



1. dio

Biologija stanice

1. lekcija**Uvod u biologiju****1.1. Ponovimo**

Biologija (grč. *bios* – život, *logos* – riječ) je znanost o živim organizmima, o životu svijetu. Biologija, kemija, geologija, matematika i fizika su prirodne znanosti zato što do otkrića i spoznaja dolaze istraživanjem. Biologija je interdisciplinarna znanost što znači da je povezana i s drugim znanostima. Važna otkrića vezana su uz prirodne znanosti i zato su neophodne u našem životu.

Grane biologije

Grana biologije	Područje istraživanja
opća biologija	zakoni životnih pojava
botanika	biljni svijet
zoologija	životinjski svijet
mikrobiologija	mikroorganizmi
molekularna biologija	razina molekula (DNA)
evolucija	postanak i razvoj života na Zemlji
genetika	nasljedivanje i geni
ekologija	odnosi živih bića i okoliša

Discipline u biologiji

Disciplina	Područje istraživanja
citologija	građa i funkcija stanice
fiziologija	životni procesi organizma
anatomija	vježnska i unutarnja građa organizma

Značenje bioloških otkrića za život čovjeka

Najvažnija biološka otkrića vezana su uz način kontrole bolesti, razvoj poljoprivrede i proizvodnju hrane. Otkrića cjepiva i proizvodnja lijekova pomažu u liječenju bolesti i sprečavanju širenja zaraza. Procesi fermentacije (vrenja), konzerviranja te biotehnologija i genetičko inženjerstvo od iznimnog su značenja u proizvodnji hrane.

Zajedničke osobine živih bića

stanična građa	<ul style="list-style-type: none"> Živo biće građeno je od jedne ili više stanica.
rast i razvoj	<ul style="list-style-type: none"> Organizam nastaje diobom stanica i staničnom diferencijacijom.
razmnožavanje (nasljedivanje)	<ul style="list-style-type: none"> Razmnožavanjem jedinki iste vrste ostvaruje se prijenos genskog materijala i opstanak vrste.
metabolizam	<ul style="list-style-type: none"> Metabolizam je proces izmjene tvari u stanici.
kretanje	<ul style="list-style-type: none"> Organizam se kreće, pri čemu se koristi energijom.
podražljivost i prilagodljivost	<ul style="list-style-type: none"> Organizmi reagiraju na različite podražaje iz okoliša. organizmi se na različite načine prilagođavaju okolišu (ponašanjem, oblikom tijela, bojom dlake).
starenje i umiranje	<ul style="list-style-type: none"> Stanica prirodno stari i odumire.
evolucija	<ul style="list-style-type: none"> Evolucija je bitna prilagodba na promjene u okolišu kroz dulje razdoblje. Prati razvoj svih bića na Zemlji. Jedinke koje su najbolje prilagođene, najbolje preživljavaju (opstaju).

Znanstvenici i otkrića koja su doprinijela razvoju biologije

Znanstvenik	Država i godina otkrića	Doprinos
Robert Hook	Velika Britanija 1665.	Prvi upotrijebio riječ stanica (lat. <i>cellula</i>) za strukture u tankim prerezima pluta koje je uočio pod mikroskopom.
Antonie van Leeuwenhoek	Nizozemska 1673.	Prvi koristio primitivni mikroskop ("otac primitivnog mikroskopa") za promatranje živih mikroorganizama.
Carl Linné (Carolus Linneus)	Švedska 1735.	Uspostavio temelje sistematike živog svijeta – binomijalni sustav.
Matthias Schleiden	Njemačka 1838.	Tvorac stanične teorije – svi organizmi građeni su od stanica. Biljke su višestanični organizmi.
Theodor Schwann	Njemačka 1839.	Tvorac stanične teorije – svi organizmi građeni su od stanica. Životinje su višestanični organizmi.
Charles Darwin	Velika Britanija 1858.	Tvorac teorije evolucije prirodnom selekcijom.
Louis Pasteur	Francuska 1865.	Dokazao da bakterije nastaju iz već postojećih diobom te da su uzročnici zaraznih bolesti; razvio cjepiva protiv bjesnoće i bedrenice.
Gregor Johann Mendel	Austrija 1866.	"Otac" genetike; predlaže osnovne principe (zakone) nasljedivanja na temelju eksperimenata na vrtnom grašku.
Ernest Haeckel	Njemačka 1834. – 1919.	Utemeljitelj ekologije.
Robert Koch	Njemačka 1882.	Otkrio uzročnike kolere i tuberkuloze; zaslužan za razvitak mnogobrojnih tehnika u bakteriologiji (uzgoj bakterija, mikroskopiranje itd.).

Dragutin Gorjanović-Kramberger	Hrvatska 1899.	Otkrio ostatke krapinskog pračovjeka (neandertalci) na brdu Hušnjakovo kod Krapine.
Thomas Hunt Morgan	SAD 1910.	Proučavao genetiku vinske mušice; doprinio razvoju kromosomske teorije nasljeđivanja .
Alexander Fleming	Velika Britanija 1929.	Otkrio prvi antibiotik penicilin.
Alexander Ivanovič Oparin	Rusija 1924.	Razvio teoriju kemijskog početka života, kemiske evolucije – proces spontane sinteze složenih organskih molekula iz jednostavnih.
Stanley Lloyd Miller	SAD 1952.	Dokazao eksperimentalno da male organske molekule mogu nastati jednostavnim fizičkim procesima iz anorganskih tvari.
James Watson Francis Crick Rosalind Franklin	SAD Velika Britanija Velika Britanija 1953.	Otkrili strukturu molekule DNA i način njezine replikacije.
Milislav Demerec	Hrvatska, SAD 1895.–1966.	Doprinio masovnoj proizvodnji antibiotika penicilina; istraživao genetske mehanizme otpornosti bakterija na antibiotike.

1.2. Primjeri riješenih zadataka

I. skupina zadataka. Povezivanje i sredjivanje.

1. Pojam označen brojem pridruži odgovarajućoj definiciji zadanoga pojma označenoj slovom:

1. evolucija	a) Proces izmjene tvari u stanici.
2. metabolizam	b) Prijenos genskog materijala.
3. podražljivost	c) Prati razvoj svih bića na Zemlji.
4. nasljeđivanje	d) Organizmi reagiraju na različite podražaje iz okoliša.

Rješenje.

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. evolucija2. metabolizam3. podražljivost4. nasljeđivanje | <ol style="list-style-type: none">c) Prati razvoj svih bića na Zemlji.a) Proces izmjene tvari u stanici.d) Organizmi reagiraju na različite podražaje iz okoliša.b) Prijenos genskog materijala. |
|---|---|

II. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeće zadatke odgovori jednostavnom rečenicom.

2. Što je biologija? _____

Rješenje. Biologija je znanost o živim organizmima.

3. Napiši četiri najznačajnija biološka otkrića za život čovjeka: _____.

Rješenje. Najznačajnija biološka otkrića za život čovjeka su: cjepivo, proizvodnja lijekova, konzerviranje, genetičko inženjerstvo.

1.3. Zadatci za vježbu

I. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

1. Biologija je:
 - a) društvena znanost
 - b) znanost o prirodi
 - c) znanost o živim bićima
 - d) neovisna o drugim znanostima.

2. Prilagodljivost je:
 - a) proces izmjene tvari u stanici
 - b) reakcija organizma na različite podražaje iz okoliša
 - c) prijenos genskog materijala
 - d) jedna od osobina živih bića.

3. Interdisciplinarna znanost je:
 - a) prirodna znanost
 - b) društvena znanost
 - c) međusobna "ovisnost" znanosti
 - d) veza biologije i samo kemije.

II. skupina zadataka. Točnu tvrdnju označi s T, a netočnu s N.

4. Genetičko inženjerstvo od iznimnog je značenja u proizvodnji hrane. _____

5. Evolucija je bitna prilagodba na promjene u okolišu. _____

6. Organizam nastaje diobom stanica i staničnom diferencijacijom. _____

7. Organizmi se temperaturom prilagođavaju okolišu. _____

III. skupina zadataka. Nadopuni rečenicu.

8. _____ prati razvoj svih bića na Zemlji. Opstaju _____ jedinke.

9. Prirodne znanosti do otkrića i spoznaja dolaze _____.

10. Najvažnija biološka otkrića vezana su uz način kontrole _____, razvoj _____ i proizvodnju _____.

2. lekcija

Glavne etape i metode istraživanja u biologiji

2.1. Ponovimo

Metode istraživanja u biologiji su:

- promatranje** – analiza vanjskih obilježja organizma (boja dlake, veličina uške), način prehrane (autotrof i heterotrof) i lova (predator, plijen)
- seciranje** – proučavanje građe organizma
- mikroskopiranje** – mikroskopom promatrano strukture nevidljive prostim okom
- autoradiografija** – s pomoću ugrađenih markera pratimo radioaktivno obilježene molekule (npr. nukleinske kiseline)
- kultura stanica** – postupak rasta i diobe stanica višestaničnih organizama na odgovarajućoj hranidbenoj podlozi izvan samog organizma, koja nam omogućuje manipuliranje tim stanicama (npr. istraživanje djelovanja nekog lijeka na stanice u kulturi, ugradnja gena koji poboljšavaju kvalitetu plodova ili povećavaju otpornost na štetne kukce i sl.)
- stanično frakcioniranje** – postupak izdvajanja pojedinih staničnih tvorbi procesom centrifugiranja na temelju različite gustoće, najbrže se istalože najteži stanični dijelovi; jezgra, mitohondrij, lisosom, centriol, endoplazmatski retikulum, ribosomi
- računala** – računala omogućuju najbržu izmjenu informacija.

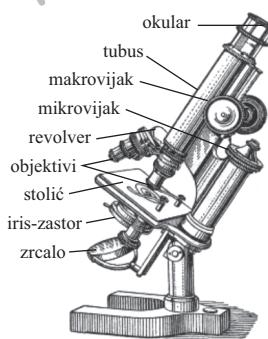
Mikroskop

Mikroskop je optički instrument s pomoću kojeg promatrano objekte koji nisu vidljivi prostim okom. Mikroskop pokazuje dva svojstva:

- moć razdvajanja objektiva** – sposobnost mikroskopa da dvije bliske točke prikaže razdvojeno; o tom svojstvu ovisi jasnoća slike
- moć povećanja mikroskopa** – umnožak povećanja okulara i povećanja objektiva; o tom svojstvu ovisi veličina slike.

Grada svjetlosnog mikroskopa

Svjetlosni mikroskop (vidi sliku) sadrži mehaničke i optičke dijelove. **Mehanički dijelovi** mikroskopa nose ostale dijelove mikroskopa. To su **podloga, stalak sa stolićem, tubus, makrovijak** (veliki vijak) i **mikrovijak** (mali vijak). **Optički dijelovi** mikroskopa koji lome zrake svjetlosti su **okular, objektivi** i dio za osvjetljavanje predmeta



Slika 2.1. Grada svjetlosnog mikroskopa

(**zrcalo**, **kondenzor** i **iris-zastor**). Na gornjem kraju tubusa nalazi se okular. Na revolveru su vezani objektivi. Objektivi stvaraju obrnutu, uvećanu i realnu sliku predmeta. Okular sliku još više povećava.

Elektronski mikroskop ima veću moć razdvajanja i povećanja u odnosu na svjetlosni mikroskop. Leća je elektromagnet. Snopovi elektrona iz užarene volframove niti prolaze promatranim predmetom i stvaraju sliku. Elektronskim mikroskopom vidljive su najsjitnije tворбе i molekule u stanici, debljine $0,1 \text{ } \mu\text{m}$. Jasno i odvojeno mogu se vidjeti i točke udaljene $0,2 - 0,5 \text{ nm}$, povećane i do 10^6 puta.

Pravila mikroskopiranja

a) Izrada mikroskopskog preparata

Ultratanki materijal pripremljen za mikroskopiranje stavimo u kap vode na predmetnicu te pokrijemo pokrovnicom. Preparat se može pripremiti za dugotrajno korištenje te ga zovemo **trajni preparat**.

b) Mikroskopiranje

Tubus oprezno spuštamo prema stoliću, a zrcalom tražimo osvijetljeno vidno polje.

Pripremljeni mikroskopski preparat stavimo iznad otvora na stoliću za mikroskopiranje.

Tubus podizemo makrovijkom koji služi za grublje izoštravanje slike i pritom tražimo sliku.

Makrovijkom finije izoštravamo sliku.

Promatramo i skiciramo pronađenu sliku.

Očistimo predmetno, pokrovno stakalce i mjesto mikroskopiranja.

Istraživanja u biologiji

Istraživanja u biologiji dijelimo na:

a) **stručno istraživanje** – istraživanje u kojem se potvrđuju dosadašnja znanja.

Takva istraživanja provode stručnjaci za određena područja.

b) **znanstveno istraživanje** – istraživanje o nečemu što je do trenutka istraživanja bilo nepoznato i neotkriveno. Takvim se istraživanjem bave znanstvenici.

Znanstvene metode istraživanja

Znanstveno istraživanje provodi se u nekoliko faza:

- Postavljamo znanstveno pitanje na koje zasad ne postoji odgovor.
- Postavljamo pretpostavku ili hipotezu.
- Isplaniramo pokus kojim će se pokušati dokazati pretpostavka. Tijekom izrade znanstvenog rada koristimo se različitim metodama istraživanja.
- Problem rješavamo na terenu ili u laboratoriju.
- Dobivene podatke statistički obradimo.
- Rezultate prikazujemo na različite načine (grafički, tabelarno i sl.).

7. Donosimo zaključak.
8. Na osnovi znanstvenih istraživanja i rezultata pišemo **znanstveni rad**. Znanstveni rad sadrži sljedeća poglavlja:
 - Naslovica (ustanova, naslov rada, autor, mjesto i vrijeme)
 - Uvod (objašnjava se problem i navodi cilj istraživanja)
 - Materijal i metode (detaljan opis materijala i metoda korištenih pri istraživanju)
 - Rezultati (rezultati dobiveni istraživanjem, nakon statističke obrade, iznose se sažeto i jasno u obliku tablica, dijagrama i sl.)
 - Rasprava (uspoređivanje dobivenih rezultata s već postojećim rezultatima)
 - Zaključak
 - Sažetak (kratak pregled rada)
 - Literatura (popis literature abecednim redom autora).

2.2. Primjeri riješenih zadataka

I. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

1. Što je izvor elektrona za elektronski mikroskop?
 - a) užarena živina nit
 - b) užarena volframova nit
 - c) užarena kadmijeva nit
 - d) užarena bakrena nit.
2. Mehanički dio mikroskopa je:
 - a) okular
 - b) objektivi
 - c) kondenzor
 - d) tubus.

Rješenje. d) Tubus je mehanički dio mikroskopa dok su okular, objektivi, zrcalo, kondenzor i iris-zastor optički dijelovi mikroskopa.

II. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeće zadatke odgovori jednostavnom rečenicom.

3. Kojih se osnovnih etapa treba pridržavati znanstvenik prilikom istraživanja?

Rješenje. 1. Odrediti konkretan problem, 2. Pravilno oblikovati pretpostavku (hipotezu), 3. Isplanirati pokus kojim će se pokušati dokazati pretpostavka, 4. Na osnovi istraživanja i rezultata napisati znanstveni rad.

4. Nabroji četiri metode istraživanja kojima se koristimo u biologiji: _____.

Rješenje. Metode istraživanja su promatranje, seciranje, mikroskopiranje, autoradiografija, kultura stanica i računala.

5. Poglavlja znanstvenoga rada su: _____.

Rješenje. Znanstveni rad sadrži naslov, uvod, materijal i metode, rezultate, raspravu, zaključak i literaturu.

2.3. Zadatci za vježbu

I. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Pročitaj odlomak i odgovori na sljedeće zadatke jednostavnom rečenicom.

1. Škola također može biti izvor stresa. Većinom je to stres uvjetovan strahom od loše ocjene. Neki su manje osjetljivi na loše ocjene, a neki više. Ali koliki je zapravo taj utjecaj i pojavljuje li se on uopće u obliku tjelesnih promjena, kao što su krvni tlak i puls? Primjerice, povisuje li se kod učenika prije ispita puls ili tlak? Odnosno, postoje li tjelesne promjene uzrokovane stresom kod učenika prije polaganja ispita?
 - a) Koju vrstu biološkog istraživanja provodimo u ovom radu? _____.
 - b) Definiraj cilj istraživanja. _____.
 - c) Napiši neke tjelesne promjene koje se pojavljuju kod učenika prije polaganja ispita. _____.
 - d) Napiši metode i materijale kojima se koristimo u ovom istraživanju. _____.
2. Istraživanja su pokazala kako je visoki krvni tlak najčešće i najopasnije oboljenje daňnjice. Tlak obično označavamo dvjema vrijednostima – gornja vrijednost označava sistolički tlak, a donja dijastolički. Sistolički tlak označava tlak krvi u trenutku stezanja srčanog mišića, čime se potiskuje krv u tijelo, a kod zdravih odraslih ljudi ne prelazi 130 mmHg. Dijastolički tlak nastaje prilikom opuštanja srčanog mišića i iznosi oko 80 mmHg. Na temelju spoznaja koje povezuju masu tijela, volumen krvi i masu srčanog mišića, pretpostavlja se da su najveći dinosauri na svijetu, skupine *Sauropoda*, imali sistolički tlak najmanje 630 mmHg. No *Sauropoda* su bile životinje duge 20-25 metara i teške 80 tona. Za stvaranje takvog tlaka potrebno im je bilo jako srce mase 400 kg, smješteno u prsnom košu. Kako je većina *Sauropoda* kao "treću nogu" koristila rep za hvatanje hrane na stablima, glava bi bila uglavnom u istoj razini s tijelom.
 - a) Napiši definiciju hipoteze. _____.
 - b) Napiši definiciju zavisne i nezavisne varijable. _____.
 - c) Kako se naziva dio znanstvenog rada u kojem autor iznosi cilj rada? _____.
 - d) Iz zadanih napisanog tekstualnog primjera postavi hipotezu za ovo istraživanje: _____.
 - e) Što je zavisna, a što nezavisna varijabla u ovom napisanom tekstualnom primjeru? _____.

II. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

3. Moć razdvajanja objektiva je:
 - a) sposobnost mikroskopa da dvije bliske točke prikaže spojeno
 - b) svojstvo o kojem ovisi jasnoća slike
 - c) umnožak povećanja okulara i povećanja objektiva
 - d) svojstvo o kojem ovisi veličina slike.
4. Stručno istraživanje je:
 - a) istraživanje u kojem se potvrđuju dosadašnja znanja
 - b) istraživanje o nečemu neotkrivenom
 - c) istraživanje kojim se bave znanstvenici
 - d) istraživanje kojim se bavi znanost.
5. Objektivi:
 - a) stvaraju obrnutu, umanjenu i irealnu sliku predmeta
 - b) spadaju u mehanički dio mikroskopa
 - c) nalaze se s gornje strane tubusa
 - d) stvaraju obrnutu, uvećanu i realnu sliku predmeta.
6. Metoda istraživanja u biologiji nije:

a) promatranje	b) seciranje
c) mimikrija	d) mikroskopiranje.

III. skupina zadataka. Zadaci povezivanja i sređivanja.

7. Pojam označen brojem pridruži odgovarajućoj definiciji zadanoga pojma:

1. promatranje	_____ Mikroskopom promatramo strukture nevidljive prostim okom.
2. seciranje	_____ Analiza vanjskih obilježja organizma.
3. mikroskopiranje	_____ Ugrađenim markerima pratimo radioaktivno obilježene molekule.
4. autoradiografija	_____ Proučavanje grade organizma.
8. Poredaj etape onim redom kojim se znanstvenik treba voditi prilikom istraživanja.
____ pravilno oblikovati hipotezu, ____ isplanirati pokus kojim će se pokušati dokazati pretpostavku, ____ odrediti konkretn problem, ____ na osnovi istraživanja i rezultata napisati znanstveni rad.

IV. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeće zadatke odgovori jednostavnom rečenicom.

9. Što je mikroskop? _____.
10. Kako dobivamo moć povećanja mikroskopa? _____.
11. Po čemu se elektronski mikroskop razlikuje od svjetlosnoga? _____.

3. lekcija

Organizacijske razine živog svijeta

3.1. Ponovimo

Priroda je sve što nas okružuje. Priroda se dijeli na neživi i živi dio. Gradivna jedinica prirode je čestica (atomi, ioni). Živi svijet raspoređen je u sistematske kategorije. Temelje **sistematičke** živoga svijeta postavio je Carl Linné. Sistematička je grana biologije koja razvrstava živa bića.

Sistematske kategorije živog svijeta

– više sistematske kategorije:		
nadcarstvo	<i>Eucaryota</i> – eukarioti	
carstvo	<i>Vegetabilia</i> – biljke	<i>Animalia</i> – životinje
koljeno	<i>Spermatophyta</i> – sjemenjače	<i>Chordata</i> – svitkovci
razred	<i>Liliopsida</i> – jednosupnice	<i>Aves</i> – ptice
red	<i>Liliales</i>	<i>Falconiformes</i> – sokolovke
porodica	<i>Liliaceae</i> – ljiljani	<i>Accipitridae</i> – jastrebovi, škanjci i orlovi
rod	<i>Lilium</i> – ljiljan	<i>Hieraetus</i> – orlovi
– osnovna sistematska kategorija: vrsta	<i>Lilium bulbiferum</i> – zvjezdasti ljiljan	<i>Haliaeetus albicilla</i> – orao štekavac
– niža sistematska kategorija: podvrsta		

Razine živih bića

Organizacijska razina	Definicija	Primjeri
čestice	atom – osnovna čestica neke tvari; gradien od atomske jezgre i omotača elektrona ion – čestica pozitivnog i negativnog naboja	kisik (O) vodik (H) vodikov kation (H^+) oksid ion (O^{2-})
tvari	anorganski spojevi – tvari građene od istovrsnih ili raznovrsnih atoma jednostavni organski spojevi – monomeri složeni organski spojevi – polimeri	voda (H_2O) aminokiseline bjelančevine

stanica	osnovna građevna jedinica živih bića – prokariotska stanica – eukariotska stanica (biljna, životinjska)	bakterija epitelna stanica
tkivo	skup stanica istog podrijetla i jednakih funkcija – biljna tkiva – životinjska tkiva	vezivno tkivo
organ	skup raznovrsnih tkiva povezanih sličnom funkcijom	stabljika (biljka) koža (životinja)
organski sustav	skup organa koji obavljaju određenu fiziološku funkciju	sustav za pokretanje (životinja)
organizam ili jedinka	pojedini organizam	bukva vuk
populacija	skup svih jedinki iste vrste na nekom prostoru	bukova šuma čopor vukova
biocenoza (životna zajednica) biotop (stanište)	– sva živa bića nekog staništa, skup biljnih i životinjskih populacija – područje ili stanište na kojem živi neka populacija	fitocenoza – maslačci na livadi zoocenoza – mravi na livadi
ekosustav	biocenoza + biotop	bjelogorična šuma jezero
biom	skup ekosustava u kojem dominira jedna biljna zajednica	tajga, tundra, listopadna šuma, travnjak, pustinja, mediteranska šuma, tropska šuma
biosfera	– svi ekosustavi na Zemlji – područje u kojem se odvija život	atmosfera, hidrosfera, litosfera

3.2. Primjeri riješenih zadataka

I. skupina zadataka. Zadatci povezivanja i sredivanja.

1. Navedene pojmove svrstaj u pripadajuće organizacijske razine: mitohondrij, epitelna stanica, voda, ugljik, žirafa, savana, litosfera, koža.

Rješenje. Mitohondrij – organel, epitelna stanica – stanica, voda – molekula, ugljik – atom, žirafa – organizam, savana – biom, litosfera – biosfera, koža – organ.

II. skupina zadataka. Zadatci redanja.

2. Poredaj sistematske kategorije živoga svijeta od osnovne jedinice sistematike do najviše sistematske kategorije:

Vrsta, _____.

Rješenje. Vrsta, rod, porodica, red, razred, koljeno, carstvo.

III. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Odgovori na sljedeće zadatke jednostavnom rečenicom.

3. Definiraj pojam vrsta. _____.

Rješenje. Vrsta je osnovna jedinica sistematike.

4. Kako se zove niža sistematska jedinica od vrste? _____.

Rješenje. Podvrsta.

5. Napiši definiciju stанице. _____.

Rješenje. Stanica je osnovna i funkcionalna jedinica svih živih bića.

3.3. Zadatci za vježbu

I. skupina zadataka. Izaberi točan redoslijed sistematskih kategorija živih bića:

1. a) carstvo – koljeno – razred – red – porodica – rod – vrsta
 b) carstvo – koljeno – razred – porodica – red – rod – vrsta
 c) vrsta – red – porodica – rod – razred – koljeno – carstvo
 d) vrsta – rod – porodica – red – koljeno – razred – carstvo

2. Točan slijed napisanih organizacijskih razina živoga svijeta od nižih prema višima je:

- a) biocenoza → populacija → jedinka → biosfera → ekosustav → biom
- b) populacija → biom → ekosustav → jedinka → biocenoza → biosfera
- c) ekosustav → populacija → biocenoza → biosfera → biom → jedinka
- d) jedinka → populacija → biocenoza → ekosustav → biom → biosfera

II. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Definiraj pojam ili odgovori na sljedeće zadatke jednostavnom rečenicom.

3. Porodica je _____.

_____.

4. Populacija je _____.

_____.

5. Napiši po dva primjera za biljnu i dva primjera za životinjsku populaciju.

_____.

III. skupina zadataka. Točnu tvrdnju označi s T, a netočnu s N:

6. Biljno tkivo skup je istovrsnih stanica koje imaju sličnu ulogu. _____

7. Skup ekosustava u kojem dominira jedna biljna zajednica zovemo biocenoza. _____

8. Tajga, tundra, listopadna šuma primjeri su bioma. _____

IV. skupina zadataka. Zadatci povezivanja i sređivanja. Poveži pojmove tako da redni broj ispred pojma u lijevom stupcu pridružiš odgovarajućem pojmu u desnom stupcu.

9. 1. organski sustavi ____ gradivna jedinica prirode
 2. biosfera ____ biom
 3. čestica ____ organi povezani zajedničkom ulogom
 4. tropski travnjak ____ litosfera
10. Osobine živih bića označene brojevima u lijevom dijelu poveži s opisima u desnom dijelu:
- | | |
|------------------|---|
| 1. metabolizam | ____ Organizmi stvaraju slične potomke. |
| 2. kretanje | ____ Organizam prima informacije iz okoliša i reagira na njih. |
| 3. razmnožavanje | ____ Organizmi se prilagođavaju svom okolišu. |
| 4. podražljivost | ____ Izmjena tvari i energije organizma s okolišem.
____ Organizam se pokreće vlastitom energijom. |

4. lekcija

Kemijski sastav živih bića – biogeni elementi

4.1. Ponovimo

Živa bića izgrađena su od kemijskih ili **biogenih elemenata**. Važni su za normalno funkcioniranje organizma jer svaki element ima točno određenu funkciju u organizmu. Biogene elemente dijelimo na:

- a) makroelemente
- b) mikroelemente.

Makroelementi su: vodik (H), kisik (O), ugljik (C), fosfor (P), dušik (N), sumpor (S), kalij (K), željezo (Fe), magnezij (Mg), kalcij (Ca), natrij (Na) i klor (Cl). Izgrađuju 99,9 % mase žive tvari na Zemlji. **Mikroelementi** se pojavljuju u vrlo malim koncentracijama ili samo u tragovima i važni su **biokatalizatori organizma**: bakar (Cu), nikal (Ni), mangan (Mn), molibden (Mo), jod (I).

Povezivanjem kemijskih elemenata nastaju spojevi (anorganski i organski). Najzastupljeniji element u živim bićima je ugljik jer izgrađuje sve organske spojeve u organizmu. Velika raznolikost organskih spojeva posljedica je osobne sposobnosti povezivanja atoma ugljika u dugačke lance i prstene. Atomi ugljika međusobno se mogu povezivati jednostrukim, dvostrukim i trostrukim kovalentnim vezama. Silicij je najzastupljeniji element nežive prirode (moderno doba informatizacije – silicijev doba).

Osnovni sastav tijela živih bića čine tri komponente:

1. voda
2. anorganske (mineralne) tvari
3. organske tvari.

Voda

Udio vode u tijelu čovjeka najveći je u **zametku** ($\geq 90\%$). Udio vode ovisi o spolu, mijenja se s dobi, a sa starošću udio vode u tijelu opada. Jedan se dio vode u organizmu nadoknađuje pijenjem, a manji je dio vode metabolička voda, tj. nastaje kao jedan od produkata metabolizma u tijelu ili prilikom razgradnje hrane. Voda se iz tijela izlučuje:

1. mokraćom
2. fecesom
3. znojenjem (isparavanjem kroz kožu)
4. isparavanjem za vrijeme disanja (kroz pluća i izdahnuti zrak).

Voda je glavni sastojak stanične, izvanstanične tekućine i krvne plazme.

Uloga vode u organizmu je:

1. Voda je otapalo i medij za kemijske i biokemijske procese.
2. Sudjeluje neposredno u hidrolitičkim kemijskim reakcijama.
3. Prenosi otopljenje hranidbene tvari i plinove.
4. Zbog toplinskog kapaciteta, ali i sudjelovanja u hlađenju tijela (znojenje) ima i termoregulatornu ulogu.
5. Sudjeluje u održanju uskog raspona pH (acidobazična ravnoteža) važnog za život stanice.
6. Sudjeluje u održanju osmotske ravnoteže.
7. Pomaže u eliminiranju štetnih tvari iz tijela.

Gotovo 70 % površine Zemlje prekriveno je vodom. U živim bićima voda je najzastupljenija anorganska molekula (60 – 99 %). Izgrađena je od atoma kisika i dva atoma vodika. Ima negativan i pozitivan električni pol i zato je **dipolnog karaktera**. Polarna je molekula. Polarnost molekule vode određena je građom i elektronegativnošću.

Svojstva vode

Molekule vode međusobno se povezuju **vodikovim vezama**. Privlačne sile između istovrsnih molekula zovemo **kohezijskim silama**. Važne su za uzlazni tok vode u biljci, za stvaranje kapljice vode i **površinske napetosti**. Privlačne sile između raznovrsnih molekula su **adhezijske sile** (omogućavaju spajanje dvaju stakalaca između kojih je kapljica vode). Voda ima visoki **toplinski kapacitet, dobro je otapalo** za tvari u protoplazmi (neke soli, kiseline i lužine) i razlaže ih na ione (katione i anione). Zbog vodikovih veza vrelište vode je 100 °C, što je izuzetno visoko u usporedbi s molekularnom težinom (Mr). Zbog visoke specifične topline voda se sporo zagrijava i hlađi. Neutralna je molekula, što znači da su koncentracije oksonijevih (vodikovih) i hidroksid iona jednakе: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$. Kislost otopine izražava se pH-skalom od 0 do 14 (0 jako kiselo, 14 jako lužnato).

$$\text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3})$$

pH je negativni logaritam koncentracije oksonijevih (vodikovih) iona.

$$\text{pOH} = -\log ([\text{OH}^-] / \text{mol dm}^{-3})$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Kiseline u vodenim otopinama povećavaju koncentraciju oksonijevih iona (H_3O^+), dok baze povećavaju koncentraciju hidroksid iona (OH^-). Tri su agregatna stanja vode: kruto (led), tekuće (voda) i plinovito (vodena para). Gustoća leda manja je od vode u tekućem stanju. Strukturu leda određuju vodikove veze tetraedarski usmjerene među molekulama vode, te volumen raste. Tu pojavu zovemo **anomalija vode**. Najveća gustoća vode je pri 4 °C i iznosi 1 g/ml. Zimi je na površini lakši i hladniji sloj vode koji sprečava gubitak topline iz dubljih slojeva i zato vodeni organizmi preživljavaju zimu.

Anorganske tvari

Anorganski spojevi za razliku od organskih uglavnom ne gore i topljivi su u vodi.

Organske tvari

Sve organske molekule u svojoj strukturi obavezno sadrže **ugljik (C)**, **vodik (H)**, te vrlo malo drugih elemenata: **kisik (O)**, **sumpor (S)**, **dušik (N)**, **fosfor (P)** i **halogene elemente**. Primjerice **protein i nukleinske kiseline** dodatno sadrže **dušik (N)**, proteini još sadrže **sumpor (S)**, a nukleinske kiseline **fosfor (P)**.

4.2. Primjeri riješenih zadataka

I. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

1. Zbog polarnog karaktera vode:

- a) ona je električki nabijena
- b) ona može otapati sve vrste spojeva
- c) ona u krutom stanju ima veću gustoću nego u tekućemu
- d) nastaju adhezija i kohezija.

Rješenje. a) ona je električki nabijena.

2. Koja tvrdnja u svezi s vodom nije točna?

- a) Na vodu otpada 65 – 99 % mase organizma.
- b) Molekule vode međusobno stvaraju slabe veze elektrostatičke prirode vodikove veze.
- c) Voda se vrlo lako zagrijava i hlađi jer ima visoku specifičnu toplinu.
- d) Voda ima manju gustoću u krutom nego u tekućem stanju.

Rješenje. c) Voda se vrlo lako zagrijava i hlađi jer ima visoku specifičnu toplinu.

3. Hladijem se volumen tvari smanjuje, osim kod vode kod koje se volumen povećava. Tu pojavu nazivamo:

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| a) kapilarnost | b) polarnost |
| c) anomalija vode | d) površinska napetost. |

Rješenje. c) anomalija vode.

4. Natrij i kalij spadaju u:

- a) oligoelemente
- b) organske spojeve
- c) mikroelemente
- d) makroelemente.

Rješenje. c) mikroelemente.

II. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeće zadatke odgovori jednostavnom rečenicom.

5. Po kojim svojstvima se organski spojevi razlikuju od anorganskih? _____

Rješenje. Organski spojevi za razliku od anorganskih, uglavnom gore i nisu topljivi u vodi, već u organskim otapalima.

6. Što su biogeni elementi? _____

Rješenje. Biogeni elementi su elementi koji izgrađuju živa bića.

4.3. Zadatci za vježbu

I. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Definiraj pojам ili odgovori na sljedeće zadatke jednostavnom rečenicom.

1. Ako pustiš mlaz vode da teče **iz** slavine i mlazu vode prisloniš nanelektrizirani plastični predmet, dolazi do promjene.
 1. Što se dogodilo? _____.
 2. Koje svojstvo vode dokazujemo u ovom pokusu? _____.
2. Čašu napuniš vodom i polagano na površinu vode staviš spajalicu.
 1. Opiši što si uočila/o u pokusu. _____.
 2. Što bi se dogodilo dodatkom kapljice deterdženta? _____.
 3. Koje bismo svojstvo vode ovdje dokazali? _____.
3. Između dvaju čistih i suhih predmetnih stakalaca kapneš kapljicu vode i poklopiš drugim stakalcem.
 1. Što se dogodilo sa stakalcima i zašto? _____.
 2. Koje svojstvo vode na taj način dokazujemo? _____.
4. Makroelementi su: _____.
5. pH definiramo: _____.

II. skupina zadataka. Zadatci redanja.

6. Poredaj ove razvojne stadije ljudskog tijela (1., 2., 3., ...) s obzirom na količinu vode od najmanjeg prema najvećem postotnom udjelu vode u tijelu.

a) muškarac _____	b) žena _____	c) dječja dob _____
d) starost _____	e) zametak _____	

III. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

7. Metabolička voda je:
- a) voda dobivena pijenjem
 - b) voda dobivena promjenom osmotskog tlaka
 - c) voda koja dolazi isključivo intracelularno
 - d) niti jedan odgovor nije točan.

IV. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeći zadatak odgovori jednostavnom rečenicom ili nadopuni.

8. Navedi najvažnije uloge vode u organizmu:

a) _____ b) _____ c) _____ d) _____
e) _____ f) _____ g) _____

5. lekcija

Kemijski sastav živih bića – biološki važne molekule

5.1. Ponovimo

Biološki važne molekule

Velike organske molekule, **polimerne molekule** izgrađene su od jedinica monomera. Polimerne molekule u organizmu zovemo biološki važne molekule i dijelimo ih u četiri skupine:

- ugljikohidrati
- lipidi
- bjelančevine
- nukleinske kiseline.

Monomerne jedinice	Polimerne jedinice
monosaharidi <ul style="list-style-type: none"> – trioze – pentoze – heksoze 	ugljikohidrati
alkohol glicerol + tri molekule višemasne kiseline ili alkohol glicerol + fosfat + dvije molekule više masne kiseline	lipidi
aminokiseline	bjelančevine
nukleotidi <ul style="list-style-type: none"> – dušična baza – šećer (pentoza) – fosfatna skupina 	nukleinske kiseline

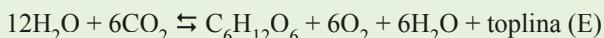
Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su najzastupljenije organske molekule u živim bićima, građene od ugljika (C), vodika (H) i kisika (O). Nastaju procesom fotosinteze. Važan su izvor energije jer je u njima pohranjena energija koju biljka dobiva od Sunca, imaju zaštitnu ulogu i sudjeluju u prijenosu informacija.



Slika 5.1. Ugljikohidrati

Jednadžba fotosinteze:

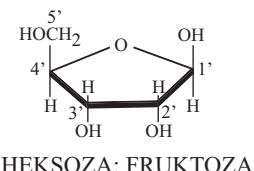
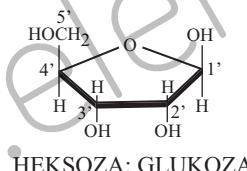
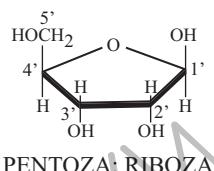


Ugljikohidrate prema složenosti grade dijelimo na:

1. monosaharide
2. oligosaharide
3. polisaharide.

1. Monosaharidi

Monosaharidi, jednostavni šećeri, topljivi su u vodi i slatkog okusa. Monosaharidi izgrađeni od tri ugljikova atoma zovu se **trioze**, a od pet ugljikovih atoma zovu se **pentoze**. Najrasprostranjeniji monosaharidi izgrađeni od šest ugljikovih atoma u prirodi su **heksoze**, formule $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.



Slika 5.2. Monosaharidi

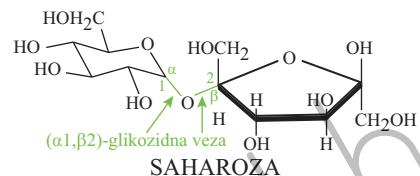
Najzastupljenija heksoza (monosaharid) je **glukozna** (dekstroza, grožđani šećer, krvni šećer). Sastavni je dio voćnih sokova, meda, krvki i polisaharida (celuloza, škrob i glikogen). Biljke stvaraju glukozu fotosintezom, a životinje glukozu primaju iz biljaka. Lako oksidira. Metabolizmom glukoze u citoplazmi stanice oslobađa se energija koja je potrebna svakom organizmu. Ako koncentracija glukoze u krvi poraste, glukoza se u jetri pretvara u glikogen.

Najslatka heksoza (monosaharid) je **fruktoza** (voćni šećer), koja se zajedno s glukozom nalazi u medu i voću. To je reducirajući šećer. **Galaktoza** (mlječni šećer) je također reducirajući šećer i sastavni je dio mlječnih proizvoda.

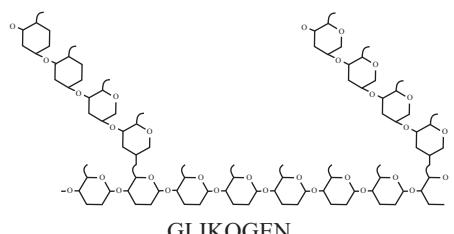
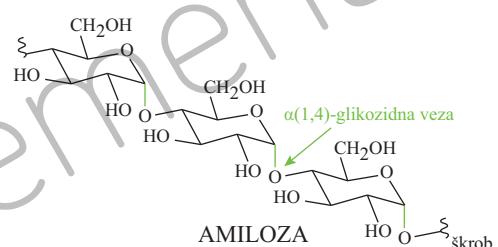
Pentoze izgrađuju nukleinske kiseline (riboza – ribonukleinsku kiselinsku, a deoksiribozu – deoksiribonukleinsku kiselinsku)

Dokazivanje heksoza

Glukozu dokazujemo Fehlingovim reagensom (crveno-smeđi talog) i Tollensovim reagensom (dobivanje Ag).



Slika 5.3. Disaharidi



Slika 5.4. Polisaharidi

2. Oligosaharidi

Povezivanjem od dvaju do deset monosaharida glikozidnom vezom nastaju **oligosaharidi**. Najvažniji oligosaharidi su disaharidi $C_{12}H_{22}O_{11}$: **maltoza**, **laktoza** i **saharozu**. **Maltoza** (pivski slad) je sladni šećer, građen od dviju molekula glukoze. **Laktoza** (mlječni šećer) sastavni je dio mlijeka sisavaca i mlječnih proizvoda. Sastoji se od molekule glukoze i galaktoze. Razgrađuje se djelovanjem enzima laktaze. **Saharozu** (kućni šećer) nalazi se u šećernoj repi i šećernoj trsci. Sastoji se od molekule glukoze i fruktoze.

3. Polisaharidi

Povezivanjem monomernih jedinica nastaju **polimeri**, **polisaharidi**. Oni su netopljni u vodi i nisu slatkog okusa. U polisaharide ubrajamo rezervne polisaharide (**škrob**, **glikogen**) i strukturne polisaharide (**hitin**, **celuloza**). Škrob se nalazi u biljci kao primarni ili asimilacijski škrob u kloroplastima, te kao pričuvna hrana u sjemenkama žitarica (grah, pšenica), u obliku škrobnih zrnaca u korijenu mrkve, gomolju krumpira i kod nekih alga. Glikogen ili jetreni šećer nalazi se u jetrenim i mišićnim stanicama čovjeka i viših životinja gdje služi kao pričuva glukoze i skladište energije. Najzastupljeniji organski spoj je celuloza. Izgrađuje i daje čvrstoću staničnoj stijenci biljne stanice i hifama nekih gljiva. Kod čovjeka potiče peristaltiku crijeva, a biljojedi trebaju simbionte u probavilu za razgradnju celuloze. Izgrađena je od molekula glukoze. Primjena celuloze je široka. Koristi se u tekstilnoj industriji, građevini, kemijskoj industriji, proizvodnji papira. **Hitin** izgrađuje oklop kukaca, rakova i hife nekih gljiva.

Dokazivanje polisaharida

Dokaz prisutnosti **škroba** – Lugolova otopina (kalij jodidna otopina) škrobnu zrnca u riži, krumpiru, brašnu obojiti će plavo-ljubičasto.

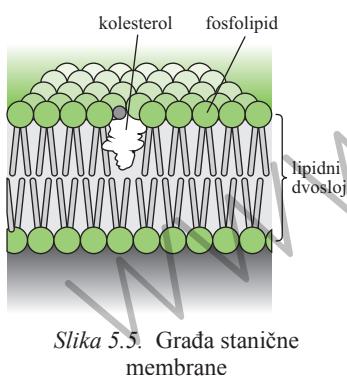
Lipidi

Lipide karakterizira topljivost u organskim otapalima, a dijele se u tri skupine: **neutralne masti**, **fosfolipidi** i **steroidi**.

U **neutralne masti** ubrajamo **masti** i **ulja**. To su **trigliceridi**, odnosno esteri trovalentnog alkohola glicerola i tri molekule viših masnih kiselina. Tijekom metabolizma osloba-

đaju puno korisne energije (dva puta više nego razgradnjom ugljikohidrata) pa ih nazivamo hranidbenim molekulama. Dok su masti čvrstog agregatnog stanja i animalnog podrijetla (potkožno masno tkivo životinja; meso i mesni proizvodi), ulja su tekućine biljnog podrijetla (sjemenke biljaka). Masti grade zasićene masne kiseline (palmitinska i stearinska kiselina), a ulja nezasićene masne kiseline (oleinska kiselina ili linolna kiselina). Uglavnom se koriste u kemijskoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji.

Prirodni izvori masti i ulja: životinjske masti (taljenjem masnog tkiva – mast i čvarci) i biljna ulja (mljevenjem, prešanjem ili iskuhanjem sjemenja ili plodova biljaka uljarica – repica, bundeva, suncokret i maslina).



Fosfolipidi izgrađuju stanične membrane. Fosfolipid se sastoji od trovalentnog alkohola glicerola na koji su vezane dvije molekule višemasne kiseline i jedna fosfatna skupina. Takva molekula ima dva kraja i zove se amfipatska molekula. Dio molekule na kojem se nalazi fosfatna skupina je **hidrofilni kraj**. On privlači dipolne molekule vode. Drugi kraj molekule, izgrađen od višemasnih kiselina, naziva se **hidrofobni kraj**. On odbija vodu. U vodenom mediju fosfolipidi se spontano orijentiraju i samoorganiziraju tako da stvaraju sitne kuglaste čestice micle u kojima se hidrofilni krajevi orijentiraju prema vodi.

Steroidi su sastavni dio biljnih ulja, prirodne gume i vitamina. Regulatori su biokeminskih procesa u stanici. Kolesterol je steroid, odnosno masnoća u hrani životinjskog podrijetla. Ulja ne sadrže kolesterol. Stvara se u jetri, netopljiv je u vodi, a s pomoću posebnih bjelančevina, probavnim se sustavom iz jetre doprema do svih stanica tijela. Izgrađuje stanične membrane životinske stanice (daje im elastičnost). Važan je u metabolizmu stanice. Bez kolesterol-a nije moguća normalna probava masti. Iz kolesterol-a se sintetiziraju muški i ženski spolni hormoni (testosteron, progesteron i estrogen) te hormoni kore nadbubrežne žlijezde (aldosteron i kortizol). Sastavni je dio molekule vitamina D. Važan je za sintezu vitamina A, D i E. Nakupljanje kolesterol-a u krvnim žilama oštećuje arterije i uzrokuje aterosklerozu.

Bjelančevine

Bjelančevine ili **proteini** su molekule najveće raznolikosti, odnosno preduvjet su velike biološke raznolikosti. Vrsta bjelančevina ovisi o broju, vrsti i redoslijedu aminokiselina. Stanica sadrži veliki broj bjelančevina, jer se peptidni lanci mogu povezivati, savijati i zauzimati različite prostorne rasporede. Bjelančevine živih bića izgrađuje 20 aminokiselina, od kojih je 10 esencijalnih, što znači da ih organizam ne može sam stvoriti, već ih unosimo s pomoću hrane. Esencijalne aminokiseline su primjerice metionin, lizin, leucin. **Enzimi** su bjelančevine koje ubrzavaju biološke procese. Transportni proteini pomažu u prijenosu iona i molekula kroz staničnu membranu, a hormoni su bjelančevine važne za aktivnost stаницi.



Slika 5.6. Izvori proteina

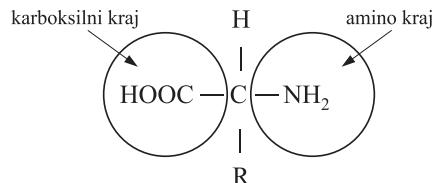
Dokazivanje bjelančevina

Dokaz prisutnosti proteina:

- Denaturiranje proteina: zagrijavanjem bjelanjaka ili dodatkom kiseline, baze (NaOH), soli teških metala i dodatkom acetona dolazi do denaturiranja bjelanjaka, ne mijenja se primarna struktura proteina.
- Biuret reakcija (test reakcija na proteine) – crvenoljubičasto obojenje.
- Ksantoproteinska reakcija – nokti i koža u dodiru s dušičnom kiselinom postaju žuti (nitriranje aromatskih jezgri u njihovim molekulama).

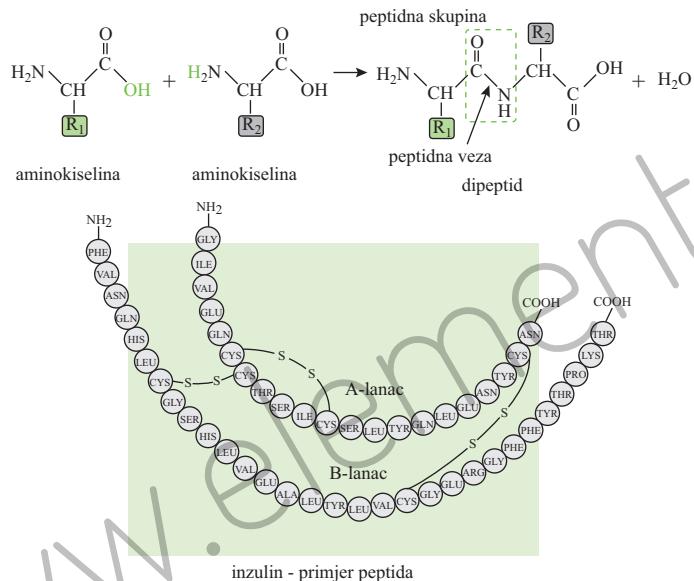
Grada aminokiselina

Aminokiseline se međusobno povezuju **peptidnim vezama** ($-\text{CONH}-$). Karboksilni kraj jedne aminokiseline veže se amino krajem druge aminokiseline, pri čemu se oslobađa molekula vode. **Dipeptid** je nastao povezivanjem



Slika 5.7. Građa aminokiseline

dviju aminokiselina. Povezivanjem većeg broja aminokiselina nastaje **polipeptid** ili **protein**. Struktura proteina važna je za njegovu biološku aktivnost.



Slika 5.8. Peptidna veza

Primarna struktura proteina određena je nizom aminokiselina u peptidnom lancu. Važna je za aktivnost stanice i kemijske reakcije u stanicama.

Sekundarna struktura proteina je prostorna struktura aminokiselina u peptidnom lancu zbog vodikovih veza. Ako se vodikovim vezama povezuju aminokiseline unutar jednog lanca, nastaje α – heliks (zavojnica). Ako vodikove veze povezuju aminokiseline između dvaju polipeptidnih lanaca, nastaje β – naborana ploča.

Uvijanjem, savijanjem i zbijanjem lanaca, zbog postojanja vodikovih veza i disulfidnih mostova između aminokiselina, nastaje **tercijarna struktura**. Vodikove veze su osjetljive na promjene temperature i pH-vrijednosti. Prekid veza u bjelančevinama znači denaturaciju bjelančevine.

Povezivanjem više polipeptidnih lanaca u jednu cjelinu nastaje **kuartarna struktura proteina**. Važna je za biološku aktivnost strukturnih proteina kolagena, aktina, miozina i dr.

Složeni proteini: nukleoproteini, kromoproteini, glikoproteini.

Enzimi

Enzimi ili **biokatalizatori** su bjelančevine koje ubrzavaju kemijske reakcije u stanicama, a iz reakcije izlaze nepromijenjeni. Enzim djeluje na tvar koja se zove **supstrat**. Mjesto na enzimu gdje se veže neka tvar zove se **aktivno mjesto**. Svaka molekula supstrata ima točno određeni oblik koji odgovara aktivnom mestu na enzimu. Takav mehanizam poznat je pod nazivom model ključ-brava (ključ – supstrat, brava – aktivno mjesto na enzimu). Za početak reakcije potrebna je minimalna energija koja se naziva **energija**.

aktivacije. Uporabom enzima energija aktivacije se snizi, a brzina reakcije se poveća. U našem organizmu djeluju različiti enzimi pri optimalnim uvjetima. Višoka temperatura i promjena pH-vrijednosti mogu privremeno ili nepovratno uništiti enzim, što dovodi do smrti stanice. Niske temperature samo privremeno sprečavaju aktivnost enzima.

Primjer enzima: lipaza, proteaza, ptijalin (α -amilaza), DNA-polimeraza, pepsin...

Koenzimi

Koenzimi su male neproteinske molekule vezane na enzim. Primjer su: NADPH, FADH₂ (prijenosnici elektrona u biokemijskim reakcijama metabolizma stanice) ili koenzim Q₁₀ (regulira energetske procese u mitohondriju (acetil CoA)).

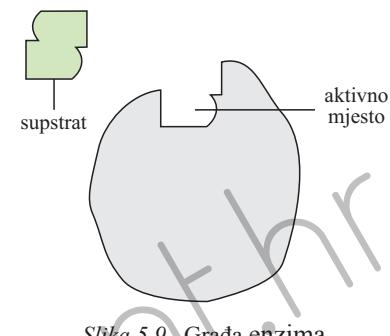
Nukleinske kiseline

Friedrich Miescher je iz leukocita i spermija lososa izolirao tvar koju naziva nuklein. Zbog slabo kiselih svojstava nazvan je nukleinskom kiselinom. Vrste nukleinskih kiselina su **deoksiribonukleinska kiselina** (DNA) i **ribonukleinska kiselina** (RNA).

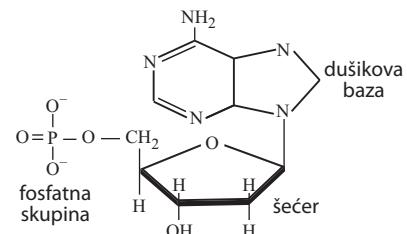
Biološka informacija zapisana je u molekuli deoksiribonukleinske kiseline (DNA) koju čine dva polinukleotidna lanca omotana oko zajedničke osi. Osnova svakog polinukleotidnog lanca je **nukleotid**. Svaki nukleotid građen je od **šećera pentoze (deoksiribonukleaza)**, **fosfatne skupine** i **dušikove baze**.

Građa nukleotida

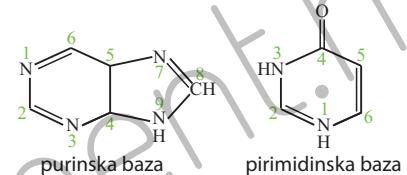
Dušikove baze su **purinske: adenin i gvanin**, i **pirimidinske: timin i citozin**.



Slika 5.9. Građa enzima



Slika 5.10. Građa nukleotida



Slika 5.11. Dušikove baze

Nukleotid		
	Ribonukleotid	Deoksiribonukleotid
nukleinska kiselina	molekula RNA	molekula DNA
dušične baze: purinska pirimidinska	gvanin, adenin citozin, uracil	gvanin, adenin citozin, timin
šećer	pentoza riboza	pentoza deoksiribosa
fosfatna skupina	PO ₄ ³⁻	PO ₄ ³⁻

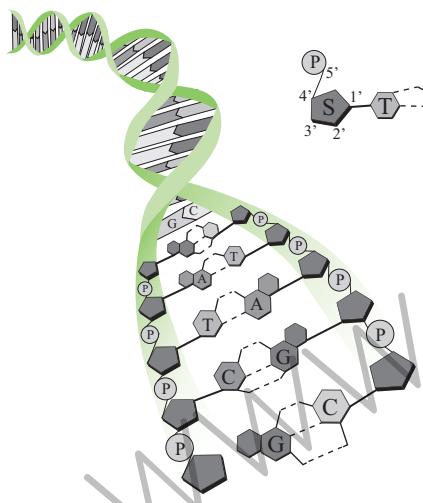
Uloga nukleotida:

1. izgrađuju nukleinske kiseline
2. prenose kemijsku energiju pohranjenu u kemijskoj vezi koja se lako hidrolizira uz oslobađanje energije (ATP)
3. derivati nukleotida PRENOSITELJI su nekih kemijskih skupina (H, šećera), a djeluju kao signalne molekule.

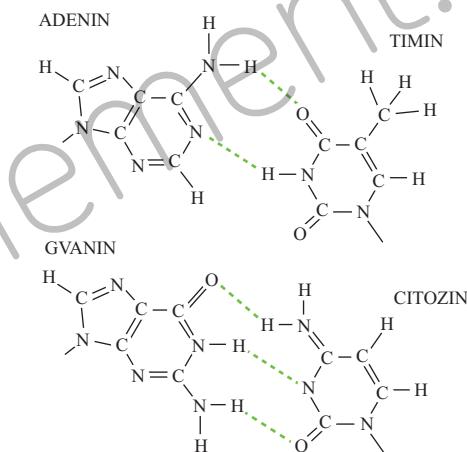
Deoksiribonukleinska kiselina – DNA

Biološka informacija zapisana je u molekuli deoksiribonukleinske kiseline (DNA) koju čine dva polinukleotidna lanca omotana oko zamišljene osi. Osnova svakog polinukleotidnog lanca je **nukleotid**. Svaki nukleotid građen je od **šećera pentoze (deoksiribonukleaza)**, **fosfatne skupine i dušikove baze**. Fosfat koji se nalazi na petom C-atomu šećera deoksiriboze vezan je na hidroksilnu skupinu koja se nalazi na trećem C-atomu deoksiriboze prethodnog nukleotida. Dušikove baze su **purinske adenin** i **gvanin**, i **pirimidinske timin** i **citozin**, a svaka baza vezana je na prvom C-atomu deoksiriboze. Dva su polinukleotidna lanca antiparalelna, što znači da se na krajevima molekule DNA nalazi 3'-kraj jednog i 5'-kraj drugog lanca. Lanci su međusobno povezani vodikovim vezama između baza.

Postoji komplementarnost u sparivanju baza tako da se purinska baza jednog lanca sparuje s pirimidinskom bazom drugog lanca: **adenin se sparuje s pomoću dvije vodikove veze s timinom**, a **gvanin s pomoću tri vodikove veze s citozinom**. Molekula DNA uđovostručava se semikonzervativnom replikacijom u kojoj dolazi do razdvajanja lanaca zbog pucanja vodikovih veza među bazama te svaki stari lanac služi kao **kalup** za sintezu novog lanca, jer uputa na starom lancu zahvaljujući komplementarnosti služi za sintezu novoga lanca. Nakon replikacije nastaju dvije identične dvolančane molekule DNA, a svaku čini stari lanac (kalup) i novosintetizirani lanac.



Slika 5.12. Struktura molekule DNA;
S – šećer deoksiriboza, P – fosfatna skupina, dušične
baze: A – adenin, T – timin, G – gvanin, C – citozin



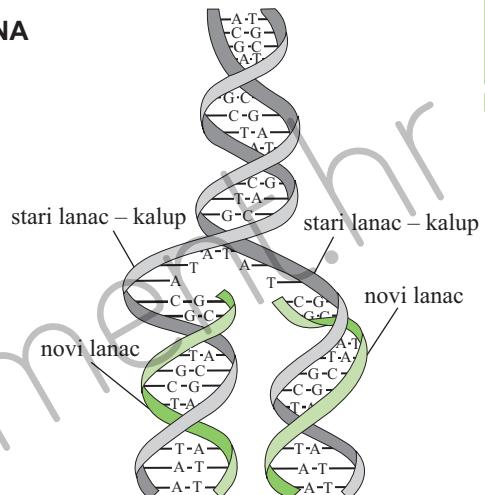
Slika 5.13. Sparivanje baza:
adenin-timin (dvije vodikove veze; gore);
gvanin-citozin (tri vodikove veze; dolje)

Strukturu molekule DNA otkrili su James Watson i Francis Crick 1953. za što su dobili Nobelovu nagradu 1962. zajedno s M. Wilkinsonom.

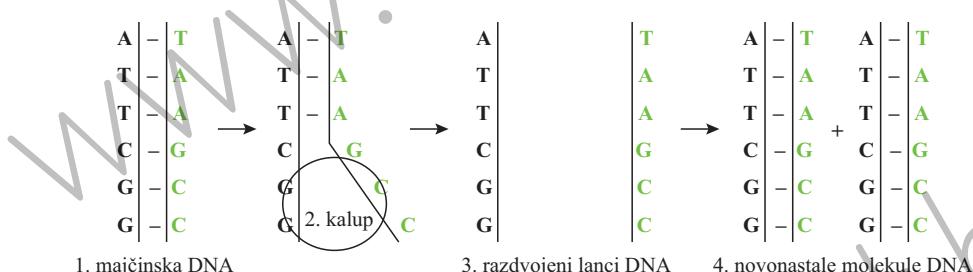
Replikacija (udvostručavanje) molekule DNA

Nasljedivanje ima osnovu upravo u replikaciji molekule DNA koja je semikonzervativna. Prije dijeljenja stanicice, u S-fazi interfaze počinje udvostručavanje molekule DNA. Na početku se lanci majčinske DNA despiraliziraju, a djelovanjem enzima **helikaze** prekidaju se vodikove veze između komplementarnih dušičnih baza lanaca u molekuli. Tako razdvojeni lanci postaju kalup za sintezu drugoga lanca molekule DNA. Sintezu novih lanaca omogućuje enzim DNA – **polimeraza**. Budući da su geni dijelovi molekule DNA, replikacija osigurava nastajanje kopija gena koje se prenose s roditelja na potomke.

To je ujedno i objašnjenje zbog čega su molekule DNA u svim stanicama identične.



Slika 5.14. Semikonzervativna replikacija



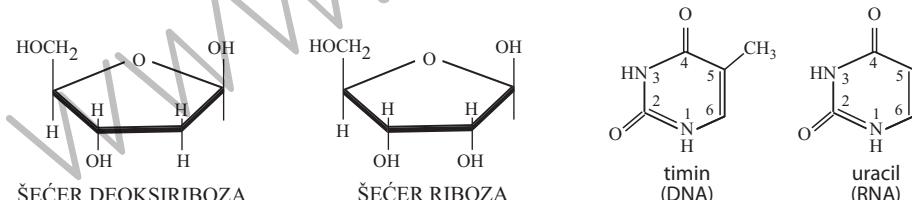
Slika 5.15. Udvostručavanje molekule DNA

Ribonukleinska kiselina

Građa RNA

Poveznica između upute sadržane u molekuli DNA (kôd) i krajnjeg produkta polipeptida je molekula **ribonukleinske kiseline (RNA)**. Njezina je struktura slična molekulji DNA no razlikuje se u sljedećem:

- RNA je jednolančana molekula
- šećer pentoza u RNA je riboza
- umjesto pirimidinske baze timin nalazimo bazu uracil.



Slika 5.16. Monosaharidi – pentoze

Slika 5.17. DNA-RNA: razlika u bazi

U stanici su 3 vrste RNA potrebne za sintezu polipeptida (proteina): **mRNA** ("*messenger*" ili glasnička RNA), **tRNA** (transportna ili prijenosna RNA) i **rRNA** (ribosomska RNA, najzastupljenija vrsta RNA).

Transportna RNA važna je prilikom prijenosa i vezanja aminokiselina tijekom sinteze bjelančevina.

Ribosomska RNA sintetizira se u jezgrici jezre i izgrađuje ribosom.

Glasnička ili mRNA prenosi informaciju iz DNA do mjesta u stanici gdje se odvija sinteza proteina, a to su ribosomi.

Genska uputa i njezin prijenos: od gena do proteina

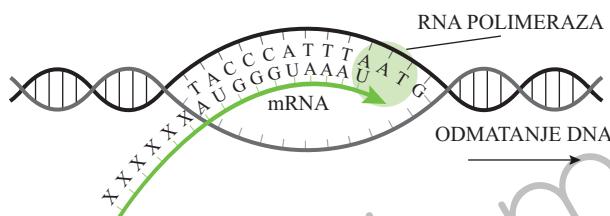
Geni određuju strukturu polipeptidnih lanaca, odnosno redoslijed aminokiselina u polipeptidnom lancu. Funkcionalni protein najčešće čini više polipeptidnih lanaca, a za svaki polipeptidni lanac uputu nosi jedan gen. Informaciju za redoslijed aminokiselina u polipeptidnom lancu nosi **triplet baza** (tri baze, tri slova) koji čini **genski kôd**. Zašto tripleti? Za 20 esencijalnih aminokiselina koje grade polipeptide potrebna je informacija $4^3 = 64$ (4 – broj baza u molekuli DNA; 3 – broj baza koji određuje jednu aminokelinu). Dakle **genski kôd čini 64 tripleta**. Od toga 61 triplet nosi informaciju za 20 esencijalnih aminokiselina, što je i više nego dovoljno. Zbog veličine koda, više tripleta nosi informaciju za istu aminokelinu. Genski je kôd univerzalan i karakterističan je svim živućim organizmima. Poveznica između upute sadržane u molekuli DNA (kôd) i krajnjeg produkta polipeptida je molekula **ribonukleinske kiseline** (RNA).

				drugo slovo		
U	UUU	C	A	U		
	UUC	UCU	UAU	UGU	U	
	UCC	UCA	UAC	UGC	C	
	UUA	UCA	UAA	UGA	A	
U	UUG	UCG	UAG	UGG	G	
			Stop	Trp		
			Stop			
C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	
	CUC	CCC	CAC	CGC	C	
	CUA	CCA	CAA	CGA	A	
	CUG	CCG	CAG	CGG	G	
C			His			
			Pro			
			Gln			
A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	
	AUC	ACC	AAC	AGC	C	
	AUA	ACA	AAA	AGA	A	
	AUG	ACG	AAG	AGG	G	
A			Asn			
			Lys			
G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	
	GUC	GCC	GAC	GGC	C	
	GUA	GCA	GAA	GGG	A	
	GUG	GCG	GAG		G	
G			Asp			
			Glu			
					treće slovo	

Slika 5.18. Genski kôd u obliku mRNA kodona

Genska uputa

Molekula mRNA nastaje procesom **transkripcije** ili **prepisivanja** gdje se nakon razdvajanja lanaca DNA na jednom lancu DNA, na temelju komplementarnosti; sintetizira mRNA transkript uz pomoć enzima RNA-polimeraze. Nakon transkripcije mRNA nosi dalje uputu u obliku tripleta koje nazivamo **kodonima**. **Kodoni u mRNA su komplementarni kodovima u molekuli DNA.**



Slika 5.19. Transkripcija

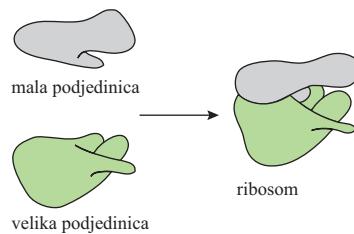


Slika 5.20. Antikodon

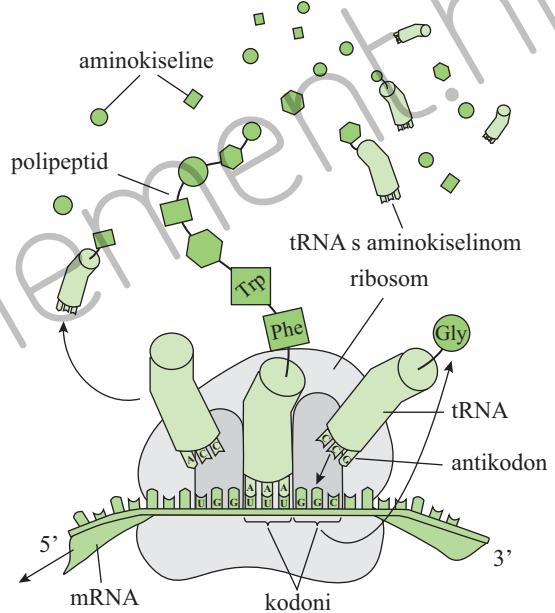
Nakon završetka transkripcije mRNA odlazi do mjesta sinteze proteina u citooplazmi, ribosoma. Gen nosi uputu za sintezu proteina. Sinteza proteina naziva se još i **translacija** ili **prevodenje**. Odvija se **na ribosomima** gdje se **uz pomoć molekule tRNA prevodi poruka zapisana u mRNA**. Transportna ili tRNA ima ulogu prijenosa odgovarajuće aminokiseline do ribosoma, a na temelju informacije (kodoni) zapisane u mRNA. Molekula tRNA je jednolančana i ima strukturu koja nalikuje listu djeteline jer sparivanjem nekih komplementarnih dijelova nastaju dvolančane regije. Na jednom jednolančanom kraju molekule nalazi se triplet baza ili **antikodon** koji je komplementaran jednom ili više kodona u molekuli mRNA. Na drugom kraju molekule nalazi se mjesto prihvaćanja odgovarajuće aminokiseline.

Ribosomi su stanične strukture na kojima se obavlja translacija ili sinteza proteina. Čine ih dvije podjedinice (mala i velika) građene od molekule **rRNA** i **proteina**.

Translacija započinje vezanjem 5' kraja mRNA za ribosom. Ribosom čita poruku zapisanu u mRNA (kodoni) i prevedi je u aminokiselinu koju do ribosoma



Slika 5.21. Građa ribosoma

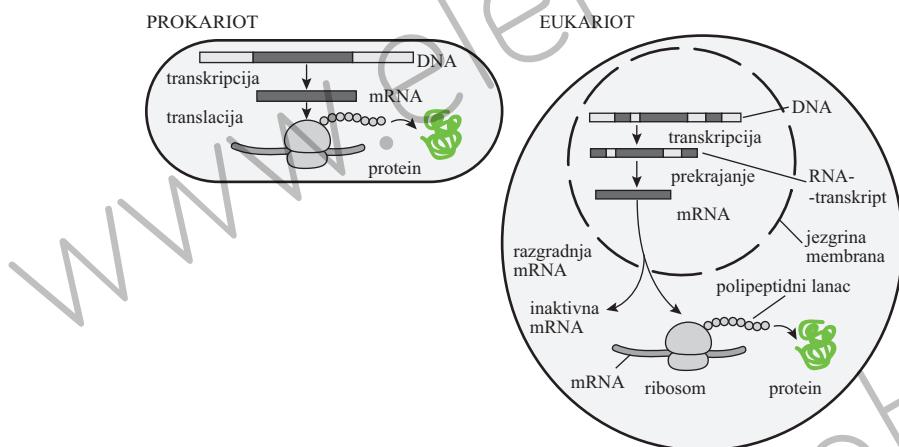


Slika 5.22. Sintesa proteina

nosi tRNA, a na temelju antikodona komplementarnog kodonu. Prvi kodon kojim započinje sinteza proteina je **AUG**, to je **start kodon** i on nosi uputu za aminokiselinu metionin. Osim kodona za ostalih 19 aminokiselina, postoji još 3 **stop kodona** koji su **nekodirajući** i kojima završava translacija (**UAA**, **UGA**, **UAG**).

Procesi transkripcije i translacije u osnovi su isti kod prokariota i eukariota, no postoje neke razlike. Kod **prokariota** se oba procesa zbivaju gotovo istovremeno u istom staničnom prostoru, te translacija započinje i prije nego završi transkripciju.

Kod **eukariota** transkripcija i translacija prostorno su i vremenski odvojene. Transkripcija se odvija u jezgri stanice, a translacija u citoplazmi. Molekula mRNA prije izlaska iz jezgre mora se modificirati, tj. obraditi (RNA-procesiranje). Naime eukariotski geni i primarni RNA-transkripti sadrže regije koje su nekodirajuće (ne nose uputu), a nazivamo ih intronima. Te su regije raspršene između kodirajućih regija, eksona. Kod procesiranja se izrežu intronske regije, a spajaju eksone (prekrajanje, engl. *splicing*) te zaštićuju krajevi mRNA kako je nakon izlaska iz jezgre u citoplazmi ne bi razgradili enzimi.



Slika 5.23. Transkripcija i translacija kod prokariota i eukariota

5.2. Primjeri riješenih zadataka

I. skupina zadataka. Zaokruži točan odgovor. Od ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

1. Fosfolipidi koji izgrađuju biološke membrane amfipatske su molekule. To znači da:
 - a) molekula ima hidrofobni i hidrofilni kraj
 - b) je hidrofilni dio odgovoran za odbijanje vode
 - c) hidrofobni dio privlači vodu
 - d) je molekula neutralna.

Rješenje. a) molekula ima hidrofobni i hidrofilni kraj.

2. Ako je jedan lanac DNA: 5' AAAGGCTTAAACCCAA 3', onda je komplementarni lanac DNA:
- a) 5' TTTCCGAAATTGGGTT 3'
 - b) 3' TTTCCGAAATTGGGTT 5'
 - c) 3' AAAGGCUUUAACCAA 5'
 - d) 5' UUUCGAAAUUCCUU 3'.

Rješenje. Dva polinukleotidna lanca su antiparalelna, što znači da se na krajevima molekule DNA nalazi 3'-kraj jednog i 5'-kraj drugog lanca. Baza adenin jednog lanca sparuje se s bazom timin drugoga lanca, a baza gvanin s bazom citozin. Prema tome točan je odgovor **b).**

5' AAAGGCTTAAACCCAA 3' 3' TTTCCGAAATTGGGTT 5'

3. Ribosomi su:
- a) organeli na kojima se obavlja translacija
 - b) stanične strukture na kojima se obavlja sinteza proteina
 - c) dijelovi polipeptidnog lanca
 - d) vrsta molekule RNA.

Rješenje. **b)** stanične strukture na kojima se obavlja sinteza proteina.

4. Ako je jedan lanac DNA 5' AATTGCGC 3', mRNA je:
- a) 5' UUAAGCGC 3'
 - b) 5' CGCGAAUU 3'
 - c) 5' TTAACGCG 3'
 - d) 5' CGCGAATT 3'.

Rješenje. **b)** 5' CGCGAAUU 3'.

DNA 5' AATTGCGC 3' mRNA 3' UUAAGCGC 5

5. Monosaharid je:
- | | | | |
|------------|------------|-------------|--------------|
| a) maltoza | b) laktoza | c) fruktoza | d) saharoza. |
|------------|------------|-------------|--------------|

Rješenje. **c)** fruktoza.

II. skupina zadataka. Primjeri zadataka kratkih odgovora. Na sljedeće zadatke odgovori jednostavnom rečenicom.

6. Napiši nazive bioloških molekula koje ulaze u sastav stanične membrane.
-

Rješenje. Stanična membrana građena je od fosfolipida, proteina i ugljikohidrata. Ugljikohidrati su odgovorni za označavanje i prepoznavanje stanica.

7. Što je nukleotid? _____.

Rješenje. Gradivna jedinica nukleinske kiseline. (Monomerna jedinica.)

8. Imenuj dijelove nukleotida. _____.

Rješenje. Nukleotid je građen od šećera pentoze, fosfatne skupine i dušične baze.

9. a) Kako se zovu gradivne jedinice bjelančevina? _____.

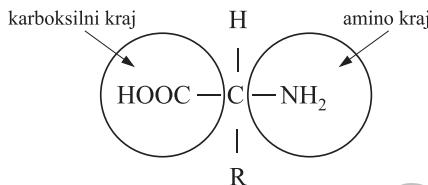
b) Nacrtaj i objasni građu aminokiseline. _____.

c) Kako se zove vrsta veze kojom se međusobno povezuju aminokiseline?

Rješenje.

a) Aminokiseline.

b)



c) Aminokiseline se međusobno povezuju peptidnim vezama (-CONH-).

10. Masti sadrže _____ zasićenih masnih kiselina, a ulja sadrže _____ nezasićenih kiselina.

a) više

b) manje

Rješenje. a) više.

11. Kolesterol je vrlo štetan u organizmu i poželjno je da je njegova koncentracija u tijelu što manja. Navedena tvrdnja je:

a) točna

b) netočna.

Objasni odgovor.

Rješenje. a) – zato što u većim koncentracijama uzrokuje začepljenje krvnih žila.

5.3. Zadatci za vježbu

I. skupina zadataka. Prouči sliku i odgovori.

1. Napisan je slijed dušičnih baza u molekuli DNA. Prouči i odgovori:



a) Kako se zove proces kojim iz jedne molekule DNA nastaju dvije identične molekule DNA? _____.

b) Opiši taj proces tako da cijeli postupak procesa nacrtаш. _____.

c) Napiši puni naziv purinskih dušičnih baza koje se javljaju u zadatku.

_____.

II. skupina zadataka. Popuni tablicu.

2.

	Ribonukleotid	Deoksiribonukleotid
nukleinska kiselina		
dušične baze:		
purinska		
pirimidinska		
šećer		

III. skupina zadataka. Odgovori kratkom rečenicom.

3. Spoji dvije aminokiseline i zaokruži nastalu vezu. _____.
4. Što su enzimi? _____.
5. Po čemu se primarna struktura razlikuje od sekundarne strukture proteina?
_____.

IV. skupina zadataka. Od ponuđenih odgovora jedna tvrdnja je točna.

6. U animalni rezervni polisaharid ubrajamo:
- a) škrob
 - b) celulozu
 - c) hitin
 - d) glikogen.
7. Ugljikohidrat je:
- a) neutralna mast
 - b) fosfolipid
 - c) riboza
 - d) steroid.
8. Glicerol je:
- a) masna kiselina
 - b) triglycerid
 - c) sastojak fosfolipida
 - d) alkohol.
9. Svi enzimi, hemoglobin, kolagen, keratin, albumin, aktin, miozin, tubulin, inzulin itd. po svojem su kemijskom sastavu:
- a) ugljikohidrati
 - b) masti
 - c) masne kiseline
 - d) proteini.
10. Molekule glukoze koje se ne unesu hranom, u organizmu se mogu osloboditi iz:
- a) masti
 - b) proteina
 - c) glikogena
 - d) fosfolipida.
11. Aminoskupine i karboksilne skupine na krajevima različitih aminokiselina povezane su:
- a) glikozidnom vezom
 - b) slabom vezom
 - c) karboksilnom vezom
 - d) peptidnom vezom.

V. skupina zadataka. Odgovori na postavljeno pitanje.

12. U koju skupinu biološki važnih molekula ubrajamo kolesterol? _____.
13. Gdje se sintetizira kolesterol? _____.
14. Koja je biološka važnost te molekule u našem organizmu? _____.
15. Zajedničke karakteristike molekula DNA i RNA su:
 - a) sadrže pentozu
 - b) imaju baze adenin i timin
 - c) imaju ih svi virusi
 - d) dušične baze im se povezuju kovalentnim vezama.
16. Za deoksiribonukleotide točne su tvrdnje:
 - a) Razlikuju se od ribonukleotida po tome što sadrže timin umjesto uracila.
 - b) Razlikuju se od ribonukleotida po tome što sadrže uracil umjesto timina.
 - c) Građeni su od jedne purinske ili pirimidinske baze, riboze i jedne fosfatne skupine.
 - d) Adenin se u dvostrukoj zavojnici DNA uvijek veže s citozinom.
17. Za transportnu RNA su točne tvrdnje:
 - a) najveća je molekula RNA u stanici
 - b) najzastupljenija je molekula RNA u ukupnoj staničnoj RNA
 - c) prenosi gensku informaciju iz jezgre u citoplazmu
 - d) kalup za njenu sintezu je jedan lanac DNA.