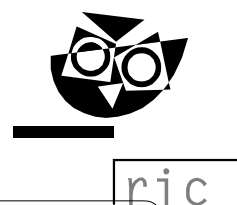


BIOTEHNOLOGIJA

Predmetni izpitni katalog za splošno maturo ■

Predmetni izpitni katalog se uporablja od spomladanskega roka **2007**, dokler ni določen novi. Veljavnost kataloga za leto, v katerem bo kandidat opravljal maturo, je navedena v Maturitetnem izpitnem katalogu za splošno maturo za tisto leto.



Državni izpitni center

1. Uvod	4
2. Izpitni cilji	5
3. Zgradba in vrednotenje izpita	6
3.1 Shema izpita	6
3.2 Tipi nalog in vrednotenje	6
4. Izpitne vsebine	7
Interdisciplinarnost biotehnologije	7
Zgodovina in razvoj biotehnologije	7
Biotehnološki postopek	7
Biokulture	8
Pripravljalni procesi v biotehnologiji	10
Bioreaktorji	12
Spremljanje in regulacija procesa v bioreaktorju	12
Zaključni procesi v biotehnologiji	12
Primeri proizvodnih biotehnologij	13
Molekularna biologija celice	14
Gensko spremenjeni organizmi	15
Odstranjevanje odpadkov	15
Zagotavljanje in kontrola kakovosti (QA/QC)	16
Biotehnologija in družba	16
Praktični del – projektno delo	17
5. Kandidati s posebnimi potrebami	18
6. Dodatek	19
6.1 Merila za ocenjevanje projektnega dela, raziskovalne naloge in terenskega dela	19
7. Primeri izpitnih vprašanj	21
8. Literatura	29

1. UVOD

Predmetni izpitni katalog za splošno maturo je namenjen dijakom, ki so se odločili za biotehnologijo kot izbirni predmet na splošni maturi. V njem so podani izpitni cilji, zgradba in vrednotenje izpita, izpitne vsebine in literatura.

Preverjanje temelji na poznavanju dejstev in pojmov, njihovem razumevanju in uporabi. Poudarek je na reševanju problemskih nalog, ki vključujejo eksperimentalne veščine, pridobljene pri vajah in projektne delu.

Projektno delo je posebnost tega predmeta. Vključuje praktično laboratorijsko delo, omogoča povezovanje znanja in iskanje konkretnih rešitev biotehnoloških problemov in se vrednoti po kriterijih, navedenih v Dodatku.

V izpitnem katalogu se pojem problemska naloga pojavlja pod točko 3.2. Naloga predstavi problem, ki ga dijak preko vprašanj različne težavnostne stopnje rešuje z uporabo in povezovanjem biotehnološkega znanja iz različnih poglavij. Namen problemske naloge je uporaba znanja v novi situaciji.

2. IZPITNI CILJI

Splošni izpitni cilji omogočajo, da kandidat:

- spozna interdisciplinarnost biotehnologije,
- razume pojme, dejstva in zakonitosti s področja biotehnološkega procesa, biokultur, gojišč, bioreaktorjev, spremljanja in reguliranja procesov v bioreaktorju, izolacije biotehnoloških produktov in genske tehnologije,
- razvije sposobnosti in veščine za načrtovanje in regulacijo biotehnoloških procesov,
- z lastnim iskanjem in preučevanjem si oblikuje kritičen odnos do spoznanj v biotehnologiji,
- s pomočjo pridobljenega znanja in sodobno zastavljenega projektne delo spozna in izbere načine reševanja biotehnološkega problema za doseganje ekonomsko, zdravstveno in okoljsko optimalnih rezultatov,
- primerja donosnost biotehnoloških procesov in načrtuje za trajen razvoj ekonomsko najprivlačnejšo različico,
- analizira težave, ki nastajajo pri uporabi biotehnologije, razvije pozitiven odnos do okolja, ohranjanja biotske pestrosti, biološke varnosti in se seznanja z obstoječo zakonodajo s tega področja v svetu ter v Sloveniji,
- izoblikuje kritičen odnos do etičnih dilem, ki nastopajo pri uporabi sodobne biotehnologije in predlaga možne rešitve za odpravljanje nezaželenih posledic.

3. ZGRADBA IN VREDNOTENJE IZPITA

3.1 SHEMA IZPITA

■ Pisni del

Izpitna pola	Čas reševanja	Delež pri oceni	Ocenjevanje	Pripomočki
1	80 minut	40 %	zunanje	nalivno pero ali kemični svinčnik, svinčnik HB ali B, radirka, šilček, ravnilo z milimetrskim merilom in računalno
2	120 minut	40 %	zunanje	

■ Projektno delo, raziskovalna naloga ali terensko delo

20 % notranje

3.2 TIPI NALOG IN VREDNOTENJE

■ Pisni del

Izpitna pola	Tipi nalog	Vrednotenje
1	40 nalog izbirnega tipa	Vsak pravilni odgovor je ovrednoten z eno točko.
2	9 nalog, od tega 6 strukturiranih in 3 problemske naloge. Kandidat izbere 4 strukturirane in 2 problemski nalogi.	Strukturirana naloga je ovrednotena s 5 točkami, problemska naloga je ovrednotena z 10 točkami.

■ Projektno delo, raziskovalna naloga ali terensko delo

Notranjo oceno oblikuje učitelj na osnovi meril za ocenjevanje projektne dela, raziskovalne naloge in terenskega dela. Merila za ocenjevanje so navedena v Dodatku. Ocena predstavlja 20 % celotne ocene na splošni maturi in se oblikuje v razponu od 0–20 točk.

4. IZPITNE VSEBINE

INTERDISCIPLINARNOST BIOTEHNOLOGIJE

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- razloži, zakaj je biotehnologija interdisciplinarna veda,
- utemelji pomen biotehnologije v vsakdanjem življenju,
- našteje področja uporabe biotehnologije.

ZGODOVINA IN RAZVOJ BIOTEHNOLOGIJE

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- ve, da je uporaba biotehnoloških proizvodov stara kot človeštvo,
- loči tradicionalno in sodobno biotehnologijo na osnovi tipičnih biotehnoloških proizvodov,
- našteje odkritja, pomembna za razvoj biotehnologije, in utemelji njihov pomen,
- uvrsti pomembna odkritja v zgodovinsko obdobje.

BIOTEHNOLOŠKI POSTOPEK

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- razlikuje pojme: postopek, operacija, proces, tehnologija,
- nariše osnovno shemo biotehnološkega postopka s ključnimi elementi: biokulture, surovine, bioreaktor, produkt,
- opredeli vlogo (mikro)biologa, molekularnega biologa, (bio)kemika, in biotehnologa v biotehnološkem postopku na izbranem primeru,
- opredeli pripravljalne procese, bioproces in zaključne procese.

BIOKULTURE

■ VSEBINA, POJMI

Mikrobne
biokulture

Virusi

Zgradba virusov

Razmnoževanje
virusov

■ CILJI

Kandidat:

- razlikuje mikrobne, rastlinske in živalske kulture,
- definira in razlikuje pojme: vrsta, populacija, sev, kultivar, sorta, pasma, izolat, celična linija,
- razlikuje pomen primarnih in sekundarnih metabolitov v živih celicah,

- primerja viruse in živa bitja in natančneje opredeli njihovo zgradbo in življenjski cikel,
- opiše osnovno zgradbo virusov in sestavne dele prepozna na skici,*

- definira bakteriofag,
- opiše litični in lizogeni cikel razmnoževanja virusov,
- opredeli viruse kot vektorje genetskega materiala in kot kontaminante delovnih biokultur,

Cepljivke

Zgradba bakterij

Razmnoževanje
bakterij

Bakterijska
genetika

Metabolizem
bakterij

- opiše bakterijsko celico kot prokariontsko celico ter na skici prepozna celične strukture prokariontske celice,
- prepozna načine rasti bakterijskih biokultur,
- opredeli bakterije kot gramnegativne in grampozitivne in opiše razliko v zgradbi njihove celične stene,
- pojasni pomen bakterijskih endospor,

- opredeli cepitev kot delitev bakterijske celice,
- definira pojem bakterijska kolonija,

- opiše in razlikuje zgradbo evkariontske in prokariontske DNK,
- primerja naravne procese prenosa dednine in inducirane procese prenosa dednine,
- definira transdukcijo in konjugacijo,

- našteje načine prehranjevanja bakterij (avtotrofnost, sožitje, gniloživstvo, zajedalstvo),
- razlikuje med striktno aerobnimi, fakultativno anaerobnimi, mikroaerofilnimi, striktno anaerobnimi in aerotolerantno anaerobnimi bakterijami,

* S polno piko so označeni cilji, ki so enaki kot cilji v izpitnem katalogu za biologijo

Glive

Kvasovke	Značilnosti in zgradba kvasovk	<ul style="list-style-type: none">○ utemelji uvrstitev gliv v samostojno kraljestvo,○ opredeli kvasovke kot netaksonomsko skupino gliv,○ opiše kvasovke kot enocelične evkariontske organizme,○ pozna oblike celic pri kvasovkah, obliko kolonij na trdnem gojišču in pojavne oblike rasti v tekočem gojišču,
	Razmnoževanje kvasovk	<ul style="list-style-type: none">○ razlikuje brstenje od cepitve in od micelijske rasti,
	Metabolizem kvasovk	<ul style="list-style-type: none">○ razlikuje med metabolizmom kvasovk v aerobnih in anaerobnih razmerah,○ pozna vpliv nekaterih dejavnikov okolja na rast in metabolizem kvasovk,
Plesni	Zgradba plesni	<ul style="list-style-type: none">○ definira pojma vegetativni in reproduktivni ali zračni micelij,• definira pojem hifa,
	Razmnoževanje plesni	<ul style="list-style-type: none">○ prepozna in opiše spolno in nespolno razmnoževanje plesni,
	Metabolizem plesni	<ul style="list-style-type: none">○ navede in opiše osnovne značilnosti fiziologije rasti plesni (micelijska rast, peletna rast),○ pozna ekološki in tehnološki pomen ekstracelularnega metabolizma plesni,
Simbiotske glive		<ul style="list-style-type: none">• definira mikorizo in razloži pomen odnosa za oba partnerja,○ opiše in na sliki prepozna morfološke oblike mikorize,

Rastline

Alge	Zgradba in značilnosti alg	<ul style="list-style-type: none">○ opiše in na sliki prepozna različne morfološke oblike alg,○ pozna razlike v biokemijski zgradbi alg,• opredeli alge kot primarne proizvajalce,
	Razmnoževanje alg	<ul style="list-style-type: none">○ seznanen se z biotehnološkim pomenom alg,○ pozna dejavnike, ki vplivajo na dinamiko razmnoževanja alg,
Rastlinske tkivne kulture	Značilnosti rastlinskih tkivnih kultur	<ul style="list-style-type: none">○ definira rastlinske tkivne in celične kulture,○ razlikuje na morfološkem nivoju med kulturami celih rastlin, izoliranih organov, tkiv, kalusa, celic in protoplastov,○ pojasni nastanek kulture kalusa,○ definira totipotentnost,
	Rast in razvoj rastlin v tkivni kulturi	<ul style="list-style-type: none">○ pozna pogoje za rast in diferenciacijo celic in organov v tkivnih kulturah,○ imenuje dejavnike, ki vplivajo na diferenciacijo celic in organov,○ pozna in opiše anatomske, morfološke in fiziološke spremembe rastlin v tkivni kulturi,

- opiše na znanem primeru in utemelji pomen privajanja rastlin iz tkivne kulture na naravno okolje,
- Mikropropagacija
 - razloži pojem mikropropagacija in opiše postopek razmnoževanja rastlin z mikropropagacijo,
 - utemelji tehnološki pomen mikropropagacije,

Živali

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Živalske tkivne kulture | Značilnosti živalskih tkivnih kultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ definira živalske tkivne in celične kulture, |
| | Rast in razvoj biokultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ pozna shemo pridobivanja živalske tkivne in celične kulture, ○ loči in opiše suspenzijske in pričvrščene kulture živalskih celic, ○ spozna pomen živalskih tkivnih in celičnih kultur v biotehnologiji |

PRIPRAVLJALNI PROCESI V BIOTEHNOLOGIJI

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- | | |
|---|--|
| Delo mikrobiologa in biotehnologa | <ul style="list-style-type: none"> ○ pozna delo mikrobiologa in biotehnologa pri pripravi biokultur, substratov, opreme in prostorov, ○ razume septičnost in aseptičnost, |
| Izbor in viri biokultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ pozna osnovne kriterije za izbiro biokulture, ○ navede možne vire biokultur, ○ razlikuje lastnosti biokultur, dobljenih iz različnih virov, |
| Izolacija in identifikacija biokultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ razlikuje različne načine identifikacije biokultur, ○ se zaveda pomena identifikacije biokultur, ○ pozna principe izolacije čiste kulture, |
| Priprava industrijskih biokultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ pojasni pomen oživljanja biokultur, ○ razloži potek in pomen stopenjske priprave inokuluma (vcepka), ○ se seznanj s pomenom imobilizacije biokultur, |
| Shranjevanje biokultur | <ul style="list-style-type: none"> ○ se zaveda pomena ustreznega shranjevanja biokultur z različnih vidikov: varnostni, biotehnološka vrednost biokulture, ○ pozna načine začasnega in trajnega shranjevanja biokultur, ○ ugotovi primernost posameznega načina shranjevanja, |
| Potrebe biokultur po hranilnih snoveh in energiji | <ul style="list-style-type: none"> ○ se seznanj z osnovnimi potrebami in pogoji za rast in razvoj biokultur, ○ razlikuje med mikro- in makroelementi ter razloži njihov pomen, |
| Ogljikovi hidrati | <ul style="list-style-type: none"> ○ spozna zgradbo monosaharidov, disaharidov, oligosaharidov in polisaharidov v biokulturah in njihov pomen, |
| Lipidi | <ul style="list-style-type: none"> ○ spozna zgradbo in vlogo lipidov v biokulturah, |

Proteini	<ul style="list-style-type: none"> o pozna vloge proteinov v biokulturah, o opiše zgradbo aminokislin in napiše njihovo splošno strukturno formulo, o ve, da se aminokisliline povezujejo s peptidno vezjo v peptide in proteine in oblikujejo primarno, sekundarno, terciarno in kvartarno strukturo,
Izbor in priprava gojišč	<ul style="list-style-type: none"> o razlikuje definirano in kompleksno gojišče, o pozna kriterije za izbiro gojišča, o razlikuje gojišča (hranilne podlage) glede na njihove lastnosti, o spozna, da je izbor in priprava gojišča odvisna od vrste biokulture in sestave produkta, ki ga ta proizvaja, o obvlada aseptično pripravo različnih tipov trdnih in tekočih gojišč, o pozna osnovne tehnike nacepljenja mikrobnih biokultur,
Voda	<ul style="list-style-type: none"> o pozna fizikalne in kemijske lastnosti vode ter razloži pomen vode za rast in razvoj biokultur, o ve, da je voda ena glavnih sestavin gojišč, o razlikuje pomen destilirane in vodovodne vode pri pripravi gojišč,
Viri ogljika in dušika	<ul style="list-style-type: none"> o pozna različne vire ogljika in dušika v gojišču, ki jih biokulture lahko izkoriščajo, o presodi ustreznost posameznih virov za določene biokulture,
Viri fosforja in drugih elementov	<ul style="list-style-type: none"> o navede vire fosforja in drugih elementov v gojišču, o pozna njihovo vlogo v biokulturah,
Rastni regulatorji	<ul style="list-style-type: none"> o se seznanja z različnimi rastnimi regulatorji, o pozna njihovo uporabo pri vzgoji rastlinskih in živalskih celičnih in tkivnih kultur,
Rast biokultur	<ul style="list-style-type: none"> o nariše rastno krivuljo in razloži posamezne faze rasti, o definira fizikalne, kemijske in biološke dejavnike, ki vplivajo na rast biokultur, o ugotavlja vpliv različnih dejavnikov, ki vplivajo na rast mikrobnih biokultur (temperatura, pH, sestava gojišča, prisotnost O₂, antibiotikov, razkužil), o razlikuje načine sterilizacije substratov, opreme in prostorov, o obvlada osnovne načine ugotavljanja števila biokultur,
Fiziologija mikrobnih biokultur	<ul style="list-style-type: none"> o razume presnovo (metabolizem, anabolizem, katabolizem), o pozna vlogo encimov pri metabolizmu, o definira in razloži metabolno aktivnost biokultur na primeru.

BIOREAKTORJI

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- | | |
|-------------------------------|--|
| Tipi bioreaktorjev | <ul style="list-style-type: none">• našteje sestavne dele bioreaktorja in razloži delovanje bioreaktorja,○ razlikuje osnovne tipe bioreaktorjev za aerobne in anaerobne bioprocese, |
| Tipi procesov v bioreaktorju | <ul style="list-style-type: none">○ razlikuje različne tipe bioprocsov (odprte, zaprte, polodprte, z reciklacijo), |
| Sistemi kultivacije biokultur | <ul style="list-style-type: none">○ loči različne sisteme kultivacije delovnih organizmov. |

SPREMLJANJE IN REGULACIJA PROCESA V BIOREAKTORJU

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- | | |
|----------------------------------|---|
| Fizikalni dejavniki | <ul style="list-style-type: none">○ pozna načine merjenja fizikalnih parametrov (T, pretok tekočin in plinov, tlak),○ razloži vplive fizikalnih dejavnikov na bioproces, |
| Kemijski dejavniki | <ul style="list-style-type: none">○ loči načine merjenja kemijskih dejavnikov (pH, pO₂),○ navede vplive kemijskih dejavnikov na bioproces, |
| Biološki dejavniki | <ul style="list-style-type: none">○ seznanen se z načini merjenja biomase, encimske aktivnosti, nastajanja proizvodov, porabe substrata, |
| Prenos bioprocsov v večje merilo | <ul style="list-style-type: none">○ razloži osnovne principe povečevalnih kriterijev. |

ZAKLJUČNI PROCESI V BIOTEHNOLOGIJI

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- | | |
|--|--|
| Mehanski postopki ločevanja biotehnoloških produktov | <ul style="list-style-type: none">○ pojasni pomen ločevanja biotehnoloških produktov,○ razloži osnovne dejavnike, ki vplivajo na trajnost, uporabnost in varnost biotehnoloških produktov,○ opiše osnovne mehanske postopke ločevanja biotehnoloških produktov,○ loči metode ločevanja celic in koncentracije snovi z gravitacijo (sedimentacija, centrifugiranje),○ razlikuje metode ločevanja celic in koncentracije snovi z membranami (filtracija, mikrofiltracija, reverzna osmoza, diafiltracija, elektrodializa),○ zna povezati metode mehanskega ločevanja z realnimi primeri iz prakse,○ opredeli kriterije za izbiro primerne metode ločevanja biotehnoloških produktov, |
|--|--|

- Fizikalno-kemijski postopki ločevanja biotehnoloških produktov
- pojasni osnove fizikalno biokemijskih postopkov ločevanja biotehnološkega produkta (ionska izmenjava, imunološke metode ločevanja),
 - ponazori kriterije za izbiro primerne metode ločevanja.

PRIMERI PROIZVODNIH BIOTEHNOLOGIJ

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

VSEBINA, POJMI	CILJI
Živilstvo	<i>Kandidat:</i>
Aerobni bioproces	<ul style="list-style-type: none"> ○ razloži in opiše osnovne značilnosti tipičnih bioprocesov: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ produkcija biomase (pekovski kvas) ⇒ produkcija očetne kisline ⇒ produkcija citronske kisline ⇒ proizvodnja encimov ⇒ aerobna obdelava odpadnih vod in odpadkov
Anaerobni bioproces	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ proizvodnja vina ⇒ proizvodnja piva ⇒ anaerobna obdelava odpadnih vod in odpadkov
Mikroaerofilni bioproces	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ proizvodnja fermentiranih mlečnih izdelkov,
Kmetijstvo in gozdarstvo	<ul style="list-style-type: none"> ○ razume žlahtnjenje rastlin in definira pojme: haploidna rastlina, moški gametofit, ženski gametofit, androgeneza, ginogeneza, homozigotnost, heterozigotnost, čista linija, žlahtnjenje rastlin, ○ utemelji pomen vzgoje rastlinskih sort, ki so odporne na bolezni in škodljivce, za zmanjšanje uporabe kemičnih sredstev za varstvo rastlin, ○ našteje primere rastlinskih vrst z vnesenimi geni za odpornost na bolezni in škodljivce,* ○ razloži pojme: brezvirusna rastlina, meristem, termoterapija in opiše postopek vzgoje brezvirusnih rastlin s pomočjo kulture meristema, ○ opiše postopke odkrivanja virusov pri rastlinah, ○ razloži, kako termoterapija prispeva k uspešnosti vzgoje brezvirusnih rastlin, ○ ovrednoti pomen vzgoje brezvirusnih rastlin pri rastlinah, ki jih razmnožujemo vegetativno,
Ekologija	<ul style="list-style-type: none"> ○ kritično oceni vplive bioprocesov na obremenjevanje ekosistemov, hkrati pa se zaveda njihovega pomena za družbo, ○ pojasni pomen samoočiščevalne sposobnosti ekosistemov na znanem primeru, ○ razloži ekološki pomen biološkega razkroja trdnih odpadkov, ○ pozna načine in pomen čiščenja odpadnih voda, zraka in prsti, ○ seznaneni se z biotehnološkimi metodami čiščenja pri velikih onesnaženjih okolja,

*Škodljivec (biološko: plenilec) je organizem, ki povzroča gospodarsko škodo

Farmacija in medicina

Veterina

- seznanjeni se z zaprtimi sistemi proizvodnje kot enim od načinov zmanjševanja onesnaževanja okolja,
- seznanjeni se s proizvodnjo antibiotikov, cepiv, encimov, hormonov, rastnih faktorjev in proteinov s terapevtskim učinkom,
- razloži princip genske diagnostike in se seznanjeni s proizvodnjo monoklonskih protiteles, tkivnim inženirstvom, gensko terapijo,
- razume bistvo presajanja zarodkov, kloniranja, se seznanjeni s proizvodnjo bioaktivnih peptidov v mlečni žlezi in krvnem serumu ter uporabo genskih označevalcev za selekcijo.

MOLEKULARNA BIOLOGIJA CELICE

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

	<i>Kandidat:</i>
Celična membrana	<ul style="list-style-type: none">○ opiše kemijsko sestavo in organizacijo plazmaleme,○ pojasni načine prehajanja snovi skozi celično membrano,○ pozna glavne vzroke za imunogeno delovanje celic,
Membranski receptorji	<ul style="list-style-type: none">○ pozna pojem membranski receptor in osnovni model njegovega delovanja,
Endocitoza, eksocitoza	<ul style="list-style-type: none">○ pozna potek in biološki pomen endocitoze in eksocitoze ter navede primer za oboje,
Celični organeli	<ul style="list-style-type: none">○ zna naštetih celične organele in opisati njihovo funkcijo,○ utemelji funkcionalno povezanost celičnih organelov,
Ribosomi	<ul style="list-style-type: none">○ opiše zgradbo ribosoma in mesto nahajanja v celici pri prokariotih in evkariotih,
Mitochondriji, kloroplasti, plastidi	<ul style="list-style-type: none">○ opiše zgradbo mitohondrija in kloroplasta, ustroj njunega genoma, njuno delovanje in pomen za energijsko bilanco celice ter pozna zgradbo in vlogo plastidov,
Golgijev aparat	<ul style="list-style-type: none">○ utemelji pomen Golgijevega aparata za delovanje celice,
Endoplazmatski retikulum	<ul style="list-style-type: none">○ pozna strukturo endoplazmatskega retikuluma,
Lizosomi	<ul style="list-style-type: none">○ razloži vlogo lizosomov,
Jedro	<ul style="list-style-type: none">○ opiše zgradbo jedra in organizacijo dednine v jedru, razume vlogo mobilnih genetskih elementov,
Zgradba kromosoma	<ul style="list-style-type: none">○ pozna nukleosomski model, razume organizacijo DNA v kromosomu, pozna topologijo kromosoma, zna opisati strukturne in numerične kromosomske aberacije, razlikuje med prokariotskim in eukariotskim kromosomom,
Nukleinske kisline	<ul style="list-style-type: none">○ pozna osnovne gradnike, povezovanje le-teh, osnovno topologijo molekul nukleinskih kislin,
DNA, mRNA, tRNA, rRNA	<ul style="list-style-type: none">○ razlikuje fiziološko vlogo posameznih nukleinskih kislin,
Encimi	<ul style="list-style-type: none">○ utemelji vlogo encimov za procese v celici in zunaj nje, ponazori vlogo encimov z nekaj primeri in opredeli pomen aplikacije biotehnoške proizvodnje encimov,

Podvojevanje (duplikacija), prepis (transkripcija) in prevajanje (translacija) DNA

Enostavna oblika uravnavanja izražanja genov

- shematično ponazori podvojevanje DNA ter določi povezavo transkripcije in translacije na primeru kratkega nukleotidnega zaporedja, razloži pojme kodogen, kodon, antikodon,
- razume pomen mutacij,
- opiše vlogo promotorja, na primeru lac operona pojasni od okolja odvisno uravnavanje izražanja genov.

GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Genski označevalci

Gensko spremenjeni mikroorganizmi

Orodja rekombinantne DNA

Gensko spremenjene rastline

Gensko spremenjene živali

Kandidat:

- se seznani s pojmom genski označevalec,
- opiše vnos tuje DNA v mikrobno celico in našteje nekaj primerov gensko spremenjenih mikroorganizmov,
- pozna in razume delovanje vektorjev, restrikcijskih endonukleaz, polimerov in ligaz,
- opiše vektorske sisteme za vnos tuje DNA v rastlinske celice, navede nekaj primerov GSR ter utemelji njihov pomen za kmetijsko proizvodnjo,
- opiše različne postopke vnosa tuje DNA v živalske celice, našteje nekaj primerov GSŽ in utemelji njihov biotehnološki pomen, razloži pojem genske terapije.

ODSTRANJEVANJE ODPADKOV

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- razdeli odpadke na komunalne, industrijske in odpadke druge vrste,
- na primeru preproste čistilne naprave razloži njeno delovanje,
- ve, da lahko uporabimo bioplin kot dodaten vir energije,
- spozna pojem sekundarna surovina.

ZAGOTAVLJANJE IN KONTROLA KAKOVOSTI (QA/QC)

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Standardi v biotehnološki proizvodnji

Dobra laboratorijska in proizvodna praksa

Analiza kritičnih kontrolnih točk (HACCP)

Zagotavljanje in kontrola kakovosti

Biološka varnost

Kandidat:

- se zaveda pomena uporabe standardov v biotehnološki proizvodnji,
- seznanen se z osnovnimi zahtevami dobre laboratorijske in proizvodne prakse in razloži njihov pomen,
- seznanen se z osnovnimi principi HACCP,
- utemelji pomen zagotavljanja in ohranjanja stalne kakovosti produkta v biotehnološkem procesu,
- upošteva in razloži pravila za ravnanje z različnimi odpadki v biotehnološkem procesu,
- se seznanen z ukrepi osebne in splošne varnosti v laboratoriju in proizvodnji.

BIOTEHNOLOGIJA IN DRUŽBA

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Etični vidiki

Pravni predpisi

Ekonomika

Kandidat:

- kritično oceni, kako razvoj biotehnologije vpliva na oblikovanje javnega mnenja,
- se zaveda etičnih problemov, ki so povezani s poseganjem v dednino in GSO, s poseganjem v dednino zarodnih celic, gensko preiskavo človeka in varovanjem podatkov, navede cilj genske terapije pri človeku, se seznanen z vprašanji, ki so povezana z uporabo GSO pri proizvodnji hrane,
- razloži pojem »ocena tveganja«,
- pozna načela pravne ureditve glede varnosti biotehnološke proizvodnje, izdelka in okolja,
- se zaveda gospodarnosti in donosnosti biotehnološke proizvodnje,
- se zaveda soodvisnosti etičnih, pravnih in ekonomskih dilem.

PRAKTIČNI DEL – PROJEKTNO DELO

■ VSEBINA, POJMI

■ CILJI

Kandidat:

- Tematski sklopi:
- hrana
 - zdravje
 - okolje
- načrtuje in izvede projektno delo,
 - uporabi interdisciplinarni pristop pri reševanju problema.

5. KANDIDATI S POSEBNIMI POTREBAMI

Zakon o maturi v 4. členu določa, da kandidati opravljajo maturo pod enakimi pogoji. Kandidatom s posebnimi potrebami, ki so bili usmerjeni v izobraževalne programe z odločbo o usmeritvi, v utemeljenih primerih pa tudi drugim kandidatom (poškodba, bolezen), se lahko glede na vrsto in stopnjo primanjkljaja, ovire oziroma motnje prilagodi način opravljanja mature in način ocenjevanja znanja.

Možne so naslednje prilagoditve:

1. opravljanje mature v dveh delih, v dveh zaporednih rokih;
2. podaljšanje časa opravljanja maturitetnega izpita (tudi odmorov, možno je več krajših odmorov);
3. prilagojena oblika izpitnega gradiva (npr. Braillova pisava, povečava, kjer je prevod vprašanj nemogoč, zapis izpitnega gradiva na disketi ...);
4. poseben prostor;
5. prilagojena delovna površina (dodatna osvetlitev, možnost dviga ...);
6. uporaba posebnih pripomočkov (Braillov pisalni stroj, ustrezna pisala, folije za pozitivno risanje ...);
7. izpit s pomočnikom (npr. pomočnik bralec ali pisar);
8. uporaba računalnika;
9. prirejeni ustni izpit in izpit slušnega razumevanja (oprostitev, branje z ustnic, prevajanje v znakovni jezik);
10. prilagoditev opravljanja praktičnega dela maturitetnega izpita (npr. prilagoditev opravljanja seminarske naloge, vaj);
11. prilagojen način ocenjevanja (npr. napake, ki so posledica kandidatove motnje, se ne upoštevajo, pri ocenjevanju zunanji ocenjevalci sodelujejo s strokovnjaki za komunikacijo s kandidati s posebnimi potrebami).

6. DODATEK

6.1 MERILA ZA OCENJEVANJE PROJEKTNEGA DELA, RAZISKOVALNE NALOGE IN TERENSKEGA DELA

Odnos do dela

Točke	Merila
1	Kandidat je neodgovoren, ne upošteva navodil za delo. Je moteč.
2	Kandidat je pasiven. Treba ga je voditi.
3	Kandidat je voljan delati, vendar je površen. Je premalo samostojen in ga je treba usmerjati, da upošteva navodila za delo.
4	Kandidat je voljan delati, sodeluje, je vztrajen, odgovoren in natančen pri delu.
5	Kandidat dela z navdušenjem in vestno opravi vse zadolžitve. Odnos do sodelavcev vključuje prvine timskega dela.

Sposobnost načrtovanja

Točke	Merila
1	Nikoli se ne pripravi na delo, navodil ne prebere, ni samoorganiziran, brez temeljite pomoči ne more opraviti dela.
2	Načrt dela naredi z učiteljevo pomočjo. Navodila zna uporabiti ob dodatni učiteljevi razlagi.
3	Zna samostojno uporabljati navodila. Učiteljevo pomoč potrebuje le občasno.
4	Delo si dobro organizira, je neodvisen in uspešen.
5	Učinkovito načrtuje in organizira delo, hitro najde rešitev problema in predvidi možnosti uporabe pridobljenega znanja.

Sposobnost opazovanja

Točke	Merila
1	Je slab opazovalec. Opazi le del tistega, na kar smo ga posebej opozorili.
2	Opazi le tisto, na kar smo ga opozorili.
3	Je dober opazovalec, vendar nekatere značilnosti prezre.
4	Je dober opazovalec, opazi splošne značilnosti in podrobnosti.
5	Poleg splošnih značilnosti opazi tudi podrobnosti in jih smiselno razvrsti v celoto.

Sposobnost interpretacije

Točke	Merila
1	Pridobljene podatke obdela le, če ga vodimo. Razlage rezultatov ni.
2	Podatke je sposoben obdelati tako, da je očitno, da se zaveda povezave z opravljenim delom.
3	Podatke obdela, vendar razlaga dobljenih rezultatov ni vedno ustrezna.
4	Podatke ustrezno obdela in razloži. Pokaže na možnost delovnih napak in jih upošteva pri razlagi.
5	Podatki so celovito obdelani. Samostojna opažanja in sklepanja zna povezati s pridobljenim teoretičnim znanjem.

Raziskovalna naloga se lahko oceni tudi po kriterijih za ocenjevanje raziskovalnih nalog (avtor Jure Grgurevič) v okviru Gibanja Znanost mladini.

7. PRIMERI IZPITNIH VPRAŠANJ

Izpitna pola 1

1. Razvoj genskega inženirstva (tehnologije rekombinantne DNK) je omogočalo:

- A odkritje strukture ribosomov;
- B odkritje restrikcijskih encimov;
- C pridobivanje sintetičnih antibiotikov;
- D mikropropagacija rastlin.

Rešitev: B

2. Kako bi ugotovili, ali kultura bakterij izloča amilazo?

- A Bakterije bi precepil na gojišče, ki smo mu dodali z želatino.
- B Bakterije bi precepil na gojišče, ki smo mu dodali aminokislino.
- C Bakterije bi precepil na gojišče, ki smo mu dodali škrob.
- D Bakterije bi precepil na gojišče, ki smo mu dodali kri.

Rešitev: C

3. Za pripravo gojišča za rast celične kulture potrebujemo glutamin v koncentraciji 1 mmol/L. Koliko g glutamina moramo dodati za pripravo 8 L gojišča s pH 7,4? Relativna molekulska masa (M_r) glutamina je 146,1.

- A 162,5
- B 1,17
- C 0,17
- D 1750

Rešitev: B

4. Kateri od naslednjih pojmov **ne** predstavlja bioreaktorja?

- A Njiva.
- B Sod z grozdnim sokom.
- C Kolač sira.
- D Aseptična komora.

Rešitev: D

5. Pri katerem bioprocesu ne merimo temperature neposredno?

- A Pri fermentaciji vina.
- B Pri fermentaciji piva.
- C Pri proizvodnji antibiotikov.
- D Pri kompostiranju.

Rešitev: D

6. Kateri senzor ni potreben za spremljanje anaerobnega bioprocesa:
- A termometer;
 - B manometer;
 - C pH elektroda;
 - D kisikova elektroda.

Rešitev: D

7. S katero metodo bi najlažje ločili bakterijski plazmid od genomske DNA po lizi bakterijskih celic?
- A Centrifugiranje pri nizkih obratih.
 - B PCR.
 - C Elisa.
 - D Elektroforeza.

Rešitev: D

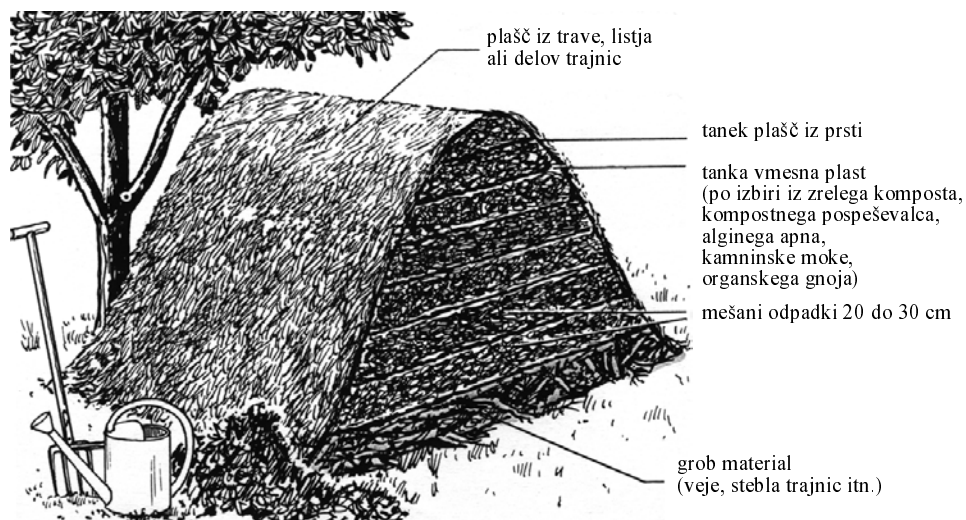
8. Kaj je prednost poliklonskih pred monoklonskimi protitelesi v diagnostiki?
- A Manj klonov, ki jih je treba analizirati.
 - B Širša specifika.
 - C Cenejša proizvodnja.
 - D Ni prednosti.

Rešitev: B

Izpitna pola 2

I. Kompostiranje

Slika prikazuje kompostni kup.



1. Katere odpadke lahko biološko obdelamo s kompostiranjem?

(1 točka)

2. Zakaj je treba kompostni kup prezračevati?

(1 točka)

3. V kompostnem kupu se temperatura ne sme dvigniti nad 65°C. Zakaj?

(1 točka)

4. V čem je prednost kompostiranja odpadkov pred njihovim odlaganjem na deponije?

(1 točka)

5. Zakaj je kompostiranje uspešnejše, kadar je velikost delcev manjša?

(1 točka)

Rešitev:

1. organske odpadke, biološko razgradljive odpadke (1 točka)
2. pri kompostiranju so aktivni aerobni mikroorganizmi, boljša prezračenost kompostnega kupa, izboljšamo dotok zraka za delovanje mikroorganizmov (1 točka)
3. mikroorganizmi propadejo ali bakterije so mezotermofilne, uničijo se encimi (1 točka)
4. ekološko ali ponovna izraba snovi ali kroženje snovi ali recikliranje odpadkov, kompostirani odpadki so že delno razgrajeni, zato je njihovo odlaganje na deponijo ekološko manj obremenilno (1 točka)
5. večja površina – lažji dostop mikroorganizmov, mikroorganizmi lažje razgradijo (1 točka)

II. Farmaceutvska biotehnologija

Zaradi zahtevnih posttranslacijskih modifikacij, ki so nujne za biološko aktivnost terapevtskega proteina (alfa antitripsin), ste se odločili, da ga boste proizvedli v mlečni žlezi ovac.

1. Kako boste gen za alfa antitripsin vnesli v genom ovac?

(1 točka)

2. Kako boste preverili prisotnost tega gena v celicah mlečne žleze?

(1 točka)

3. Kaj zagotavlja izražanje gena samo v mlečni žlezi?

(1 točka)

4. Kako bi alfa antitripsin izolirali iz mleka?

(1 točka)

5. Ali bi mleko teh ovac lahko uporabljali za prehrano? Zakaj?

(1 točka)

Rešitev:

1. mikroinjiciranje ali elektroporacija ali biolistika ali z virusi (1 točka)
2. s hibridizacijo ali PCR ali prisotnost proteina (1 točka)
3. promotor (1 točka)
4. z imunoafinitetno kromatografijo ali kromatografijo (1 točka)
5. Da ali ne (1 točka)

PROBLEMSKE NALOGE

I. DNA "prstni odtis"

Na osamljeni kmetiji se je zgodil umor. Storilec je zabrisal za seboj vse sledi. Kriminalisti so na obleki žrtve našli nekaj svetlejših las in kri za njenimi nohti, oboje naj bi pripadalo domnevnemu storilcu. Po obsežni preiskavi so kriminalisti prišli do štirih možnih osumljencev. Kateri od osumljencev je pravi? Postavi se v vlogo molekularnega genetika v kriminalističnem laboratoriju, ki po metodi »prstnih odtisov« ugotavlja identiteto najverjetnejšega storilca.

Na skici je gel z delčki (fragmenti) DNA, ki smo ga dobili po gelski elektroforezi.

Legenda

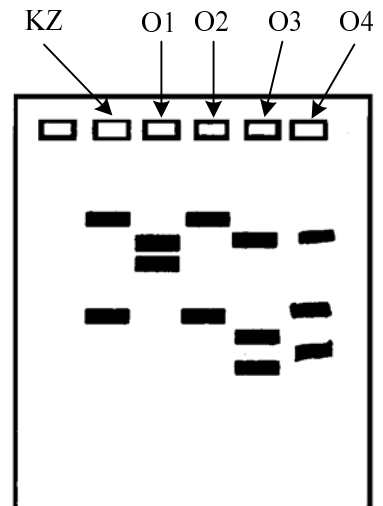
KZ = kraj zločina

O1 = osumljenec številka 1

O2 = osumljenec številka 2

O3 = osumljenec številka 3

O4 = osumljenec številka 4



1. Zakaj je DNA najprimernejša za identifikacijo organizmov?

(1 točka)

2. Iz česa so izolirali DNA storilca na kraju zločina?

(1 točka)

3. Kako lahko majhno količino DNA pomnožimo?

(1 točka)

4. Zakaj daje pomnožena DNA za vsakega osumljenca različno razporeditev koščkov DNA na gelu?

(1 točka)

5. Razloži način ločevanja DNA delčkov pri gelski elektroforezi.

(2 točki)

6. Na gelu označi katodo in anodo.

(1 točka)

7. Kateri osumljenec je najverjetnejši storilec kaznivega dejanja (morilec)? Utemeljite.

(1 točka)

8. Zakaj uporabljamo izraz najverjetnejši storilec kaznivega dejanja?

(1 točka)

9. V kakšne namene bi lahko metodo »prstnega odtisa« še uporabili (naštejte 3 primere)?

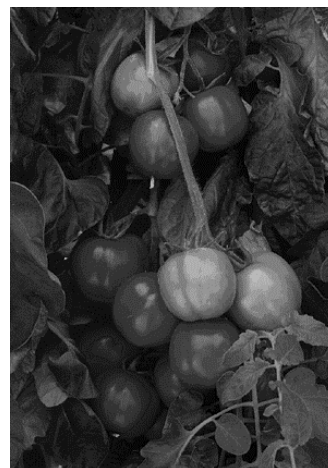
(1 točka)

Rešitev:

1. Zaradi velikih razlik v (primarni) strukturi DNA (1 točka)
2. Kri ali lasje (1 točka)
3. PCR (1 točka)
4. Različna dednina ali različna restrikcijska mesta (1 točka)
5. Negativno nabita DNA, manjši koščki potujejo hitreje. Omeniti mora naboj in velikost delcev. (2 točki)
6. Pravilno označeno mesto. Bliže žepkom katoda, na drugem koncu gela anoda ali bliže žepkom označen negativni pol, na drugem koncu gela pozitiven pol. (1 točka)
7. Št. 2. MZ in 2 sta skladna. (1 točka)
8. Ker je ujemanje lahko tudi samo naključno / izločitvena metoda ali verjetnost enake DNA je 1 na milijon – 10 – 5. (1 točka)
9. Določanje očetovstva, arheoloških najdb, raziskovanje evolucijskega razvoja, znanstvene raziskave (1 točka)

II. Trženje GSO

Flavonoidi so rdeča barvila, ki učinkujejo na človeški in živalski organizem kot antioksidanti. Zato je biotehnološko podjetje pripravilo paradižnik, ki v olupku vsebuje 70 % več glikozidov kvercetin in kamferola (slika). Poleg encima, ki katalizira pretvorbo naravnih flavonoidov, vsebuje ta paradižnik tudi gen, ki kodira odpornost zoper antibiotik kanamicin. Podjetje bi rado ta paradižnik tržilo na evropskem in tudi ameriškem trgu. Za trženje potrebuje ustrezna dovoljenja, ki se v EU in Ameriki (tabela) razlikujejo. Podjetje je pred dilemo, kako naj trži ustvarjeni proizvod, da bo zadostilo vsem predpisom in da bo proizvod dobro prodalo.



Razlike v predpisih o varnosti hrane in medicinskih aplikacij gensko spremenjenih organizmov med EU in ZDA (Kleter et al. (2001) *Nat.Biotech.* 19:1105–1110)

Produkti	EU	ZDA
GS* hrana in sestavine	»Nova hrana«, ki potrebuje potrdila o neškodljivosti (Regulativa 258/97)	Ni obravnavana drugače kakor druge tehnologije priprave hrane, v splošnem mora biti »varna«
GS dodatki k hrani	Ni drugih zahtev kakor za druge dodatke k hrani razen v označevanju (Regulativa 50/2000)	Izdelki, ki vsebujejo tuj gen, so lahko uvrščeni med dodatke k hrani (FDA, 1992)
GS rastlinski pesticidi	Ni posebnih zahtev, razen v evalvaciji okolje – varstvenih zahtev (Direktiva 2001/18)	Upoštevati je treba raven tolerance (EPA)
GS zdravila, kemijske ali biološke snovi	Odobritev po osrednji evropski zakonodaji (Regulativa 2309/93)	Ni posebnih zahtev, za biološke snovi še vedno v razpravi (FFDCA)

*GS – gensko spremenjena

1. Zakaj je podjetje pred dilemo, saj za paradižnik navadno ne potrebuje vseh teh dovoljenj in oznak?

(1 točka)

2. Ali bo podjetje v Ameriki pridelani paradižnik tržilo kot svežo ali kot predelano hrano? Zakaj?

(1 točka)

3. Ali bo ta paradižnik lahko prodajalo v Evropi kot svež paradižnik ali kot izolirane flavonoide kot dodatek v prehrani? Utemeljite odgovor.

(2 točki)

4. Ali bi lahko podjetje prodajalo izolirane flavonoide iz gensko spremenjenega paradižnika kot zdravilo? Utemeljite odgovor.

(1 točka)

5. Kako sprejema evropska javnost gensko spremenjene organizme in njihove produkte v prehrani?

(1 točka)

6. Ali bi imel gensko spremenjeni paradižnik večjo tržno vrednost in odobravanje porabnikov, če bi imel oznako, da varuje zdravje? Utemeljite.

(1 točka)

7. Na katerem trgu in v kakšni obliki bo podjetje tržilo svoj paradižnik?

(2 točki)

8. Katere kmetijske gensko spremenjene rastline še poznate?

(1 točka)

Rešitev:

1. ker je paradižnik gensko spremenjen (1 točka)
2. oboje, če dokaže, da je hrana varna (1 točka)
3. kot dodatek ali saj ni dodatnih zahtev, kakor za druge dodatke k hrani (2 točki)
4. v ZDA lahko, da, če zadosti vsem predpisom in ne, če ne zadosti vsem predpisom, v EU, če je napisana tudi ustrezna regulativa. (1 točka)
5. Osebno mnenje. (1 točka)
6. Da, ker za takšno oznako potrebuje dodatne raziskave/analize. (1 točka)
7. V ZDA, kot zdravilo, hrano, dodatek k hrani 1T, v EU kot dodatek k hrani: 1T (2 točki)
8. Soja, koruza, riž, tobak, krompir, napisati vsaj tri vrste rastlin. (1 točka)

8. LITERATURA

Pri pripravi na splošno maturo kandidati uporabljajo učbenike in učna sredstva, ki jih je potrdil Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje. Potrjeni učbeniki in učna sredstva so zbrani v Katalogu učbenikov za srednjo šolo, ki je objavljen na spletni strani Zavoda Republike Slovenije za šolstvo www.zrss.si.

LITERATURA ZA DIJAKE

1. Stušek P., Podobnik A., Gogala N., *Celica*, DZS, Ljubljana 1998.
2. Podobnik A., Devetak D., *Raznolikost živih bitij 1 in 2*, DZS, Ljubljana 1997.
3. Grabnar M., Novak T. et al., *Genetika in evolucija*, DZS, Ljubljana 1997.
4. Tarman K., *Ekologija*, DZS, Ljubljana 1997.

Biotehnologija je nov predmet, ki se uvaja v tehniško gimnazijo, zato ustreznega učbenika, ki bi pokrival celotno učno snov, še ni. Navedena literatura ustreza le posameznim poglavjem v okviru celotne učne snovi.

LITERATURA ZA UČITELJE

1. Bartholomai A., *Food Factories, Processes, Equipment, Costs*, VCH, Weinheim 1987.
2. Berger R. G., *Aroma Biotechnology*, Springer Verlag, Berlin 1995.
3. Kreuzer H., Massey A., *Rekombinant DNA and Biotechnology, A guide for teachers*, ASM Press, Washington 1996.
4. McInrney J. D., *Teaching Biotechnology in Schools*, Science and technology Education, Document 39, Paris 1990.
5. Pany T. J., Tharnes S., Pansey R. K., *Principles of Microbiology*, 1999.
6. Raspor P., *Biotehnologija*, BIA d.o.o., Ljubljana 1992.
7. Raspor P., *Biotehnologija – osnovna znanja*, BIA d.o.o., Ljubljana 1996.
8. Raspor P., Strel B., Komac M., *Stanje in razvojne možnosti biotehnologije v slovenskem prostoru*, Biotehniška fakulteta, Ljubljana 2000.
9. Roberts T. J. King, *Biology A Functional Approach – Students Manual*, second edition, Thomas Nelson and Sons, Thames Surrey 1987.
10. Trevan M. D., Baffery S., Gauldin K. H., Stanburry P.,: *Biotechnology, The Biological Principles*, Open University Press Milton Keynes Taylor & Francis, New York, Philadelphia 1987.
11. Westphal R., *Microbiological Techniques in School*, Science and Technology Education, Document 28, Paris 1988.