vrednotenje znanja

» **Udeležba v debati in argumentacija**

Dijaki bodo ocenjeni na podlagi svoje sposobnosti, da jasno in argumentirano izrazijo svoje mnenje v debati. Ocenjevanje bo temeljilo na tem, kako dobro dijaki podprejo svoje trditve z dejstvi iz člankov, zakonodaje in raziskav ter kako učinkovito sodelujejo v razpravi.

» **Povratne informacije po debati**

Po debati učitelj da povratne informacije, kako dobro so dijaki argumentirali in kako kritično so obravnavali etična vprašanja v biotehnologiji. Učitelj lahko tudi poudari področja, na katerih bi morali dijaki še izboljšati svoje znanje ali argumentacijo.

» **Pisni povzetek**

Dijaki napišejo **kratek povzetek** svojih ugotovitev iz debat in člankov ter na koncu predložijo svoje mnenje o tem, ali bi morali obstajati strožji predpisi za preizkušanje zdravil in uporabo biotehnologije v medicini.

Dodatna pojasnila

» **Pojasnila o etičnih dilemah v biotehnologiji**

Učitelj podrobno razloži etična vprašanja v biotehnologiji, vključno s **pravico do informiranega soglasja** pri preizkušanju zdravil, **tveganji**, ki jih predstavljajo nepreverjeni biotehnološki proizvodi, in **pravičnostjo** pri dostopu do zdravil in terapij. Učitelj tudi predstavi primere iz zgodovine, v katerih so bile raziskave izvedene neetično, da bi dijaki lažje razumeli, kako lahko negativni dogodki v biotehnologiji vplivajo na družbo.

» **Etika in odgovornost v biotehnološki industriji**

Dijaki se bodo seznanili s tem, kako biotehnološka podjetja in raziskovalci odgovarjajo za varnost in zdravje ljudi, pa tudi s tem, kako morajo ravnati, da preprečijo škodo uporabnikom svojih izdelkov.

Razprava vključuje tudi vlogo **regulativnih teles**, ki nadzorujejo varnost zdravil in biotehnoloških izdelkov.

Uporaba strokovnih terminov

Pri obravnavi te teme se bodo dijaki seznanili s številnimi strokovnimi termini, kot so **etična načela**, **preskušanje zdravil**, **informirano soglasje**, **neželeni učinki** in **biotehnološki patent**. To bo dijakom omogočilo, da se seznanijo z etičnimi in pravnimi vidiki uporabe biotehnologije v zdravstvu.

Vertikalne in horizontalne povezave

» **Vertikalna povezava z OŠ (naravoslovje in biologija)**

Dijaki bodo nadgradili znanje o osnovah biotehnologije in biologije, ki so jih spoznali v osnovni šoli, in se poglobili v vprašanja, ki vključujejo etiko in odgovornost pri uporabi biotehnoloških napredkov.

» **Horizontalna povezava z drugimi predmeti**

Povezovanje s **kemijo (kemijski postopki v biotehnologiji)**, **fiziko (tehnologije za proizvodnjo bioloških**

zdravil), etiko (etika in odgovornost v biotehnologiji) in pravom (regulacije in zakonodaja na področju biotehnologije) omogoča dijakom širše razumevanje biotehnologije v kontekstu družbe.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Prilagoditev nalog glede na predznanje

Učitelj prilagodi naloge in vsebino razprave glede na predznanje dijakov. Dijaki z več znanja o biotehnologiji in etiki lahko raziskujejo globlja vprašanja, kot so etični okviri za raziskovanje genske terapije ali bioloških zdravil, medtem ko se dijaki z manj predznanja osredotočijo na osnovna vprašanja, kot so preizkušanje zdravil na ljudeh in živalih.

» Raziskovalne naloge

Dijaki, ki želijo raziskati temo bolj poglobljeno, lahko izberejo specifične primere biotehnoloških afer (npr. afera s proizvodnjo neustreznih zdravil) in pripravijo raziskovalno nalogo o tem primeru, vključno z etičnimi vprašanji, odgovornostjo podjetij in vplivi na družbo.

BIOTEHNOLOGIJA IN DRUŽBA

CILJI

Dijak:

○: spoznava vpliv razvoja biotehnologije na družbo;

SC (2.2.1.1)

○: se seznani s prednostmi, slabostmi in etičnimi pomisleki glede genskega spreminjanja in poseganja v dednino;

SC (5.1.5.1)

○: spoznava načela, ki se upoštevajo pri genskem spreminjanju;

SC (1.2.2.1 | 1.2.2.2)

○: proučuje zakonodajo na področju GSO;

SC (1.2.3.1 | 1.2.3.2)

○: razvija sposobnost sodelovanja v etičnih debatah;

SC (1.2.2.1 | 1.2.2.2 | 3.3.3.2 | 3.3.3.1)

○: povezuje etiko, zakonodajo in ekonomske zakonitosti,

SC (3.3.4.1)

I: prepozna biotehnologijo kot gospodarsko panogo.

SC (5.2.4.1 | 5.2.2.1 | 5.1.1.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pojasni, kako razvoj biotehnologije vpliva na javno mnenje;
- » oblikuje in utemelji svoje mnenje o razvoju in vplivu biotehnologije na družbo;
- » navede prednosti, slabosti in utemelji etične pomisleke genskega spreminjanja in poseganja v dednino, kloniranja in ravnanja z zarodki in matičnimi celicami, genske terapije in genske diagnostike;
- » razloži pomen varovanja osebnih podatkov;
- » razloži pojem ocena tveganja in pojasni načela, ki se upoštevajo pri genskem spreminjanju organizmov;
- » navede zakonodajo, povezano z gensko spremenjenimi organizmi;
- » razloži delo v zaprtih sistemih;
- » pojasni, da je biotehnologija gospodarska panoga;
- » pojasni povezave med etiko, zakonodajo in ekonomskimi zakonitostmi;
- » razloži predklinično in klinično preskušanje zdravil.

TERMINI

- bioetika
- predklinične študije
- klinične študije

PRAKTIČNI DEL - PROJEKTNO DELO

OBVEZNO

OPIS TEME

Projektno delo je samostojno delo dijaka, ki pri reševanju problema uporablja interdisciplinarni pristop. Dijak lahko opravi praktični in teoretični del projektne naloge v enem sklopu ali v daljšem časovnem obdobju v okviru 50 ur pouka. Pri izvedbi projektne naloge sodelujeta šolski mentor in/ali somentor in/ali zunanji (delovni) mentor, ki dijaku 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 projektno nalogo in jo zagovarjajo.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

Izbira teme projektne naloge na podlagi interesa dijakov

Dijaki se bodo odločili za temo projektne naloge na podlagi svojih interesov in zanimanj. Učitelj bo dijaku predstavil seznam možnih tem, povezanih z biotehnologijo, ki se lahko izvajajo v laboratoriju, in jih usmeril pri izbiri. Tema naj bo povezana z vsebinami, ki so bile obravnavane v prejšnjih temah (npr. **bioprocesiranje, genska sprememba, kontrola kakovosti bioloških proizvodov, biotehnološki procesi v industriji** itd.).

Dodatna pojasnila

» Pomembnost načrtovanja

Učitelj bo dijaku svetoval, kako pomembno je, da skrbno načrtujejo svoj projekt in upoštevajo vse varnostne ukrepe. Priporočljivo je, da se dijaki pred začetkom eksperimenta posvetujejo z učiteljem glede izbire primerne opreme, laboratorijskega okolja in izvedljivosti naloge glede na razpoložljive vire in omejitve.

» Varnostni predpisi in etična vprašanja

Učitelj bo dijake seznanil z vsemi relevantnimi varnostnimi predpisi in etičnimi smernicami, ki se nanašajo na izvajanje projektov z biotehnološkimi procesi. To vključuje pravilno uporabo zaščitne opreme (npr. rokavice, zaščitna očala, laboratorijska oblačila), higieno in ravnanje z biološkimi snovmi.

Elementi za učno diferenciacijo in individualizacijo

» Prilagoditev nalog glede na predznanje

Dijaki, ki imajo več izkušenj in znanja o biotehnoloških procesih, bodo lahko izbrali zahtevnejše naloge, ki vključujejo napredne metode analize ali uporabo specifičnih tehnologij, medtem ko bodo začetniki delali z enostavnejšimi postopki.

» Individualizirane naloge

Učitelj bo omogočil dijaku, da si prilagodi naloge glede na osebni interes, pri čemer bo poskrbel, da so

naloge izvedljive v danem laboratorijskem okolju. To bo omogočilo dijakom, da se bolj vključijo v projekt, saj bodo izbrali temo, ki jih osebno zanima.

PROJEKTNO DELO

CILJI

Dijak:

○: se seznani s samostojnim delom v laboratoriju;

SC (5.3.1.1)

○: razvija timsko delo;

SC (3.1.4.1 | 3.3.3.2 | 3.3.1.1 | 3.3.2.1 | 3.3.4.1 | 5.3.4.1 | 5.3.4.2)

○: povezuje znanja različnih področij;

SC (3.1.4.2 | 5.2.4.1 | 5.2.4.2 | 5.2.4.3)

○: spoznava pisanje projektnega dela in obdelavo podatkov;

SC (1.1.1.1 | 1.1.2.1 | 1.1.2.2 | 4.1.1.1 | 4.1.2.1 | 4.3.1.1)

○: razvija sposobnost opazovanja in razvršča podrobnosti v smiselno celoto.

STANDARDI ZNANJA

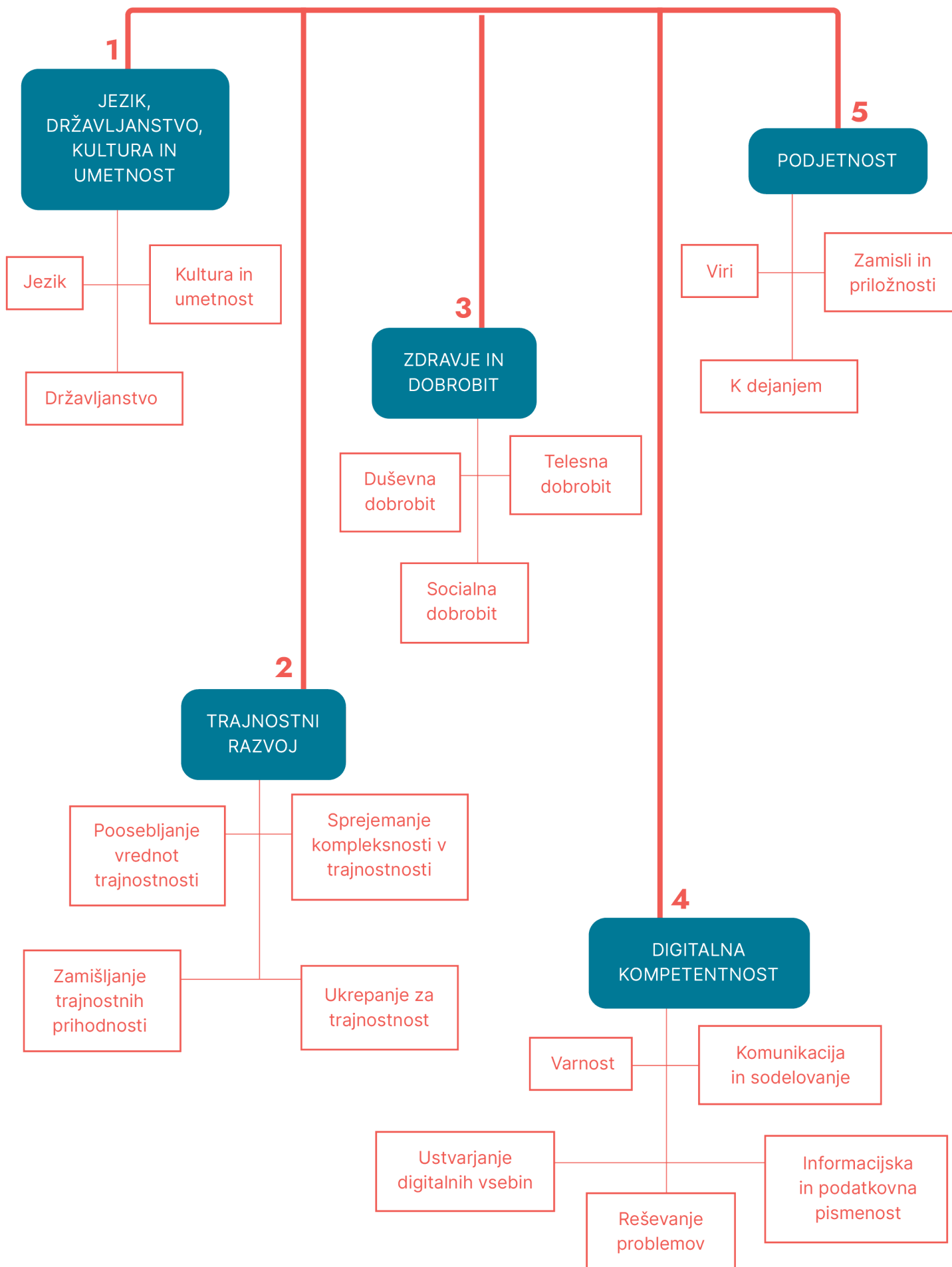
Dijak:

- » samostojno, na podlagi prej znanih navodil in možnosti, izbere temo in določi delovni naslov;
- » izdelava načrt poteka in izvedbe projektnega dela;
- » predstavi potrebno literaturo;
- » izvede praktični del naloge;
- » rezultate dobljene v eksperimentalnem delu prikaže in interpretira, vrednoti, razloži in navede ugotovitve;
- » naredi pisni izdelek ter ga predstavi s pomočjo IKT v razredu in na ravni šole;
- » upošteva interdisciplinarni pristop in prvine timskega dela.

PRILOGE



KLJUČNI CILJI PO PODROČJIH SKUPNIH CILJEV



1 /// JEZIK, DRŽAVLJANSTVO, KULTURA IN UMETNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

1.1 JEZIK

1.1.1 Strokovna besedila	1.1.1.1 Pri posameznih predmetih razvija zmožnost izražanja v različnih besedilnih vrstah (referat, plakat, povzetek, opis, pogovor itd.).
1.1.2 Strokovni jezik	1.1.2.1 Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije; torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav. 1.1.2.2 Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno ter pisno raven svojega strokovnega jezika.
1.1.3 Univerzalni opis jezika kot sistema	(pri vseh predmetih:) 1.1.3.1 Se zaveda podobnosti ter razlik med jeziki in je na to pozoren tudi pri uporabi gradiv v tujih jezikih, pri uporabi prevajalnikov, velikih jezikovnih modelov, avtomatsko prevedenih spletnih strani itd. (pri vseh jezikovnih predmetih:) 1.1.3.2 Se zaveda, da različne jezike lahko opisujemo na podoben način; pri pouku tujih jezikov zato uporablja znanje, pridobljeno pri pouku učnega jezika, in obratno: zna primerjati jezike, ki se jih uči, in razpozna podobnosti ter razlike med njimi.
1.1.4 Razumevanje pomena branja	1.1.4.1 Pri vseh predmetih redno bere, izbira raznolika bralna gradiva, jih razume, poglobljeno analizira in kritično vrednoti.
1.1.5 Jezik in nenasilna komunikacija	1.1.5.1 Razvija lastne sporazumevalne zmožnosti skozi nenasilno komunikacijo.

1.2 DRŽAVLJANSTVO

1.2.1 Poznavanje in privzemanje človekovih pravic ter dolžnosti kot temeljnih vrednot in osnov državljanske etike	1.2.1.1 Pozna, razume in sprejema človekove pravice kot skupni evropski in ustavno določeni okvir skupnih vrednot ter etike. 1.2.1.2 Razume, da so človekove pravice univerzalne in nepogojene, da uveljavljajo vrednote svobode in enakosti. 1.2.1.3 Razume in sprejema, da je obstoj pravic pogojen s spoštovanjem individualne dolžnosti do enake pravice drugega. 1.2.1.4 Razume in sprejema, da je dolžnost do enake pravice drugega dolžnost zaradi dolžnosti (ne le pravica zaradi individualnega interesa). 1.2.1.5 Razume in sprejema človekove pravice in dolžnosti kot osnovno, vsem državljanom skupno etiko (moralo), ki uveljavlja vrednote spoštovanja človekovega dostojanstva, pravičnosti, resnice, zakona, lastnine, nediskriminacije in strpnosti.
1.2.2 Etična refleksija	1.2.2.1 Spozna, da obstajajo moralna vprašanja, pri katerih ni vnaprej danih od vseh sprejetih odgovorov. 1.2.2.2 Razvija občutljivost za moralna vprašanja ter sposobnost, da o njih razmišlja skupaj z drugimi.
1.2.3 Sodelovanje z drugimi v skupnosti in za skupnost	1.2.3.1 Z namenom uresničevanja skupnega dobrega sodeluje z drugimi ter podaja in uresničuje predloge, ki kakovostno spreminjajo skupnosti. 1.2.3.2 Prek lastnega delovanja ozavešča pomen skrbi za demokratično skupnost ter krepi zavedanje o pomenu pripadnosti skupnosti za lastnodobrobit in dobrobit drugih.
1.2.4 Aktivno državljanstvo in politična angažiranost	1.2.4.1 Ob zavedanju pozitivnega pomena politike kot skupnega reševanja izzivov in skrbi za dobrobit vseh, pa tudi iskanja kompromisov in preseganja konfliktov, pozna raznolike oblike demokratičnega političnega angažiranja in se vključuje v politične procese, ki vplivajo na življenja ljudi.
1.2.5 Znanje za kritično mišljenje, za aktivno državljansko držo	1.2.5.1 Uporabi znanja vsakega predmetnega področja za kritično in aktivno državljansko držo.

1.3 KULTURA IN UMETNOST

1.3.1 Sprejemanje, doživljanje in vrednotenje kulture in umetnosti	1.3.1.1 Intuitivno ali zavestno (individualno in v skupini) vzpostavlja odnos do kulture, umetnosti, umetniške izkušnje in procesov ustvarjanja ter ob tem prepozna lastna doživetja in se vživlja v izkušnjo drugega. itd.).
1.3.2 Raziskovanje in spoznavanje kulture ter umetnosti	1.3.2.1 Raziskuje in spozna kulturo, umetnost, umetniške zvrsti ter njihova izrazna sredstva v zgodovinskem in kulturnem kontekstu.
1.3.3 Izražanje v umetnosti in z umetnostjo	1.3.3.1 Je radoveden in raziskuje materiale in umetniške jezike, se z njimi izraža, razvija domišljijo ter pogloblja in širi znanje tudi na neumetniških področjih.
1.3.4 Uživanje v ustvarjalnem procesu ter dosežkih kulture in umetnosti	1.3.4.1 Uživa v ustvarjalnosti, se veseli lastnih dosežkov in dosežkov drugih. 1.3.4.2 V varnem, odprtem in spodbudnem učnem okolju svobodno izraža želje in udejanja ustvarjalne ideje.
1.3.5 Živi kulturo in umetnost	1.3.5.1 Živi kulturo in umetnost kot vrednoto v domačem in šolskem okolju ter prispeva k razvoju šole kot kulturnega središča in njenemu povezovanju s kulturnim in z družbenim okoljem.

2 /// TRAJNOSTNI RAZVOJ



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

2.1 POOSEBLJANJE VREDNOT TRAJNOSTNOSTI

2.1.1 Vrednotenje trajnostnosti	2.1.1.1 Kritično oceni povezanost lastnih vrednot in vrednot družbe s trajnostnostjo glede na svoje trenutne zmožnosti ter družben položaj.
2.1.2 Podpiranje pravičnosti	2.1.2.1 Pri svojem delovanju upošteva etična načela pravičnosti, enakopravnosti ter sočutja.
2.1.3 Promoviranje narave	2.1.3.1 Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi ter družbenimi sistemi.

2.2 SPREJEMANJE KOMPLEKSNOSTI V TRAJNOSTNOSTI

2.2.1 Sistemsko mišljenje	2.2.1.1 K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika. 2.2.1.2 Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi, družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.2.2 Kritično mišljenje	2.2.2.1 Kritično presoja informacije, poglede in potrebe o trajnostnem razvoju z vidika naravnega okolja, živih bitij in družbe, pri čemer upošteva različne poglede, pogoje z osebnim, socialnim in kulturnim ozadjem.
2.2.3 Formuliranje problema	2.2.3.1 Pri opredelitvi problema upošteva značilnosti problema – (ne)jasnost, (ne)opredeljenost, (ne)določljivost problema – in lastnosti reševanja – (ne)definirane, (ne)sistemske rešitve – ter vpletenost deležnikov.

2.3 ZAMIŠLJANJE TRAJNOSTNIH PRIHODNOSTI

2.3.1 Pismenost za prihodnost	2.3.1.1 Na podlagi znanja, znanstvenih dognanj in vrednot trajnostnosti razume ter vrednoti možne, verjetne in želene trajnostne prihodnosti (scenarije). 2.3.1.2 Presoja dejanja, ki so potrebna za doseganje želene trajnostne prihodnosti.
2.3.2 Prilagodljivost	2.3.2.1 V prizadevanju za trajnostno prihodnost tvega in se kljub negotovostim prilagaja ter sprejema trajnostne odločitve za svoja dejanja.
2.3.3 Raziskovalno mišljenje	2.3.3.1 Pri načrtovanju in reševanju kompleksnih problemov/-atik trajnostnosti uporablja in povezuje znanja in metode različnih znanstvenih disciplin ter predlaga ustvarjalne in inovativne ideje in rešitve.

2.4 UKREPANJE ZA TRAJNOSTNOST

2.4.1 Politična angažiranost	2.4.1.1 Ob upoštevanju demokratičnih načel kritično vrednoti politike z vidika trajnostnosti ter sodeluje pri oblikovanju trajnostnih politik in prakse na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.4.2 Kolektivno ukrepanje	2.4.2.1 Pri prizadevanju in ukrepanju za trajnostnost upošteva demokratična načela in aktivno ter angažirano (konstruktivno) sodeluje z drugimi.
2.4.3 Individualna iniciativa	2.4.3.1 Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni ter politični ravni.



3.1 DUŠEVNA DOBROBIT

3.1.1 Samozavedanje	3.1.1.1 Zaznava in prepoznavna lastno doživljanje (telesne občutke, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) ter lastno vedenje. 3.1.1.2 Skozi izkušnje razume povezanost različnih vidikov lastnega doživljanja (telesni občutki, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) v specifičnih situacijah (npr. ob doživljanju uspeha in neuspeha v učnih in socialnih situacijah).
3.1.2 Samouravnavanje	3.1.2.1 Uravnava lastno doživljanje in vedenje (npr. v stresnih učnih in socialnih situacijah). 3.1.2.2 Razvija samozaupanje in samospoštovanje. 3.1.2.3 Se učinkovito spoprijema z negotovostjo in kompleksnostjo. 3.1.2.4 Učinkovito upravlja, organizira čas učenja in prosti čas.
3.1.3 Postavljanje ciljev	3.1.3.1 Prepoznavna lastne interese, lastnosti, močna in šibka področja ter v skladu z njimi načrtuje kratkoročne in dolgoročne cilje (vezane na duševno, telesno, socialno in učno področje). 3.1.3.2 Spremlja doseganje in spreminjanje načrtovanih ciljev. 3.1.3.3 Razvija zavzetost in vztrajnost ter krepi zmožnosti odložitve nagrade.
3.1.4 Prožen način razmišljanja	3.1.4.1 Razvija osebno prožnost, razvojno miselno naravnost, radovednost, optimizem in ustvarjalnost. 3.1.4.2 Učinkovito se spoprijema s problemskimi situacijami, ki zahtevajo proaktivno miselno naravnost.
3.1.5 Odgovornost in avtonomija	3.1.5.1 Krepi odgovornost, avtonomijo in skrbi za osebno integriteto.

3.2 TELESNA DOBROBIT

3.2.1 Gibanje in sedenje	3.2.1.1 Razume pomen vsakodnevnega gibanja za zdravje in dobro počutje. 3.2.1.2 Razvija pozitiven odnos do gibanja. 3.2.1.3 Vključuje se v različne gibalne dejavnosti, tudi tiste, ki razbremenijo naporen vsakdan. 3.2.1.4 Razume škodljivosti dolgotrajnega sedenja, razvija navade za prekinitev in zmanjšanje sedenja.
3.2.2 Prehrana in prehranjevanje	3.2.2.1 Razume pomen uravnotežene prehrane. 3.2.2.2 Razvija navade zdravega prehranjevanja. 3.2.2.3 Oblikuje pozitiven odnos do hrane in prehranjevanja.
3.2.3 Sprostitev in počitek	3.2.3.1 Razume pomen počitka in sprostitve po miselnem ali telesnem naporu. 3.2.3.2 Spozna različne tehnike sproščanja in uporablja tiste, ki mu najbolj koristijo. 3.2.3.3 Razume pomen dobrih spalnih navad za učinkovito telesno in miselno delovanje ter ravnanje.
3.2.4 Varnost	3.2.4.1 Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja. 3.2.4.2 Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje zdravja sebe in drugih.
3.2.5 Preventiva pred različnimi oblikami zasvojenosti	3.2.5.1 Usvaja znanje o oblikah in stopnjah zasvojenosti ter o strategijah, kako se jim izogniti oz. jih preprečiti z zdravim življenjskim slogom.

3.3 SOCIALNA DOBROBIT

3.3.1 Socialno zavedanje in zavedanje raznolikosti	3.3.1.1 Ozavešča lastno doživljanje in vedenje v odnosih z drugimi. 3.3.1.2 Zaveda se in prepoznavna raznolikosti v ožjem (oddelek, vrstniki, družina) in širšem okolju (šola, lokalna skupnost, družba).
3.3.2 Komunikacijske spretnosti	3.3.2.1 Razvija spretnosti aktivnega poslušanja, asertivne komunikacije, izražanja interesa in skrbi za druge.
3.3.3 Sodelovanje in reševanje konfliktov	3.3.3.1 Konstruktivno sodeluje v različnih vrstah odnosov na različnih področjih. 3.3.3.2 Krepi sodelovalne veščine, spretnosti vzpostavljanja in vzdrževanja kakovostnih odnosov v oddelku, družini, šoli, širši skupnosti, temelječih na spoštljivem in asertivnem komuniciranju ter enakopravnosti.
3.3.4 Empatija	3.3.4.1 Krepi zmožnosti razumevanja in prevzemanja perspektive drugega. 3.3.4.2 Prepoznavna meje med doživljanjem sebe in drugega. 3.3.4.3 Uravnava lastno vedenje v odnosih, upoštevajoč več perspektiv hkrati.
3.3.5 Prosocialno vedenje	3.3.5.1 Krepi prepoznavanje in zavedanje potrebe po nudenju pomoči drugim. 3.3.5.2 Prepoznavna lastne potrebe po pomoči in strategije iskanja pomoči. 3.3.5.3 Krepi družbeno odgovornost.

4 /// DIGITALNA KOMPETENTNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

4.1 INFORMACIJSKA IN PODATKOVNA PISMENOST

4.1.1 Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij ter digitalnih vsebin	4.1.1.1 Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
4.1.2 Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.2.1 Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
4.1.3 Upravljanje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.3.1 Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.

4.2 KOMUNIKACIJA IN SODELOVANJE

4.2.1 Interakcija z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.1.1 Sporazumeva se z uporabo različnih digitalnih tehnologij in razume ustrezna sredstva komunikacije v danih okoliščinah.
4.2.2 Deljenje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.2.1 Deli podatke, informacije in digitalne vsebine z drugimi z uporabo ustreznih digitalnih tehnologij. Deluje v vlogi posrednika in je seznanjen s praksami navajanja virov ter avtorstva.
4.2.3 Državljsko udejstvovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.3.1 Išče in uporablja portale za udejstvovanje v družbi. Poišče skupine, ki zastopajo njegove interese, s pomočjo katerih lahko aktivno daje predloge za spremembe.
4.2.4 Sodelovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.4.1 Z digitalnimi orodji soustvarja skupno vsebino in se zavzema za krepitev sodelovanja med člani.
4.2.5 Spletni bonton	4.2.5.1 Pri uporabi digitalnih tehnologij in omrežij prilagaja svoje vedenje pričakovanjem ter pravilom, ki veljajo v določeni skupini.
4.2.6 Upravljanje digitalne identitete	4.2.6.1 Ustvari eno ali več digitalnih identitet in z njimi upravlja, skrbi za varovanje lastnega ugleda ter za ravnanje s podatki, ki nastanejo z uporabo številnih digitalnih orodij in storitev v različnih digitalnih okoljih.

4.3 USTVARJANJE DIGITALNIH VSEBIN

4.3.1 Razvoj digitalnih vsebin	4.3.1.1 Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
4.3.2 Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	4.3.2.1 Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
4.3.3 Avtorske pravice in licence	4.3.3.1 Pozna licence in avtorske pravice. Spoštuje pravice avtorjev in jih ustrezno citira.
4.3.4 Programiranje	4.3.4.1 Zna ustvariti algoritem za rešitev enostavnega problema. Zna odpraviti preproste napake v programu.

4.4 VARNOST

4.4.1 Varovanje naprav	4.4.1.1 Deluje samozaščitno; svoje naprave zaščiti z ustreznimi gesli, programsko opremo in varnim ravnanjem, jih ne pušča brez nadzora v javnih prostorih idr.
4.4.2 Varovanje osebnih podatkov in zasebnosti	4.4.2.1 Varuje osebne podatke in podatke drugih ter prepoznava zaupanja vredne ponudnike digitalnih storitev.
4.4.3 Varovanje zdravja in dobrobiti	4.4.3.1 Digitalno tehnologijo uporablja uravnoteženo, skrbi za dobro telesno in duševno dobrobit ter se izogiba negativnim vplivom digitalnih medijev.
4.4.4 Varovanje okolja	4.4.4.1 Zaveda se vplivov digitalnih tehnologij in njihove uporabe na okolje.

4.5 REŠEVANJE PROBLEMOV

4.5.1 Reševanje tehničnih težav	4.5.1.1 Prepozna tehnične težave pri delu z napravami ali digitalnimi okolji ter jih rešuje.
4.5.2 Prepoznavanje potreb in opredelitev tehnoloških odzivov	4.5.2.1 Prepoznava in ocenjuje potrebe, izbira ter uporablja digitalna orodja in jih prilagaja lastnim potrebam.
4.5.3 Ustvarjalna uporaba digitalne tehnologije	4.5.3.1 S pomočjo digitalne tehnologije ustvarja rešitve in novosti v postopkih ter izdelkih.
4.5.4 Prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah	4.5.4.1 Prepozna vrzeli v svojih digitalnih kompetencah, jih po potrebi izboljšuje in dopolnjuje ter pri tem podpira tudi druge.

**5.1 ZAMISLI IN PRILOŽNOSTI**

5.1.1 Odkrivanje priložnosti	5.1.1.1 Prepoznavava avtentične izzive kot priložnosti za ustvarjanje vrednost zase in za druge.
5.1.2 Ustvarjalnost in inovativnost	5.1.2.1 Pri reševanju izzivov na ustvarjalen način uporablja znanje in izkušnje za ustvarjanju boljših rešitev. 5.1.2.2 Pripravi nabor možnih rešitev izziva, pri čemer stremi k oblikovanju vrednosti za druge.
5.1.3 Vizija	5.1.3.1 Oblikuje vizijo prihodnosti, ki vključuje odgovore na vprašanja, kaj namerava početi v prihodnosti, kakšen želi postati in kakšno skupnost želi sooblikovati.
5.1.4 Vrednotenje zamisli	5.1.4.1 Vrednoti rešitve ob upoštevanju kriterijev po načelu ustvarjanja dobrobiti za druge in izbere ustrezno rešitev.
5.1.5 Etično in trajnostno razmišljanje	5.1.5.1 Prepozna in ovrednoti vpliv svojih odločitev ter ravnanj na skupnost in okolje.

5.2 VIRI

5.2.1 Samozavedanje in samoučinkovitost	5.2.1.1 Prepozna svoje želje, močna in šibka področja ter zaupa, da lahko pozitivno vpliva na ljudi in situacije.
5.2.2 Motiviranost in vztrajnost	5.2.2.1 Je pozitivno naravnani, samozavesten in osredotočen na proces reševanja izziva. 5.2.2.2 Vztraja pri opravljanju kompleksnejših nalog.
5.2.3 Vključevanje virov	5.2.3.1 Pridobi podatke in sredstva (materialna, nematerialna in digitalna), potrebne za prehod od zamisli k dejanjem, s katerimi odgovorno in učinkovito upravlja, pri čemer upošteva učinkovito izrabo lastnega časa in finančnih sredstev.
5.2.4 Vključevanje človeških virov	5.2.4.1 Spodbuja in motivira druge pri reševanju skupnih nalog. 5.2.4.2 Poišče ustrezno pomoč posameznika (npr. vrstnika, učitelja, strokovnjak itd.) ali strokovne skupnosti. 5.2.4.3 Razvije spretnosti za učinkovito komunikacijo, pogajanje, vodenje, ki so potrebne za doseganje rezultatov.
5.2.5 Finančna pismenost	5.2.5.1 V različnih življenjskih situacijah prepozna in rešuje finančne izzive (viri finančnih sredstev, skrb za denar, poslovanje npr. z banko, zavarovalnico ter drugimi finančnimi institucijami, ocena potrebnih sredstev, tveganj in odločitev o zadolževanju ter naložbi, varčevanju). 5.2.5.2 Sprejema odgovorne finančne odločitve za doseganje blaginje (osebne in za skupnost). 5.2.5.3 Pridobiva ustrezno znanje na področju finančne pismenosti za kakovostno vsakdanje in poklicno življenje.

5.3 K DEJANJEM

5.3.1 Prevzemanje pobude	5.3.1.1 Spodbuja in sodeluje pri reševanju izzivov, pri čemer prevzema individualno in skupinsko odgovornost.
5.3.2 Načrtovanje in upravljanje	5.3.2.1 V procesu reševanja problemov si zastavlja kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne cilje, opredeli prednostne naloge in pripravi načrt. 5.3.2.2 Prilagaja se nepredvidnim spremembam.
5.3.3 Obvladovanje negotovosti, dvoumnosti in tveganja	5.3.3.1 Na nepredvidene situacije se odziva s pozitivno naravnanoostjo in ciljem, da jih uspešno razreši. 5.3.3.2 Pri odločitvah primerja in analizira različne informacije, da zmanjša negotovost, dvoumnost in tveganja.
5.3.4 Sodelovanje	5.3.4.1 Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami. 5.3.4.2 Morebitne spore rešuje na konstruktiven način in po potrebi sklepa kompromise.
5.3.5 Izkusveno učenje	5.3.5.1 Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev. 5.3.5.2 Presoja uspešnost doseganja zastavljenih ciljev in pri tem prepozna priložnosti za nadaljnje učenje. 5.3.5.3 Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih situacijah. 5.3.5.4 Povratne informacije uporabi za nadaljnji razvoj podjetnostne kompetence.