



Avtorja: Dr. Jelka Strgar in mag. Dušan Vrščaj
Institucija: Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Predlogi učnih enot iz genetike

Za uvajanje sodobnega načina pouka genetike in na njej temelječe evolucije smo pripravili naslednjih 5 poskusnih učnih enot, ki jih bomo preverili pri učencih osnovne šole in srednje šole, primerjalno pa tudi pri skupini študentov biologije:

- Potek mitoze (višji nivo)
- Potek mejoze (višji nivo)
- Kromosomske spremembe
- Prekrižanje (crossing over)
- Model molekule DNA

Gradivo 1

Avtorja: Jelka Strgar, Dušan Vrščaj

Inštitucija: UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Naslov: Potek mitoze (višji nivo)

Strategija (metoda): suha vaja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Glej preglednico generičnih kompetenc.

Kompetence, ki jih dejavnost razvija:

1. Generične kompetence:

	Obdobje				
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-9	SŠ	UNI
Sposobnost zbiranja informacij			+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+	+
Sposobnost interpretacije			+	+	+
Sposobnost sinteze sklepov			+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+	+
Prenos teorije v prakso					
Uporaba matematičnih idej in					



tehnik					
Prilagajanje novim situacijam			+	+	+
Skrb za kakovost					
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela					
Verbalna in pisna komunikacija			+	+	+
Medosebna interakcija			+	+	+
Varnost					

2. Predmetno-specifične kompetence:

- Učenci vedo, kaj je mitotična in kakšen je njen pomen pri rasti in razmnoževanju organizmov.
- Učenci si predstavljajo, kako poteka mitotična, ter so sposobni prepoznati stopnje v procesu mitotične.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Osnovna šola:

Vsebine o celici so v učnem načrtu umeščene v 9. razred v učno temo Celice, tkiva, organi. Učni načrt predvideva, da učenci v devetem razredu, to je ob koncu osnovnošolskega splošnega izobraževanja, spoznajo tipe delitve celic: celično delitev (mitozo) in redukcijsko delitev (mejozo). Do zaključka osnovnošolskega izobraževanja naj bi učenci poznali pojme citoplazma, jedro, kromosom in mitozo.

Gimnazija:

V gimnazijskih učnih načrtih so te vsebine umeščene v poglavje C-Zgradba in delovanje celice. Dijaki naj bi razumeli podobnosti in razlike v delitvi prokariotske in evkariotske celice, razumeli spremembe v strukturi kromosoma v celičnem ciklu in spoznali potek mitoze.

Način evalvacije:

- testiranje znanja pred dejavnostjo in po njej;



- analiza odgovorov učencev na naloge na delovnem listu;
- analiza poročila sodelujočih učiteljev.

Učiteljeva priprava:

Naslov: Potek mitoze (višji nivo)

Vir: Handwerker, M. J. (2005). Science Essential, high school level. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci z uporabo 6 skic faz mitoze sestavljajo zaporedje njenega poteka.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitoza, celični cikel

Osnovni koncept: Vsi živi organizmi so sestavljeni iz celic, ki so se zmožne razmnoževati.

Predmetno specifična kompetenca: Učenci so sposobni prepoznati stopnje v procesu mitoze.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)

Čas: 45 minut

Potek dejavnosti:

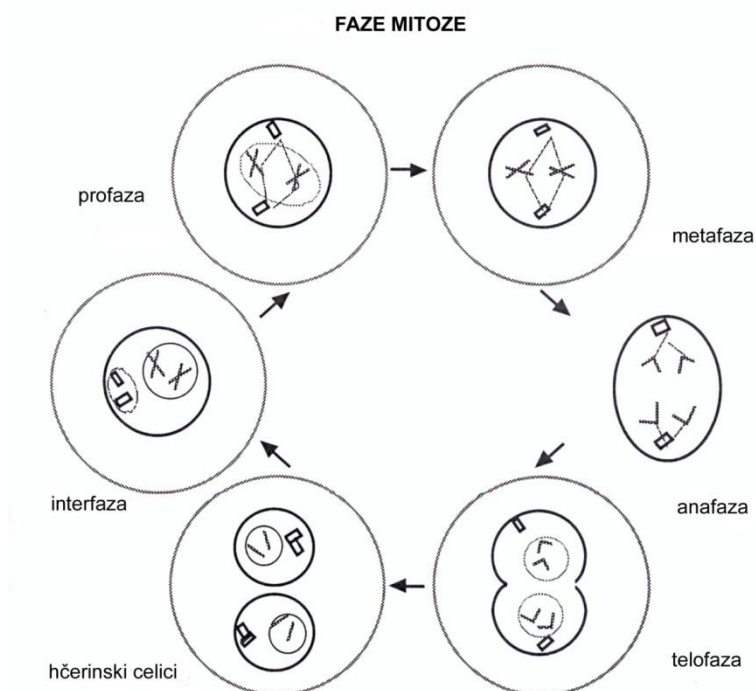
- Vsak učenec dobi svoj delovni list.
- Učencem dajte čas, da preberejo informacijo o poteku mitoze.
- Svetujte učencem, da na delovne liste pišejo z navadnim svinčnikom, da bodo lahko kasneje popravljali, če bo treba.
- Učenci samostojno razvrščajo 6 skic v zaporedje. Poskrbite, da vsak učenec sam razvrsti vse skice, preden spodbudite izmenjavo mnenj. Pomembno je, da se vsak učenec spopade s problemom pri tej dejavnosti, tako da vsak zase lahko gradi razumevanje.
- Poudarite, da jasno razumevanje o tem, kako se celice razmnožujejo, ni bilo mogoče, dokler niso razvili ustreznih tehnik barvanja preparatov in izdelali mikroskopov, s katerimi je mogoče povečevati in opazovati slike v več tisočkratnih povečavah. Šele v šestdesetih letih 19. stoletja so biologi lahko jasno videli, kako se celice delijo, kako nastajajo „hčerinske celice“ in kako se pred tem deli jedrni material v „starševski celici“. Zasluge na tem

raziskovalnem področju ima nemški biolog Walter Fleming (1843—1905). Flemingu gre tudi priznanje za to, da je skoval izraz „mitoza“ in da je opisal podvajanje nitastih struktur v jedru, ki so se zlahka obarvale in jih imenujemo kromosomi (izraz pomeni „obarvana telesca“). Fleming je do leta 1879 opisal več faz pri mitozu, terminologija, ki jo je on uporabljal, pa se je do danes že spremenila. Fleming je poročal tudi o tem, da so se razmnoževalne (reproduktivne) celice ali gamete, kot so spermatne celice in jajčne celice, delile, ne da bi se pred tem pomnožili njihovi kromosomi. Ta pojav je imenoval „mejoza“. Njegova opažanja je kasneje pojasnil nemški botanik Eduard Adolf Strasburger (1844—1912). Strasburger je razjasnil vlogo kromosomov pri dedovanju s tem, ko je ugotovil, da je za oploditev potrebna združitev dveh „haploidnih“ celic, torej celic, ki imata enojno garnituro kromosomov namesto običajne podvojene garniture, kot jo imajo diploidne celice. Strasburgerju gre tudi priznanje za to, da je skoval izraze „nukleoplazma“ (kar pomeni del celice znotraj celičnega jedra), „citoplazma“ (kar pomeni del celice zunaj celičnega jedra) in „kloroplast“ (kar pomeni strukturo, v kateri poteka fotosinteza).

- Učencem pomagajte, da dokončajo dejavnost pod točko *Ugotovitve opazovanja in analiza* na delovnem listu.

Odgovori na vprašanja na delovnem listu za učence:

Glej sliko.





Delovni list: Faze mitoze

Osnovni koncept: Vsi živi organizmi so sestavljeni iz celic, ki so se zmožne razmnoževati.

Učni cilj: Ugotovitev faz mitoze.

Potek dejavnosti:

1. Preberi informacijo o *mitozi*.

Mitoza

Vsi večcelični organizmi rastejo in obnavljajo poškodbe z razmnoževanjem celic, ki gradijo njihova telesna tkiva. To dosežejo z delitvijo zdravih celic, ki zrastejo in nadomestijo poškodovane. Ta delitev celic se imenuje *mitoza*. Mitoza poteka v več fazah: *interfaza, profaza, metafaza, anafaza, telofaza in citokineza*. V začetni fazi, torej interfazi, se kromosomi, ki nosijo dedne informacije starševskih celic, podvojijo. Ta pojav poteka znotraj jedrne membrane. V profazi se jedrna membrana začne razgrajevati in hkrati drobni valjasto oblikovani *centrioli* potujejo navzven iz območja, imenovanega *centrosom*. Centrioli se ločijo in tvorijo delitveno vreteno, katerega deli se pripnejo na iz jedra osvobodjene kromosome. Med metafazo se centrioli pomaknejo na nasprotna pola celice, medtem ko se kromosomi razporedijo na sredini celice. Med anafazo se podvojeni kromosomi ločijo in delitveno vreteno jih potegne na nasprotna pola celice. Na začetku telofaze se začne na celičnem ekvatorju oblikovati *zažetek*, ki celico postopoma preščipne na pol. Dokončna delitev in ločitev v dve popolnoma neodvisni *hčerinski celici* se imenuje *citokineza* (kar pomeni „celica v gibanju“). Vsaka izmed hčerinskih celic nato začne svoje lastno življenje.

2. Oglej si ilustracijo na delovnem listu.

3. Izpolni točko *Ugotovitve opazovanja in analiza*.

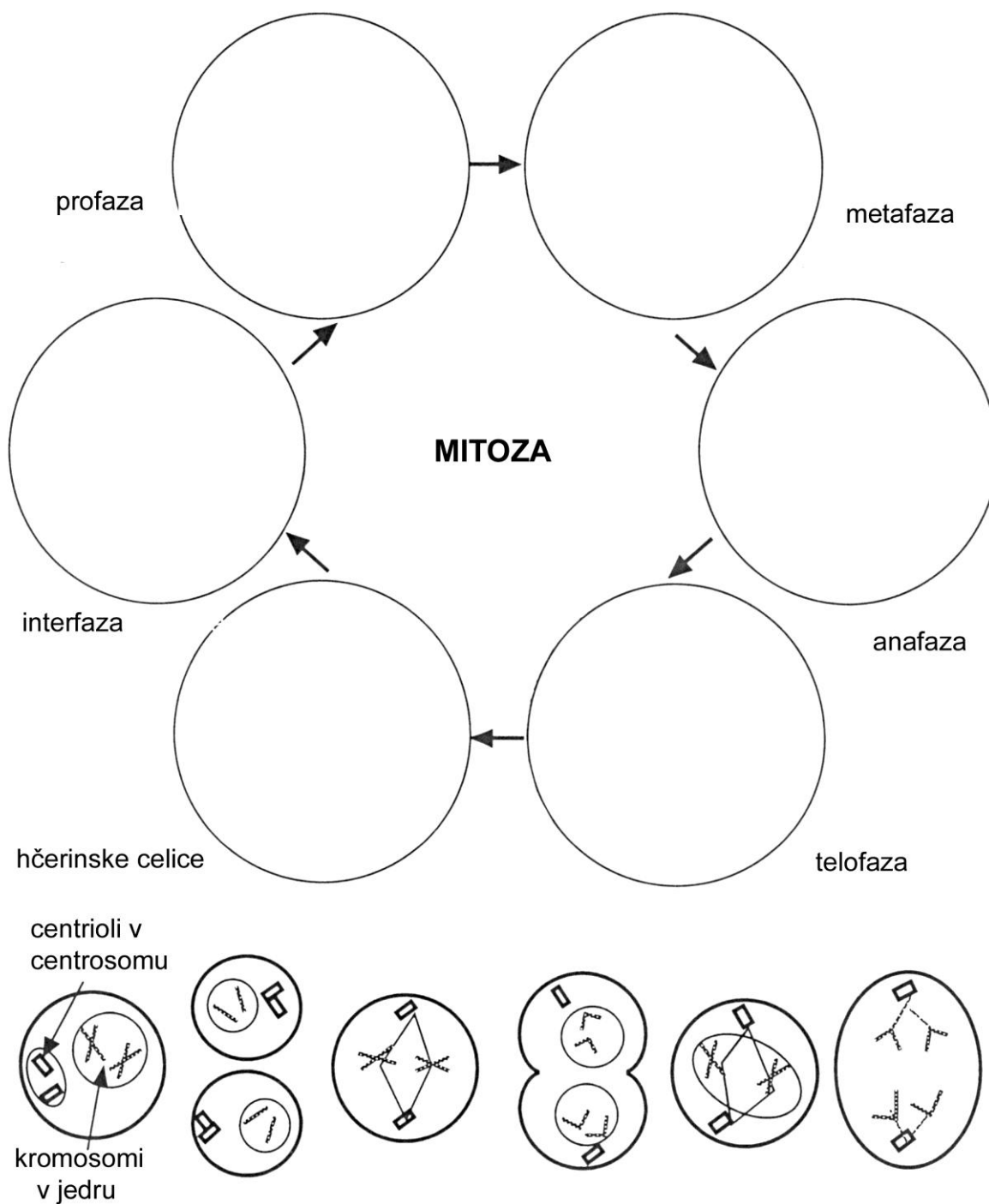
Ugotovitve opazovanja in analiza

1. Oglej si slike, ki prikazujejo različne faze mitoze.

2. Nariši slike v pravilnem zaporedju.



Copyright © 2005 by John Wiley & Sons, Inc.





Gradivo 2

Avtorja: Jelka Strgar, Dušan Vrščaj

Inštitucija: UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Naslov: Potek mejoze (višji nivo)

Strategija (metoda): suha vaja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Glej preglednico generičnih kompetenc.

Kompetence, ki jih dejavnost razvija:

1. Generične kompetence:

	Obdobje				
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-9	SŠ	UNI
Sposobnost zbiranja informacij			+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+	+
Sposobnost interpretacije			+	+	+
Sposobnost sinteze sklepov			+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+	+
Prenos teorije v prakso					
Uporaba matematičnih idej in tehnik					
Prilagajanje novim situacijam			+	+	+
Skrb za kakovost					
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela					
Verbalna in pisna komunikacija			+	+	+
Medosebna interakcija			+	+	+
Varnost					

2. Predmetno-specifične kompetence:

- Učenci vedo, kaj je mejoza, in razumejo njen pomen pri spolnem razmnoževanju organizmov.



- Učenci si predstavljajo, kako poteka mejoza in razlikujejo pojave mitoze in mejoze.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Osnovna šola: vsebine o celici so v učnem načrtu umeščene v 9. razred v učno temo Celice, tkiva, organi. Učni načrt predvideva, da učenci v devetem razredu spoznajo tipe delitve celic: celično delitev (mitozo) in redukcijsko delitev (mejozo). Ob zaključku osnovnošolskega izobraževanja naj bi učenci poznali pojme mitoze in mejoze.

Gimnazija: v učnih načrtih so te vsebine umeščene v poglavje C-Zgradba in delovanje celice. V poglavju je predvideno, da dijaki spoznajo, da sta mejoza in oploditev ter s tem povezano prehajanje med diploidnostjo in haploidnostjo osnova za ustvarjanje novih genskih kombinacij. Dijaki naj bi spoznali potek mejoze in na osnovi primerjave poteka mitoze in mejoze razumeli, da pri mitози nastajajo genetsko enake hčerinske celice, pri mejozi pa genetsko različne celice. Dijaki naj bi razumeli, da je mejoza del spolnega razmnoževanja, pri katerem se pari homolognih kromosomov ločijo in naključno porazdelijo med novo nastale spolne celice, ki vsebujejo po en kromosom iz vsakega homolognega para (prehod iz diploidnega stanja celice v haploidno), in razumeli, da je verjetnost, da se določen alel nahaja v gameti, povezana z naključno porazdelitvijo kromosomov med mejozo.

Način evalvacije:

- testiranje znanja pred dejavnostjo in po njej;
- analiza odgovorov učencev/dijakov na naloge na delovnem listu;
- analiza poročila sodelujočih učiteljev.



Učiteljeva priprava:

Naslov: Potek mejoze (višji nivo)

Vir: Handwerker, M. J. (2005). Science Essential, high school level. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci z opazovanjem in primerjanjem ilustracij faz mejoze ugotavljajo razlike med prvo in drugo delitvijo in spoznajo pomen redukcijske delitve za nastanek haploidnih gamet.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitotični cikel

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje povzročajo genetsko raznolikost v populaciji.

Predmetno specifična kompetenca: Učenci so sposobni prepoznati stopnje v poteku mejoze.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)

Čas: 45 minut

Potek dejavnosti:

1. Vsak učenec dobi svoj delovni list.
2. Učencem dajte čas, da preberejo informacijo o pojavu mejoze in proučijo ilustracijo njenega poteka.
3. Učencem pomagajte pri opazovanju in analiziranju ilustracije.
4. Pri učencih spodbujajte razmišljanje o pomenu spolnega razmnoževanja organizmov in pomenu mejoze pri tem načinu razmnoževanja.

Odgovori na vprašanja na delovnem listu za učence:

1. Odgovori učencev se bodo razlikovali, toda vključevati morajo naslednja ključna koncepta:
 - Rezultat ali posledica mejoze je nastanek haploidnih spolnih celic, ki vsebujejo v primerjavi s telesnimi celicami le polovično število kromosomov.
 - Rezultat mitoze je nastanek dveh hčerinskih celic, ki vsebujeta enako število kromosomov kot starševska celica.
2. Odgovori učencev se bodo razlikovali, vendar naj vključujejo sledeče glavne točke:



- Mejoza A je podobna mitozu v tem, da se začne s podvajanjem kromosomov.
- Na začetku mejoze B se v zarodni celici njeni kromosomi ne podvojijo, tako da ob delitvi te celice nastaneta hčerinski celici, ki imata vsaka samo polovico genetskega materiala.

Učenci bi lahko imeli napačno predstavo o delitvi genetskega materiala na polovico. V diskusiji poudarite, da imajo telesne celice genetski material v dveh kompletih. Vsak kromosom enega kompleta ima svoj homologni par v drugem kompletu. V vsakem kompletu je ves genetski zapis, ki je potreben za razvoj in delovanje organizma, vendar se zapisa nekoliko razlikujeta. Pri mitozu se oba kompleta podvojita in hčerinski celici dobita praviloma popolnoma enaki kopiji obeh kompletov. Pri mejozi dobi vsaka gameta en komplet kromosomov.

Posledica mitotske delitve celice sta dve popolnoma enaki hčerinski celici, s popolnoma enako dvojno garnituro kromosomov, kot jo ima starševska celica.

Posledica mejotske delitve so 4 hčerinske haploidne celice; 4 so zato, ker se materinska celica dvakrat zaporedno deli, haploidne pa zato, ker se kromosomi podvojijo le pri prvi delitvi, pri drugi pa ne, zato prejme vsaka le eno garnituro kromosomov.

Delovni list: Faze mejoze

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje povzročajo genetsko raznolikost v populaciji.

Učni cilj: Ugotovitev faz mejoze.

Potek dejavnosti:

1. Preberi informacijo o mejozi.

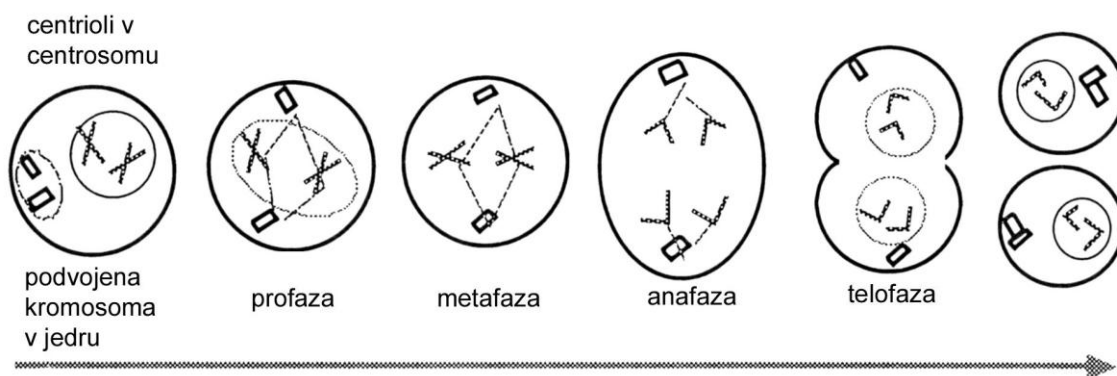
Mejoza

Mejoza je pojav delitve celice, v katerem se oblikujejo spolne celice, ki jih imenujemo *gamete*. To se dogaja v reproduktivnih organih. Mejozo imenujemo tudi *redukcijska delitev*, ker imata obe nastali gameti polovico manj kromosomov kot starševska celica. Starševska celica vsebuje vse kromosome v parih, torej je v njej dvojno število kromosomov, zato je to *diploidna* celica. Spolna celica vsebuje vse kromosome, a brez pripadajočih homolognih parov, zato je v njej pol manj kromosomov kot v starševski celici, zato jo imenujemo *haploidna* celica. Pri oploditvi, torej združitvi dveh haploidnih gamet, moške gamete (spermij) in ženske gamete (jajčece) nastane *zigota*. Ta vsebuje kromosome obeh gamet, torej dve garnituri kromosomov oziroma pare kromosomov in je zato diploidna.

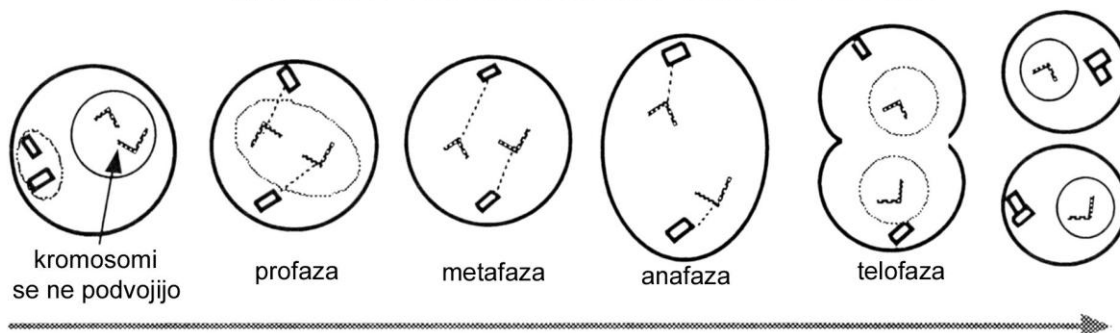
Mejoza poteka v fazah, podobno kot pri mitozu (diploidna celica se deli v dve diploidni hčerinski celici): profaza, metafaza, anafaza in telofaza. Proces mejoze vključuje dva cikla celične delitve: mejozo A in mejozo B. Med mejozo A se reproductivna zarodna celica deli mitotsko, torej nastane dve diploidni hčerinski celici. Na začetku mejoze B v nobeni od hčerinskih celicah ne pride do podvajanja kromosomov in celici se še enkrat razdelita, tako da nastanejo štiri haploidne celice. Te haploidne celice se nato razvijejo v moške spermatalne celice ali ženske jajčne celice, kar je odvisno od spolnih navodil, zapisanih v genetskem kodu.

2. Oglej si ilustracijo na delovnem listu in nato izpolni točko Ugotovitve opazovanja in analiza.

MEJOZA A



MEJOZA B ENE HČERINSKE ZARODNE CELICE



Ugotovitve opazovanja in analiza

1. Pojasni, kako se mejoza razlikuje od mitoze.



2. Pojasni, kako se mejoza A razlikuje od mejoze B.



Gradivo 3

Avtorja: Jelka Strgar, Dušan Vrščaj

Inštitucija: UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Naslov: Kromosomske spremembe

Strategija (metoda): suha vaja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Glej preglednico generičnih kompetenc.

Kompetence, ki jih dejavnost razvija:

1. Generične kompetence:

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje				
	1-3	5-6	7-9	SŠ	UNI
Sposobnost zbiranja informacij			+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+	+
Sposobnost interpretacije			+	+	+
Sposobnost sinteze sklepov			+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+	+
Prenos teorije v prakso					
Uporaba matematičnih idej in tehnik					
Prilagajanje novim situacijam			+	+	+
Skrb za kakovost					
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela					
Verbalna in pisna komunikacija			+	+	+
Medosebna interakcija			+	+	+
Varnost					

2. Predmetno-specifične kompetence:

- Učenci razumejo, kako nastanejo kromosomske mutacije.
- Učenci razumejo pomen kromosomskih mutacij pri dedovanju lastnosti organizma.



Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Osnovna šola: vsebine o celici in kromosomu so v učnem načrtu umeščene v 9. razred v učno temo Celice, tkiva, organi. Učni načrt predvideva, da učenci v devetem razredu znajo povezati zgradbo celice z njeno funkcijo, spoznajo tipe delitve celic: celično delitev (mitozo) in redukcijsko delitev (mejozo) in poznajo pojme jedro, kromosom, mitoza in mejoza.

Gimnazija: učni načrt v poglavju D1 predvideva, da dijaki spoznajo, da so pri vseh znanih organizmih molekule DNA nosilec dednih informacij in da so mutacije spremembe DNA. Dijaki naj bi razumeli, da različni aleli nastajajo z mutacijami – spremembami v zaporedju nukleotidov v molekuli DNA, spoznali naj bi genske, kromosomske in genomske mutacije in to, da so dedne lastnosti osebkov odvisne od tega, katere alele osebek podeduje od staršev in kako ti aleli delujejo skupaj.

Poglavje D2 predvideva, da dijaki vedo, da pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev in da spolno razmnoževanje povečuje raznolikost med organizmi znotraj vrste. Dijaki naj bi razumeli, da je mejoza del spolnega razmnoževanja, pri katerem se pari homolognih kromosomov ločijo in naključno porazdelijo med novo nastale spolne celice, ki vsebujejo po en kromosom iz vsakega homolognega para.

Način evalvacije:

- testiranje znanja pred dejavnostjo in po njej;
- analiza odgovorov učencev na naloge na delovnem listu;
- analiza poročila sodelujočih učiteljev.

Učiteljeva priprava:

Naslov: Kromosomske spremembe

Vir: Handwerker, M. J. (2005). Science Essential, high school level. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci ob skicah prepoznavajo različne tipe kromosomskih sprememb.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitoza, celični cikel

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje vodijo do genetskih variacij v populaciji.

Predmetno specifična kompetenca: Učenci bodo sposobni ugotoviti različne tipe kromosomskih sprememb.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)



Čas: 45 minut

Potek dejavnosti:

1. Vsak učenec dobi svoj delovni list.
2. Učencem dajte čas, da preberejo informacijo o *kromosomskih spremembah*.
3. Svetujte učencem, da na delovne liste pišejo z navadnim svinčnikom, da bodo lahko kasneje popravljali, če bo treba.
4. Učenci samostojno opisujejo kromosomske spremembe. Prepričajte se, da vsak učenec sam opiše, kaj se je zgodilo med vsako vrsto spremembe, preden spodbudite izmenjavo mnenj. Pomembno je, da se vsak učenec spopade s problemom pri tej dejavnosti, tako da vsak zase lahko gradi razumevanje.
5. Učencem pomagajte, da dokončajo dejavnost pod točko *Ugotovitve opazovanja in analiza* na delovnem listu.

Odgovori na vprašanja na delovnem listu za učence:

Odgovori učencev se bodo razlikovali, vendar morajo vključevati naslednje glavne točke:

- Med delecijo se je gen „D“ izgubil.
- Med inverzijo se je del „BC“ obrnil in s tem spremenil zaporedje v genetski informaciji.
- Med translokacijo sta dela „CD“ in „HI“ med seboj izmenjala mesti na dveh kromosomih.
- Med duplikacijo se je gen „C“ podvojil, podvojeni segment pa se je vključil v isti kromosom.

Delovni list: Vrste kromosomskih sprememb

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje vodijo do genetskih variacij v populaciji.

Učni cilj: Prepoznavanje različnih vrst kromosomskih sprememb.

Potek dejavnosti:

1. Preberi informacijo o *kromosomskih spremembah*.

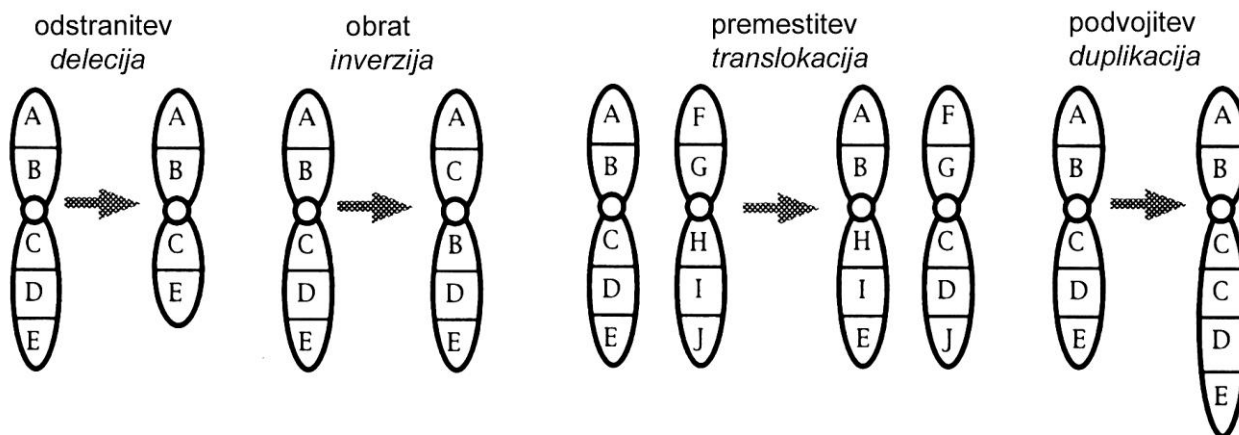
Kromosomske spremembe

Mutacije so spremembe genetskih navodil, ki dajejo organizmu njihove značilne fizične lastnosti. Mutacije, ki povečajo število variacij določene lastnosti, nastanejo zaradi različnih tipov *kromosomskih sprememb*. Te spremembe so *delecija (odstranitev)*, *inverzija (obrat)*, *translokacija (premestitev)* in *duplikacija*

(podvojitev). Če se kromosomske spremembe zgodijo v spermalnih ali jajčnih celicah, se lahko prenašajo naprej z ene generacije na naslednjo. Delecija je posledica izgube gena, dela kromosoma (torej genetske informacije), ki je odgovoren za tvorbo beljakovine (proteina), ki je osnova za določeno lastnost. Inverzija pomeni obrat dela kromosoma, kar spremeni zaporedje (sekvenco) v genetskih informacijah. Translokacija je posledica prenosa gena z enega kromosoma na drugega. Duplikacija vključuje podvojitev genskega segmenta. Kromosomske spremembe igrajo pomembno vlogo v evoluciji s tem, ko povečujejo raznolikost lastnosti, ki so z mehanizmi naravnega izbora (selekcije) podvržene pritisku izbora (selekcije).

2. Oglej si ilustracijo na delovnem listu.
3. Izpolni točko Ugotovitve opazovanja in analiza.

TIPI KROMOSOMSKIH SPREMEMB



Ugotovitve opazovanja in analiza

S pomočjo s črkami označenih „genov“ natančno pojasni, kaj se je zgodilo pri vsaki vrsti kromosomske spremembe.





Gradivo 4

Avtorja: Jelka Strgar, Dušan Vrščaj

Inštitucija: UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Naslov: Prekrižanje (crossing over)

Strategija (metoda): suha vaja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Glej preglednico generičnih kompetenc.

Kompetence, ki jih dejavnost razvija:

1. Generične kompetence:

	Obdobje				
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-9	SŠ	UNI
Sposobnost zbiranja informacij			+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+	+
Sposobnost interpretacije			+	+	+
Sposobnost sinteze sklepov			+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+	+
Prenos teorije v prakso					
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+	+
Prilagajanje novim situacijam					+
Skrb za kakovost			+	+	
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+	
Verbalna in pisna komunikacija			+	+	+
Medosebna interakcija			+	+	+
Varnost					

2. Predmetno-specifične kompetence:

- Učenci razumejo, kako se lahko spreminjajo podedovane lastnosti zaradi prekrižanja kromosomov med delitvijo celice.



Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Osnovna šola: vsebine o celici in kromosomu so v učnem načrtu umeščene v 9. razred v učno temo Celice, tkiva, organi. Učni načrt predvideva, da učenci v devetem razredu znajo povezati zgradbo celice z njeno funkcijo, spoznajo tipe delitve celic: celično delitev (mitozo) in redukcijsko delitev (mejozo) in poznajo pojme jedro, kromosom, mitozo in mejozo. Učni načrt osnovne šole ne predvideva poznavanja vsebin mutacij in dedovanja.

Gimnazija: učni načrt v poglavju D2 predvideva, da bodo dijaki vedeli, da pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev in da se tako povečuje raznolikost med organizmi znotraj vrste in s tem poveča verjetnost, da bodo vsaj nekateri osebki te vrste preživel v spremenjenih okoljskih razmerah, ter da samo mutacije v spolnih celicah lahko dedujejo potomci. Dijaki spoznajo, da na začetku mejoze običajno pride do izmenjave delov homolognih kromosomov (prekrižanje ali crossing-over) in razumejo, da pri tem lahko nastajajo nove kombinacije alelov na kromosomu.

Način evalvacije:

- testiranje znanja pred dejavnostjo in po njej;
- analiza odgovorov učencev na naloge na delovnem listu;
- analiza poročila sodelujočih učiteljev.

Učiteljeva priprava

Naslov: Prekrižanje (crossing over)

Vir: Handwerker, M. J. (2005). Science Essential, high school level. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci ob skicah obdelajo proces prekrižanja (crossing over).

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitozo, celični cikel

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje vodijo do genetskih variacij v populaciji.

Predmetno specifična kompetenca: Učenci so sposobni razložiti, kako prekrižanje (crossing over) med mejozo poveča variabilnost lastnosti znotraj vrste.

Material: Delovni list (za vsakega učenca).

Čas: 45 minut

Potek dejavnosti:

1. Vsak učenec dobi svoj delovni list.



2. Učencem dajte čas, da preberejo informacijo o *prekrižanju (crossing over)*.
3. Učenci naj samostojno opisujejo potek prekrižanja. Preden spodbudite izmenjavo mnenj, poskrbite, da vsak učenec sam opiše, kaj se je zgodilo. Pomembno je, da se vsak učenec spopade s problemom pri tej dejavnosti, tako da vsak zase lahko gradi razumevanje.
4. Učencem pomagajte, da dokončajo dejavnost pod točko *Ugotovitve opazovanja in analiza* na delovnem listu.

Odgovori na vprašanja na delovnem listu za učence:

1. Odgovori učencev se bodo razlikovali, vendar bi morali vključevati naslednjo informacijo:

Genska segmenta »DE« in »IJ« sta med seboj zamenjala položaja, tako da se je spremenilo zaporedje (sekvenca) genetskih navodil na dveh od kromosomov, ki tvorijo tetrado.

2. Odgovori učencev se bodo razlikovali, vendar bi morali vključevati naslednjo informacijo:

Ko se spremeni zaporedje (sekvenca) genetskih navodil, tako da so le-ta drugačna od navodil na kromosomih v starševskih celicah, se lahko v naslednji generaciji potomcev izrazijo nove beljakovine, ki so osnova za nove lastnosti.

Delovni list: Prekrižanje (crossing over)

Osnovni koncept: Mutacije in spolno razmnoževanje vodijo do genetskih variacij v populaciji.

Učni cilj: Razloži, kako prekrižanje (crossing over) med mejozo poveča variabilnost lastnosti znotraj vrste.

Potek dejavnosti:

1. Preberi informacije o *prekrižanju (crossing over)*.

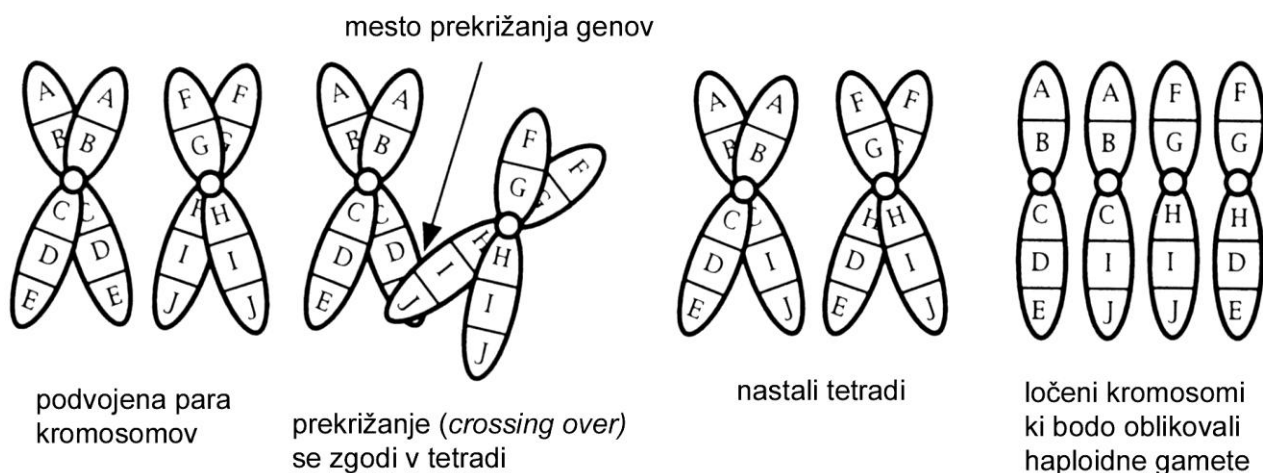
Prekrižanje (crossing over)

Prekrižanje (crossing over) je pojav, ki poteče med nastajanjem gamet. Podvojeni kromosomski pari tvorijo med prvo profazo mejoze *tetrade* (skupine štirih kromosomov), ki se med seboj lahko prepletejo. Prepleteni genski odseki (segmenti) se lahko prestavijo na drug kromosom in se tako vključijo v druge partnerje v tetradi. V nadaljnjem poteku mejoze se kromosomi ločijo in pristanejo v različnih gametah, ki imajo tako kromosome, katerih zaporedja genetskih navodil so drugačna od tistih v izhodiščni zarodni celici. Tako kot vse druge vrste

kromosomskih sprememb tudi prekrížanje (crossing over) poveča raznolikost kombinacij lastnosti znotraj posamezne vrste.

- Oglej si ilustracijo na delovnem listu.
- Izpolni točko *Ugotovitve opazovanja in analiza*.

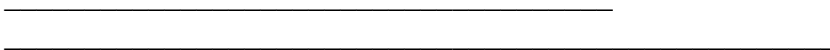
PREKRÍŽANJE (CROSSING OVER)



Ugotovitve opazovanja in analiza

- S pomočjo s črkami označenih »genov« natančno pojasni, kaj se je zgodilo med prekrížanjem (*crossing over*).

- Razloži, kako prekrížanje (*crossing over*) poveča raznolikost lastnosti znotraj vrste.





Gradivo 5

Avtorja: Jelka Strgar, Dušan Vrščaj

Inštitucija: UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Naslov: Model molekule DNA

Strategija (metoda): suha vaja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Glej preglednico generičnih kompetenc.

Kompetence, ki jih dejavnost razvija:

1. Generične kompetence:

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje				
	1-3	5-6	7-9	SŠ	UNI
Sposobnost zbiranja informacij			+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+	+
Sposobnost interpretacije			+	+	+
Sposobnost sinteze sklepov			+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+	+
Prenos teorije v prakso					
Uporaba matematičnih idej in tehnik					
Prilagajanje novim situacijam			+	+	+
Skrb za kakovost					
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela					
Verbalna in pisna komunikacija			+	+	+
Medosebna interakcija			+	+	+
Varnost					

2. Predmetno-specifične kompetence:

- Učenci razumejo, kako je zgrajen kromosom.

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:



Osnovna šola: vsebine o celici in kromosomu

so v učnem načrtu umeščene v 9. razred v učno temo Celice, tkiva, organi. Učni načrt predvideva, da učenci v devetem razredu znajo povezati zgradbo celice z njeno funkcijo in poznajo pojme jedro, kromosom, mitozo in mejoza. Učni načrt za osnovno šolo ne predvideva poznavanja podrobnejše zgradbe kromosoma.

Gimnazija: učni načrt v poglavju C3 predvideva, da bodo dijaki poznali zgradbo nukleinskih kislin in razumeli, da so zgradba in kemijske lastnosti DNA temelj za kodiranje informacij v genih in za podvojevanje DNA. Dijaki naj bi vedeli, da je vsak kromosom v evkariontski celici zgrajen iz ene molekule DNA in beljakovin, ter razumeli, da je gen del molekule DNA.

Način evalvacije:

- testiranje znanja pred dejavnostjo in po njej;
- analiza odgovorov učencev na naloge na delovnem listu;
- analiza poročila sodelujočih učiteljev.



Učiteljeva priprava

Naslov: Model molekule DNA

Vir: Handwerker, M. J. (2005). Science Essential, high school level. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci iz preprostega materiala sestavijo model molekule DNA.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitotični cikel

Osnovni koncept: Geni so zbirka navodil, ki so zapisana v DNA vsakega organizma.

Predmetno specifična kompetenca: Učenci bodo sestavili model molekule DNA.

Material: Delovni list (za vsakega učenca), škarje, razcepke, lepilni trak, konstrukcijski papir, žica, glina ali plastelin, flomaster

Čas: 45 minut

Potek dejavnosti:

1. Vsak učenec dobi svoj delovni list.
2. Učencem dajte čas, da preberejo informacijo o *deoksiribonukleinski kislini*.
3. Poudarite, da je pionirsko delo angleške biokemičarke Dorothy Mary Crowfoot Hodgkin (1910—1994) na področju kristalografije omogočilo mikrobiologom, da so odkrili tridimenzionalno strukturo številnih organskih spojin. S pomočjo odlične biofizikarke in kristalografinke Rosalind Elsie Franklin (1929—1958) sta molekularni biolog James Dewey Watson (rojen 1928) in H. C. Francis Crick (rojen 1916) leta 1953 skonstruirala model DNA, za kar sta leta 1961 prejela Nobelovo nagrado.
4. Učenci naj samostojno izdelajo enote DNA in histonskih beljakovin ter dokončajo dejavnost pod točko *Ugotovitve opazovanja in analiza* na delovnem listu. Pomembno je, da se vsak učenec sam spopade s problemom pri tej dejavnosti, tako da vsak zase lahko gradi razumevanje.

Odgovori na vprašanja na delovnem listu za učence:

1. Dušikova baza, sladkor deoksiriboza, fosfat
2. Purina adenin in gvanin sta strukturi z dvema obročema. Pirimidina timin in citozin sta strukturi z enim obročem.
3. Odgovori učencev se bodo razlikovali, vendar morajo vključevati naslednje glavne točke:



- Dušikova baza je podenota nukleotida.
- Nukleinska kislina, kot je DNA, je zgrajena iz verige nukleotidov, ki vsebujejo dušikove baze.

Delovni list: Sestavljanje modela DNA

Osnovni koncept: Geni so zbirka navodil, ki so zapisana v DNA vsakega organizma.

Učni cilj: Sestaviti model molekule DNA.

Material: Delovni list (za vsakega učenca), škarje, razcepke, lepilni trak, konstrukcijski papir, žica, glina ali plastelin, flomaster

Potek dejavnosti:

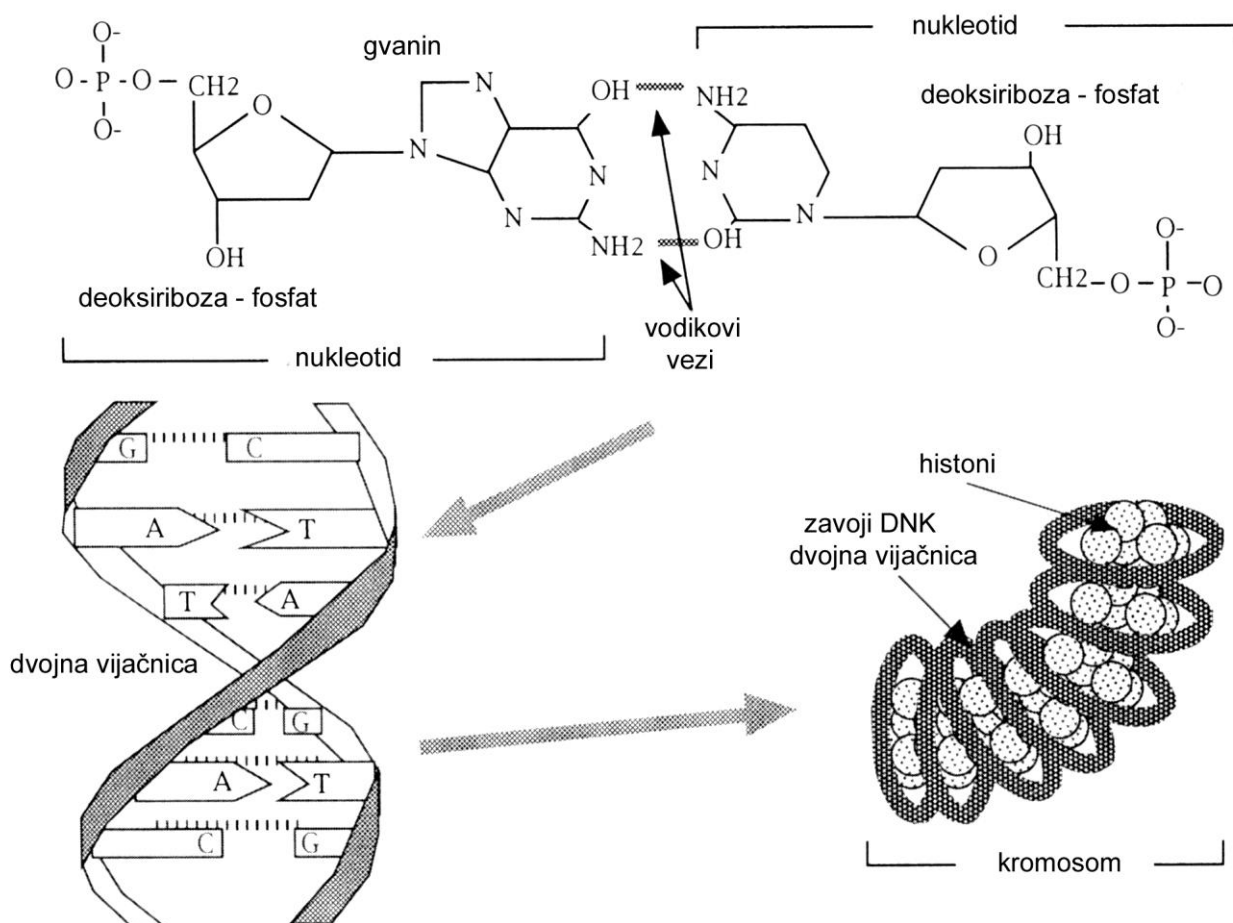
1. Preberi informacije o deoksiribonukleinski kislini.

Deoksiribonukleinska kislina

Deoksiribonukleinska kislina (DNA) je kompleksna makromolekula, ki vključuje kemijsko kodirano informacijo, ki je potrebna za konstrukcijo, nadzor in usklajevanje dejavnosti pri živem organizmu. Molekule DNA, organizirane v kromosome, ki se nahajajo v jedrih celic, so osnova genetskega dedovanja. DNA je nukleinska kislina v obliki dvojne verige, podobne lestvi, ki je zgrajena iz skladnih parov dušikovih baz, imenovanih purini (to sta adenin in gvanin) in pirimidini (to sta timin in citozin). Purini in pirimidini so med seboj povezani z vodikovimi vezmi. Dušikove baze so vezane na sladkorje, imenovane deoksiriboza, ti pa so s fosfatnimi molekulami povezani med seboj v verigo. Členi deoksiriboza-fosfat tvorijo ogrodje molekule DNA. Vsaka skupina, zgrajena po vzorcu dušikova baza-deoksiriboza-fosfat, se imenuje nukleotid. Zaporedje (sekvenca) nukleotidov v neki molekuli DNA določa, kakšne strukturne in regulacijske beljakovine (proteine) bo tvoril organizem. V evkariontskih celicah dolge verige DNA tvorijo zavite dvojne vijačnice, ki se ovijajo okoli beljakovin, imenovanih histoni. Histoni so majhne, tesno stisnjene beljakovine, ki pomagajo pri oblikovanju dvojne vijačnice v obliko kromosoma.

2. Preuči ilustracijo na delovnem listu in uporabi informacije, ki so v navodilih za izdelavo kromosoma, za to, da narediš majhne model strukture dvojne vijačnice DNA, ovite okoli histonskih beljakovin.
3. Svojo enoto DNA-histoni poveži z enotami svojih sošolcev, da bo nastal model kratkega odseka kromosoma.
4. Odgovori na vprašanja pod točko Ugotovitve opazovanja in analiza.

KAKO DVOJNA VIJAČNICA OBLIKUJE KROMOSOM



Ugotovitve opazovanja in analiza

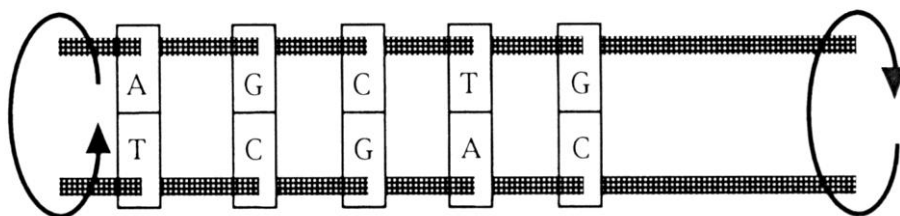
1. Naštej podenote nukleotida.

2. Opisi najpomembnejšo strukturno razliko med purini in pirimidini.

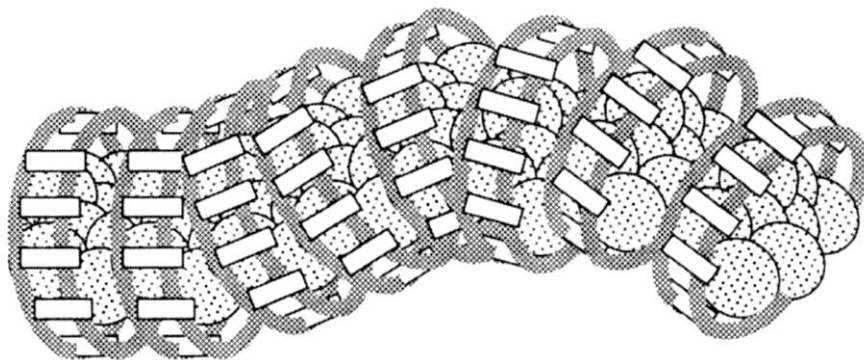
3. Pojasni razliko med nukleotidi in dušikovimi bazami ter med dušikovimi bazami in nukleinskimi kislinami.

Navodila za izdelavo kromosoma

1. Iz čvrstega papirja izreži kratke trakove, dolge približno 2 cm do 3 cm, in jih označi s kombinacijami črk, ki predstavljajo skladne pare purinov in pirimidinov (adenin = A se veže s timinom = T; gvanin = G se veže s citozinom = C).
2. Blizu vsakega konca papirnatega traku naredi z razcepko luknjico.
3. Tako pripravljene papirnate trakove nanizaj na dve žici. Vsaka žica predstavlja verigo členov deoksiriboza-fosfat, ki tvorijo ogrodje molekule DNA.
4. Konca lestve zavij v nasprotni smeri, da bo nastala dvojna vijačnica.



5. Glino ali plastelin oblikuj v majhne kroglice s premerom približno 1 cm. Vsaka kroglica predstavlja histonsko beljakovino.
6. Osem histonskih beljakovin poveži v večjo kroglo, ki predstavlja histonski kompleks. izdelaj dva ali tri histonske komplekse.
7. Dvojno vijačnico ovij okoli histonskih kompleksov.
8. Svojo enoto DNA-histoni poveži z enotami svojih sošolcev, tako da žice povežete med seboj.



Model kromosoma
(DNK - histon kompleks)