

GENETIKA

UVOD U GENETIKU

- GENETIKA - znanost o nasljeđivanju; proučava uzorke i zakonitosti nasljeđivanja, tj. prijenos životne tvari iz generacije u generaciju

→ cilj proučavanja je organizam = produkt naslijeđa i okoline

- mlada znanost - ime 1. put upotrijebio William BATESON 1907. godine

- povezana s citologijom, molekularnom biologijom i evolucijom

- zadaci genetike:

1. utvrditi kako se prenose osobine s roditelja na potomstvo
2. koji čimbenici određuju te osobine
3. na koji se način osobine mijenjaju i stječu nove
4. primjena spoznaja u praksi (medicina, agronomija, farmacija, veterina, botanika...)

- podjela genetike:

1. MOLEKULARNA (MOLEKULSKA) - istražuje molekularnu strukturu gena i njihovu funkciju u zavisnosti od strukture
2. CITOGENETIKA (CITOLOŠKA) - proučava mehanizam promjenjivosti i nasljedne osobine kroz mikroskopsku građu pojedinih organela
3. FIZIOLOŠKA - proučava na koji se način kod jedinki iste vrste ostvaruje razvitak pojedinih osobina
4. HUMANA - nasljeđivanje kod ljudi
5. POPULACIJSKA - proučava kretanje gena unutar populacije i uspostavlja vezu s evolucijom
6. PRIMJENJENA - sva dostignuća primjenjuju se za poboljšanje života

OSNOVNA OBILJEŽJA NASLJEDNE TVARI:

- Pohranjivanje informacija-živi org. složene strukture i funkcije pa jezgra mora imati potrebnu info za njihov rast i razvoj
- Sposobnost udvostručenja-repliciranje-nastaju istovjetne kopije koje se prenose na nove generacije
- Stabilnost strukture genetičke informacije-zadržavanje postojanosti tijekom evolucije
- Mogućnost promjene-mutacijama nastaju novi oblici gena koji nadziru nova svojstva , što omogućuje vrstama da se bolje prilagođavaju promijenjenim okolišnim uvjetima

Povijesni razvoj:

- predhistorija - kultivirane biljke i domaće životinje → dobiveno selekcijom

- Aristotel - shvaća da roditelji daju osobine svojim potomcima

- 19.st Lamarck, Darwin - ne poznaju zakonitosti nasljeđivanja, ali znaju da ga ima

- GREGOR MENDEL - otac genetike (19.st); otkrio principe nasljeđivanja

- 1900.g. 3 istraživača CORENS (njem), HUGO de VRIESS (danski), TSCHERMAK (austrijski znanstvenik) - nezavisno od Mendela došli do istih rezultata

- 1900. JOHANSON - uvodi pojam gena

- 1907. WILLIAM BATESON - pojam genetike

- 1910.-1930. THOMAS MORGAN - otkrio spolno vezano nasljeđivanje(kromosomi X i Y)

- 1953. JAMES WATSON i FRANCIS CRICK - otkrili strukturu DNA - utemeljitelji

MOLEKULARNE GENETIKE

- 21.st - genetičko inženjerstvo

SPOLNO I NESPOLNO RAZMNOŽAVANJE

- nasljeđivanje se vrši RAZMNOŽAVANJEM:

- nespolno - dioba, vegetativno razmn. biljaka
→ nastaje KLON - genetički jednake jedinke
- spolno - gamete (♂, ♀) - miješaju se osobine roditelja
→ velika varijabilnost potomaka → evolucija

- razlozi VARIJABILNOSTI:

1. rastavljanje homolognih kromosoma u mejozi
2ⁿ - broj mogućih vrsta gameta (n je broj haploidnih kromosoma)
→ čovjek 2²³ = 8 338 608 različitih gameta
2. crossing - over - ukriženje kromatida → još više povećava broj kombinacija gameta
→ u profazi 1. mejotičke diobe
3. mutacije
4. utjecaj okoliša

MOLEKULARNA OSNOVA NASLIJEĐIVANJA

- GEN - nositelj nasljednih osobina; od DNA

- NUKLEINSKE KISELINE

- otkrivene 1868. godine → MIESCHER - u jezgrama leukocita (nazvao nuklein)
- struktura: J. Watson, F. Crick - 1953. (+ Rosalin Franklin, Wilkins)
→ DNA je molekula sastavljena od 2 komplementarna polinukleotida koji se antiparalelni
- građa: C, H, N, O, P → nukleotid (monomer): šećer (pentoza), dušična baza i fosfat

- nukleinske kiseline - polinukleotidi; građene od 30 000 do 40 000 nukleotida

	RNA	DNA
šećer	riboza C ₅ H ₁₀ O ₅	deoksiriboza C ₅ H ₁₀ O ₄
dušična baza	ADENIN GUANIN CITOZIN URACIL	ADENIN — GUANIN — CITOZIN — TIMIN — komplementarne baze
fosfat	-PO ₄	-PO ₄

- purinske baze

1. guanin
2. adenin

- pirimidinske baze

1. citozin
2. timin
3. uracil

Udvostručavanje ili replikacija DNA:

- nastaju kopije gena koje se prenose s roditelja na potomka
- događa se tijekom S-faze interfaze uz pomoć enzima DNA polimeraza
- odvajanje polinukleotidnih lanaca (pucaju vodikove veze) - kalupi za sintezu novih lanaca →
- dvije istovijetne molekule kćeri = kopije originalne dvostruke zavojnice
- SEMIKONZERVANTNA REPLIKACIJA (od originalnog i novosintetiziranog lanca)

Građa kromosoma

- KROMOSOM - štapičasta struktura koja se nalazi u jezgri i ima linearno poredane gene
- struktura koja nastaje zgušnjavanjem tankih niti kromatina za vrijeme stanične diobe
- izgrađen od DNA i proteina (odvajaju se u anafazi mitoze)

- KROMATIN - despiralizirani kromosom
 - DNA + proteini (histoni) + RNA
- debljina - 0.7 do 2 μm - najdeblji u metafazi jer se udvostručuje
- KROMATIDA - svaka od uzdužnih podjedinica dupliciranog kromosoma koje postaju vidljive s početkom mitoze i mejoze
 - odvajaju se u anafazi mitoze i anafazi 2 mejoze (profaza)
- KROMONEMA - glavni dio kromosoma građen od dvostruke niti DNA koja je obložena proteinima
- KROMOMERE - najjače spiralizirani dio kromosoma koje najjače prima boju

- KROMOSOMI

- PROKARIOTI - imaju NUKLEOID umjesto jezgre - kružna gola (nema proteine) molekula DNA - 1 kromosom - haploidni organizmi
- EUKARIOTI - imaju jezgru, više parova kromosoma \rightarrow diploidni org - kromosom građen od DNA (+ proteini - odgovorni za strukturu) - nosi gen. informaciju
- \rightarrow NUKLEOSOM - podjedinica kromosoma
 - građen od 160-240 parova baza DNA i 8 histona
 - histon 1 - kopča koja drži sve na okupu

Broj kromosoma

- karakteristika vrste (čimpanza 48, čovjek 46, grašak 14, vinska mušica 8)
- dolaze u paru:
 - $2n$ - diploidan broj kromosoma i nalazi se u tjelesnim stanicama
 - n - haploidan broj u spolnim stanicama (nakon spajanja - $2n$)
- KARIOTIP - svi kromosomi jedne stanice; kromosomska slika
- KARIOGRAM - svi kromosomi stanice poredani po obliku i veličini
- GENOM - najmanja moguća količina genetičkog materijala jedne stanice
- tjelesni (autosomi) - nose gene za funkciju organizma
- spolni - gene + gene sa spolnim karakteristikama
- čovjek - $2n = 46$ (od toga 44 tjelesni i 2 spolna - $\text{♂ } xy, \text{♀ } xx$)
- homologni kromosomi - kromosomi istog oblika i veličine te nose iste nasljedne osobine
- EKSON - dijelovi koji nose informaciju za neki produkt
- INTRON - dijelovi koji ne nose nikakvu informaciju

3 tipa RNA:

1. mRNA - replika redosljeda nukleotida genske DNA
2. tRNA - prepoznaje aminokiseline u citoplazmi
3. rRNA - u ribosomima

OD GENA DO BJELANČEVINA

Sinteza proteina u eukariota:

- prostorno i vremenski odvojeni procesi
 1. prepisivanje (transkripcija) - u jezgri; uputa genske DNA na mRNA
 2. prevođenje (translacija) - u citoplazmi na ribosomima
 - slijed nukleotida s mRNA na slijed aminokiselina u bjelančevinama
- KODON - triplet dušičnih baza u mRNA, komplementarni tripletima dušičnih baza u DNA
- ANTIKODON - triplet duš. baza u tRNA, komplementarnih kodonima mRNA

Biosinteza bjelančevina u prokariota:

- procesi se odvijaju u istom prostoru stanice (povezani procesi)
- transkripcija RNA virusa \rightarrow udvostručenje RNA istovjetno replikaciji DNA, djelovanjem polimeraze RNA
- obrnuta transkripcija retrovirusa - iz RNA povratnom transkripcijom nastaje DNA
- Genetička šifra (kod) (franc. le code = zbirka znakova, šifra, kratica)
- triplet baza u DNA koji nosi informaciju za 1 aminokiselinu
- geni - strukturni i regulacijski

- komplementarne baze u DNA: A - T, C - G
- GENOM: u njoj su 23 'poglavlja', a svako 'poglavlje' sadrži 1000 'pripovijedaka' - geni; svaku 'pripovijetku' čine 'odlomci' - eksoni, isprekidani 'oglasima' - introni

REGULACIJA AKTIVNOSTI GENA

- 1963. Jacob - Monod (pokus na escherichi coli) - zašto su neki geni aktivni, a neki ne?
 - model operona (za regulaciju sinteze proteina)
 1. REPRESIJA (zakočenost)
 2. INDUKCIJA (otkočenost)
- OPERON - gen operator + strukturni geni
- gen operator - kontrolira aktivnost strukturnih gena
- gen regulator - kontrolira rad operona (preko represora)
- stanice višestaničnih org. dijele se mitozom što znači da je u svakoj stanici prisutan cjelokupan genom
- stanice se međusobno razlikuju po strukturi i funkciji što znači da svi geni nisu čitavo vrijeme funkcionalni
- njihove aktivnosti kontrolirane su na različite načine (npr. crijevne proizvode enzim za razgradnju laktoze samo u mladunčadi sisavaca)
- REPRESORSKI GEN (?) - gen regulator kodira represorsku bjelančevinu; ona djeluje na gen operator koji kontrolira aktivnost strukturnih gena, tj. koči njihovu aktivnost (kod odraslih nema laktoze), induktor (protein u st.) se veže na represor te nastaje inaktivni represor koji ne koči više aktivnost strukturnih gena

VARIJABILNOST

= nejednakost među pripadnicima iste vrste

- 2 vrste varijabilnosti:

- KVALITATIVNA (alternativna)
 - ubrajamo svojstva gdje su uvijek posrijedi jasne razlike u kojima se ističu suprotnosti (crna i bijela boja dlake zeca; crvena i bijela boja cvijeta...)
 - način njihova nasljeđivanja lake se prati jer se zbiva po zakonima križanja
 - utjecaj okoline je neznatan, razlike su većinom određene genima
- KVANTITATIVNA (fluktuirajuća)
 - svojstva variraju količinski (npr. tjelesna visina, težina, veličina listova, duljina sjemenki...) i svojstva su izražena mnoštvom prijelaza od jedne krajnosti do druge; ovise o zajedničkom učinku čitave skupine gena, od kojih svaki zasebno ima samo slabo djelovanje → svojstva su MULTIFAKTORIJALNA ; ovise o okolini

Uzroci varijabilnosti:

1. zbog kromosomskih razlika pri nastanku spolnih stanica (tijekom mejoze)
 - crossing - over u profazi I. / različite kombinacija gameta nastale raspoređivanjem kromosoma kod mejoze
2. zbog miješanja gena križanjem (hibridizacijom)
3. zbog pogrešaka na kromosomima ili zbog kem. promjena na samim genima (mutacijom)
4. zbog neposrednog utjecaja okoliša na organizam

OSNOVNI POJMOVI O KRIŽANJU

- organizam određen sa 2 skupine osobina:

1. FENOTIP - ukupan izražaj organizma; vidljiva svojstva organizma, tj. skup svih morfoloških, anatomskih i fizioloških svojstava
2. GENOTIP - izražava se kroz fenotip
 - skup svih gena organizma ili svih nasljednih faktora

→ genotip + fenotip + okolina = ukupan izražaj organizma

- HOMOLOGNI KROMOSOMI - kromosomi identični po izgledu i sastavu gena (jedan potječe od majke, a drugi od oca)
 - HOMOLOGNI GENI (aleli) - geni koji se nalaze na istom mjestu (locus) na homolognom kromosomu (određuju isto svojstvo, a mogu se razlikovati ili biti isti)
- Aleli prema izražajnosti u fenotipu:
1. DOMINANTNI (A, B, C, D...) - njihova svojstva prevladavaju
 2. RECESIVNI (a, b, c, d...) - oni aleli čije je svojstvo maskirano prisutnošću dominantnog alela istog gena; izražajnost recesivnog svojstva dolazi do izražaja samo u homozigotnom statusu
 3. KONDOMINANTNI - aleli iste izražajnosti; kontrolira ih kodominantni gen (npr. krvne grupe)
 4. INTERMEDIJARNI - aleli bez izražene dominacije (pojavljuje se kroz intermedijarna - srednja svojstva) - npr. bijela i crvena zijevalica - križanjem se dobiva ružičasti cvijet
- HOMOZIGOTNI ORGANIZMI (čista rasa, sorta) - org. koji za jedno svojstvo imaju 2 ista gena; postoje dominantni homozigoti (AA) i recesivni homozigoti (aa)
 - HETEROZIGOTNI ORGANIZMI - oni organizmi koji za jedno svojstvo imaju dva različita gena (križanci Aa)
 - MULTIPLIALELI(ZAM) - pojava da određeni gen ima više od 2 alelne varijante u populaciji
 - POLIFENIJA - pojava da jedan gen odgovara za više fenotipskih osobina (npr. bijele mačke plavih očiju su uvijek gluhe)
 - POLIGENIJA - pojava da jednu osobinu određuje više gena (npr. visina, oblik stasa...)

1. Hromozomi prokariota i eukariota

Bakterije sadrže jedan hromozom, dakle, haploidne su. Njihovi hromozomi su cirkularni dvolančani molekuli DNK. Eukariotski hromozom se sastoji od jednog molekula linearne dvolančane DNK, č. jedne hromatide. Dvije hromatide su prisutne posle S faze interfaze pa do telofaze. Većina eukariota u svim somatskim ćelijama ima diploidni broj hromozoma (sem nekih gljiva) i čine ga parovi homologih autozoma i par polnih hromozoma. Kod nekih organizama postoje i poliploidne ćelije. U gametima je haploidan broj hromozoma – iz svakog para homologih autozoma po jedan i jedan polni hromozom.

Hromozomi eukariota imaju dva kraka razdvojena primarnim suženjem ili centromerom. Postoji nekoliko tipova hromozoma, na osnovu položaja centromere:

- metacentrični – kod kojih je centromera približno na sredini;
- submetacentrični – kod kojih je centromera pomjerena više ka jednom kraju i kraci su nejednake dužine;
- akrocentrične – kod kojih je jedan krak drastično kraći od drugog;
- telocentrični – kod kojih postoji samo jedan krak, č. centromera je na telomeri.

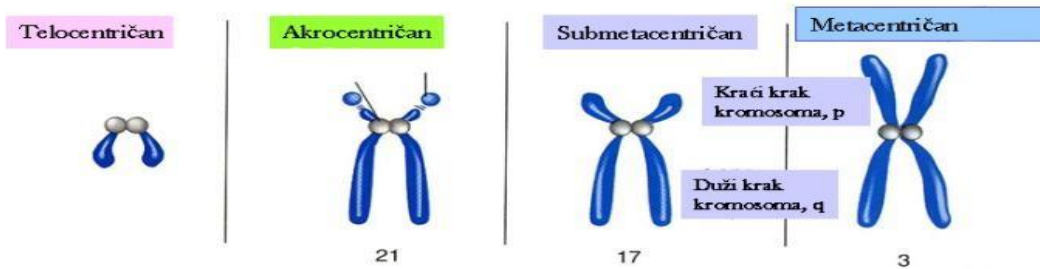
Također, na hromozomu može postojati i sekundarno suženje, posle kog je tzv. satelit. Obično se kraći krak obilježava sa **p**, a duži sa **q**. Centromerni region služi za povezivanje hromozoma i citoskeleta mitotskog vretena. Telomere su uglavnom bez gena i sadrže heterohromatske regione,

1. Pojam kariotipa

Kompletan set svih metafaznih hromozoma se naziva kariotip. Kod većine organizama sve ćelije imaju isti kariotip. Kariotip je species-specifičan. Uobičajeno je da se hromozomi poređaju po veličini i položaju centromere i tako se klasifikuju: par najvećih hromozoma se obilježava brojem 1, pa sve do broja npr. 22 kod ljudi. Polni hromozomi se obeležavaju sa X, Y, odnosno Z, W....

Ljudski hromozomi se dijele u 7 grupa:

Grupa	Hromozomi	Opis
A	1,2,3	Uglavnom metacentrični
B	4,5	Submetacentrični
C	6,7,8,9,10,11,12,X	Submetacentrični
D	13,14,15	Akrocentrični sa satelitima
E	16,17,18	Uglavnom submetacentrični
F	19,20	Metacentrični
G	21,22,Y	Akrocentrični sa satelitima (osim na Y)



MENDEL I ZAKONI NASLIJEĐIVANJA

- grašak - eksperimentalna biljka, povoljna za eksperimentiranje zato jer:

1. grašak ima dobro uočljiva morfološka svojstva (boja, visina)
2. grašak je samooplodna biljka
3. grašak daje mnogo potomaka
4. ima dostupan genitalni aparat, dobar za ručno djelovanje

(ajme, rečenice... ovu će ziher svi zapamtiti...=)

- P (parentalna generacija) - čine ju dvije jedinice nasljedno čiste za promatrano svojstvo (homozigoti)

- F1 - filijalna (sinovska) generacija

P	AA	x	aa
gamete G1	A	→	a
	A	→	a

F1	Aa	x	Aa
----	----	---	----

gamete G2	A		A
	a		a

F2	AA	Aa	aA	aa	→ zakon segregacije (3 u kojima prevladava dominantan gen : 1 u kojem prevladava recesivan gen)
----	----	----	----	----	---

Zaključak (1865.): U svakoj biljci moraju biti 2 nasljedna faktora koji prenose neku osobinu, ta 2 faktora za isto svojstvo potječu od 2 roditelja. No oni se razdvajaju (segregiraju) pri stvaranju rasplodnih stanica, pa svaka od njih zbog redukcijske diobe dobiva samo 1 faktor. Nakon oplodnje spajanjem gameta ti se faktori opet udružuju u stanice novog organizma. Nasljedni su faktori nekakve jedinice naslijeđa koje se mogu poput kamenčića u mozaiku kombinirati na razne načine, ali se nikada trajno ne spajaju nego se mogu opet razići.

Danas: faktor = gen

Pokus sa zijevalicom - monohibridno intermedijarno križanje

- svaki fenotip otkriva i svoj genotip

MENDELOVI ZAKONI:

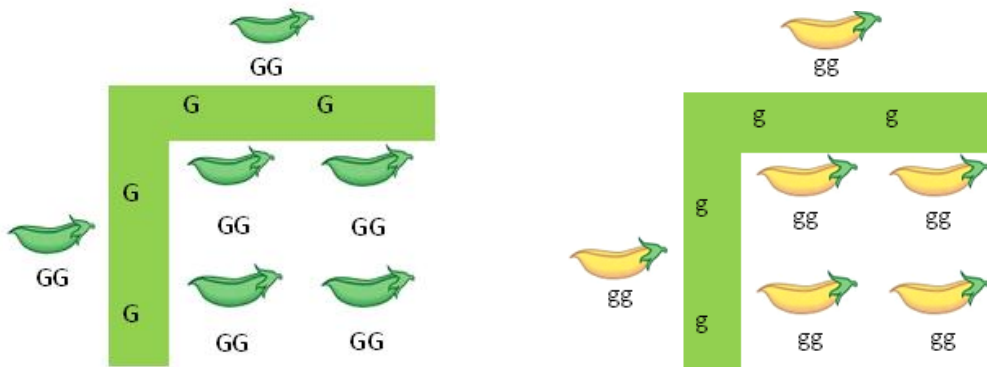
1. ZAKON: jednoličnost F1 generacije: križaju li se homozigotni („čiste rase“) roditelji, svi su potomci F1 generacije međusobno jednaki
2. ZAKON: cijepanja (segregacije) svojstava u F2 generaciji po stalnim brojačnim odnosima; par alela za jedno svojstvo razdvaja se prilikom stvaranja gameta (tijekom 1. ili 2. mejotičke diobe) križanjem jedinki F1 generacije međusobom nastaju potomci s različitim svojstvima i to:
 - a. Kod monohibridnog intermedijarnog križanja u omjeru 1 : 2 : 1
 - b. Kod monohibridnog križanja s dominacijom u omjeru 3 : 1 u korist dominantnog oblika
3. ZAKON: zakon nezavisnosti nasljednih faktora-kada se križaju jedinice s više svojstava pojedina svojstva nasljeđuju se međusobno, tj. aleli se u zigoti ne spajaju nego mozaično kombiniraju a to je zbog orijentacije i razilaženja kromosoma u mejozi

-Mendel pokus- grašak- pratimo dvije osobine boja i oblik (DIHIBRIDNO- dva ili više svojstava) → zaključak: iz ovih križanja proizlaze novi genotipovi i fenotipovi bez mutacije

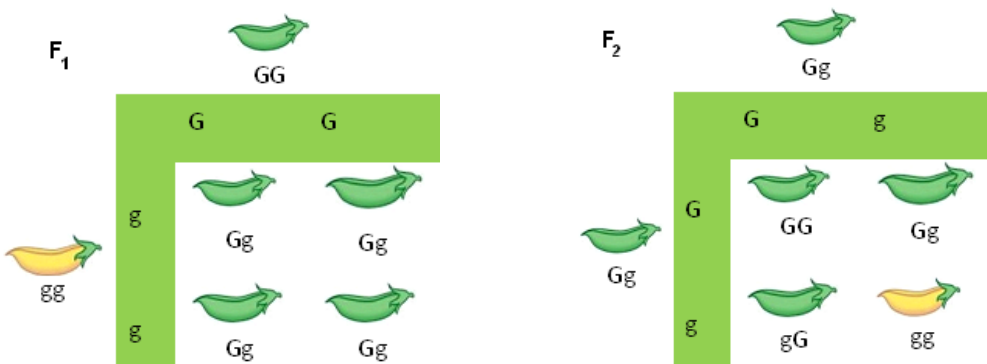
Dihybridno ukrštanje je sve ovo potvrdilo. Pratio je dvije osobine. Ukrstio je dvije linije, kod kojih su se dvije osobine takođe alternativno exprimirale kroz niz generacija. U ovom slučaju odnos je bio 9 : 3 : 3 : 1. 9/16 biljaka je imalo obje dominantne karakteristike, 3/16 + 3/16 jednu recesivnu i jednu dominantnu, a 1/16 je imalo obje recesivne karakteristike.

MEDELOVI ZAKONI

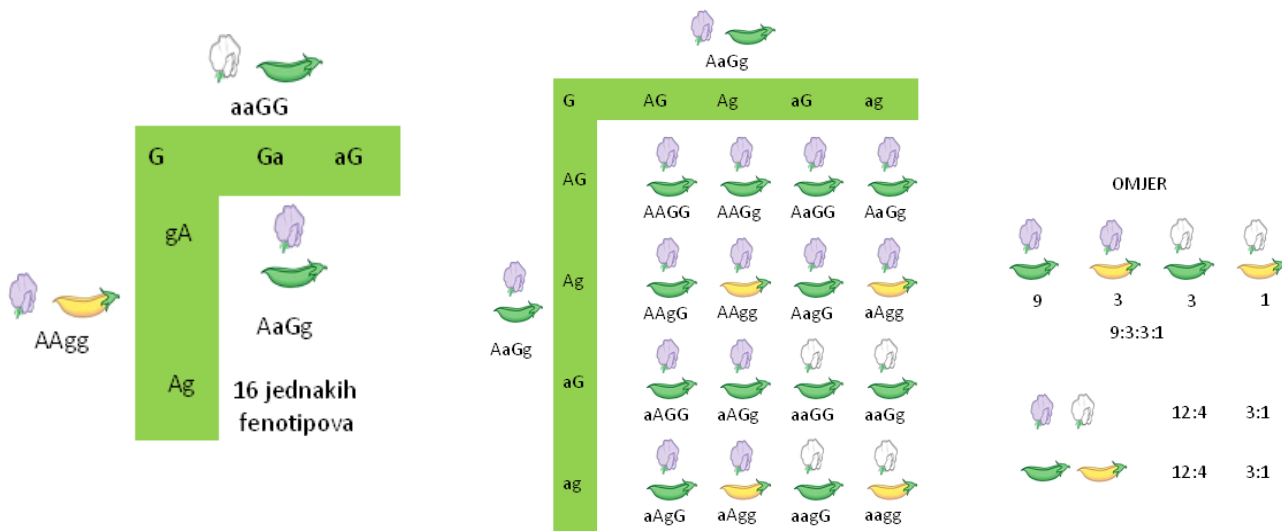
Zakon o jednoličnosti (uniformnosti) F₁ generacije: križaju li se homozigotni roditelji tj. jedinke čiste linije u F₁ generaciji nastaju potomci koji su međusobno jednaki po genotipu i fenotipu.



Zakon odvajanja (segregacije) alela u F₂ generaciji po stalnim broječanim odnosima: križanjem heterozigotnih jedinki iz F₁ generacije nastaju potomci s različitim svojstvima u omjeru 3:1 kod monohibridnog križanja s dominacijom u korist dominantnog oblika a kod monohibridnog intermedijarnog križanja u omjeru 1:2:1.



Zakon neovisnog nasljeđivanja: kada se križaju jedinke kod kojih pratimo više svojstava pojedina se svojstva nasljeđuju nezavisno.



-TEST KRIŽANJE-(povratno križanje)-

- križanje kojim se služimo da odredimo genotip dominantne jedinke
- ispitivani genotip križamo s recesivnim homozigotom (znamo genotip)
- Mendel je odabrao vrtni grašak za istraživanje jer je se lako uzgaja, daje mnogo potomaka i ima dvije varijacije lako uočljivih morfoloških karakteristika: boju cvijeta, boju i oblik sjemenke, boju i oblik mahune te položaj cvijeta i visinu stabljike. Biljka je koja daje čistu liniju što znači da se nakon samooprašivanja ista karakteristika ponavlja u potomaka.
- Kontrolirano križanje je križanje koje provodi čovjek želeći dobiti određene rezultate, a samooprašivanje je oprašivanje pri kojem pelud s prašnika pada na njušku tučka istog cvijeta (rijetka pojava u prirodi).
- Ljubičasti cvijet slovima AA i Aa , a bijeli cvijet slovima aa.
- Testno križanje se provodi kada želimo znati da li je jedan od roditelja dominantni homozigot (AA) ili heterozigot (Aa). Drugi roditelj je recesivni homozigot.
- Pojaviti će se homozigotni i heterozigotni genotipovi u omjeru 1:1 koji su fenotipu izraženi kao bijeli i ružičasti cvjetovi u omjeru 1:1. Križanje: $C_2C_2 \times C_1C_2 / F_1 C_2C_2 ; C_1C_2$

U bilježnicu riješi sljedeće zadatke.

1. Ženka i mužjak zamoraca imaju crnu boju krzna te daju potomke s crnim i s bijelim krznom.
 - a) Napravi shematski prikaz križanja.
 - b) Kojih su genotipova roditelji?
 - c) Koje je svojstvo dominantno, a koje recesivno?
 - d) Kako zovemo ovakvo križanje?
2. Križali smo zijevalicu ružičastog fenotipa sa zijevalicom crvenog fenotipa.
 - a) Napravi shematski prikaz križanja.
 - b) Kojih su genotipova roditelji?
 - c) Kako zovemo ovakvo križanje?
 - d) Koji je omjer fenotipova F_1 generacije?
3. Križanjem genotipa Aabb s aaBb koji ćemo omjer fenotipova dobiti u njihovom F_1 potomstvu?

Rješenja:

1. b) crno Aa x Aa crno;
c) alel za crnu boju krzna je dominantan, a za bijelu boju je recesivan;
d) monohibridno križanje s dominacijom.
2. b) crveno $a_1a_1 \times a_1a_2$ ružičasto;
c) monohibridno intermedijarno križanje;
d) 1:1.
3. 1:1:1:1
4. b) aaBb x aaBb

Riješi zadatke.

1. Križanjem sorte rajčice sa plodom crvene boje i sorte sa plodom žute boje u potomstvu je dobiveno: 196 biljaka sa crvenim plodovima i 184 biljaka sa plodovima žute boje (crvena boja ploda je dominantno svojstvo C a žuta boja ploda rajčice je recesivno svojstvo c). Shematski nacrtaj križanje kako bi otkrio/la kakvog su genotipa roditelji?
2. Kod ovaca gen za crnu boju vune je dominantan (C) nad genom za bijelu boju vune (c). Jedan crni ovan je križan sa tri ovce. Križanjem s ovcom A koja je bijela dobiveno je crno potomstvo, sa ovcom B koja je bijela je bijelo potomstvo, a sa ovcom C koja je crna dobiveno je bijelo potomstvo. Kakvog su genotipa četiri navedena roditelja? Pokušaj shematski prikazati navedena križanja.
3. Kod pasa genotipovi za boju i dužinu dlake su: $aa\ bb$ - albino, duga dlaka ; $aa\ B_$ - albino, kratka dlaka; $A_ \ bb$ - tamna boja, duga dlaka; $A_ \ B_$ - tamna boja, kratka dlaka.
Ženka tamne kratke dlake križana je s mužjakom koji je albino i ima dugu dlaku. Dobiveno štene imalo je albino dugu dlaku. Kada bi ženka bila križana s mužjakom koji ima genotip jednak njezinom koji omjer fenotipova bi očekivali u potomstvu?

Rješenja:

1. $P: Cc \times cc; F_1: Cc : cc$ 1:1
2. Ovan je heterozigot (Cc); ovca A je recesivni homozigot (cc); ovca B je recesivni homozigot (cc); ovca C je heterozigot (Cc).
3. Genotip ženke je $Aa\ Bb$ (heterozigot za oba svojstva), kada bi se križala s mužjakom jednakog genotipa dobili bi omjer fenotipova potomstva $9 (A_ \ B_) : 3 (A_ \ bb) : 3 (aa\ B_) : 1 (aa\ bb)$

Tablica 3.1. Broj različitih gameta, fenotipova i genotipova F2 generacije nastalih nezavisnom segregacijom dva ili više parova alela moguće je izračunati po formulama 2^n i 3^n :

Broj parova alela	Broj različitih fenotipova i gameta F2 generacije	Broj različitih genotipova F2 generacije
2	4	9
3	8	27
4	16	81
n	2^n	3^n

Primjer: Nasljeđivanje 3 svojstva pod kontrolom tri para alela: TRIHIBRIDNO KRIŽANJE

P AABBCc x aabbccdd
G ABC abc
F1 AaBbCc x AaBbCc
G 8 x 8

F2 64 kombinacije alela; 8 različitih fenotipova; fenotipski omjer je 27:9:9:9:3:3:3:1

2. Modifikacije Mendelovih odnosa; letali, plejotropizam, penetrantnost i ekspresivnost

Alel čiji rezultat je smrt jedinke je letalan. U stvari, u pitanju je esencijalni gen koji je mutirao ili nestao, i tako je nastao letalan fenotip. Ako je u pitanju dominantno letalan alel, sve kombinacije će biti letalne. Ako je u pitanju recesivno letalan alel, homozigoti i hemizigoti će imati letalan ishod. Primjer za to je Taj-Saksova bolest.

Pojedini geni se odražavaju na više fenotipskih karakteristika. U tome se sastoji **plejotropno** djelovanje gena. Npr. izmjena u jednoj AK kod srpaste anemije ima niz fenotipskih manifestacije (malaxalost, slabljenje srčanog rada, fibroza slezene...)

Postoje slučajevi kada nosioci nekog genotipa ne iskazuju očekivani fenotip specificiran od strane datog genotipa. Učestalost sa kojom se dominantni ili homozigotno recesivni gen manifestuje kod jedinki-nosilaca se naziva **penetrantnost**. Ona zavisi od interakcija sa drugim genima i sredinom. Npr. jedinke koje nose dominantni alel za polidaktiliju mogu imati normalan broj prstiju.

Ekspresivnost je stepen ekspresije određenog genotipa (kvalitativno ili kvantitativno). Također zavisi od interakcija sa drugim genima i sredinom. Npr., u spomenutom primjeru, nosioci istog genotipa za polidaktiliju mogu imati različite dužine dodatnih prstiju.

NASLJEĐIVANJE SPOLA I SPOLNO VEZANO NASLJEĐIVANJE

1.7. SPOLNO VEZANO NASLJEĐIVANJE

1. Kromatin je kromosom u interfazi, a kromosom se javlja za vrijeme mitoze i mejoze. Kromosom je spiralizirani kromatin.
2. Vinska mušica je pogodna za genetička istraživanja jer ima kratak životni ciklus (10 dana), veliki broj potomaka, jednostavno se uzgaja, ima malen broj kromosoma, te veliki broj fenotipskih karakteristika, a u žlijezdama slinovnicama ima gorostasne kromosome.
3. Spolni kromosomi se nalaze i u tjelesnim i u spolnim stanicama. U tjelesnim stanicama su diploidni, kod žena ih označavamo XX, a kod muškaraca XY, u gametama su haploidni, pa ih označavamo kod žena X, a kod muškaraca X ili Y.
4. Ženke imaju heterozigotne, a mužjaci homozigotne spolne kromosome kod ptica, npr. domaće kokoši.
5. Spolno vezane bolesti kod čovjeka su: **daltonizam, hemofilija, mišićna distrofija, srpasta anemija...**

Hemofilija ♂ 1 : 10 000, ♀ 1 : 1 000 000, Daltonizam ♂ 5%, Distrofija 1: 3 500

-spolni kromosomi: na sebi nose osobine tj. gene koji nemaju veze sa spolom, a ti se geni uglavnom nalaze na x kromosomu; često su to geni za bolesti: (recesivne osobine (češće kod M)- ako ima jedan recesivni gen jer nema zdravog para; žena će oboliti ako ima oba recesivna gena)

-spolni kromosomi su prvi puta otkriveni kod vinske mušice (1910.)-Thomas Morgan-razlikuju se po strukturi i genetskoj organizaciji; mužjaci su hemizigoti-genski lokus ili čitav kromosom prisutan samo u jednoj kopiji u genotipu

ZAKLJUČAK: boja očiju kod vinske mušice vezana je za spol. Geni za boju očiju smješteni su samo na x kromosomu, a y kromosom nema odgovarajućeg lokusa

-spol može biti određen:

Pol organizma koji će se razviti iz oplođenog jajeta zavisi od više faktora, najvažniji je genetički.

- Progamni tip determinacije pola : ženke proizvode dva tipa jaja i kako god da su oplođena iz krupnih se razvijaju ženke, a iz sitnih mužjaci.
 - Epigamni tip : kada pol zavisi od uslova pod kojima se zigot razvija. Ovdje se pol određuje naknadno, zavisno od uslova sredine. Primjer kod crva Bonellia ako se zigoti razvijaju u tijelu majke to će biti mužjaci, a oni van majke će biti ženke
 - Singamni tip: ovo je kod najvećeg broja organizama. Pol zavisi od tipa gameta koji učestvuje u oplođenju
- Mušjaci mnogih vrsta imaju dva različita polna hromozoma: X i Y. Mušjaci su heterogametni pol, a ženke homogametni pol(X X). Ovaj tip je kod Drosophila, riba i sisara, i dvodomih biljaka.

Kod pravokrilaca, tvrdokrilaca, paukova, nematoda ženke su XX, a mužjaci XO.

Kod nekih riba, ptica i leptira mužjaci su homogametni XX, dok su ženke XO ili XY. Češće se obeležavaju mužjaci ZZ, a ženka ZW ili ZO.

Postoje dokazi da i ženke i mužjaci sadrže gene za oba pola : pol se može mijenjati djelovanjem hormona (mlada kokoška se dejstvom hormona pretvara u pijetla).

- a) parom alela (komarac ♂ Mm, ♀ mm)
- b) stupanj poliploidije (haploidni (n) i diploidni (2n) organizmi)-pčele, mravi, ose
- c) okolišni čimbenici (temperatura)
 - a. macaklin-JAJA-oko 25 C- ženka
iznad 32 C- 50 % ♂, 50 % ♀
- d) spolni kromosomi; sisavci i neki kukci ♂ xy, ♀ xx

1.8. VEZANI GENI

1. Potpuna vezanost gena javlja se kad nema križnog povezivanja, pa se svi geni u jednom kromosomu nasljeđuju zajedno. Djelomična vezanost se javlja kad tijekom mejoze nastaje barem jedna hijazma u bivalentu što dovodi do određenog broja rekombinacija između dvaju vezanih gena.
2. Učestalost homologne rekombinacije je manja u području centromera, a veća na krajevima kromosoma (telomerama).
3. Mendel je pratio dva svojstva koja se nalaze na različitim kromosomima, a Morgan je pratio vezane gene koji se nalaze na istom kromosomu.
4. Broj skupina vezanih gena nekog organizma odgovara broju njegovih kromosomskih parova. Npr. vinska mušica ima četiri skupine vezanih gena jer ima četiri para kromosoma.
5. Kromosomska teorija nasljeđivanja pokazuje usku povezanost između kromosoma u mejozi i prijenosa nasljedne tvari.
6. Broj skupina vezanih gena u stanicama mačke odgovara broju kromosomskih parova što je 19.
7. Omjer fenotipova u potomstvu je 3 (AD) : 1 (ad).

ISTRAŽIVANJE T. H. MORGANA

Veza genima zovemo dva ili više gena koji se nalaze na istom kromosomu. Oni mogu biti zajedno na nekom od autosoma ili na spolnim kromosomima. Geni koji se nalaze na različitim kromosomima razdvajaju se neovisno jedan od drugoga. Geni koji se nalaze na istom kromosomu kod stvaranja gameta „nastoje“ ostati na istom kromosomu u istoj kombinaciji kao što su bili i u roditeljskom genotipu. Vezani geni se prikazuju tako da se aleli s jednog homolognog kromosoma kosom crtom odvoje od alela s drugog homolognog kromosoma (AB/ab).

Morganovo istraživanje

Siva boja tijela – dominantno svojstvo – G; Crna boja tijela – recesivno svojstvo – g
Duga krila – dominantno svojstvo – L; Kratka krila – recesivno svojstvo – l

		sivo tijelo duga krila GL/GL		
		Gamete	GL	GL
crno tijelo kratka krila gl/gl	gl	sivo tijelo duga krila GL/gl	sivo tijelo duga krila GL/gl	
	gl	sivo tijelo duga krila GL/gl	sivo tijelo duga krila GL/gl	
OMJER	F ₁	sivo tijelo duga krila 4		

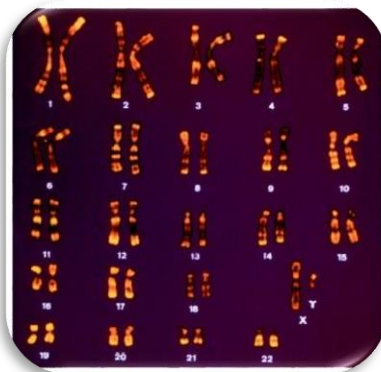
		sivo tijelo duga krila GL/gl		
		Gamete	GL	gl
sivo tijelo duga krila GL/gl	GL	sivo tijelo duga krila GL/GL	sivo tijelo duga krila GL/gl	
	gl	sivo tijelo duga krila gl/GL	crno tijelo kratka krila gl/gl	
OMJER	F ₂	sivo tijelo duga krila 3	crno tijelo kratka krila 1	

Potpunu vezanost pokazuju geni između kojih ne dolazi do homologne rekombinacije, odnosno ne postoji izmjena između dijelova kromatida majčinskog i očevog kromosoma u bivalentu.

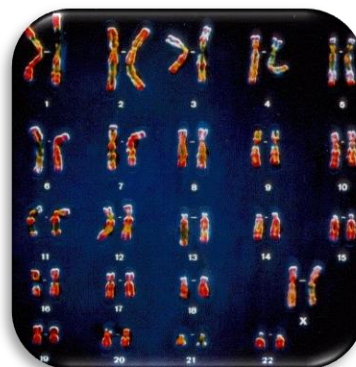
Djelomičnu vezanost pokazuju geni između kojih dolazi do homologne rekombinacije.

KARIOTIP ČOVJEKA

A)



B)



1. Koji kromosomi na slikama su autosomi? _____
2. Zaokruži parove spolnih kromosoma na slici A i B.
3. Koja fotografija predstavlja kariotip žene? _____
4. Koja fotografija predstavlja kariotip muškarca? _____
5. Na slici A zaokruži jedan par homolognih kromosoma.
6. Koliki je diploidni broj kromosoma u stanici čovjeka? _____
7. Koliki je haploidni broj kromosoma u stanici žene? _____

SKUPINE VEZANIH GENA

U mejozi se ne razilaze homologni geni (aleli) nego homologni kromosomi zato kažemo da postoji toliko skupina vezanih gena (l) koliki je broj autosoma u haploidnom setu + spolni kromosomi.

Primjeri

vinska mušica $2n=8$, ♂ $l = 3 + X + Y$ ♀ $l = 3 + X$
 čovjek $2n=46$, ♂ $l = 22 + X + Y$ ♀ $l = 22 + X$

Zadatak

Izračunaj broj skupina vezanih gena za:

- a) puž vinogradnjak $2n = 54$
- b) komarac $2n = 6$
- c) miš $2n = 40$
- d) domaća mačka $2n = 38$



3. Modifikacije Mendelovih odnosa; polno vezani geni

Obično se polni hromozomi označavaju sa X i Y. Mužjaci proizvode dva tipa gameta (sa X ili Y hromozomom), pa su **heterogametni** pol. Ženke proizvode samo jedan tip gameta i zato su **homogametni** pol. Polno vezane gene otkrio je T.H. Morgan. Ukrstio je crvenooke (wt) ženke sa bjelookim mužjacima i dobio je F₁ potomstvo gdje su oba pola imala crvene oči. U F₂ generaciji je međutim dobio 100% crvenookih ženki i 50% crvenookih mužjaka (ili, bez obzira na pol, 3 : 1).

Objašnjenje: crvenookost je dominantna, X-vezana osobina. P mužjak sa bijelim očima je hemizigot, jer ima samo recesivan alel na jednom X hromozomu. P ženka je dominantni homozigot. U F₁ potomstvu imamo hemizigotne mužjake sa crvenim očima, jer su dobili hromozom sa dominantnim alelom od majke, i heterozigotne crvenooke ženke. U F₂ potomstvu heterozigotna majka je dala polovini kćeri dominantan alel, a polovini recesivan, međutim od oca su dobile drugi dominantan alel, tako da su sve crvenooke, ali ih je polovina heterozigotno. Polovina sinova je od majke dobilo X hromozom sa dominantnim alelom, a polovina sa recesivnim.

X-vezano recesivno nasljeđivanje: bolest exprimiražu homozigotne recesivne ženke i mužjaci sa recesivnim alelom na X hromozomu. Očevi prenose recesivne alele kćerima, ali nikad sinovima. Više oboljevaju mužjaci. Svi sinovi homozigotne majke exprimiražu oboljenje. Moguće je preskakanje generacije, jer kćerka može dobiti dominantan alel ili od oca ili od majke.

X-vezano dominantno nasljeđivanje: bolest se češće javlja kod ženki. Ne preskače generaciju, jer i heterozigotne ženke oboljevaju.

Y-vezano nasljeđivanje: svi sinovi bolesnog oca oboljevaju i nijedna kćerka.

4. Modifikacije Mendelovih odnosa; vezano nasljeđivanje i rekombinacije

Primećeno je da se pojedine fenotipske karakteristike prenose i exprimiražu korelativno. To je impliciralo vezanost među njima. O tome se upravo i radilo. U pitanju su bili genski aleli na istom hromozomu koji se tokom mejoze nisu razdvajali.

Geni na istom hromozomu pripadaju istoj grupi vezanosti. Utvrđivanjem učestalosti rekombinacije između dva gena dobija se i mapa vezanosti (**genetička mapa**) za određeni hromozom. Ako dva gena pokazuju učestalost rekombinacije manju od 50%, oni se smatraju vezanim.

U ukrštanju dvije jedinke, gdje se prate dvije osobine čiji su geni na istom hromozomu dobiće se genotipovi isti kao roditeljski, ali i rekombinovani. Praktično, proporcija rekombinovanih genotipova biće veća, što su dva gena udaljenija jedan od drugog.

Ako pratimo tri gena na istom hromozomu, tada će se, u najmanjoj proporciji, javiti četvrta grupa, genotipova – dvostruki rekombinanti, kod kojih je došlo do dvostrukog crossing overa. Međutim dvostruki crossing over je redak. Č., pojava jednog crossing overa redukuje vjerojatnoću pojave drugog u blizini i to je interferenca (I). Izražava se preko koeficijenta koincidencije (C):

$$I = 1 - C$$

$$C = \frac{\text{dobijena ucestalost dvostrukog kro sin govera}}{\text{ocektivana ucestalost dvostrukog kro sin govera}}$$

Npr., kod Drozofile:
pr – ljubičaste oči *vg* – kratka krila
pr⁺ – crvene oči *vg*⁺ – normalna krila

$$\frac{pr^+ - vg^+}{pr^+ - vg^+} \times \frac{pr - vg}{pr - vg} \quad P$$

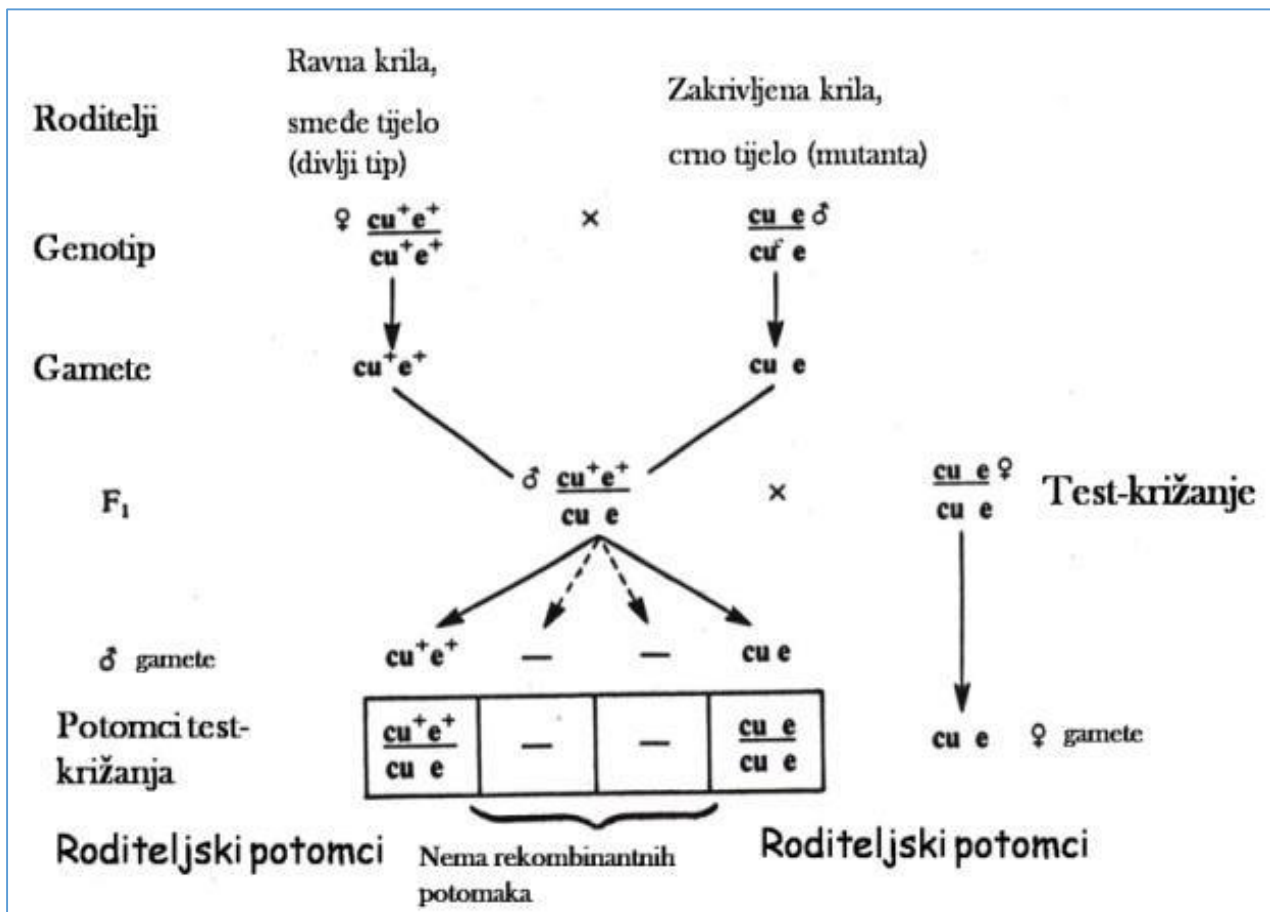
↓

$$\frac{pr^+ - vg^+}{pr - vg} \times \frac{pr - vg}{pr - vg} \quad F1$$

↓

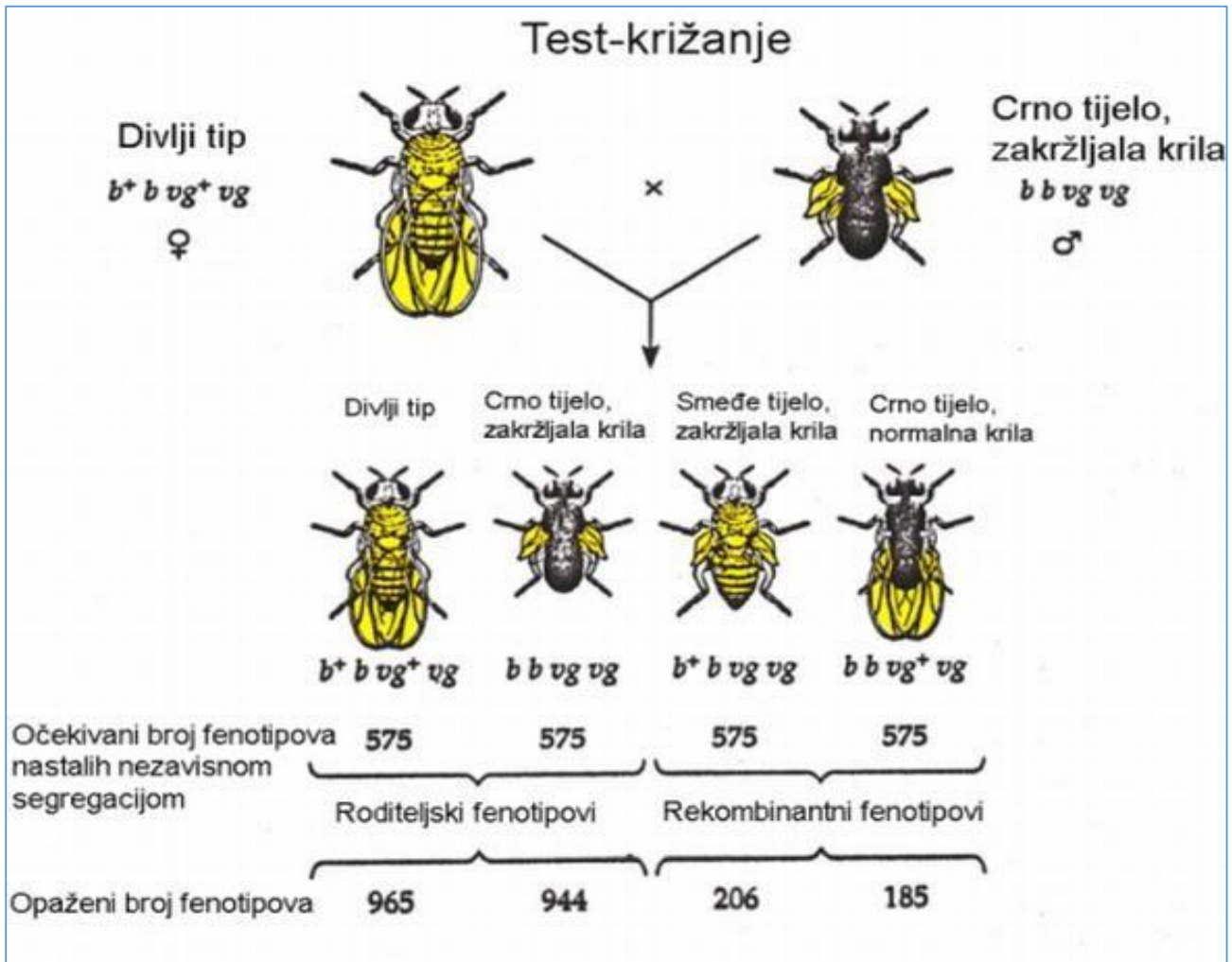
$\frac{pr^+ - vg^+}{pr - vg}$	$\frac{pr - vg^+}{pr - vg}$	$\frac{pr^+ - vg}{pr - vg}$	$\frac{pr - vg}{pr - vg}$	F2
191	23	21	165	n = 400

- Središnja dva genotipa sa malim učestalostima su rekombinantni.
- Učestalost rekombinacije između dva gena je:
 $r = \frac{23 + 21}{400} = 0.11 = 11\%$, tj udaljenost dva gena je 11

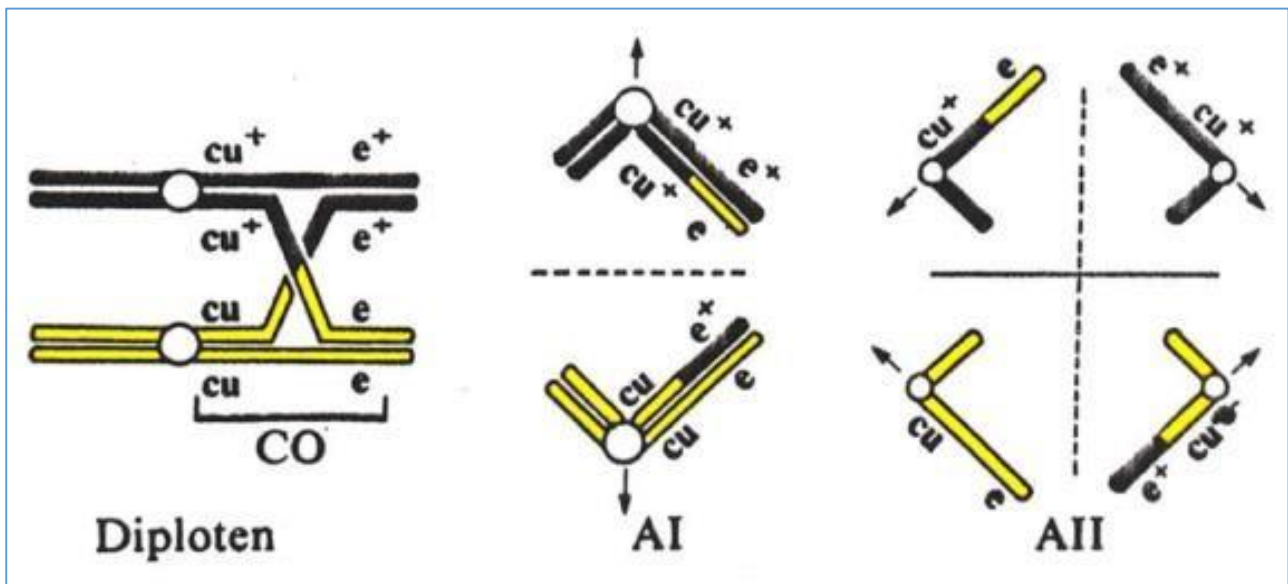


GENSKE KARTE

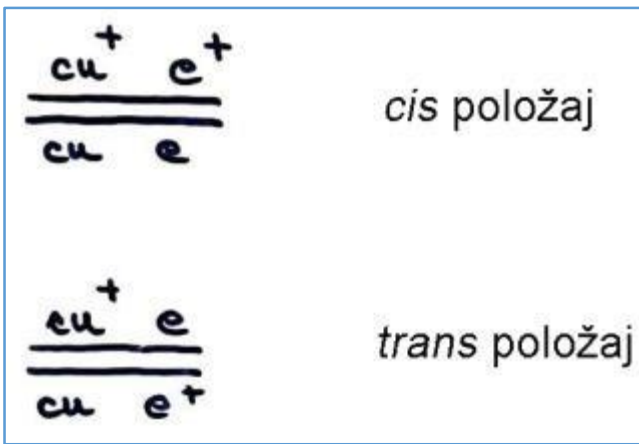
Značajne su zbog određivanja položaja gena na kromosomima organizama koji su važni za čovjeka (poljoprivredne kulture, peradarstvo...). Izrađuju se na temelju postotka križnog povezivanja (crossing overa). Mjerilo karte je postotak crossing overa, a jedinica je jedan Morgan [M]. Ako u 100 slučajeva dolazi između dva inače vezana gena samo jedna rekombinacija tj. 1%, kažemo da su geni međusobno udaljeni jednu kromosomsku jedinicu tj. 1 Morgan (1M).



Razlika između djelomične vezanosti gena i nezavisne segregacije.

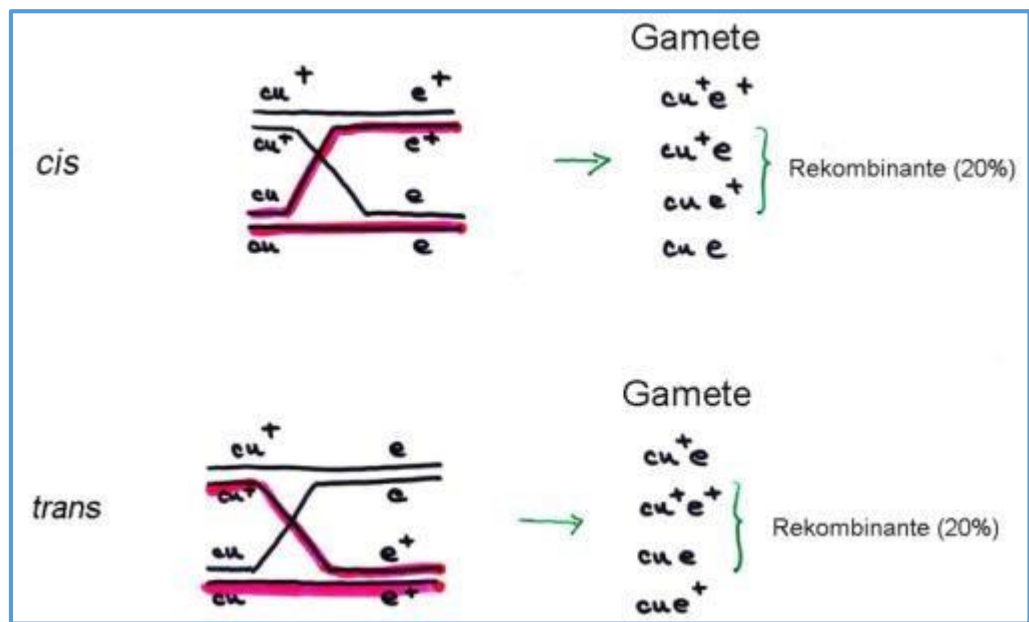


Djelomična vezanost objašnjena ponašanjem kromosoma u mejozi



Slika 7.6.a. Položaj vezanih gena.

Nakon krosingovera između gena u cis i trans položaju roditeljske i rekombinantne gamete su različite.



$$P_1 \frac{b^+n^+t^+}{b^+n^+t^+} \times \frac{bnt}{bnt}$$

$$F_1 \frac{b^+n^+t^+}{bnt}$$

$$\text{Trihibridno test-križanje } \frac{b^+n^+t^+}{bnt} \times \frac{bnt}{bnt}$$

Potomci (fenotip)	b ⁺ nt -----	21
	bn ⁺ t -----	120
	bnt -----	289
	b ⁺ n ⁺ t -----	69
	bnt ⁺ -----	71
	b ⁺ n ⁺ t ⁺ -----	298
	b ⁺ nt ⁺ -----	109
	bn ⁺ t ⁺ -----	15
	Ukupno	992

Roditeljski potomci	
b ⁺ n ⁺ t ⁺	298
bnt	289
	587

Dvostruke rekombinante	
bn ⁺ t ⁺	15
b ⁺ nt	21
	36

Poredak gena n⁺b⁺t⁺/nbt

	1 2 $n^+ \ b^+ \ t^+$	
	<hr/>	
	$n \ b \ t$	
Jednostruki c.o. u regiji 1	Dvostruki c.o.	Jednostruki c.o. u regiji 2
$\frac{n^+ \ b^+ \ t^+}{n \ b \ t}$	$\frac{n^+ \ b^+ \ t^+}{n \ b \ t}$	$\frac{n^+ \ b^+ \ t^+}{n \ b \ t}$
$n^+bt \quad 120$	$n^+bt^+ \quad 15$	$n^+b^+t \quad 69$
$nb^+t^+ \quad 109$	$nb^+t \quad 21$	$nbt^+ \quad 71$
$\underline{\quad 229}$	$\underline{\quad 36}$	$\underline{\quad 140}$
Učestalost c.o. u regiji 1 $\frac{229 + 36}{992} = 26,7\%$		Učestalost c.o. u regiji 2 $\frac{140 + 36}{992} = 17,7\%$
	Poredak gena $n \quad 26,7$	$b \quad 17,7 \quad t$

nastavak; izračunavanje udaljenosti gena na kromosomu na temelju učestalosti rekombinantnih potomaka.

5. Modifikacije Mendelovih odnosa; interakcije između gena

Nijedan fenotip nije proizvod aktivnosti samo grupe alela istog gena. U spomenutom dvohibridnom ukrštanju graška odnos je 9 : 3 : 3 : 1, imamo potpunu dominantnost, a aleli ne utiču jedan na drugog. Postoje slučajevi kada interaguju nealelni geni koji kontroliraju određen fenotip. Epistaze su slučajevi kada nealelni geni maskiraju ekspresiju alela drugog gena.

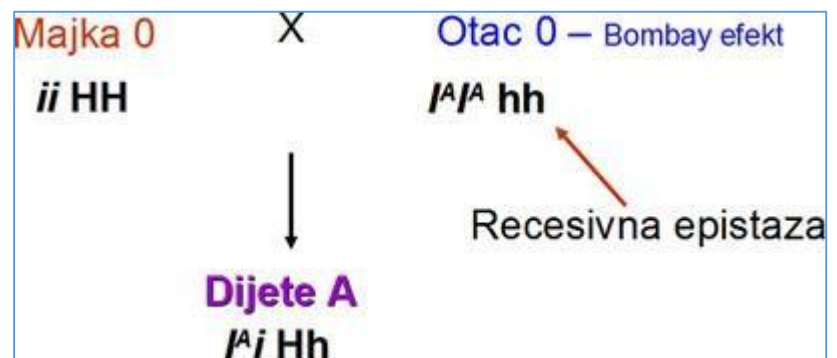
Npr., oblik ploda tikve može biti izdužen (aabb), loptast (A-bb ili aaB-) i diskoidal (A-B-). Ukrštanje loptastih roditelja (AAbb x aaBB) daje u F2 generaciji odnos **9 (diskoidalnih) : 6 (loptastih) : 1 (izduženih)**. Ova interakcija je **kumulativni efekat**.

Recesivna epistaza (9 : 3 : 4) je pojava kad homozigotno recesivno stanje jednog gena potpuno eliminiše efekat drugog gena. Npr. boja krzna kod glodara: A-C- je aguti (9/16), A-cc i aacc je albino (3/16 + 1/16) i aaC- je crna (3/16).

Dvojna recesivna epistaza (9 : 7) je pojava kada homozigotno recesivno stanje bilo kog gena potpuno anulira efekat drugog gena. Pritom se uvijek dobija fenotip jednak stanju kada su oba gena istovremeno u homozigotnom recesivnom stanju. Npr., boja cvjeta: C-P- je ljubičasta (9/16), C-pp, ccP- i ccpp je bela (3/16 + 3/16 + 1/16). Ovaj odnos može biti i **komplementarnost dominantnih alela**.

Dominantna epistaza (12 : 3 : 1) je pojava kad makar jedan dominantan alel jednog gena potpuno favorizuje dati fenotip nad drugim genom. U homozigotnom recesivnom stanju, drugi gen diktira fenotip, zavisno od stanja u kome se on nalazi. Npr., boja ploda tikve: W-Y- i W-yy je bela (9/16 + 3/16), wwY- je žuta (3/16), a wwyy je zelena (1/16).

Dvostruka dominantnost (15 : 1) je jasna. Analogna je sa recesivnom epistazom i dvojnomo recesivnom epistazom, a proističe iz prethodnog slučaja. Znači, bilo koji dominantni alel bilo kog gena diktira dominantni fenotip.



Tipovi razmnožavanja životinja

Razmnožavanje je proces koji omogućava opstanak i produžetak vrste. Postoji **bespolno** i **polno** razmnožavanje. **Bespolno** je evolutivno starije i karakteristično je to da je za bespolno razmnožavanje potrebna samo jedna jedinka, a da su potomci klonovi svojih roditelja, odnosno nasljedni materijal im je isti kao kod roditelja. Postoji više vidova: **1. dioba** je najčešće prisutna kod jednoćelijskih organizama i postoje dvije vrste: 1) **prosta** (binarna) – kada se majka delija podjeli na dvije kćerke delije i 2) **višestruka** (multipna) – kada se majka delija podjeli na više kćerki delija; **2. pupljenje** je prisutno kod jednostavnijih životinja (dupljara) – na tijelu se obrazuje grupacija delija, **pupoljak**, i razvićem pupoljka raste i razvija se nova jedinka; **3. regeneracija** predstavlja obnavljanje (morska zvijezda). **Polno** se javilo kasnije u evoluciji i odlika polnog razmnožavanja je to da su neophodna dva roditelja i nasljedni materijal potomka se razlikuje od roditeljevog. Novi organizam nastaje spajanjem dvije polne delije (**gameti**), i to se označava kao **oplođenje**. Gameti nastaju u polnim žljezdama (**gonadama**). Obično se razlikuju muške delije, **spermatozoidi**, koji nastaju u testisima (semenicima) i ženske delije, **jajne ćelije**, koje nastaju u jajnicima (ovarijumima). Ako se polne delije međusobno razlikuju, takvi gameti se nazivaju **anizogameti**, a proces razmnožavanja je **anizogamija**. U manjem broju slučajeva, polne delije se ne razlikuju, i ti gameti se nazivaju **izogameti**, a njihovo razmnožavanje je **izogamija**. Proces stvaranja polnih delija (gameti) u polnim žljezdama (gonadama) se naziva **gametogeneza**. Nastanak spermatozoida je **spermatogeneza**, a nastanak jajnih delija je **oogeneza**.

Gametogeneza

Proces stvaranja polnih delija (gameti) u polnim žljezdama (gonadama) naziva se gametogeneza. Redukciona dioba mejoza karakteristična je za gametogenezu, a to je dioba koja omogućava da od $2n$ (diploidne) delije nastane n (haploidna) delija. Mejozi čine dvije diobe, mejoza 1 i mejoza 2, i između njih nema interfaze, idu odmah jedna za drugom, a rezultat su haploidne delije.

Oogeneza

Predstavlja proces nastanka jajnih delija u jajnicima. **Jajnici** su parne žlijezde, koje se nalaze u donjem djelu trbušne duplje i loptastog su oblika. Od svakog jajnika polazi izvodni kanal, **jajovod**, i ti kanali se ulivaju u mišićni organ, **matericu** (uterus). U jajniku se nalazi veliki broj tzv. **ishodnih** (stem, matičnih) **ćelija**, koje se nazivaju **oogonije**, i od njih de nastati jajne delije. Proces oogeneze započinje još tokom embrionalnog razvića. Najpre se oogonije mitozom dele i povećava se njihov broj. Kada se stvori dovoljan broj oogonija, one ulaze u mejozu i te oogonije se nazivaju **primarne oocite**. Čim započne mejoza, dioba se stopira, odmah u prvoj fazi mejoze 1, i nastavlja se tek nakon dostizanja polne zrelosti. Kada se aktiviraju hormoni, oociti se odblokiraju, ti oociti nastavljaju dalje sa diobom i završavaju mejozu u određenom roku, i to se naziva **estralni** (menstrualni) **ciklus**. Nakon mejoze 1 primarna oocita se neravnomjerno podijelila i nastala je **sekundarna oocita** (krupnija) i **polarno tijelo** – polocita (manja). Odmah počinje mejoza 2 i tokom nje se sekundarna oocita isto podjeli neravnomjerno i od nje nastaje jedna krupnija delija, **jajna ćelija**, i sitnija delija, polocita, a polarno tijelo, koje je nastalo od primarne oocite, također se podijelilo i nastale su dvije polocite. Na kraju oogeneze dobijamo jednu jajnu deliju i tri polarna tela. Polarna tela nemaju nikakvu ulogu u razmnožavanju i gube se tokom geneze, a jajna delija ostaje. U jajnicima se nalaze i delije koje imaju zaštitnu (potpurnu) ulogu, **folikularne ćelije**. Oko svake primarne oocite se nalazi sloj folikularnih ćelija. **Folikul** čini primarna oocita obavijena folikularnim delijama. On se nalazi u jajniku i u toku oogeneze mijenja se njegova veličina i on se pomjera iz unutrašnjosti jajnika prema površini. Folikularne delije se izmiču i u folikulu se obrazuje šupljina, **folikularna duplja**, a samo za jedan dio zida ovih folikularnih delija je vezana oocita. Folikul postepeno raste, pomjera se ka površini jajnika, i kad dospe na površinu, takav folikul se naziva **Grafov folikul** i u njemu se nalazi jajna delija. To je kraj oogeneze. Potom dolazi do pucanja Grafovog folikula i oslobađanja jajne delije – **ovulacija**. Kad je u pitanju ljudski rod, ovulacija se dešava na polovini menstrualnog ciklusa.

Jajna delija nakon ovulacije može biti oplodena samo u naredna 24 h. Jajna delija koja se oslobodila ovulacijom prelazi u jajovod. **Građa i vrste jajnih ćelija** – na površini jajne delije se nalazi **vitelinski omotač**, unutrašnjost je ispunjena citoplazmom u kojoj se nalazi haploidno jedro. U citoplazmi značajna komponenta su i hranljive materije koje se nazivaju **žumanca**. Hranljive materije obezbeđuju razvoj embriona. Prema količini i rasporedu žumanceta, jajne delije se svrstavaju u tri grupe: **1. izolecitne j. ć.** – sadrže malu količinu žumanceta koje je ravnomjerno raspoređeno po citoplazmi. Prisutna je kod čovjeka i morskog ježa; **2. mezolecitne j. ć.** – sadrže umjerenu količinu žumanceta koncentriranog u jednom djelu delije, i taj dio se naziva **vegetativni dio** (vegetativni pol), a drugi dio, gdje se nalazi citoplazma i jedro, naziva se **animalni dio** (animalni pol). Žabe imaju ovakvu deliju; **3. telolecitne j. ć.** – sadrže veliku količinu žumanceta, koje ispunjava najveći dio delije, a citoplazma sa haploidnim jedrom je u vidu kape na toj masi žumanceta. Ovakvu j. d. imaju ptice i gmizavci. Postoji posebni vid telolecitnih j. d. koji je prisutan kod insekata – **centrolecitne j. ć.** i one imaju veliku količinu žumanceta. Kod ovih j. d. žumance ispunjava unutrašnjost delije, dok je citoplazma podeljena na dva djela: jedan dio je u unutrašnjosti delije u vidu ostrva i tu je i jedro, a drugi dio je u vidu tankog sloja na površini delije.

Spermatogeneza

Predstavlja proces stvaranja spermatozoida u sjemenicima (testisima). **Testisi** su parne žlezde koje se nalaze sa donje strane trbušne duplje i smješteni su u posebnim kesama, **skrotumima**. Od svakog sjemenika polazi izvodni kanal, **sjemenovod**, koji se uliva u **mokraćnu cijev**, tako da su kod muškog pola organi za izlučivanje i polni sistem povezani. Sjemenici su građeni od velikog broja isprepletanih sjemenih kanalića i u zidovima tih sjemenih kanalića nalaze se dvije vrste delija: prva vrsta su **ishodne (stem) ćelije** – **spermatogonije**, a druga vrsta ima potpornu ulogu i to su **Sertolijeve ćelije** i one obezbeđuju hranljive materije. Spermatozoidi se stvaraju od spermatogonija, a proces spermatogeneze se počinje nakon dostizanja polne zrelosti. Za razliku od oogeneze, spermatogeneza je kontinuiran proces, nema prekida tokom njega. U prvom koraku, spermatogonije se dijele **mitozom** i tako se povećava njihov broj, potom neke spermatogonije prestaju sa mitozom i započinju mejozu, i to su **primarne spermatocite**. Nakon mejoze 1, od primarne spermatocite nastale su dvije jednake delije, **sekundarne spermatocite**, i te dvije delije odmah ulaze u mejozu 2, svaka se podjeli i da po dvije delije koje se zovu **spermatide**. Spermamide su haploidne delije, ali još uvijek nisu polne delije. Loptastog su oblika, imaju dosta citoplazme i krupno jedro. Da bi postale funkcionalne polne delije (spermatozoidi), prolaze kroz proces **spermiogeneze**. Tokom spermiogeneze menjaju oblik, smanjuje se količina citoplazme, kondenzuje se jedro i nastaje spermatozoid. Od svake spermamide nastaje po jedan spermatozoid. Znači, od jedne spermatocite, nastale su 4 funkcionalne polne delije. **Građa spermatozoida** – za razliku od jajnih delija koje su loptaste i nepokretne, spermatozoidi su izduženog i vretenastog izgleda i pokretni. Razlikuju se tri djela: **glava, vrat i rep** (bič). Na vrhu glave spermatozoida nalazi se lizozom **akrozom**, koji je ispunjen enzimima. Ti enzimi razlažu omotač jajne delije i omogućavaju oplodjenje. Ostatak glave ispunjen je citoplazmom i tu se nalazi haploidno jedro. Na glavu se nastavlja suženi dio, vrat. U vratu se nalazi veliki broj mitohondrija i one obezbeđuju energiju za pokretanje repa (biča). Bič je citoplazmatični nastavak. Pomicanjem repa pomjera se i cio spermatozoid i tako postaje pokretan.

Oplodjenje

Oplodjenje predstavlja spajanje dvije polne delije i oplodjenjem nastaje **zigot**, iz koga se razviti novi organizam. U zavisnosti od toga gdje se dešava, postoje dva tipa oplodjenja: **spoljašnje** i **unutrašnje**. **Spoljašnje** se dešava u vodi i prisutno je kod većine beskičmenjaka, vodenih kičmenjaka i vodozemaca. Najpre ženke izbacuju jajne delije u vodu a zatim mužjaci preko tih jajnih delija izbacuju spermatozoide. S obzirom da se dešava u spoljašnjoj sredini, gdje postoje opasnosti, ženke proizvode veliki broj jajnih delija kako bi omogućili oplodjenje. **Unutrašnje** se odigrava u polnom sistemu ženke. Karakteristično je da se stvara mali broj jajnih delija. Prisutno je kod pojedinih grupa beskičmenjaka, kod nekih vodenih kičmenjaka i kod kopnenih kičmenjaka. Mužjaci imaju razvijene posebne **kopulatorne organe**, čija je funkcija ubacivanje spermatozoida u polni sistem ženke. U zavisnosti od toga gdje se odvija razvide i koje hranljive materije se koriste za razvide, postoje tri strategije embrionalnog razvića: **1. oviparija** – embrion se razvija u jajetu i koristi

hranljive materije žumanceta, ali jaje se nalazi u spoljašnjoj sredini. Majka, ubrzo nakon obrazovanja zaštitne opne oko jajeta, izbacuje jaje u spoljašnju sredinu. Ova strategija je prisutna kod ptica i gmizavaca; **2. viviparija** – postoji kod vrsta čije jajne delije imaju malo žumanceta. Razvide se odvija u tijelu majke i koriste se hranljive materije koje stvori majka. Nakon završetka razvida, mladunčad dolaze na svet rađanjem. Sisari imaju ovakvo razvide; **3. ovoviviparija** – razvide se odigrava u jajetu i koriste se hranljive materije žumanceta, ali se jaje nalazi u tijelu majke. Nakon završetka razvida, mladunče se izleže iz jajeta i potom izlazi iz tela majke i izgleda kao da se rađa. Ovakav vid imaju neke ajkule i neke zmije.

Faze oplodjenja

Oplodjenje se odvija u tri faze: prepoznavanje spermatozoida i jajne delije, kontrolirani ulazak spermatozoida u jajnu deliju i spajanje haploidnih jedara. **1.** i spermatozoidi i jajne delije imaju specifične proteine pomoću kojih se prepoznaju. Prepoznaju se polne delije kao polne delije i polne delije iste vrste. **2.** kada se prepoznaju, spermatozoid se poveže za omotač jajne delije i tada počinju da djeluju enzimi akrozoma i oni razlažu omotač jajne delije. To mjesto na kom ulazi spermatozoid u jajnu deliju utiče na prvu fazu razvića, odnosno određuje ravan prve diobe. Obično je jajna delija okružena mnogim spermatozoidima, ali u jajnu deliju ulazi samo jedan, i ova pojava se naziva **monospermija** i ona je rezultat posebnog mehanizma u jajnoj deliji. **Kortikalne granule** su komponente koje se nalaze u citoplazmi, one se pomjeraju na površinu jajne delije, onda bubre i obrazuju omotač koji se zove **fertilizaciona membrana** i upravo ta membrana sprečava ulazak ostalih spermatozoida. Kod manjeg broja životinja, u jajnu deliju ulazi veći broj spermatozoida i ta pojava se naziva **polispermija**, ali samo jedro jednog spermatozoida se spaja sa jajnom delijom, iako je ušlo mnogo njih. U jajnu deliju ne ulazi cio spermatozoid, ulazi samo jedro i malo citoplazme, a vrat i rep ostaju na površini. Nakon toga sledi **3.** faza – nastaje zigot sa diploidnim jedrom, gdje je polovina hromozoma porijeklom od jajne delije a polovina od spermatozoida. Nastajanjem zigota završava se proces oplodjenja i započinje razvide.

MUTACIJE GENA, KROMOSOMA I GENOMA (ukupna kromosomska garnitura organizma(stanice))

-lat mutare=mijenjati, pojam uveo H. De Vries

-zbivanje i to iznenadno, koje uzrokuje nasljednu promjenu genotipa

MUTACIJE

1. Mutacije su iznenadne promjene nasljedne tvari, dolazi do promjene u genotipu, a izražavaju se fenotipski. Dijelimo ih prema: **1. dijelu genoma** – na genu ili na kromosomu; **2. prema tipu stanice** – na tjelesne ili spolne; **3. prema postanku** – na spontane ili inducirane.
2. Uzroci mutacija su mutageni čimbenici: pušenje, alkohol, stres, X zračenja, UV zračenja i drugo.
3. Diobu stanica kontroliraju dvije vrste gena. Jedna vrsta gena potiče diobu, a druga je inhibira, koči. Geni koji stimuliraju staničnu diobu aktivni su za vrijeme embrionalnog rasta i razvoja, a prisutni su u svim stanicama.
4. Manjak kromosoma je štetniji od viška jer nedostatak pojedinog kromosoma uzrokuje nedostatak nekih drugih gena potrebnih za život.

PLAN UČENIČKOG ZAPISA

MUTACIJE

- iznenadne promjene nasljedne tvari –

Citogenetika - kromosomska teorija nasljeđivanja

Podjela mutacija prema:

1. **Dijelu genoma - na genu / na kromosomu**
2. **Tipu stanica - tjelesne / spolne**
3. **Postanku - spontane – nastaju same od sebe**
- inducirane – nastaju djelovanjem mutagena

Genske ili točkaste mutacije - mutacije u tjelesnim ili spolnim stanicama

- promjene se odvijaju u molekuli DNA

Somatske mutacije – nisu nasljedne

Kromosomske anomalije ili aberacije – promjene na kromosomu (delecija, duplikacija, inverzija, translokacija)

Euploidija - promjene broja svih kromosoma u setu

Aneuploidija – promjene zahvaćaju pojedine kromosome

(Downov sindrom, Edwardov sindrom, Patauov sindrom, Turnerov sindrom...)

-razlikujemo:

1. MUTACIJE NA TJELESNIM STANICAMA (SOMATSKE)
 - Nisu nasljedne, primjer: promjene na koži (melanom kože)
2. MUTACIJE RASPLODNIH STANICA; nasljedne
 - Podjela:
 - a. **Mutacije gena** (točkaste mutacije) → recesivne mutacije, mutacija unutar jednog gena što rezultira nastankom novih alela; mogu biti:
 1. vidljive-rezultiraju se na fenotipu
 2. biokemijske-promjena neke specifične biokemijske funkcije (npr. Srpasta anemija)
 3. letalne (smrtne) npr. Ljuskavost kože u novorođenčadi
 - MOLEKULARNA OSNOVA:
 - SUPSTITUCIJA: zamjena jednog nukleotida i njegova para u komplementarnom lancu drugim nukleotidnim parom; može uzrokovati promjenu aminokiselinskog slijeda u bjelančevini, što uzrokuje promjenu njegove funkcije
 - ADICIJA dodatka, DELECIJA je gubitak jednog ili više nukleotidnih parova u genu. Ove mutacije uzrokuju promjenu strukture i funkcije bjelančevine

Mutacije kromosoma

Promjene broja kromosoma

1. EUPLOIDIJA-obuhvaća sve kromosome u kromosomskom setu-- $2n$ - $3n$ (triploidija), $4n$ (tetraploidija); ako ne dođe do odvajanja u mejozi kromosoma
 - a. Poliploidija-dolazi do poudvostručenja broja kromosoma; kod ljudi i životinja smrtna, kod biljaka česta i rezultira povećanim listovima, plodovima, cvjetovima)
 - b. Monoploidija-jedan set kromosoma (n), razvijaju se iz neoplođene jajne stanice (mužjaci pčela)

- **Triploidija - prisustvo 3 kromosomska seta, dakle $3n$.**
- **Tetraploidija - prisustvo 4 kromosomska seta, dakle $4n$.**
- **Pentaploidija - prisustvo 5 hromozomskih setova, dakle $5n$.**
- **Heksaploidija - prisustvo 6 hromozomskih setova, dakle $6n$.**

- **Autopoliploidija** - tip Poliploidije u kojoj su ekstra hromozomski izvedeni iste vrste.
- **Alopoliploidija** - tip poliploidije u kojoj su ekstra hromozomski setovi izvedeni iz dvije ili više vrsta. Ukoliko su poznate obje originalne vrste koristi se termin amfidiploid.

- **Endopoliploidija** - to je situacija u kojoj su samo određene ćelije u diploidnom organizmu poliploidne. U ovakvim ćelijama, replikacija i razdvajanje kromosoma se dešavaju bez ćelijske diobe pa se često kaže da je ova pojava rezultat procesa endocitoze.
- **Mozaici** su organizmi koji sadrže dvije različite linije ćelije koje su izvedene iz jednog zigota.
- **Himere** su organizmi koji također sadrže dvije različite linije ćelije, ali je to izvedeno fuzijom dva zigota.

2. ANEUPLOIDIJA-zahvaća pojedine kromosome u setu. To znači da organizam može imati povećan broj jednog ili nekoliko kromosoma ili smanjeni broj kromosoma. Nastaje napravnim razdvajanjem kromosoma tijekom mejoze ili nerazdvajanjem kromosoma tijekom mitoze ili

Primjer:

$$n = 7$$

$$2n = 14 \text{ diploid}$$

$$3n = 21 \text{ triploid}$$

$$4n = 28 \text{ tetraploid}$$

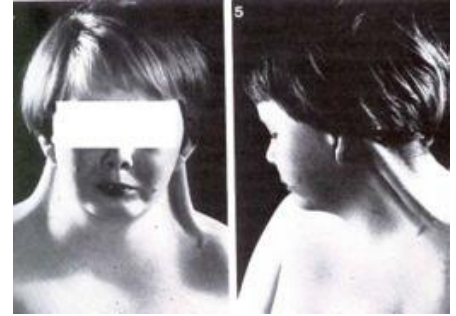
$$5n = 35 \text{ pentaploid}$$

$$6n = 42 \text{ heksaploid}$$

mejoze zbog pogreške u funkciji diobenog vretena-abnormalni fenotip, manjak kromosoma štetniji od viška

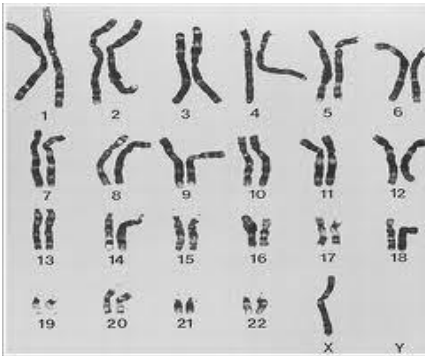
2n -2	nulisomik
2n -1	monosomik
2n -1-1	dvostruki monosomik
2n +1	trisomik
2n +1+1	dvostruki trisomik
2n +2	tetrasomik

Tarnerov sindrom



Kožni nabori na vratu kod pacijenata sa Tarnerovim sindromom

Oboljeli imaju kariotip 45, X ili 45, H0. Incidenca rađanja djece sa ovim sindromom je od 1 : 2500 do 1 : 3000. Preko 99% djece sa ovim sindromom se spontano pobacuje. Tarnerov sindrom nastaje zbog nerazdvajanja polnih kromosoma u mejozi oca.



Manifestacije

Prisutan je fenotip žene, ovarijumi su u rudimentarnooj formi, nema polnog sazrijevanja, karakterističan je nizak rast, inteligencija je normalna ili vrlo malo snižena. Postoje i slučajevi mozaika i oni mogu biti fertilni. Primjećuju se edemi i karakteristični su nabori na vratu.

Klinefelterov sindrom



Ginekomastija kod pacijenata sa Klinefeterovim sindromom

Uzrok Klinefelterovog sindroma je u nerazdvajanju hromosomi. Uzrok Klinefelterovog sindroma je u nerazdvajanju kromosoma u mejozi oca ili majke. Kariotip ovakvih osoba je 47,



Kariotip osoba sa Klinefelterovim sindromom

XXY. Učestalost sindroma je od 1 : 500 do 1 : 750 dječaka. Kod žena preko 35 godina raste rizik za dobivanje djeteta sa ovim sindromom.

Manifestacije

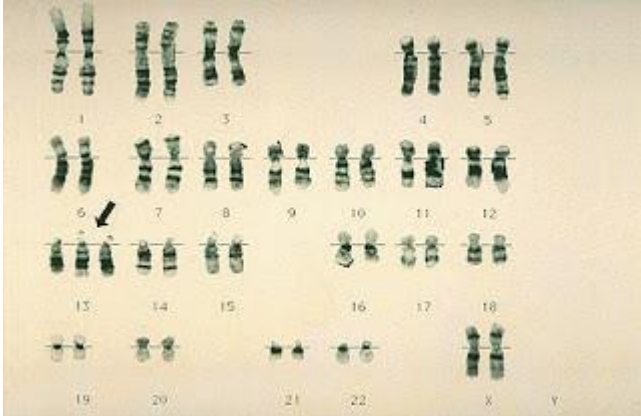
Fenotip ovih osoba je u osnovi muški, prisutne su muške genitalije ali su testisi u rudimentiranoj formi i ne produkuju spermu. Izražen je ženska maljavost tela i muška maljavost lica. Genitalije su sitne, rast je visok, dugi ekstremiteti i sterilni su. Imaju i uvećane grudi tzv. ginekomastiju. Inteligencija je normalana ili malo snižena. Kod 8% osoba sa ovim sindromom dijagnostikovo van je dijabetes mellitus.

Daunov sindrom (Trizomija 21)

Osoba sa Daunovim sindromom

Sindrom je otkrio i opisao Džon Langdon Daun (John Langdon Down) 1866. godine. Radi se o trizomiji kromosoma 21 i označava se kao 47, XX, + 21 ili 47, XY, + 21 u zavisnosti od pola. Do sindroma najčešće dolazi zbog nerazdvajanja kromosoma u mejozi. Analize su pokazale da u 96% izvor trizomije je jajna ćelija. Učestalost sindroma je oko 1:1000, a incidenca raste sa starošću majke, pa tako kod majki preko 40. godina raste na 1:100.

Manifestacije



Kariotip osobe sa Daunovim sindromom



Mentalna retardacije koeficijent inteligencije se kreće od 20 do 80, kraniofacijalni dismorfizam, kongenitalne srčane mane, oko 50% osoba ima majmunsku brazdu. Skoro polovina osoba umre u prvih 5 godina, dok je životni vijek druge polovine znatno skraćen i iznosi odd 50 do 60 godina. Postoje slučajevi kada se djeca posebno uče i pod posebnim uslovima se tretiraju, mogu da završe srednju školu, pa čak i slučajevi kada su završili fakultete i osnovali porodice.

MOZAICIZAM

Oko 15% osoba s Turnerovim sindromom su mozaici s dvije stanične linije (X0/XX ili X0/XXX ili X0/XY – te se osobe razlikuju fenotipski). **Mozaik nastaje nerazdvajanjem kromosoma tijekom mitotskih dioba u embriogenezi.** Što se gubitak X kromosoma dogodi ranije tijekom razvitka fenotip je sličniji Turnerovom sindromu.

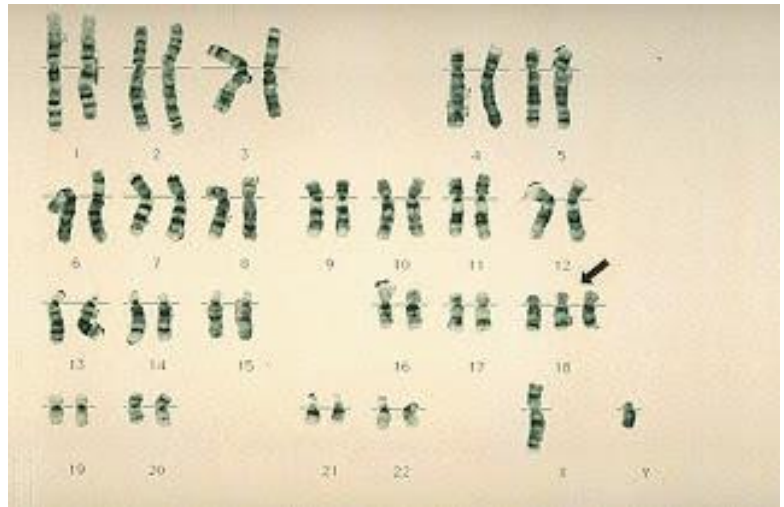
Kod Klinefelterovog sindroma se također javlja oko 15% mozaicima: XY/XXY; XX/XXY. Te se osobe razlikuju fenotipski, što ovisi o broju stanica s abnormalnim kariotipom te o njihovom smještaju, tj. koje je tkivo zahvaćeno.

Edvardsov sindrom (Trizomija 18)



Osoba sa Edvardsovim sindromom

Kariotip osoba sa Edvardsovim sindromom



Sindrom je otkrio i opisao Džon Edvards (John Edwards) 1960. godine.

Označava se kao 47, XX, + 18 ili 47, XY, + 18 u zavisnosti od pola. Oko 95% embriona sa ovom tromijom se spontano pobacuje. Učestalost sindroma je oko 1:3000 živorođene djece.

Manifestacije

Zastoj u psihomotornom razvoju, hipertonijska, anomalije srca, bubrega i drugih organa, karakteristične su zgrčene šake sa savijenim prstima. Zbog ovako teške kliničke slike najveći broj djece umire već u prvim danima ili mjesecima svog života, a samo mali broj ih doživi prvu godinu.

Patau sindrom (Trizomija 13)



Rascjep usne i facijalni dismorfizam kod osoba sa Patau sindromom

Sindrom je otkrio i opisao prvi put Klaus Patau (Klaus Patau) 1960. godine.

Označava se 47, XX, + 13 ili 47, XY, + 13, u zavisnosti od pola. Do ove trizomije kromosoma 13 dolazi najčešće zbog nerazdvajanja kromosoma u mejozi majke.

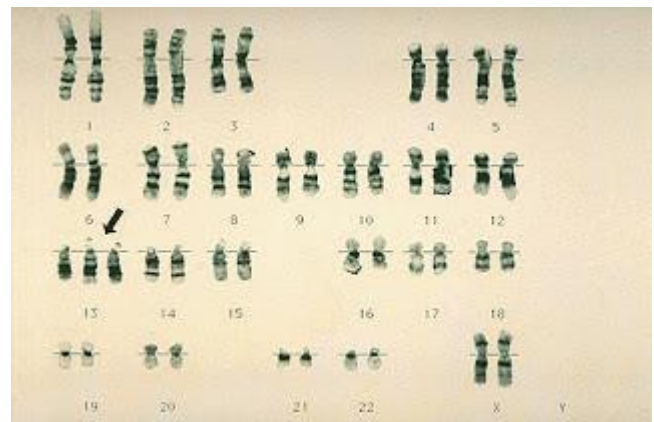
Učestalost sindroma je oko 1:5000 djece.

Manifestacije

Pacijenti sa ovim sindromom ispoljavaju abnormalnosti u

razvoju moždanog tkiva, facijalni dismorfizam sa rascjepom usne i nepca, razvojni zastoj, urođene srčane mane, polidaktilija.

Preživljavanje djece sa ovim sindromom je oko 3 mjeseca.



Kariotip osobe sa Patau sindromom

Genetički savjet

Rizik za ponovno rađanje djeteta sa Patau sindromom ili nekom drugom aneuploidijom je 1%. U svakoj sljedećoj trudnoći bračnom paru treba savjetovati prenatalnu citogenetičku analizu ploda.

Kromosomske promjene u strukturi

a) **Promjena strukture kromosoma-kromosomske aberacije** (nasljedna anemija-med. krajevi)

- a. DELECIJA (talesenija)-gubitak kromosomskog segmenta kao posljedica loma kromosoma; smrtonosne za gamete životinja i čovjeka; **Sindrom mačjeg plača (Cri-du Chat syndrome)**

Prvi put je sindrom opisao Jerome Le Jeune 1963. godine. Ovaj sindrom povezan je sa gubitkom malog djela kratkog kraka kromosoma 5. Genetička konstitucija pacijenta se označava kao 46, -5p.

Manifestacije

Djeca sa ovim sindromom ispoljavaju brojne anatomske malformacije, gastrointestinalne i srčane probleme, koji su praćeni mentalnom retardacijom.

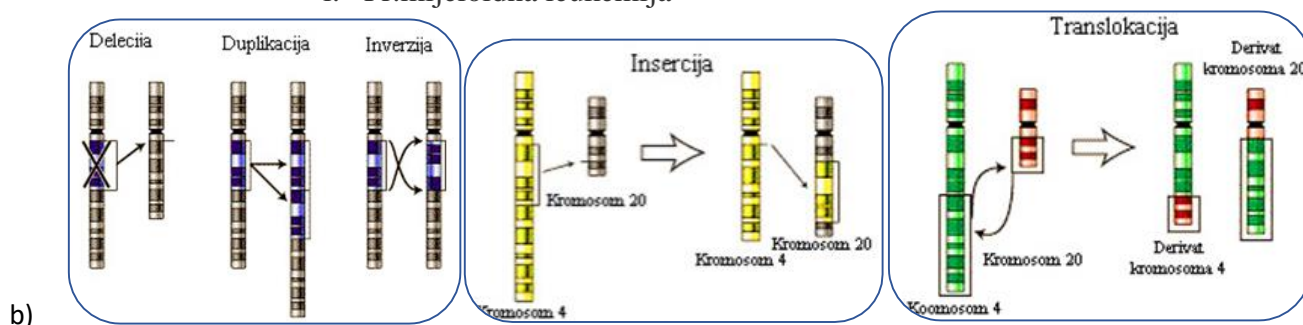
Karakteristika ovog sindroma je i abnormalno razviće glotisa i larniksa, tako da djeca plaču nalik na mijaukanje mačke po čemu ovaj sindrom i nosi naziv. Stopa rađanja djece sa ovim sindromom je 1:50 000.

Dužina kratkog kraka koji je dijeletiran varira, tako da duže dijelecije imaju veći uticaj na fizički, psihomotorni i mentalni razvoj djeteta.

Genetički savjet

Bračnom paru koji ima već jedno dijete sa ovim sindromom treba savjetovati prenatalnu citogenetičku analizu ploda u svakoj sljedećoj trudnoći. pr. sindrom mačjeg plača (nisu razvijene glasnice)

- b. DUPLIKACIJA- neki segment prisutan dva ili više puta (kromosom duži no inače), manje štetno za organizam jer nema gubitka nasljedne tvari
- c. INVERZIJA-promjena redoslijeda gena (segmenta) koja nastaje nakon dvaju lomova u kromosomu; ne mogu se sparivati čitavom svojom dužinom zbog obrnutog rasporeda gena
- d. TRANSLOKACIJA-premještanje segmenta iz jednog kromosoma na drugi homologni kromosom
- i. Pr.mijeloidna leukemija



PODJELA MUTACIJA PREMA UZROKU:

1. SPONTANE-uzrok nepoznat premda se pretpostavlja da su to neki fizikalni i kemijski čimbenici (npr. Radijacija), nastaju kao rezultat pogrešaka tijekom replikacije DNA
2. INDUCIRANE-umjetno izazvane mutacije a čimbenici su **mutageni faktori** (tvari iz okoliša koje uzrokuju mutacije), oni mogu biti: a) kemijski (benzol, fenol, peroksid, azbest, katran), b) fizikalni (UV zračenje, rendgen, solariji), c) toplinski udari

MODIFIKACIJE:NENASLJEDNE PROMJENE

-tip varijabilnosti koji se pojavljuje na tjelesnim stanicama; nenasljedne

-uzroci. Klima, prehrana, tlo, sasatv kem.tvari

-pr.sobni jaglac pri 10 C crveni, pri 25 C bijeli-raspoznavanje prema temperaturi

-reakcijska norma je genotipsko određeno ograničenje u sklopu kojeg se mogu pojaviti različite modifikacije

-dugotrajne modifikacije koje se zadržavaju u nekoliko generacija prenose se citoplazmom, a ne genskom tvari

HUMANA GENETIKA

-problemi:

- nemogućnost križanja zbog etičkih normi
- spora izmjena generacija (20-30 godina)
- mali broj potomaka

-rezultate u istraživanju dale:

- citogenetika (istraživanje kromosoma u stanicama), istraživanje stanica i kromosoma kod trudnica (uzimanje uzorka plodne vode) i budućih roditelja (kariogram)
- rodoslovlje -shematski iznesen prikaz obiteljskog stabla kroz nekoliko generacija (za proučavanje nasljednih bolesti)

PROBAND-početna osoba koja se istražuje

-rimskim brojevima se označava 1. generacija koja se istražuje, arapskim brojevima se označava redosljed rođenja djece

- jednojajčani blizanci-genetski materijal isti, ali okolina utječe na razvoj ostalih osobina
- biostatička metoda-učestalost određene osobine, ali pod uvjetom da se radi s velikim brojem ljudi i obitelji

NASLJEDNE ILI HEREDITARNE BOLESTI:

1. kromosomske anomalije-vidljive, povećan ili smanjen broj kromosoma
2. nasljedne bolesti pod kontrolom jednog gena
 - recesivni gen (najčešći tip)
 - očituje se u homozigotnom obliku (aa)
 - povećava se broj oboljelih ako se križaju bliski srodnici
 - pr.srpasta anemija ($Hb^s Hb^s$)
 - fenilketonurija-nedostaje enzim za razgradnju A.K. fenilalanina koji bi se inače trebao pretvoriti u tirozin-ako se ne uoči na vrijeme(do 2. godine života) masa mozga postaje manja→defektnost (1 : 20 000)
 - albinizam-ne stvara se pigment-roditelji su nosioci
 - neurofibromatoze (rak kože)- roditelji „mirni“ nosioci jer se kod njih ne vidi ali se očituje na njihovoj djeci
 - dominantni gen-nasljeđuje se od jednog roditelja
 - hondroplazija(patuljasti rast)-prestanak rasta kostiju nakon 3. god života, mentalnost dobra
 - polidaktilija (veći broj prstiju)
 - huntingtonova bolest (propadanje živčanog sustava)
 - brahidaktilija (kratki prsti)
 - spolno vezane genske bolesti
 - geni smješteni na x kromosom
 - prenositelj je žena (majka)
 - geni su recesivni
 - poznato oko 150 takvih bolesti
 - najpoznatije: hemofilija, daltonizam, mišićna distrofija(najteža), kratkovidnost
3. višefaktorijske bolesti
 - poligenija-više gena određuje bolest+okolina
 - primjeri: srčane greške, dijabetes, multiplaskleroza, shizofrenija, zečja usna

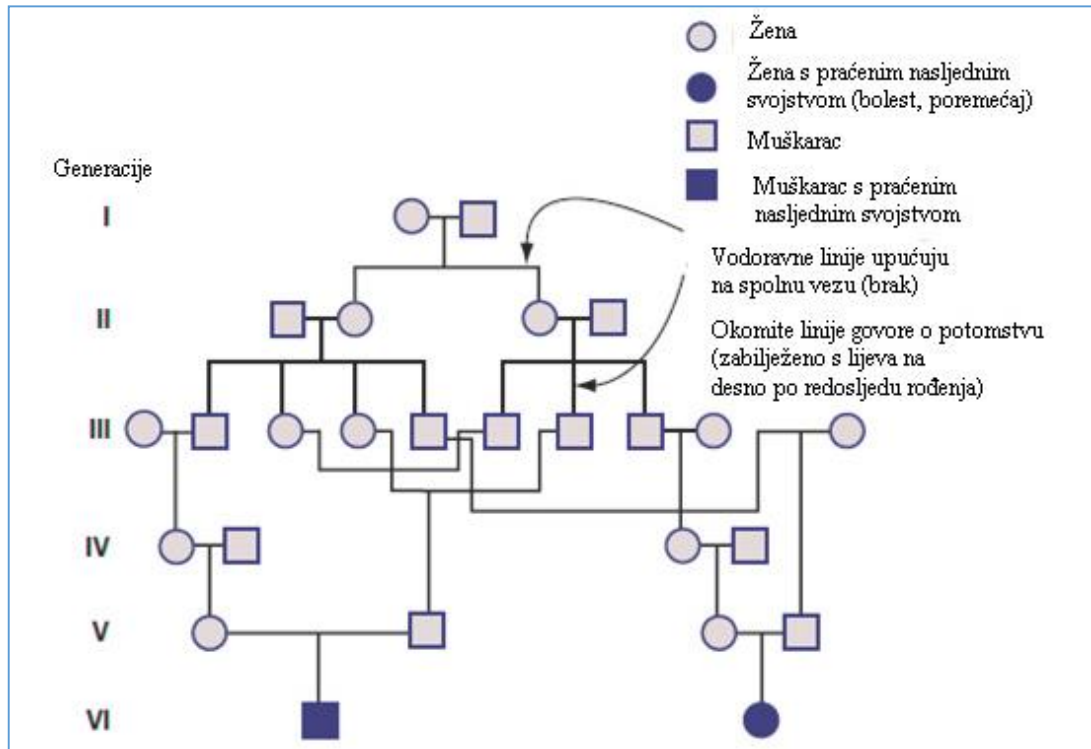
-bolesti uzrokovane štetnim utjecajima tijekom trudnoće ili poroda:zračenje, kem sredstva, spolne bolesti

Talidomid-lijek, strašne posljedice

- nema problema u prvoj fazi trudnoće (mučnine itd)
- no, porastao broj defektne djece (najčešće bez ekstremiteta)

-20 000-30 000 djece rođeno tako

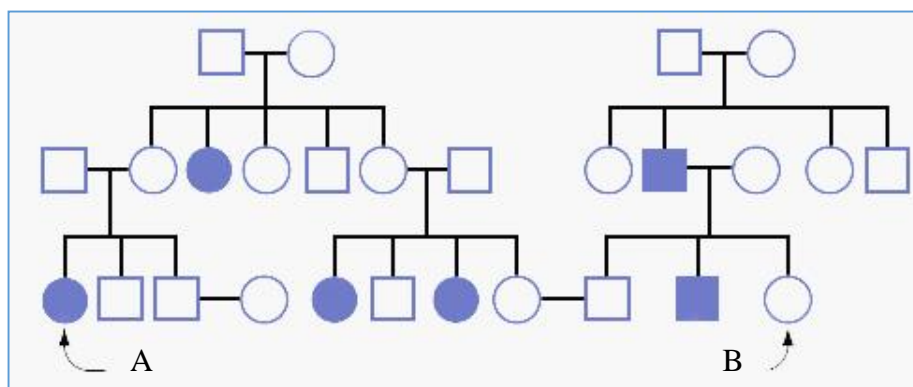
RODOSLOVNO STABLO



Zadatak

Pogledaj rodoslovno stablo jedne obitelji u kojoj se promatrala genetska nepravilnost vezana uz recesivni alel. Pokušaj zaključiti:

- Je li osoba A žensko ili muško?
- Je li osoba A recesivni homozigot, dominantni homozigot ili heterozigot?
- Je li osoba B žensko ili muško?
- Je li osoba B recesivni homozigot, dominantni homozigot ili heterozigot?
- Koja osoba, A ili B, ima genetsku nepravilnost?



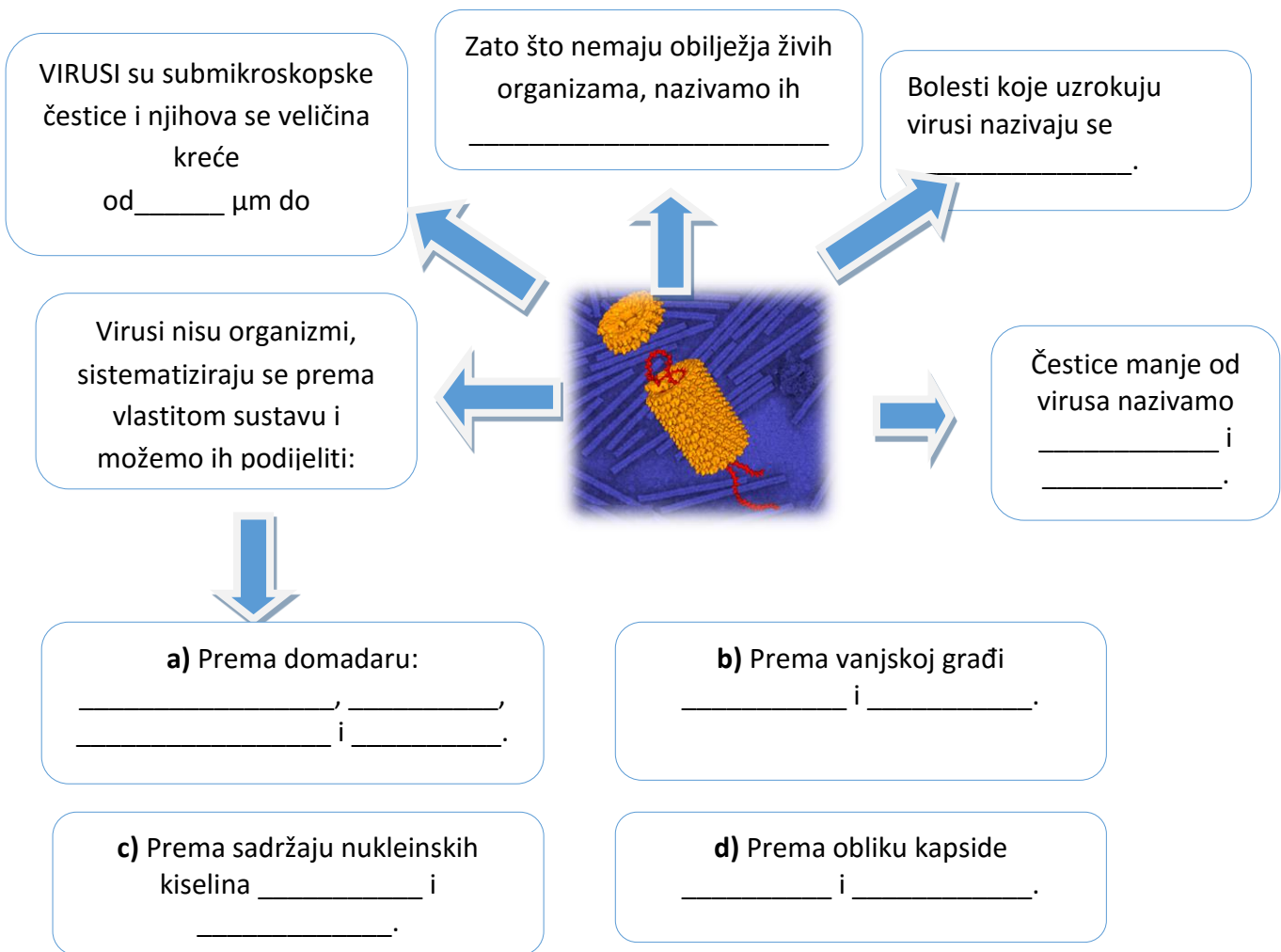
Rješenje

- žensko
- recesivni homozigot
- žensko
- heterozigot
- osoba A

GENETIKA BAKTERIJA I VIRUSA

1. Jednostavna građa virusa i bakterija je značajka koja je imala ključnu ulogu za genetička istraživanja prokariota, pa su oni postali neizostavni objekt istraživanja.
2. Litički i lizogeni ciklusi su životni ciklusi bakteriofaga. Kod litičkog ciklusa nakon ubacivanja genskog materijala virusa u bakterijski kromosom dolazi do razgradnje bakterije, a genski materijal virusa se umnožava u više kopija. Lizogenim ciklusom virus se ugrađuje u bakterijski kromosom i pasivno se replicira unutar bakterije i prenosi na stanice kćeri bakterije.
3. Nukleoid je prstenasta, dvolančana DNA u kojoj su organizirani geni kod bakterija. Plazmidi su manje, nezavisne, kružne molekule DNA, a sadrže manji broj gena u odnosu na nukleoid.
4. Osnovne razlike između rekombinacija u bakterija su u načinu prijenosa nasljedne tvari.

VIRUSI



Rješenja

VIRUSI su submikroskopske čestice i njihova se veličina kreće od 0,02 μm do 0,45 μm .

Zato što nemaju obilježja živih organizama, nazivamo ih OBLIGATNI PARAZITI.

Bolesti koje uzrokuju virusi nazivaju se VIROZAMA.

Čestice koje su manje od virusa nazivamo VIROIDI i PRIONI.

Virusi nisu organizmi, sistematiziraju se prema vlastitom sustavu i možemo ih podijeliti:

- a) Prema domadaru mogu biti: BILJNI, ŽIVOTINJSKI, BAKTERIJSKI i HUMANI.
- b) Prema vanjskoj građi JEDNOSTAVNI i SLOŽENI.
- c) Prema sadržaju nukleinskih kiselina DNA i RNA.
- d) Prema obliku kapside HELIKALNI i POLIEDARSKI.

-stanice eukariota imaju pravu jezgru obavijenu jezgrinom ovojnicom, a u citoplazmi stanice nalaze se organeli obavijeni vlastitom membranom. U jezgri se nalazi nekoliko parova kromosoma koji su građeni od DNA i bjelančevina, a jezgra se dijeli mitozom i mejozom

-u stanici prokariota nalazi se samo jedan „kromosom“ u obliku gole prstenaste molekule DNA, dijele se jednostavnim diobom nakon udvostručenja nasljedne stvari, to su bakterije, cijanobakterije i mikroplazme

-VIRUSI

- nemaju staničnu organizaciju
- sadrže jednu mol nukleinske kiseline (DNA ili RNA) koja se nalazi unutar bjelančevinastog omotača, **kapsida**
- razmnožavaju se u stanici domaćina kojeg napadaju, ne dijele se
- obligatni paraziti, nemaju vlastitu izmjenu tvari i ne mogu se sami razmnožavati
- genom virusa (jedna linearna ili kružna molekula nukleinske kiseline) se sastoji ili od dvolančane DNA, ili dvolančane RNA, ili jednolančane RNA
- životni ciklus se sastoji od unutarstanične faze (razmnožavanje), izvanstanične faze (inertna faza)(pokazuju veliku raznolikost oblika i strukture)




























-BAKTERIJE

- nositeljica genetičke upute je mol DNA koja je najčešće prstenastog oblika (**nukleoid**)
- mnoštvo ribosoma, staničnih struktura → biosinteza bjelančevina
- za kratko vrijeme daju mnogo potomaka (npr. Escherichia Coli dijeli se svakih 20 min)
- nedostatak enzima je rezultat mutacije bakterijskih gena
- haploidni organizmi (svi geni izraženi su u fenotipu), kromosom je kružna dvolančana mol DNA
- kromosom bakterije naziva se i nukleoid
- plazmidi-jedna ili više malih kružnih molekula DNA koje se mogu nalaziti uz bakterijski kromosom (neovisna samoreplicirajuća genetička čestica u bakterijskoj stanici; kružna mol DNA)
- plazmidi se repliciraju neovisno o bakterijskom kromosomu, a svaki plazmid ima relativno mali broj gena
- razmnožavaju se binarnom diobom nakon replikacije molekule DNA, pri čemu nastaju genetički istovjetni produkti (klonovi)
- mutacije bakterijskih gena važne su jer uzrokuju genetičku raznolikost
- rekombinacija-ujedinjavanje (kombiniranje) genetičkog materijala dviju jedinki u genom jedne jedinke
 - do genetičke rekombinacije dolazi konjugacijom, transformacijom ili transdukcijom
 - TRANSFORMACIJA-mehanizam genetičke rekombinacije u bakterija; prijenos molekule DNA iz jedne bakterijske stanice u drugu te njezina ugradnja u bakterijski genom, izmjena gena između DNA iz okoliša i DNA stanice primateljice;
 - Stanica s ugrađenim stranim genima rekombinantna je stanica
 - Griffithov pokus transformacije bakterija: → nasljedna uputa zapisana u mol DNA
 - KONJUGACIJA-prijenos genetičke informacije iz jedne bakterijske stanice u drugu preko konjugacijskog mostića; spolni način razmnožavanja kod bakterija
 - Indirektni prijenos gena iz stanice davateljice (donor) u stanicu primateljicu (recipijent) koji uključuje stanični kontakt
 - TRANSDUKCIJA-prijenos gena iz jedne bakterije u drugu s pomoću bakterijskih virusa ili bakteriofaga, koristi se u genetskom inženjeringu

-zbog relativne jednostavnosti, lakog uzgoja i kratkog životnog ciklusa prokarioti i virusi idealni su za studiranje biokemijskih i molekularnih aspekata genetike

MAJČINSKO ILI CITOPLAZMATSKO NASLJEĐIVANJE

Godine 1909. **Carl Correns** je istraživao nasljeđivanje žutih ili bijelih mrlja na listovima ukrasne biljke noćurka *Mirabilis jalapa*. Uočio je da je boja listova potomaka bila uvijek identična majčinskoj biljci, a nikada nije bila kao očinska biljka jer je nasljeđivanje šarolikosti listova noćurka pod kontrolom gena u kloroplastima.

Plodnice sa grane koja ima fenotip listova (majka)	Polen sa grane koja ima fenotip listova (otac)	Fenotip listova potomstva uzgojenog iz sjemena
bijelo 	bijelo 	bijelo 
bijelo 	zeleno 	bijelo 
bijelo 	varijegacija 	bijelo 
zeleno 	bijelo 	zeleno 
zeleno 	zeleno 	zeleno 
zeleno 	varijegacija 	zeleno 
varijegacija 	bijelo 	varijegacija, bijelo, zeleno 
varijegacija 	zeleno 	varijegacija, bijelo, zeleno 
varijegacija 	varijegacija 	varijegacija, bijelo, zeleno 

MITOHONDRIJSKA DNA I FORENZIČNA MEDICINA

Osim DNA iz jezgre stanice u identifikacijskim postupcima korisna je i mitohondrijska DNA (mtDNA). Možemo je pronaći u mitohondrijima smještenim u citoplazmi svake stanice u ljudskom tijelu. MtDNA predstavlja 0.5% cjelokupne DNA i moguće ju je odvojiti od DNA iz jezgre. MtDNA je prisutna u velikom broju kopija u svima stanicama te je veća vjerojatnost da se očuva duži period nego genomska DNA. Korisna je u forenzičnim postupcima identificiranja, jer se nasljeđuje samo po majčinoj lozi i najbolji je put u testiranju porodične povezanosti između nekoliko generacija predaka i njihovih nasljednika. Sva braća i sestre imaju isti slijed mtDNA. Analize mtDNA proširile su raspon analiza s uzoraka starih nekoliko tisuća godina na više od trinaest milijuna godina. MtDNA korištena je u analizi sedam tisuća godina starog moždanog tkiva, 500 godina starih koštanih ostataka, te kostiju iz groba carske obitelji Romanov u Rusiji čiji su članovi ubijeni 1918. godine. Naime, nakon pada komunizma posmrtni ostaci ruskoga cara Nikole II., njegove supruge i triju kćeri ekshumirani su 1991. godine, ali posmrtni ostaci carevića Alekseja i njegove sestre Marije nisu bili među tim ostacima. Godine 2007. pronađene su kosti dvaju osoba za koje se analizom mtDNA utvrdilo da su nedostajući članovi obitelji Romanov. Tek je u novijoj povijesti forenzične medicine moguće napraviti takove analize.



POPULACIONA GENETIKA

Mendelovska populacija (ili reproduktivna populacija) je zajednica jedinki iste vrste koje se razmnožavaju polno (ukrštanje (parenje) je po principu slučajnosti) i dele zajednički set gena (genofond).

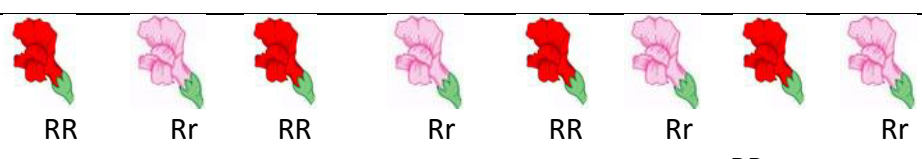
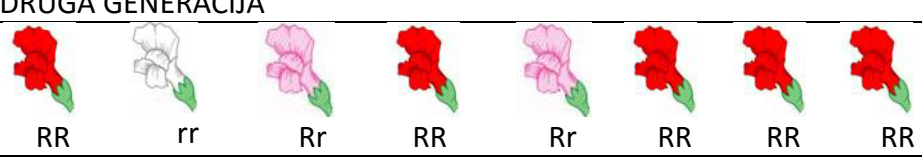
Genetička struktura populacije je određena svim alelima svih gena (genofondom) jedne populacije. U slučaju diploidnih jedinki koje se seksualno razmnožavaju genetička struktura je okarakterisana rasporedom alela u genotipovima. Ona se izražava učestalošću alela i učestalošću genotipova. Izuzev retkih mutacija, jedinke se rađaju i umiru sa istim setom alela, ono što se genetički menja tokom vremena je genetička struktura populacije.

Engleski matematičar Hardi i nemački lekar Veinberg su došli do zaključka da bi populacije organizama u određenim uslovima trebalo da održavaju istu genetičku strukturu iz generacije u generaciju. Njihov zakon je najvažniji princip u populacionoj genetici jer on nudi jednostavno objašnjenje za to kako Mendelova pravila koja proizilaze iz mejoze i seksualnog razmnožavanja utiču na frekvencije alela i frekvencije genotipova.

HARDI-VEINBERGOV ZAKON:

U beskonačno velikoj populaciji, čije se jedinke ukrštaju po principu slučajnosti, i u kojoj se ne dešavaju mutacije, migracije i prirodna selekcija frekvencije alela se **ne** menjaju tokom vremena i sve dok je parenje nasumično frekvencije genotipova će ostati p^2 (frekvencija genotipa AA), $2pq$ (frekvencija genotipa Aa) i q^2 (frekvencija genotipa aa), č. populacija će biti u ravnoteži. (p je frekvencija alela A, a q frekvencija alela q)

HARDY-WEINBERG GENETIČKA RAVNOTEŽA

PRVA GENERACIJA	frekvencija fenotipa	frekvencija alela
	bijela 0 roza 0,5 crvena 0,5 <hr style="width: 100%;"/> 1	R 0,75 r 0,25 <hr style="width: 100%;"/> 1
<p>Račun:</p> <p>Frekvencija fenotipa 4 crvene zijevalice : 8 jedinki u populaciji= 0,5 4 roza zijevalice : 8 jedinki u populaciji= 0,5</p> <p>Frekvencija alela 12 R alela : 16 ukupno alela= 0,75 4 r alela : 16 ukupno alela= 0,25</p>		
DRUGA GENERACIJA	frekvencija fenotipa	frekvencija alela
	bijela 0,125 roza 0,25 crvena 0,625 <hr style="width: 100%;"/> 1	R 0,75 r 0,25 <hr style="width: 100%;"/> 1
<p>Račun:</p> <p>Frekvencija fenotipa 5 crvene zijevalice : 8 jedinki u populaciji= 0,625 2 roza zijevalice : 8 jedinki u populaciji= 0,25 1bijela zijevalica : 8 jedinki u populaciji= 0,125</p> <p>Frekvencija alela 12 R alela : 16 ukupno alela= 0,75 4 r alela : 16 ukupno alela= 0,25</p>		

Iz generacije u generaciju frekvencija fenotipa se razlikuje ali frekvencija genotipa ostaje jednaka.

Vjerojatnost nastanka **RR** genotipa:

$$\text{frekvencija R alela (p) x frekvencija R alela (p) = frekvencija RR genotipa (p}^2\text{)}$$

$$0,75 \times 0,75 = 0,5625$$

56 % jedinki

Vjerojatnost nastanka **rr** genotipa:

$$\text{frekvencija r alela (q) x frekvencija r alela (q) = frekvencija rr genotipa (q}^2\text{)}$$

$$0,25 \times 0,25 = 0,0625$$

6,25 % jedinki

Vjerojatnost nastanka **Rr** genotipa:

$$2 \times \text{frekvencija R alela (p) x frekvencija r alela (q) = frekvencija Rr genotipa (2pq)}$$

$$2 \times 0,75 \times 0,25 = 0,375 \text{ ili}$$

$$1 - \text{frekvencija RR genotipa} - \text{frekvencija rr genotipa} = \text{frekvencija Rr genotipa}$$

$$1 - 0,5625 - 0,0625 = 0,375 \text{ ili } 37 \% \text{ jedinki}$$

Ukratko ovaj zakon nam objašnjava šta se dešava sa frekvencijama alela i genotipova populacije tokom prenošenja alela iz generacije u generaciju i u odsustvu procesa bitnih za evoluciju.

Uslovi da bi H-V zakon važio :

1. **Populacija mora biti beskonačno velika**, jer ako je ograničene veličine genetički drift može izazvati promene u frekvencijama alela, a time i promene u genotipskim frekvencijama. Ova pretpostavka je nerealna (ni jedna populacija nema beskonačno mnogo jedinki), ali se jako velike populacije mogu smatrati približno beskonačnim. Dakle, nije neophodno da populacija bude baš beskonačno velika da bi važio H-V zakon.

2. **Ukrštanje mora biti po principu slučajnosti**. Po definiciji nasumično parenje znači da je verovatnoća (ili učestalost) ukrštanja između dva genotipa jednaka proizvodu njihovih genotipskih frekvencija.¹

3. U **populaciji ne sme doći do mutacija, migracija i prirodne selekcije**. Drugim rečima genofondu se ne smeju dodavati ili oduzimati aleli, i nas interesuje odnos alelskih i genotipskih frekvencija isključivo na osnovu mejoze i seksualne reprodukcije. Č. uticaj drugih evolutivno važnih procesa mora biti isključen. Ovo stanje se odnosi samo na ispitivani lokus

Ako su nam poznate frekvencije alela:

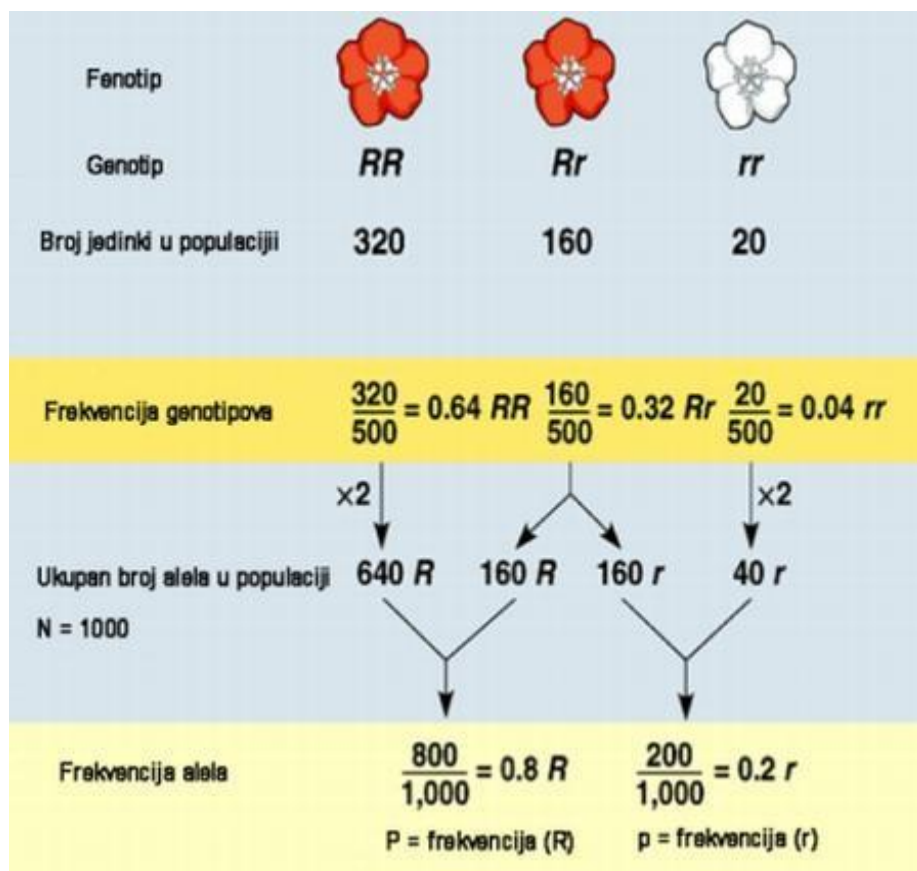
$$R = 0,8; r = 0,2$$

$$R+r = 0,8 + 0,2 = 1$$

Frekvencije genotipova = $0,8^2 (RR) + 2 \times 0,8 \times 0,2 (Rr) + 0,2^2 (rr)$ Ovi su genotipovi roditelji u sljedećoj generaciji te daju gamete sa sljedećim frekvencijama:

$$R = RR + \frac{1}{2} Rr = 0,64 + 0,16 = 0,8 \quad r = rr + \frac{1}{2} Rr = 0,4 + 0,16 = 0,2$$

Iz ovoga je vidljivo da se frekvencija gena i genotipova nije promijenila u dvije generacije.



¹ Načela H-V zakona se odnose na bilo koj (pojedinačni) lokus za koji se jedinke nasumično ukrštaju, čak i ako ukrštanje nije slučajno za druge lokuse. Dakle populacija ne mora da se ukršta nasumično za sve osobine da bi ovaj zakon važio. Npr. kod ljudi taj zakon ne važi za boju kože ili IQ, ali važi za MN krvne grupe.

Ako umesto dva alela neki lokus ima tri različita alela (npr. A, B i C, čije su frekvencije p, q i r respektivno) onda će genotipske frekvencije ponovo biti određene alelskim frekvencijama \hat{c} :

p^2 će biti frekvencija genotipa AA
 $2pq$ će biti frekvencija genotipa AB
 q^2 će biti frekvencija genotipa BB
 $2pr$ će biti frekvencija genotipa AC
 $2qr$ će biti frekvencija genotipa BC i
 r^2 će biti frekvencija genotipa CC.
 $(p + q + r)^2 = p^2 + 2pq + q^2 + 2pr + 2qr + r^2$

Mutacije takođe imaju sposobnost da menjaju frekvencije alela u okviru populacije. Ako zamislimo populaciju od 50 jedinki koje sve imaju genotip AA onda je frekvencija alela A, $p = 1$, ($p = (2 \times 50) / 100$). Ako se desi jedna mutacija $A \rightarrow a$, populacija se tada sastoji od 49 AA jedinki i jedne Aa jedinke, dakle frekvencija alela A je $p = ((2 \times 49) + 1) / 100 = 0,99$. Sa svakom sledećom mutacijom $A \rightarrow a$, p će biti sve manje. I ako ovakve mutacije nastave da se odvijaju konstantnom stopom tokom dugog perioda vremena p će na kraju postati

Istovremeno prisustvo različitih genetičkih varijanti u jednoj populaciji organizama označava se pojmom genetička varijabilnost prirodnih populacija organizama.

Genetička varijabilnost u okviru prirodnih populacija je bitna iz više razloga:

- ona određuje potencijal za evolutivnu promenu i adaptaciju.
- količina varijabilnosti nam govori o relativnoj važnosti različitih evolutivnih procesa, s obzirom da neki procesi povećavaju, a drugi smanjuju varijabilnost.
- od genetičke varijabilnosti može zavistiti način na koji nastaju nove vrste.

Parametri kvantifikovanja genetičke raznovrsnosti u genofondu

Genofond (gene pool) je skup gena, sveukupnost gena jedne populacije sadržan u gametima date populacije, \hat{c} . skup genoma jedinki date populacije.

Veličina varijabilnosti u okviru prirodnih populacija se obično meri pomoću dva parametra : proporcijom polimorfnih lokusa i heterozigotnošću.

Za gen (lokus) se kaže da je polimorfan ako ima dva ili više alela u populaciji. *Smatra se da je jedan lokus polimorfan ako frekvencija² njegovog najčešćeg alela nije veća od 0,95. Drugi kriterijum bi bio da je frekvencija njegovog najčešćeg alela jednaka ili manja od 0,99.*

Proporcija polimorfnih lokusa (P) se izračunava deljenjem broja polimorfnih lokusa sa ukupnim brojem ispitanih lokusa.

$P = m_p / m$ P- proporcija polimorfnih lokusa
 m_p - broj polimorfnih lokusa
 m - ukupan broj lokusa

Merenje varijabilnosti pomoću proporcije polimorfizma daje samo opštu sliku o varijabilnosti u populaciji, jer tretira na isti način lokuse koji su različito polimorfni (npr. jedan lokus sa 2 alela, kao i jedan lokus sa 20 alela). Zato se smatra da je bolja mera varijabilnosti prosečna frekvencija heterozigotnosti individua po lokusu \hat{c} . heterozigotnost populacije.

Heterozigotnost populacije (H) se izračunava na taj način što se prvo odredi frekvencija heterozigotnih individua na svakom lokusu, a zatim izračuna prosek za sve lokuse.

Frekvencija alela je broj kopija tog alela u populaciji podeljen sa brojem svih alela istog lokusa u populaciji (npr. U populaciji od 15 jedinki, dati alel se javio 10 puta, njegova frekvencija je $10/30 = 0,33$

Delovanje i efekat prirodne selekcije; favorizovanje heterozigota; selekcija protiv recesivnog i dominantnog alela

Prema H-V zakonu genotipske frekvencije, u slučaju da nema selekcije, su p^2 , $2pq$ i q^2 . Kada dođe do selekcije samo neki genotipovi će preživeti i pojaviti se u sledećoj generaciji. Doprinos svakog genotipa sledećoj generaciji biće jednak početnoj frekvenciji tog genotipa pomnoženoj njegovom adaptivnom vrednošću. Relativan doprinos svakog genotipa se izračunava deljenjem doprinosa svakog genotipa sa *srednjom adaptivnom vrednošću populacije* (\bar{W}).

$$\bar{W} = p^2W_{11} + 2pqW_{12} + q^2W_{22}$$

Relativan doprinos svakog od genotipova je u stvari relativna frekvencija tog genotipa nakon selekcije.

1. $W_{11} = W_{12} = W_{22} = 1$. Sve adaptivne vrednosti su jednake i nema selekcije.

² Frekvencija alela je broj kopija tog alela u populaciji podeljen sa brojem svih alela istog lokusa u populaciji (npr. U populaciji od 15 jedinki, dati alel se javio 10 puta, njegova frekvencija je $10/30 = 0,33$

2. $W_{11} = W_{12} < 1$ i $W_{22} = 1$. Heterozigot ima adaptivnu vrednost jednako adaptivnoj vrednosti dominantnog homozigota, ali manju od adaptivne vrednosti recesivnog homozigota. Prirodna selekcija deluje protiv dominantnog alela.

3. $W_{22} < 1$ i $W_{12} = W_{11} = 1$. Heterozigot kao i dominantni homozigot imaju najveću adaptivnu vrednost koja je veća od adaptivne vrednosti recesivnog homozigota. Prirodna selekcija deluje protiv recesivnog alela.

4. $W_{11} < W_{12} < 1$ i $W_{22} = 1$. Vrednost fitnesa heterozigota je srednje veličine u odnosu na vrednosti jednog i drugog homozigota. Prirodna selekcija deluje bez dominantnog efekta.

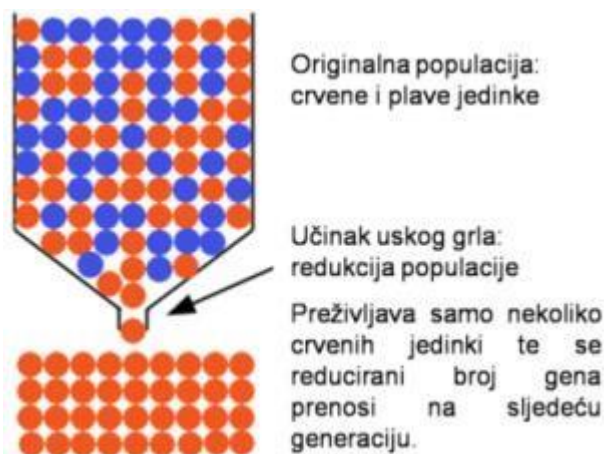
5. $W_{11}, W_{22} < 1$ i $W_{12} = 1$. Heterozigot ima najvišu adaptivnu vrednost, a homozigoti imaju niže adaptivne vrednosti koje mogu, a ne moraju, biti iste. Prirodna selekcija favorizuje heterozigotni genotip.

6. $W_{12} < W_{11}, W_{22} = 1$. Heterozigot ima niži fitnes nego homozigoti. Za ovakav odnos je potrebno da samo jedan homozigot (nije bitno koji) ima vrednost fitnesa 1. Prirodna selekcija deluje favorizujući homozigotni genotip. Ova selekcija uzrokuje divergenciju između populacija.

GENETIČKI DRIFT

Gubitak alela ili njegova fiksacija u populaciji čistom slučajnošću i nevezano sa selekcijom nazivamo genetički drift (Slika 19.3., 19.4.). Najvažniji faktor za drift je VELIČINA POPULACIJE; što je populacija manja veći je potencijal za genetički drift.

Slika 19.3. Genetički drift u populaciji s malim brojem jedinki; kroz 3 generacije dolazi do gubitka jednog alela (q), a fiksacije drugog (p).

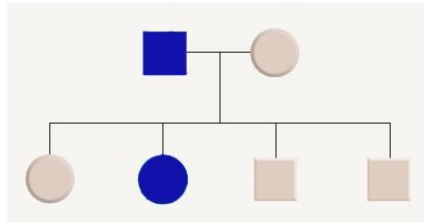


Slika 19.4. Učinak uskog grla – broj članova populacije je reduciran te se na sljedeću generaciju prenosi reducirani broj alela (gena).

ZADATCI



1. Jedinka obojana plavom bojom na slici ima genetičku nepravilnost koja se nasljeđuje x-vezanim nasljeđivanjem. Shematski prikaži križanje roditelja prikazanih na slici koji su dobili djevojčicu s izraženom genetičkom nepravilnosti.



2. Muškarac s hemofilijom došao je kod liječnika. Zabrinut je jer se nedavno oženio ženom koja ne boluje od hemofilije, te planiraju obitelj. Kaže kako njegovi brat, sestra, majka i otac nemaju problema s ovom teškom bolešću. Tri sestre njegove majke nemaju ovu bolest, ali njihov brat ima. Baka i djed s mamine strane nisu imali hemofiliju. Nacrtaj rodoslovno stablo ove obitelji.

3. Kod tigrova i lavova može se povremeno dogoditi leucizam (jedinka s bijelim krznom). Međutim, to nisu albini jer nemaju tipične crvene oči. Bijela boja krzna nasljeđuje se recesivnim genom. Promatrajući sliku lava po kojim još karakteristikama možeš zaključiti da nije riječ o mutaciji gena za albinizam?

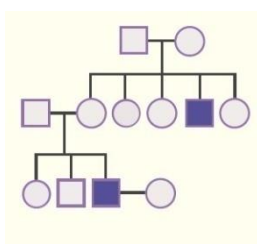


4. Heterozigotna biljka graška koja je visoka (T) s žutim sjemenom (Y) podvrgnuta je samooplodnji. Koja je vjerojatnost da novonastali potomak bude visok i žutih sjemenki, visok i zelenih sjemenki i nizak i žutih sjemenki? Prikaži način na koji si došao/došla do odgovora. Aleli su: T = visoka biljka, t = niska biljka, Y = žuto sjeme, y = zeleno sjeme.
5. Grašak je heterozigot za tri gena (Tt, Rr, Yy). Navedeni aleli imaju sljedeće značenje: T = visoka biljka, t = niska biljka, R = okruglo sjeme, r = naborano sjeme, Y = žuto sjeme, y = zeleno sjeme. Ukoliko je došlo do samooplodnje navedi koji će biti fenotipovi potomaka i u kojem postotku će svaki fenotip biti zastupljen.

Rješenja:

1. P: ♂ **XY** x ♀ **XX**
F₁: **XX** **XX** XY **XY**

2.



4. Po crnom pigmentu usta i nosa.

4.

Cross: $TtYy \times TtYy$

♂	TY	Ty	tY	ty
♀	TY	Ty	tY	ty
	TTY	$TTYy$	$TtYY$	$TtYy$
	Tall, yellow	Tall, yellow	Tall, yellow	Tall, yellow
	$TTYy$	$Ttyy$	$TtYy$	$Ttyy$
	Tall, yellow	Tall, green	Tall, yellow	Tall, green
	$TtYY$	$TtYy$	$ttYY$	$ttYy$
	Tall, yellow	Tall, yellow	Dwarf, yellow	Dwarf, yellow
	$TtYy$	$Ttyy$	$ttYy$	$ttyy$
	Tall, yellow	Dwarf, green	Dwarf, yellow	Dwarf, green

Prvo treba izračunati pojedinačne omjere za svaki traženi fenotip a potom ih zbrojiti:

Visok s žutim sjemenom = $9/(9 + 3 + 3 + 1) = 9/16$

Visok s zelenim sjemenom = $3/(9 + 3 + 3 + 1) = 3/16$

Nizak s žutim sjemenom = $3/(9 + 3 + 3 + 1) = 3/16$

Zbroj pojedinačnih fenotipa : $9/16 + 3/16 + 3/16 = 15/16 = 0.94 = 94\%$

Dakle zbroj tri tražena fenotipa iznosi 15/16 ili 94%.

5. Kako bismo riješili ovaj problem potrebno je konstruirati tablicu koja se sastoji od 64 polja. U tom slučaju bilo bi 8 muških i 8 ženskih gameta: TRY, TRy, TrY, tRY, trY, Try, tRy i try.

Jednostavnije rješenje je da svaki gen križamo zasebno, a potom ih kombiniramo tako da pomnožimo očekivane fenotipske omjere za svaki gen. Dakle križamo $TtRrYy \times TtRrYy$, a tablice za svaki pojedini gen su:

♂	T	t
♀	T	t
	TT	Tt
	Tall	Tall
	Tt	tt
	Tall	Dwarf

3 tall : 1 dwarf

♂	R	r
♀	R	r
	RR	Rr
	Round	Round
	Rr	rr
	Round	Wrinkled

3 round : 1 wrinkled

♂	Y	y
♀	Y	y
	YY	Yy
	Yellow	Yellow
	Yy	yy
	Yellow	Green

3 yellow : 1 green

Tall = visoka
Dwarf = niska
Round = okruglo
Wrinkled = naborano
Yellow = žuto
Green = zeleno

Izračun za ovo trihibridno križanje bio bi:

(3 visoke b. + 1 niska b.), (3 okrugla s. + 1 naborano s.), (3 žuta s. + 1 zeleno s.)

Prvo množimo (3 visoke b. + 1 niska b.) s (3 okrugla s. + 1 naborano s.)

$(3 \text{ visoke b.} + 1 \text{ niska b.}) \times (3 \text{ okrugla s.} + 1 \text{ naborano s.}) =$

$9 \text{ visoke b. okruglo s.} + 3 \text{ niske b. okruglo s.} + 3 \text{ visoke b. naborano s.} + 1 \text{ niske b. naborano s.}$

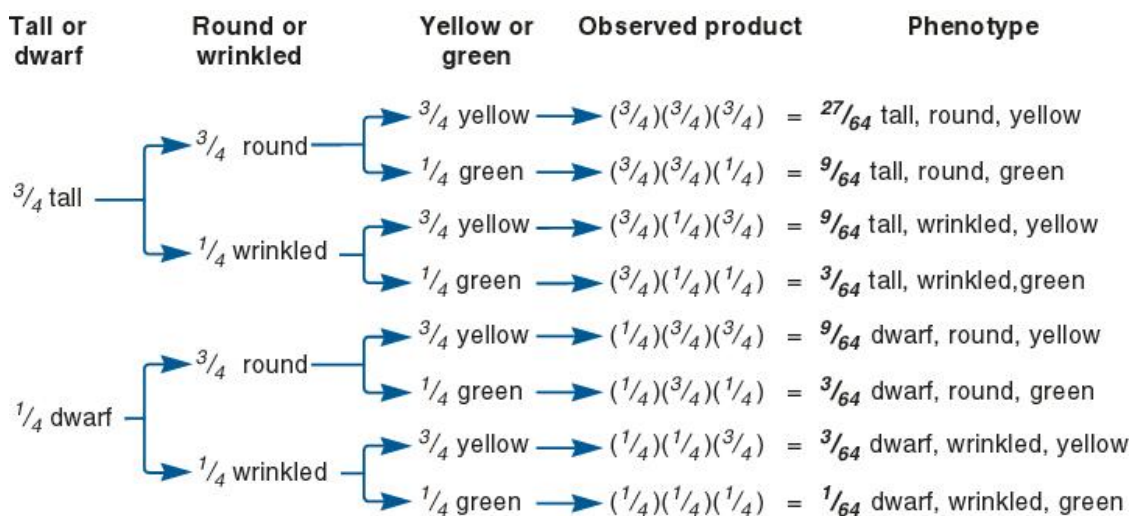
Potom rezultat množimo s (3 žuta s. + 1 zeleno s.)

$(9 \text{ visoke b. okruglo s.} + 3 \text{ niske b. okruglo s.} + 3 \text{ visoke b. naborano s.} + 1 \text{ niska b. naborano s.}) \times (3 \text{ žuto s.} + 1 \text{ zeleno s.}) =$

27 visokih b. okruglih s. žutih s. + 9 visokih b. okruglih s. zelenih s. + 9 niskih b. Okruglih s. žutih s. + 3 niske b. okruglo s. zeleno s. + 9 visokih b. naboranih s. žutih s. + 3 visoke b. naborano s. zeleno s. + 3 niske b. naborano s. žuto s. + 1 niska b. naborano s. zeleno s.

Ova metoda množenja individualnih genskih omjera je znatno jednostavnija od izrade tablice sa 64 polja.

Postoji i alternativna metoda množenja nazvana **forked-line method**.



6. Za veličinu krila i boju tijela vinske mušice (*Drosophila sp.*) koriste se sljedeći simboli za alele:

vg^+ = normalna krila (dominantni alel)

b^+ = crno tijelo (dominantni alel)

vg = degenerirana krila (recesivni alel)

b = sivo tijelo (recesivni alel)

Popuni prazne krugove i polja, te dopuni tablicu.

Roditelji :

genotip (2n):

$vg^+vg^+b^+b^+$

x

$vgvgbb$

fenotip: _____



MEJOZA



gamete (n):

100%



100%



OPLODNJA

F₁ generacija (2n):

genotip: _____

fenotip: 100% heterozigoti za obje osobine = _____

Ukoliko se F₁ jedinke križaju jedna s drugom dobiti ćemo F₂ generaciju

Roditelji:

F₁ genotip (2n): _____

x

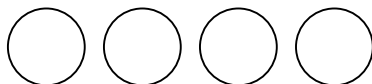
F₁ fenotip: _____



MEJOZA



gamete (n):



OPLODNJA

F₂ generacija (2n):

<u>gamete</u>				

Fenotipski omjer F₂ generacije je ___ : ___ : ___ : ___ .

Mogući genotip za svaki navedeni fenotip je:

a) normalna krila i crno tijelo: _____

b) normalna krila i sivo tijelo: _____

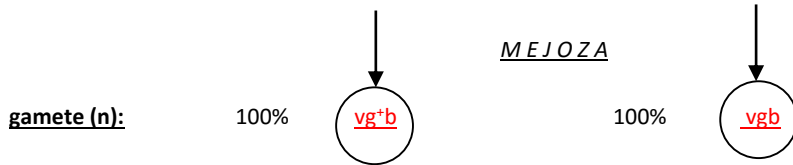
c) degenerirana krila i crno tijelo: _____

d) degenerirana krila i sivo tijelo: _____

Rješenje(6):

Roditelji :

genotip (2n): $vg^+vg^+b^+b^+$ x $vgvgbb$
 fenotip: crno tijelo normalnih krila x sivo tijelo degeneriranih krila



gamete (n):

OPLODNJA

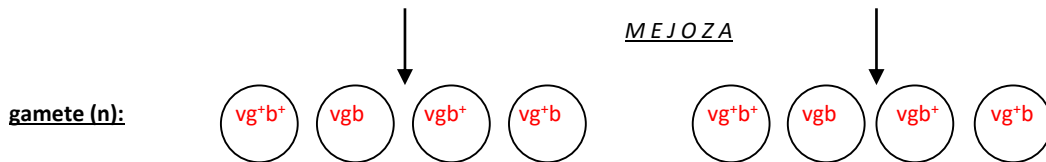
F₁ generacija (2n):

genotip: $vg^+vg^+b^+b$
 fenotip: 100% heterozigoti za obje osobine = crno tijelo normalnih krila

Ukoliko se F₁ jedinke križaju jedna s drugom dobiti ćemo F₂ generaciju

Roditelji:

F₁ genotip (2n): $vg^+vg^+b^+b$ x $vg^+vg^+b^+b$
 F₁ fenotip : crno tijelo normalnih krila x crno tijelo normalnih krila



gamete (n):

OPLODNJA

F₂ generacija (2n):

gamete	vg^+b^+	vgb	vgb^+	vg^+b
vg^+b^+	$vg^+vg^+b^+b^+$	$vg^+vgb^+b^+$	$vg^+vgb^+b^+$	vg^+vgb^+b
vgb	vg^+vgb^+b	$vgvgbb$	$vgvgb^+b$	$vgvg^+bb$
vgb^+	$vg^+vgb^+b^+$	$vgvgb^+b$	$vgvgb^+b^+$	vg^+vgb^+b
vg^+b	vg^+vgb^+b	vg^+vgbb	vg^+vgb^+b	vg^+vg^+bb

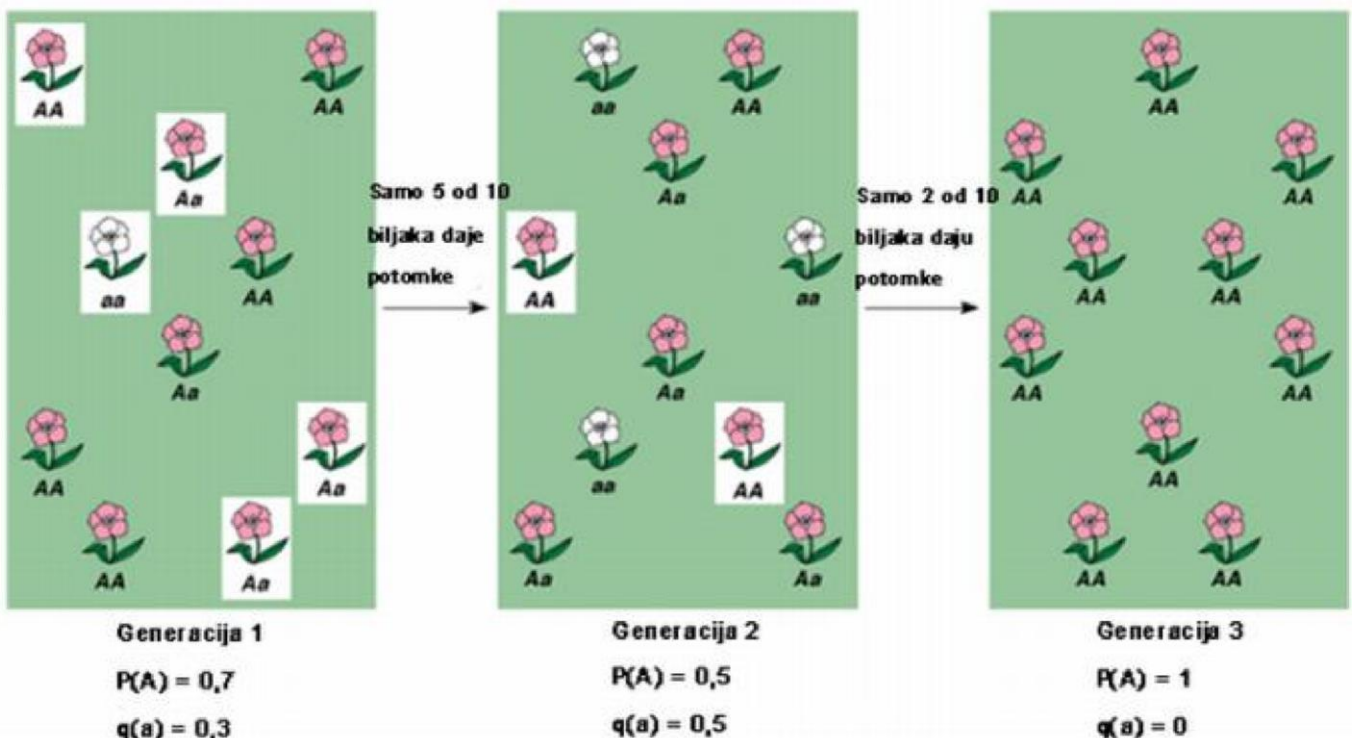
Fenotipski omjer je F₂ generacije je 9:3:3:1.

Moguć genotip za svaki navedeni fenotip je:

- normalna krila i crno tijelo: $vg^+vg^+b^+b^+$, $vg^+vgb^+b^+$, vg^+vgb^+b , $vg^+vg^+b^+b$
- normalna krila i sivo tijelo: vg^+vgbb , vg^+vg^+bb
- degenerirana krila i crno tijelo: $vgvgb^+b$, $vgvgb^+b^+$
- degenerirana krila i sivo tijelo: $vgvgbb$

genetika - zadaci

- Cistična fibroza se nasljeđuje kao autozomno-recesivno oboljenje. Roditelji koji nemaju cističnu fibrozu imaju dvoje djece koja su oboljela i troje koja su zdrava. Zamislite da je ovaj par došao kod vas na genetičko savjetovanje.
 - Koja je vjerojatnoća da njihovo sljedeće dijete dobije ovu bolest?
 - Koja je vjerojatnoća da je zdravo dijete heterozigot?
- Hantingtonova bolest (letalno oboljenje) se nasljeđuje autozomno-dominantno. Američki pevač Woody Guthrie je umro od ove bolesti, kao i jedan od njegovih roditelja. Njegova supruga nije imala historiju ove bolesti u porodici. Oni imaju troje djece. Koja je vjerojatnoća da će svako od njih oboljeti?
- Muškarac sa brahidaktilijom (kratkoprstost) oženio se ženom čiji su prsti normalne dužine. Iz tog braka rodila su se djeca sa prstima normalne dužine, ali i djeca sa kratkim prstima. Brahidaktilija se nasljeđuje autozomno-dominantno.
 - Koji su genotipovi roditelja i djece?
 - Koja je vjerojatnoća rađanja djece sa brahidaktilijom?
- Jedan oblik patuljastog rasta (Ahondroplasia) se nasljeđuje monogeno. u jednom cirkusu, u braku dva ahondropazična patuljka rođeno je jedno dijete patuljak a drugo dijete normalnog rasta. Da li je ova osobina dominantna ili recesivna?
- Ukoliko se čovjek koji ima plave oči (recesivno svojstvo) oženi ženom koja ima kestenjaste oči (dominantno svojstvo) čija je majka imala plave oči, koja proporcija djece sa plavim očima može da se očekuje ?
- Alkaptonurija je metabolički poremećaj, oboljele osobe produkuju crni urin. Ova bolest posljedica je postojanja alela a, koji je recesivan u odnosu na alel A koji je odgovoran za normalan metabolizam. Andrija ima normalan metabolizam, ali njen brat i njen otac boluju od alkaptonurije dok je majka zdrava.
 - Odredi genotipove Andrije, njegovog oca, majke i brata ?
 - Ukoliko bi Andrijini roditelji željeli da imaju još jedno dijete, koja je vjerojatnoća da će ono imati alkaptonuriju?
 - Ukoliko bi se Andrija oženio osob sa alkaptonurijom koja je vjerojatnoća rađanja prvog djeteta sa ovom bolešću ?
- Ako majka i dijete imaju krvnu grupu O, koju krvnu grupu otac ne može da ima u tom slučaju?
- Koju krvnu grupu ima čovjek koji ne može da bude otac djetetu koje ima krvnu grupu AB ?
- U slučaju spornog očinstva odrediti ko bi mogao da bude otac djeteta. Majka ima krvnu grupu B, dijete je O krvna grupa, jedan mogući otac je A krvne grupe, a drugi AB. Ko je otac?



10. Spolno vezani recesivni gen d dovodi do pojave daltonizma. Žena normalnog vida, čiji je otac bio slijep za boje, udala se za čovjeka slijepog za boje. Odredi :
- Kolika je vjerojatnoća da će njihovo prvo dijete biti dječak slijep za boje?
 - Kolika je očekivana proporcija kćerki slijepih za boje?
 - Koliko će djece imati normalan vid?
11. Petar i Ana imaju normalan vid. Nakon 10 godina braka, Ana je rodila djevojčicu slijepu za boje. Petar je odmah tražio razvod braka tvrdeći da dijete nije njegovo. Da li je tačno da Petar nije mogao da bude otac? Objasni odgovor. Da je Ana rodila dječaka slijepog za boje, da li bi Petar i tada mogao da tvrdi da nije otac?
12. U braku zdrave žene i muškarca sa miopijom (kratkovidost) rođeno je troje djece. Prvi potomak je muškog pola (osoba 1), dok obje ćerke (osobe 2 i 3) normalno vide. Osoba broj 3 se udala za čovjeka koji normalno vidi i koji ima roditelje koje normalno vide, ali i dvije sestre sa miopijom. Dijete rođeno u ovom braku je kratkovidno. Nacrtati rodoslovna stabla obje porodice. O kom tipu nasljeđivanja je riječ?
13. Hromozom se sastoji od sljedećih segmenata, pri čemu * predstavlja centromeru.

A B C D E * F G

Do kojih mutacija je došlo u sljedećim hromozima?

- A B E * F G
 - A E D C B * F G
 - A B A B C D E * F G
 - A F * E D C B G
14. Gospodin i gospođa Tedić godinama pokušavaju da dobiju dijete, ali bezuspješno, zbog smanjenog broja spermatozoida g-dina Tedića. Testikularnom biopsijom (gdje su vidljivi stupnjevi mejoze) analizirani su kromosomi si svi su izgledi normalno osim para broj 12. Kariotip g-đe Tedić je u potpunosti normalan. Koji tip anomalije kromosoma 12 se uočavaju kod g-dina Tedića?
15. Čovjek slijep za boje ima kćerku genotipa 45, H0 koja ima normalan vid. Da li, na osnovu ovih podataka, može da se zaključi kod kog je roditelja nije došlo do razdvajanja kromosoma?

Rješenja zadataka

- Genotip osobe oboljele od cistične fibroze je aa. Zdravi su AA a prenosioci tj. heterozigoti su Aa. Kako je ovo recesivna bolest roditelji moraju biti heterozigoti Aa pa pri ukrštanju dobijamo AA, Aa, Aa, aa. Vjerojatnoća da je sljedeće dijete bolesno je 25% odnosno 1/4. Vjerojatnoća da će dijete biti heterozigot je 2/3 jer se gledaju samo zdrava djeca a njih je troje.
- Kako je jedan od Vudijevih roditelja imao Hantingtonovu bolest znači da je on heterozigot Aa. Pri ukrštanju sa normalnom osobom aa dobija se potomstvo genotipa Aa, Aa, aa, aa tj. oboljelih će biti 50%.
- Kako se iz ovog braka rodilo dijete i sa normalnom dužinom prstiju zna se da je muškarac heterozigot za ovu anomaliju. Pa pri ukrštanju muškarca Aa i zdrave žene aa dobijaju se djeca sa genotipovima Aa, Aa, aa, aa. Vjerojatnoća rađanja djeteta sa brahidaktilijom je 50% tj. 1/2 djece.
- Kako oboje imaju hondrodistrofiju a imaju normalno potomstvo oni moraju biti heterozigoti za ovu anomaliju tk. Aa. Pri ukrštanju dobijamo djecu sa genotipovima AA, Aa, Aa, aa. Dakle, kako se recesivne osobine ispoljavaju samo u homozigotno-recesivnom stanju ovo oboljenje je dominantno.
- Čovjek sa plavim očima ima genotip aa, žena ima genotip Aa i ima kestenjaste oči jer je recesivan alel nasledila od majke koja je također sa plavim očima tj. genotipom aa. Dakle, pri ukrštanju se očekuje polovina djece sa plavim a polovina sa kestenjastim očima.
- Andrijin otac boluje od ove enzimopatije a velika većina enzimopatija se nasljeđuju recesivno. Dakle, otac ima genotip aa, kako u porodici imaju i oboljelog sina, znači da je majka heterozigot Aa, Andrija također ima genotip Aa, a otac kako je obolio ima genotip aa, kao i Andrijin brat. Iz ukrštanja se dobija da će 50% djece biti bolesno. Ako bi se ona udala za čovjeka sa alkaptonurijom također bi odnos oboljele djece bio 50% i zdrave 50%.
- Ako majka ima krvnu grupu O znači da ima genotip OO isto tako i dijete. Kako je jedan alel O dijete naslijedilo od majke drugi mora od oca. Otac može biti heterozigot AO i BO ali ne može biti AB krvne grupe.
- Čovjek koji ima nultu krvnu grupu tj. OO ne može biti otac djetetu AB (vidi nasljeđivanje krvnih grupa).
- Kako je dijete OO majka mora biti BO odnosno drugi alel O je dobio od oca a mogao je dobiti samo od oca AO jer osoba sa AB nema taj alel.

10. Kako je žena normalna ali je njen otac bio slijep za boje a dao joj je jedan H hromozom i ona je sada aficirana tj. zdrav prinosilac za daltonizam. Ako se ukrsti sa osobom slijepom za boje dobijamo da je vjerojatnoća da će njihovo prvo muško dijete biti slijepo za boje je 1/4 tj. 25%. Oboljelih kćerki će biti 1/2 tj. 50% a normalnih će biti također 50% ali će biti prenosioci.
11. Petar je bio u pravu jer majka zdrav prinosilac za daltonizam ali kako se kod osoba ženskog pola recesivne osobine ispoljavaju u homozigotnom stanju morala bi da jedan matirani alel naslijedi od oca, ali kako je Petar zdrav on joj nikako nije mogao dati ovaj alel. Jedna od mogućnosti bi bila da je rođena djevojčica sa Tarnerovim sindromom sa genotipom HO, onda bi mogao Petar biti otac, ali u zadatku nije rečeno ništa o tome. Da je rodila muško dijete Petar ne bi morao da sumnja.
12. Miopija se nasljeđuje autozomno-recesivno.
- 13.
- Intersticijalna delecija
 - Paracentrična inverzija
 - Duplikacija
 - Pericentrična inverzija
14. Došlo je do inverzije na hromozomu broj 12 jer nosioci inverzija imaju smanjenu fertilitnost (pogledaj strukturne aberacije kromosoma).
15. Do nerazdvajanja je došlo u spermatogenezi oca jer da se desilo kod majke njihova ćerka bi bila sa Tarnerovim sindromom i slijepa za boje.

16. Rješi zadatke.

Iz braka roditelja u kojem otac ima keatenjaste oči (Aa) i tamnu kosu (BB), a majka plave oči (aa) i tamnu kosu (Bb), pomoću Mendelovih zakona dihibridnog ukrštanja odredi:

- odnos fenotipova u F1 generaciji
- odrediti rekombinantne fenotipove
- koliko možemo očekivati potomaka F1 generacija sa kestenjastim očima i tamnom kosom

Aa BB x aa Bb

Gameti:

♀	AB	aB	Ab	ab
♂	aB	AaBB	aaBB	
	ab	AaBb	aaBb	
	aB			
	ab			

- a) odnos fenotipova 8/16 : 8/16

KO PO
TK TK

- b) nema rekombinantnih fenotipova

- c) 8/16 ili 1/2

17. Rješi zadatke.

Iz braka roditelja u kojem otac ima keatenjaste oči (Aa) i tamnu kosu (Bb), a majka plave oči (aa) i plavu kosu (bb), pomoću Mendelovih zakona dihibridnog ukrštanja odredi:

- odnos fenotipova u F1 generaciji
- odrediti rekombinantne fenotipove
- koliko možemo očekivati potomaka F1 generacija sa kestenjastim očima i tamnom kosom

Aa Bb x aa bb

Gameti:

♀		AB	Ab	aB	ab
♂					
	ab	AaBb	Aabb	aabB	aabb
	ab				
	ab				
	ab				

a) odnos fenotipova $4/16 : 4/16 : 4/16 : 4/16$

KO KO PO PO

TK PK TK PK

b) rekombinantnih fenotipova $4/16 : 4/16$

KO PO

PK TK

c) $4/16$ ili $1/4$

18. Koje gamete može dati sljedeći genotip:

a) AaBbCc (ABC , ABc , AbC , Abc , aBC , aBc , abC , abc)

b) AaBBdd (4 x ABd , 4 x aBd)

19. Ukrštanjem činčila sa normalnom (kk) i ekstremno kovrčavom dlakom (KK) daje potomke F1 generacije sa umjereno kovrčavom dlakom (Kk). Postaviti šemu ukrštanja i odrediti:

a) omjer fenotipova i genotipova u F2 generaciji

b) izračunati kolika je vjerovatnoća da će potomci F1 generacije imati umjereno kovrčavu dlaku,

c) na osnovu poznatih fenotipova roditelja i potomaka odrediti o kojem se tipu nasljeđivanja radi .

a)

P: kk x KK F1: Kk x Kk

G: k k K K G2: K k K k

F1: Kk Kk Kk Kk F2: KK Kk Kk kk

1 : 1 : 1 : 1

1 : 2 : 1 omjer genotipova i fenotipova

b) svi potomci F1 generacija će imati umjereno kovrčavu dlaku, a vjerovatnoća je $P= 1$ ili 100%

c) Pošto potomci F1 generacije fenotipski za datu osobinu ne izgledaju kao roditelji radi se o Intermedijarnom ili kodominantnom tipu nasljeđivanja.

20. Čovjek sa plavim očima čiji su roditelji imali smrđe oči oženi se sa ženom smeđih očiju i dobiju dijete sa plavim očima. Postaviti šemu ukrštanja i odrediti:

a) genotipove roditelja djeteta,

b) kolika je vjerovatnoća (izgledi) da prvo dijete iz braka u kome su roditelji heterozigoti sa smeđim očima dobiju dijete sa plavim očima,

c) kolika je vjerovatnoća da će i drugo dijete iz ovog braka heterozigota imati plave oči.

a)

P: ♂ aa x ♀ Aa genotipovi roditelja :

G: a a A a

F1: Aa Aa aa aa

50% 50%

b)

P: ♂ Aa x ♀ Aa genotipovi roditelja heterozigota

G: A a A a

F1: AA Aa Aa aa
smeđe oči plave oči
75% 25%
3 : 1 omjer fenotipova

Vjerovatnoća (izgledi) da prvo dijete iz braka u kome su roditelji heterozigot sa smeđim očima dobiju dijete sa plavim očima iznosi 25% ili $P = 0,25$

c) Vjerovatnoća da će i drugo dijete iz ovog braka heterozigota imati plave oči jednaka je umnošku vjerovatnoća prvog i drugog događaja tj. $P = 0,25 \times 0,25 = 0,0625$ ili $V = 1/4 \times 1/4 = 1/16$

21. Ako se čovjek sa smeđim očima oženi sa ženom plavih očiju i njihovo četvero djece ima smeđe oči,

a) da li možemo biti sigurni da je taj čovjek homozigot ili heterozigot za dato svojstvo?

Šta je vjerovatnije od ove dvije mogućnosti?

b) Ako imamo podatak da peto dijete ima plave oči dali će nam to možda dati odgovor?

a) P: ♂ Aa x ♀ aa

P: ♂ AA x ♀ aa

G: A a a a

G: A A a a

F1: Aa Aa aa aa
50% 50%

F1: Aa Aa Aa Aa
100% smeđe oči

Nemožemo biti sigurni da li je taj čovjek homozigot ili heterozigot za dato svojstvo.

Po ovim podacima vjerovatnija je mogućnost da je homozigot.

b) Podatak da peto dijete ima plave oči nam definitivno daje odgovor da je čovjek za dato svojstvo heterozigot.

22. Mladić čiji otac ima hemofiliju oženi se sa fenotipski zdravom djevojkom. Kolika je vjerovatnoća da njihova djeca neće imati hemofiliju?

Prva mogućnost. P: XY x XX z - zdrav
G: X Y X X b- bolestan
F1: XX XX XY XY p- prenosnik
z z z z

Svi potomci i muški i ženski fenotipski i genotipski zdravi

Druga mogućnost: P: XY x $\bar{X}X$ z - zdrav
G: X Y \bar{X} X b- bolestan
- - p- prenosnik

$$\begin{array}{cccc}
 \text{F1:} & \text{XX} & \text{XX} & \text{XY} & \text{XY} \\
 & \text{p} & \text{z} & \text{b} & \text{z} \\
 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\
 & & & & 25\%
 \end{array}$$

Vjerovatnoća da njihova djece neće imati hemofiliju iznosi 75% ili $P = 0,75$

23. Fenotipski zdrava žena sa normalnim vidom ima oca slijepa za boje –Daltonista. Ona se uda za čovjeka koji normalno vidi boje. Šta se može očekivati u pogledu sposobnosti razlikovanja boja kod njihove djece?

Prva mogućnost. P: XY x XX z - zdrav
b- bolestan
p- prenosnik

G: X Y X X p- prenosnik

$$\begin{array}{cccc}
 \text{F1:} & \text{XX} & \text{XX} & \text{XY} & \text{XY} \\
 & \text{z} & \text{z} & \text{z} & \text{z}
 \end{array}$$

Svi potomci i muški i ženski fenotipski i genotipski zdravi

Druga mogućnost: P: XY x $\bar{X}X$ z - zdrav
b- bolestan
p- prenosnik

G: X Y \bar{X} X p- prenosnik

$$\begin{array}{cccc}
 \text{F1:} & \bar{X}X & XX & \bar{X}Y & XY \\
 & \text{p} & \text{z} & \text{b} & \text{z} \\
 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\
 & & & & 25\%
 \end{array}$$

U slučaju da je žena od oca naslijedila mutirani gen na X- hromozomu (\bar{X}) može se očekivati sljedeće:

- vjerovatnoća da će muško dijete biti bolesno iznosi 25%
- vjerovatnoća da će muško dijete biti zdravo iznosi 25%
- vjerovatnoća da će žensko dijete biti fenotipski zdravo ali prenosnik mutiranog gena iznosi 25%
- vjerovatnoća da će žensko dijete biti i genotipski zdravo iznosi 25%

24. Iz braka fenotipski zdravih roditelja sa smeđom bojom očiju rodilo se muško dijete sa hemofilijom i plavim očima. Odredi:
- a) kakvi su genotipovi roditelja,
 - b) kolika je vjerovatnoća da se iz ovakvog braka rodi dijete sa hemofilijom i plavim očima

a)
za hemofiliju:

P: XY x $\bar{X}X$ z - zdrav
b- bolestan
p- prenosnik

G: X Y \bar{X} X p- prenosnik

$$\begin{array}{cccc}
 \text{F1:} & \bar{X}X & XX & \bar{X}Y & XY \\
 & \text{p} & \text{z} & \text{b} & \text{z} \\
 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\
 & & & & 25\%
 \end{array}$$

Otac II: A, N, cdE/cde (Rh⁻)

Za oca I: Pošto je otac (Rh⁺) dominantan homozigot DD, a majka (Rh⁻) dd nema mogućnosti da djete bude Rh-negativne krvne grupe.

P: DD x dd

G: D D d d

F1: Dd Dd Dd Dd svi potomci su Rh- pozitivni

Za oca II:

P: ♂ AO x ♀ AO

F1: AA, AO, AO, OO

Krvne grupe: A A A O moguća A krvna grupa kao u djeteta

P: ♂ MM x ♀ NN

F1: MN, MN, MN, MN

Krvne grupe: MN MN MN MN odgovara MN grupi kao u djeteta

P: ♂ cdE/cde x ♀ cde/cde

G: cdE cde cde cde

F1: cdE/cde cdE/cde cde/cde cde/cde genotip cde/cde odgovara genotipu djeteta.

Mogući otac djeteta je osoba II, dok osoba I sigurno nije otac djeteta.

Zadaci iz genetike - studenti

Pitanje:

U čovjeka albinizam uzrokuje recesivni alela, dok je normalna pigmentacija pod kontrolom dominantnog alela A. Roditelji normalne pigmentacije imaju albino dijete. Koja je vjerojatnost da će:

- sljedeće dijete biti albino?
- sljedeća dva djeteta biti albino?
- sljedeće troje djece imati normalnu pigmentaciju?
- drugo dijete biti albino a treće normalne pigmentacije?
- od sljedeće dvoje djece jedno biti albino, a drugo normalne pigmentacije?

Ja sam pokušao ovako, ali nisam siguran da li dobro radim pa molim za pomoć:

Pošto je do izražaja došao albinizam znači da su oba roditelja heterozigoti (Aa):

P: Aa x Aa

F1: AA Aa Aa aa

Dakle vjerojatnost da je prvo dijete albino je 1/4 ili 25%. ali a) zadatak pita vjerojatnost za sljedeće dijete, to se očito misli na 2. porud, kada je u zadatku naglašeno "...imaju albino dijete", - onda bi to valjda bilo ako se radi o drugom porodu ovako: $1/4 * 1/4 = 1/16 = 6.25\%$ vjerojatnost?

b) možda drugi i treći porod, ako piše "sljedeća dva": $1 * 4 * 1/4 * 1/4 = 1.56\%$

c) u prvom porodu 75% djece je zdravo, ali traže nas za sljedeće troje djece: (3/4) na četvrtu = 31.64% (ne znam da li računam i prvi porod u tim zadacima)

d) 6.25%; 42.19%

e) ne znam

Pošto su to sve nezavisni događaji samo treba pojedinačne vjerovatnoće pomnožiti, kao što si ti uradio/la.

pod e) $2!/1!1!x1/4x3/4=3/8$

1. Ukoliko je $2n=20$, koliko je molekula DNK prisutno u pentazomičnom gametu?

Rešenje 14. Ako možete da mi pojasnite ovaj zadatak.

2. Od osnovnih izvora energije u organizmu prvi se metabolišu:

- a) lipidi
- b) vitamini
- c) ugljeni hidrati
- d) proteini

3. Kod morskog ježa prva vidljiva reakcija kontakta spermatozoida sa jajnom ćelijom je:

- a) vitelogeneza
- b) aksonema
- c) obrazovanje fertilizacione kupe
- d) spermiogeneza

1. Ukoliko je $2n=20$, koliko je molekula DNK prisutno u pentazomičnom gametu?

Rešenje 14. Ako možete da mi pojasnite ovaj zadatak.

Normalan gamet ima $n=10$ hromozoma, a pentazomičan umjesto po jedan od svakog hromozoma ima jedan hromozom upetostručen (penta= pet) a 9 ostalih hromozoma su u normalnom broju (po jedan). To znači da ima 4 hromozoma više od normalnog tj. 14

2. Od osnovnih izvora energije u organizmu prvi se metabolišu:

- a) lipidi
- b) vitamini
- c) **ugljeni hidrati**
- d) proteini

3. Kod morskog ježa prva vidljiva reakcija kontakta spermatozoida sa jajnom ćelijom je:

- a) vitelogeneza
- b) aksonema
- c) **obrazovanje fertilizacione kupe**
- d) spermiogeneza

kada jedna osobina ima 9 različitih stepena izražajnosti može se zaključiti da se radi o:

- 1. trihibridnom ukrštanju
- 2. poligenom nasljeđivanju pod kontrolom tri para gena
- 3. aditivnoj poligeniji pod kontrolom četiri para gena
- 4. poligenom nasljeđivanju pod kontrolom 9 pari gena.....

Tačno je **3. aditivnoj poligeniji pod kontrolom četiri para gena**

Pri aditivnoj poligeniji osobinu određuje više gena, u ovom zadatku su to 4 gena i svaki obrazuje po par alela (ukupno, znači 8 alela/gena). Najveći stepen izražajnosti osobine daje genotip koji sadrži svih 8 dominantnih alela (AABBCCDD), pa stepen izražajnosti opada kako opada broj dominantnih alela u genotipu na 7 (pr. AaBBCCDD), pa 6 (Npr. aaBBCCDD) itd. sve do najmanjeg stepena kod genotipa koji nema dominantne alele tj. svi su recesivni (aabbccdd)

Imamo 9 smeđih miševa, 4 crna miša i 4 bela. Zbog čega oni nisu iste boje?

Malo je pitanje nedorečeno, al' pretpostavljam da se radi o intermedijarnom (nepotpuno dominantnom) nasljeđivanju, kod koga se javlja taj fenotipski odnos 1:2:1. Crnu boju miševa određuje alel (gen) A1 koji mora biti u homozigotnom stanju, odnosno, genotip crnih miševa je A1A1. Isto važi i za bele miševe, samo što je drugi alel u pitanju, obilježiti ćemo ga kao A2, a njihov genotip A2A2. Smeđi miševi nastaju kombinacijom ova dva alela, tj. oni su heterozigoti A1A2.

Iz međusobnog ukrštanja dva smeđa miša, genotipa A1A2 dobije se:

P: **A1A2 x A1A2**

F1: **A1A1, A1A2, A1A2, A2A2**

25% CRNIH, 50% SMEDIH, 25%BELIH

Imam pitanje, ako bi neko mogao da mi pomogne "Otac je daltonista, a majka nosi gen za ovo oboljenje, koja je vjerovatnoća da im dijete bude dječak i daltonista, ponuđeni odgovori su a) 0%; b) 25%; c) 50%; d) 75%; e) 100%; "

Otac daltonista je X^*Y (X^* nosi gen za daltonizam), majka je X^*X (heterozigotni prenosilac, zdrava).

P: $X^*X \times X^*Y$

F1: X^*X^* , XX^* , X^*Y , XY

vjerovatnoća je 0,25

Žena, čiji je otac imao hemofiliju, u braku sa normalnim muškarcem ima sina. Kolika je vjerovatnoća da je sin obolio?

Šta je majka ovog djeteta, heterozgot ili recesivni homozigot?

Žena je heterozigot zato što je njen otac imao hemofiliju pa je od njega naslijedila X hromozom sa recesivnom mutacijom za hemofiliju (X^*), a pošto je zdrava znači da je drugi X hromozom bez mutacije (X).

P: $X^*X \times XY$

F1: X^*X , XX , X^*Y , XY

vjerovatnoća je 50% (posmatraju se samo sinovi jer je naglašeno tako u zadatku)

Imam nekoliko pitanja:

1. Muškarac krvne grupe A, čiji je otac krvne grupe B, sa ženom krvne grupe B može imati potomstvo koje krvne grupe?

2. Ako su roditelji krvne grupe AB, M, O, N, odrediti koliko ima genotipova a koliko fenotipova?

3. Odrediti krvnu grupu roditelja ako njihovo potomstvo posjeduje:

a) 1/2 A b) 1/4 B

4. Da li alele posjeduju svi organizmi?

5. Da li možete da mi napišete nešto o Rh krvnim grupama?

1. Muškarac A krvne gr. ima genotip AO (zato što mu je otac B kr.gr. pa je od njega naslijedio O alel), a žena je BO (uzima se taj genotip zato što on daje sve moguće kombinacije u potomstvu). Iz toga braka se sa podjednakom vjerovatnoćom od po 25% mogu roditi djeca sve 4 kr. gr. dakle A, B, AB ili O.

P: $AO \times BO$

F1: AB, AO, BO, OO

2. idemo dalje sa rešenjima:

2. P: $ABMM \times OONN$ (genotipovi roditelja)

gam: AM i BM ON (gameti, tj. primjena 1. Mendelovog pravila: razdvajanje alela prilikom obrazovanja gameta)

F1: $AOMN$, $AOMN$, $BOMN$, $BOMN$

- ima dva različita fenotipa: 1. A, MN krvna grupa; 2. B, MN krvna grupa; fenotipski odnos je 1:1 (ili 50%:50%)

- dva različita genotipa ($AOMN$ i $BOMN$)

3.a) pošto je 1/2 djece sa A kr.gr onda su njihovi roditelji genotipova AA i BO

P: $AA \times BO$

F1: AB, AB, AO , AO

b) P: $AO \times BO$

F1: AB, AO , BO, OO

4. da, samo ih nemaju svi geni; kod čovjeka je veliki broj gena monomorfna (geni koji imaju samo jedan oblik)

-od tog 3. zadatka (odrediti krvnu grupu roditelja ako njihovo potomstvo posjeduje 1/2 A krv. gr.), da li genotip roditelja pored AA i BO može biti i AB i OO?

-Imam jedno pitanje vezano za alele, znam da se oni nalaze u istom genskom položaju na homolognim hromozomima koje dobivamo jedan od oca jedan od majke. Da li to znači da su aleli karakteristični samo za biseksualne organizme?

-Zanima me još kako sve izgleda hromozom u S fazi?

Odgovori:

-mogu roditelji da imaju i genotipove AB i OO

P: AB x OO

F1: AO, AO, BO, BO (50% djece ima A krv. gr.)

- lijepo pitanje; kod biseksualnih, diploidnih organizama oni su u paru; kod organizama koji imaju npr. tri garniture hromozoma (3n) kakve su neke biljke, tu su aleli u triplikatu; aleli postoje kod svih samo je pitanje koliko garnitura hromozoma ti organizmi imaju pa se prema tome i aleli javljaju u određenom broju

-hromozom u S fazi prolazi kroz proces replikacije (dupliranje DNK) pa prije tog procesa ima 1 hromatidu i centromeru, a posle izvršene replikacije ima dvije hromatide spojene centromerom

- 1) Muškarac A krvne grupe sa sindromom "nokat-čašica", koji ima oca sa istim karakteristikama i zdravu majku krvne grupe O, sklopio je brak sa zdravom ženom krvne grupe B (homozigot). Prikazati šematski kakvo potomstvo može da očekuje ovaj par, ako se zna da rastojanje između ABO i "nokat-čašica" lokusa iznosi 10 cM.

Moje rešenje je: Genotip ABCc (nokat-čašica sindrom sam obilježavao sa "C") 45%; BOcC - 5%; ABcc - 5% i BOcc - 45%.

- 2) Geni A i B, koji određuju dva svojstva, nalaze se na istom paru homolognih hromozoma, na rastojanju od 24 cM. Ako je jedan roditelj heterozigot (AaBb) a drugi homozigot (aabb), analizirati moguće genotipove, fenotipove i brojni odnos njihovog potomstva u F1 generaciji.

Moje rešenje:

AaBb 38%

aabb 38%

Aabb 12%

aaBb 12%

Nemam rešenja za ove zadatke a to je oblast koja mi najslabije ide.

Odgovor:

- 1) Muškarac je genotipa AOcC (kako si ti označio gen za NP sindrom), a žena je homozigot za oba gena BBcc. Pošto su ova dva vezana gena udaljeni 10cM to znači da se kod muškarca rekombinantni gameti, Ac i OC, obrazuju u 10% (0,1) odnosno po 0,05 za svaki gamet. Druga dva tipa gameta gdje nije bilo krosingovera se obrazuju u 90% ili po 0,45 za svaki AC i Oc.

P: AOcC x BBcc

gameti: AC (0,45), Ac (0,05), OC (0,05), Oc (0,45) x Bc (1)

F1: ABCc (0,45) , ABcc (0,05), BOcC (0,05), BOcc (0,45)

Eukaliptuse, zadatak ti je tačan, a objašnjenje sam dala zbog drugih koji će ovo pročitati ako im bude trebalo.

2. ovaj zadatak je sličan prethodnom

rekombinantni gameti heterozigotnog roditelja se obrazuju u 24%, tj. Ab (12%) i aB (12%), a normalni gameti (gdje nije bilo krosing-overa) po AB(38%) i ab (38%).

P: AaBb x aabb

F1: AaBb , aaBb, Aabb, aabb

1 : 1 : 1 : 1 - fenotipski odnos (ili po 25% za svaki fenotip)

AaBb (38%) - fenotip: obje dominantne osobine

aaBb (12%) - fenotip: osobina a recesivna, a osobina B dominantna

Aabb (12%) - fenotip: osobina A dominantna, a osobina b recesivna
aabb (38%) - fenotip - obje recesivne osobine

Ako znamo da je učestalost gena za albinizam 1%, koja je vjerovatnoća da dvije zdrave osobe dobiju albino dijete?
P: Aa x Aa (samo ako su oba roditelja heterozigoti može se roditi albino dijete) iz tog braka je vjerovatnoća rađanja albino djeteta 0,25

$q=0,01$, a odatle je $p=0,99$ to zamijeniš u sljedeća izračunavanja
učestalost sklapanja brakova između heterozigota je $2pq \times 2pq = 4p^2q^2$ (ovo je p na kvadrat i q na kvadrat)
vjerovatnoća sklapanja braka između zdravih roditelja je $(p^2+2pq) \times (p^2+2pq) = 0,98$
 $P = 0,25 \times 4p^2q^2 / 0,98$ (ukupna vjerovatnoća)

U jednoj indijskoj porodici otac O krvne grupe, a majka B imali su kćerku O kr.gr. koja se udala za čovjeka A kr.gr. u tom braku rođene su 2 kćerke jedna AB, a druga OO. Objasniti ovu pojavu.

Odgovor:

Kada jedan gen koči (inhibira) dejstvo drugog nealelnog gena onda se takva interakcija naziva epistaza. Vrlo redak gen, odnosno njegov recesivan alel h, kada se nađe u homozigotnom stanju (hh), koči stvaranje antigena A i B u krvi čovjeka. Tada se ne ispoljavaju krvne grupe A, B i AB jer, iako osobe imaju alele A ili B (ili oba), je njihovo dejstvo inhibirano ovim recesivnim genom h. Tako npr. iako osoba ima genotip AAhh ona neće imati krvnu grupu A jer je alel A inhibiran. Osoba će tada imati O krvnu grupu.

Tako iz tvog zadatka kćerka O krvne grupe je ustvari imala genotip BOhh (h alel je inhibirao dejstvo B alela, nije se stvarao B antigen pa je njena krvna grupa bila O). U braku sa muškarcem A krvne grupe i dominantnim homozigotom za alel H (HH) mogu se dobiti djeca AB i OO.

P: BOhh x AOHH

F1: ABHh, BOHh, AOHh, OOHh

- 1) Geni A i B su vezani i rastojanje između njih je 30 rekombinacionih jedinica. Heterozigotna jedinka genotipa AaBb može da formira četiri tipa gameta. Koji će biti procentualno najviše zastupljeni?
- 2) U populaciji u ravnoteži, gdje se nalazi 3 puta više osoba sa dominantnim svojstvima nego recesivnim, kakva je učestalost dominantnog u odnosu na recesivni alel?

Odgovor:

1) Pošto je rastojanje između gena A i B 30 rekomb. jedinica, učestalost rekombinacija između njih je 30%. Proporcija gameta koji nose rekombinacije alela Ab i aB po 15% (prepolovljeni procenti za gamete). Gameti u kojima nije došlo do rekombinacije su AB i ab i oni se obrazuju po 30%.

rešenje: gameti AB i ab će se obrazovati u najvećem procentu koji iznosi 30%

2) osobe sa dominantnim svojstvom su genotipa AA i Aa se javljaju sa učestalošću od p^2 (p je na kvadrat) + $2pq$, a sa recesivnim svojstvom su aa čija je učestalost q^2 (q na kvadrat)

$$p^2 + 2pq = 3q^2$$

$$q^2 = 0,25$$

$$q = 0,5$$

$$p = 1 - q = 0,5$$

$$p = q$$

rešenje: učestalost dominantnog alela (p) jednaka je učestalosti recesivnog alela

DIHIBRIDNO NASLEĐIVANJE

1. Pegava koža kod čoveka (S) je dominantna nad nepegavom kožom (s). Vunasta kovrdžava kosa (W) je dominantna nad pravom, nevunastom kosom (w). Geni S i W nalaze se na različitim hromozomima. Navesti fenotipove i genotipove dece, kao i broj kombinacija od muškarca nepegavog sa pravom kosom i žene heterozigotne za oba svojstva. Kakav je fenotip majke?

2. Kod ljudi tamna boja očiju i tamna boja kose su dominantne osobine nad svetlom bojom očiju i kose. Tamnooki muškarac svetle kose, čiji su svi članovi porodice imali tamne oči, oženi se svetlookom ženom tamne kose, čija je majka imala svetlu kosu. Kakvi se fenotipovi (boja očiju i boja kose) i u kojoj srazmeri mogu očekivati kod njihovog potomstva?

3. Kod zamorčeta oštra dlaka (R) je dominantna nad mekom (r) dlakom. Crna dlaka (B) je dominantna nad belom (b). R i B su geni čiji se lokusi nalaze na različitim hromozomima. Ukrstiti di-heterozigotnu životinju sa životinjom koja ima meku i belu dlaku. Kakva će biti procentualna zastupljenost fenotipova u potomstvu F₁ generacije?

4. Sposobnost uvrtnja jezika kod čoveka je dominantna osobina determinisana genom U. Sposobnost osećanja gorčine PTC (feniltiokarbamida) je determinisana dominantnim alelom T.

U brak su stupile dvije osobe muž je normalno uvrtao jezik i osećao gorčinu PTC-a, a žena nije mogla uvrtao jezikom, niti je osećala ukus PTC-a

a) ako je muž bio homozigot za oba svojstva i stupio u brak sa gore navedenom ženom, kakav se odnos dece može očekivati u F₁ i F₂ generacijama ?

b) da li je muž mogao biti heterozigot za oba svojstva.

5. Jedna vrsta anemije kod ljudi (talasemija), determinisana je alelom T. Homozigot TT prouzrokuje vrlo jak oblik anemije (t. major), dok je kod heterozigotnih nosilaca anemija izražena u blažem obliku (t. minor). Normalne osobe imaju genotip tt. Osobe koje boluju od t. major umiru pre nastupanja polne zrelosti.

Normalan vid kod ljudi je određen autozomalnim dominantnim alelom A. Kratkovidost je određena recesivnim alelom a. Geni A i T se nezavisno nesleduju (nalaze se na različitim autozomima). Kakvi se fenotipski odnosi mogu očekivati kod dece iz braka anemične i kratkovidne žene i muškarca bez anemije i sa normalnim vidom koji je homozigot u odnosu na alel A.

6. Boja krzna i boja masnog tkiva kod miševa nasleđuju se intermedijarno. Jedinke genotipa DD imaju crno krzno, jedinke Dd – sivo krzno, a jedinke dd – belo krzno. Boja masnog tkiva je mrka kod jedinki genotipa MM, žuto masno tkivo imaju jedinke Mm, a belo jedinke mm.

Odredite fenotipski odnos potomaka ukoliko se ukrste mužjak koji ima sivo krzno i žuto masno tkivo i ženka belog krzna i belog masnog tkiva ?

7. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: žena heterozigotna za A i M krvnu grupu i muž heterozigot za B i homozigot N krvnu grupu.

8. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž AB krvne grupe bez Rh faktora (Rh negativan, genotipa dd) i žena heterozigot za A krvnu grupu, a homozigot sa Rezus proteinom (Rh pozitivna, dominantni homozigot DD).

9. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž O krvne grupe bez Rh faktora (Rh negativan, genotipa dd) i žena dominantni homozigot za B krvnu grupu, Rh pozitivna, heterozigotna za gen D).

10. Žena sa nultom krvnom grupom, koja je dominantni homozigot za M krvnu grupu, udala se za muža AB krvne grupe, heterozigotnog za N krvnu grupu. Kakve krvne grupe i genotip mogu imati njihova deca.

11. Odredite fenotipski odnos potomaka u braku žene O i MN krvne grupe i Rh pozitivne heterozigotne za gen D) sa muškarcem AB krvne grupe homozigota za N krvnu grupu, Rh negativnog (dd).

12. U braku plavoooko plavokose žene i smeđeokog crnokosog muškarca rodila su se deca: smeđeoko crnokoso, smeđeoko plavokoso i plavooko crnokoso. Koje genotipove su imali roditelji i deca?

13. Plavoooka žena koja ima naslednu gluvonemost (recesivna osobina) rodila je u istom braku dvoje dece-smeđeoko zdravo dete i plavooko gluhonemo. Koja je nasledna konstitucija njihovog oca?

14. Sindaktilija (sraslost prstiju) i glaukom (povećani pritisak u očnoj jabučici koji dovodi do gubitka vida) se nasleđuju autozomnim dominantnim genima koji leže na različitim parovima hromozoma. Ako su i muškarac i žena nosioci oba nasledna poremećaja, pri čemu oboje imaju po jednog potpuno zdravog roditelja.

a) Objasnite da li oni mogu imati potpuno zdravo dete.

b) Koja je verovatnoća da će dobiti dete sa samo jednim poremećajem?

INTERMEDIJARNO

1. Redak recesivan gen kod ljudi izaziva naslednu anoftalmiju, bolest koja se inače odlikuje nepostojanjem očnih jabučica. Dominantan gen uslovljava normalan razvoj očnih jabučica, ali ako je u heterozigotnom stanju očne jabučice su umanjene.

- Ako su supružnici heterozigoti za ovu osobinu koji odnos fenotipova se očekuje kod njihove dece?
- Kakav odnos fenotipova kod dece se očekuje, ako je otac heterozigotan, a majka ima normalno razviće očne jabučice?

2. Jedan dominantni gen kod ljudi dovodi do razvića savijenog i okoštalog malog prsta koji zadaje male neprijatnosti pri njegovom korišćenju. Kada je gen u heterozigotnom stanju deformisan prst je samo na jednoj ruci prisutan.

- Mogu li supružnici koji imaju defektan samo po jedan mali prst da očekuju normalno dete?
- Ako jedan od supružnika ima abnormalnost na obe ruke, a drugi samo na jednoj kakvu decu mogu da očekuju?

3. Kod afričkih urođenika srpasta anemija je posledica prisustva dominantnog gena S. U homozigotnom stanju (SS) gen je letalan zbog vrlo izražene anemije. Homozigotnost recesivnog alela (ss) je podloga za razvoj malarije. Heterozigoti (Ss) se odlikuju najvećom životnom sposobnošću, jer ne stradaju ni od anemije, ni od malarije.

- Kakva životna sposobnost se može očekivati u prvoj generaciji potomaka ako su roditelji heterozigoti?
- Ako je majka heterozigot, a otac recesivan homozigot (ss) kakva se deca očekuju?

KODOMINANTNO

1. Heterozigotna žena za A krvnu grupu udala se za muškarca sa nultom krvnom grupom. Koje krvne grupe su moguće kod njihove dece, a koje se sigurno neće javiti?

2. Muž i žena su heterozigoti za A krvnu grupu. Postoji li verovatnoća i kolika da se rodi dete:

- O krvne grupe
- A krvne grupe
- B krvne grupe
- AB krvne grupe

3. Krvna grupa majke je A, a oca B.

- Može li se njihov genotip odrediti i kako?
- Da li je moguće da dobiju dete sa krvnom grupom AB, A, O i B?

4. Kakvi su mogući genotipovi roditelja ako su njihova deca sa sledećim krvnim grupama:

- 1/4 AB; b) 1/4 A; c) 1/4
- 1/4 O krvne grupe?

5. Dete ima krvnu grupu AB. Šta se može reći o genotipu roditelja i njihovim krvnim grupama?

Kakvu krvnu grupu je moguće očekivati kod budućih unuka (svakako zavisno od njihovih bračnih partnera)?

6. Dečak je O krvne grupe, a sestra AB krvne grupe. Šta se može reći za krvne grupe njihovih roditelja?

7. Ispitivanjem krvne grupe dva deteta konstatovano je da jedno ima nultu krvnu grupu a drugo A. Roditelji jednog deteta imaju O i A krvnu grupu, a roditelji drugog A i AB krvnu grupu. Odrediti koje dete pripada kojim roditeljima?

8. Dete ima krvnu grupu AB. Dva para roditelja tvrde da je to njihovo dete. Prvi par ima sledeće krvne grupe: otac A, a majka B, a kod drugog para majka je sa AB, a otac sa O krvnom grupom. Kom paru pripada dete?

1. MOLEKULARNA GENETIKA

1. Jedan od lanaca DNK ima sledeću sekvencu nukleotida:

AGT ACC GAT ACT CGA TTT ACG

Kakvu sekvencu nukleotida ima drugi lanac istog molekula ?

2. Navedite redosled nukleotida u lancu DNK koji je obrazovan replikacije niže navedenog lanca

CAC CGT ACA GAA TCG CTG GAA

3. Ako je redosled nukleotida u informacionoj RNK za amino histidin CAC, koji je redosled nukleotida na DNK ?

4. Navedite redosled nukleotida u fragmentu informacione RNK, koji se obrazuje na fragmentu gena, u kome su nukleotidi DNK raspoređeni na sledeći način:

- a) AAT CAC GAT CCT TCT AGG AGG
b) ATC ATT CCG GAT TCG GCC ATT
c) TCG CGT AAG CTG GCT TAG CCG

5. Koliku dužinu, izraženu brojem nukleotida, mora imati lanac iRNK koji kodira sintezu A-insulina, ako se ovaj molekul sastoji od 21 aminokiselinskog ostatka?

6. Računajući da je srednja molekulska težina aminokiselina oko 100, a nukleotida oko 300 D, odgovorite šta je teže: belančevina ili odgovarajući gen?

7. Na koliko načina može biti kodiran u genima proteinski fragment od sledećih pet aminokiselina: prolin- lizin- histidin- valin- tirozin

8. Jonizujuće zračenje može ponekad "izbaciti" pojedine nukleotide iz molekula nukleinske kiseline bez narušavanja njene biohemijske funkcije. Pretpostavimo da je u jednom slučaju iz molekula udaljen samo jedan nukleotid, u drugom slučaju tri nukleotida redom, a u trećem takođe tri nukleotida, ali raspoređenih na nekom rastojanju jedan od drugog. Kako se to može odraziti na protein koji se sintetise na osnovu nasledne informacije zabeležene u tako izmenjenom molekulu? U kojem će se slučaju (od navedena tri) obrazovana proteina razlikovati od normalnog najmanje, a u kojem najviše?

9. Protein se sastoji od 150 aminokiselina. Koju dužinu ima gen koji kontroliše njegovu sintezu, ako

je rastojanje između dva susedna nukleotida u DNK heliksu (izmereno duž ose zavojnice) iznosi 3,4 nm?

10. Hemijska istraživanja su pokazala da 30 % nukleotida date informacione RNK otpada na uracil, 26 % na citozin i 24 % na adenin. [ta je moguće reći o nukleotidnom sastavu odgovarajućeg dela dvojnih niti DNK sa koje je obrazovana ova iRNK?

11. Kakav je redosled nukleotida u fragmentu DNK, koji kodira sledeće pepti : prolin-valin-arginin-prolin-leucin-valin-arginin (geneitički kod dat je na strani 1)

12. Fragment gena ima sledeću građu:

ACG-CCC-ATG-GCC-GGT

Opišite građu odgovarajućeg fragmenta proteina kodiranog ovim fragmentom gena. Kako će se na građu proteina odraziti gubitak četvrtog nukleotida iz gena?

13. U genetici se govori o genima koji kontrolišu različite osobine, kao što su boja cveta, oblik ploda, oblik semena, odsustvo tragova na grančicama itd. Iz biohemijske genetike je poznato da gen predstavlja deo molekula DNK koji kontroliše redosled aminokiselina u belančevinama. Kakva je međusobna veza ovih procesa?

14. Polazeći od tablice genetičkog koda, odgovorite šta je nepovoljnije sa stanovišta mogućeg uticaja na nasleđivanje: zamena prvog ili zamena trećeg nukleotida u kodonu?

15. Jedan od lanaca DNK ima redosled nukleotida:

ATT-GCT-CAA

Služi kao matrica za sintezu iRNK, kao i za sintezu komplemenata DNK. Kako će izgledati redosled nukleotida na fragmentu RNK i na DNK?

16. Odredite aminokiselinsku sekvencu tetrapeptida kodiranog DNK sledeće sekvence:

TAC-AAA-ACC-CAC

Aminokiselina:	iRNK kodoni
Metionin (Met)	AUG
Fenilalanin (Phe)	UUU
Triptofan (trp)	UGG
Valin (Val)	GUG

17. Segment DNK koji se transkribuje sadrži nukleotide u rasporedu:

TAG-AGT-CCC- GAC-ACG

Odrediti redosled nukleotida na:

- komplementarnom lancu DNK
- transkribovanom lancu iRNK

18. Komponenta pčelinjeg otrova (apitokstn) koji je proteinske prirode sadrži peptid sledećeg sastava:

glicin-alanin- valin- lizin -valin-leucin

Ako se zna da su kodoni ovih aminokiselina sledeći: glicin (CGC), alanin(GCA), valin (GUC), lizin (AAA), leucin (UUA) odrediti sekvencu odgovarajućih segmenata DNK i RNK.

19. Kod jednog oboljenja izazvanog virusom DNK-viroidea, analizom napadnutih ćelija izolovan je specifični virusni peptid sledećeg sastava i sekvence:

metionin-valin- fenilalanin-leucin-serin

Imajući u vidu da su nam poznali kodoni za sve aminokiseline u sastavu peptida i to:AUG (metionin), GUC (valin), UUU (fenilalanin), UUA (leucin), UCC (serin) kao i stop kodon UAA.

Odrediti sekvencu gena za dati polipeptid.

20. Odredite aminokiselinsku sekvencu peptida kodiranog fragmentom DNK sledeće sekvence.

CAT-CAC-TCT-TCC

Aminokiseline:	iRNK kodoni:
valin (Val)	GUA
arginin (Arg)	AGA
valin (Val)	GUG
arginin (Arg)	AGG

21. Odredite aminokiselinsku sekvencu tetrpeptida kodiranog sledećim redosledom nukleotida u DNK:

AAA-AAG-AAA-ATG

Aminokiselina: tRNK antikodon:
iRNK kodon fenilalanin (Phe)
AAA fenilalanin (Phe)
UUC tiroztn (Tyr)
AUG

22. Odredite aminokiselinsku sekvencu peptida kodiranog stedeće sekvence:

AAA-TTT-TTT-AAA

Aminokiselina:	tRNK antikodon:	iRNK kodon
lizin (Lys)		AAA
fentlanlanin (Phe)	AAA	

23. Odredite aminokiselinsku sekvencu peptida izolovanog iz RNK virusa ukoliko je on kodiran sledećom sekvencom nukleotida:

UUU-AUG-GUG-UGG

aminokiselina: iRNK kodoni fenilalanin (Phe) UUU metionin (Met) AUG valin (Val) GUG triptofan (Trp) UGG

24. Odredite redosled aminokiselina u peptidu RNK virusa kodiranog segmentom RNK sledeće sekvence:

UAC-AUG- UGG- GAG

aminokiselina: tRNK antikodon: iRNK kodon:
tirozin (Tyr)
UAC metionin (Met)
UAC triptofan (Trp)
ACC glutaminska kis. (Glu)
CUC

25. Odredite redosled nukleotida u DNK koji kodira peptid sekvence.

metionin-lizin- riptofan- alanin

aminokseline:	tRNK antikodon:	iRNK kodon
metionin (Met)		AUG
lizin (Lys)		AAA
triptofan (Trp)		ACC
alanin (Ala)	CGG	

26. ovredite redosled nukleotida kod RNK virusa koji kodira sledede sekveane:

alanin-valin-alanin-valin

aminokiselina: tRNK antikodon: iRNK kodon
alant (Ala) GCC
valin (Val) CAC

27. DNK sekvenca (redosled nukleotida) jednog gena je sledeća:

TAC-CGT-CCA-ATA-GTG-ATT

Imajući u vidu značenje navedenih kodona: AUG-metionIn, GCA-alanin, GGU-glicin, UAU-tirozin, CAC-histidin, UAA i UAG-stop kodoni, napisati sledeće:

a) redosled aminokiselina peptida koga kodira navedeni gen

b) redosled aminokiselina peptida koga kodira navedeni gen pošto je, usled dejstva mutagena, na genu došlo do adicije jednog citozinskog (C) nukleotida na mesto između 11. i 12. postojećeg nukleotida.

28. U kulturi ćelija čoveka nastupila je parcijalna transtormacija, tj. razvila se nova, izmenjena ćelijska linija koja prolifiteriše uporedo sa starom. Razlika između dvije linije se biohemijisit detektuje kroz pojavu dva različita pepitda. Normalne ćelije sintetišu peptid sledećeg kvalitativnog sastava i sekvence:

metionin-glicin-treonin-arginin

Transformisana linija ćelija sintetiše izmenjeni polipeptid, i to:
metionin-glicin-treonin-leucin

Analiza navedenih peptida ukazuje na mogućnost da je tragsformacija nastupila kao posledica genske mutacije. Znajući kodon za sve aminokiseline koje ulaze u sastav oba peptida i to:

Aminokiseline:	iRNK kodon:
metionin (Met)	AUG
glicin (Gly)	GGU
treonin (Thr)	ACU
arginin (Arg)	CGU
leuecin (Leu)	CUU
stop kodon	UAA

Odrediti sekvancu (redosled nukleotida) normalnog i sekvencu mutiranog gena.

29. Po principu komplementarnosti odrediti građu fragmenta molekula iRNK, ako fragment odgovarajućeg gena ima sledeću sekvencu:

ACG-CCA-ATG-GCC-GGT

Odredtie sekvencu aminokiselina u peptidnom lancu kojeg kodira pomenuti gen ukoliko su poznali svi relevantni antikodoni.

Aminokiselina:	tRNK antikodoni:
metionin (Met)	CCA
glicin (Gly)	GCC
arginin (Arg)	AUG
prolin (Pro)	GGU

30. DNK sekvencu jednog gena je sledeća:

TAC-CAG-AAA-AAT-AGG-ATT

Imajući u vidu značenje navedenih antikodona UAC-metionin, CAG-valin, AAA-fenilalanin, AAU-leucin, AGG-serin, UGGtreonin, kao i stop kodona UAA, napisati stedeće:

- redosled aminokiselina peptida koji kodira navedeni gen
- redosled aminokiselina peptida pošto je usled dejstva mutagena na genu došlo do istovrene adicije jednog adeninskog nukleotida na mestu između 7. i 8. postojećeg nukleotida i delecije 13. nukleotida.

31. Sekvenca DNK jednog gena je sledeća.

TAC-CCA-TGA -GCA-ATT

Imajući u vidu značenje navedenih antikodona: UAC-metionin, CCA-glicin, UGA-treonin, GCA-arginin, GAA-leucin i UAAstop kondom, napisati stedeće:

- redosled aminokiselina peptida kojeg kodira navedeni gen
- redosted aminokiselina peptida kojeg kodira navedeni gen pošto je usled dejstva mutagena, došlo do supstitucije 11. nukleotida, tj. zamene postojećeg citozinskog (C) adeninskim (A) nukleotidom.

32. Na površini B-limfocita zapažen je antigen sa peptidom sledećeg kvalitativnog sastava i sekvence:

Met-Leu -Gly-Pro-Phe

Pored toga u nekoj drugoj ćelijskoj liniji B-limtocita izolovan je antigen sa peptddom promenjene sekvence.

Met-Leu -Val-Lys-Phe

Detaljne biohemijske analize su pokazale da je promenjena sekvencu ovog peptida posledica promene strukture gena koji kodira ovaj peptid. Imajući u vidu značenje određenih kodona i antikodana, odrediti sekvence gena koji kodiraju ove peptide.

aminokselina:	tRNK an tikodon:	iRNK kodon:
metionin (Met)	CUA	AUG
leucin (Leu)	GUG	CUA
valin (Val)	UUU	GUG
fenilalanin (Phe)	UUU	UUU
lizin (Lys)	UUU	UUU
glicin (Gly)	CCA	CCA
prolin (Pro)	GGG	GGG

33. Mozaični virus duvana pripada grupi vireoidea i produkuje polipeptidni lanac sledećeg sastava i

sekvence aminokiselina: serin-glicin-serin - izoleucin-prolin -serin

Pod dejstvom azotaste kiseline, citozin (C) se pretvara u guanin (G).

Kakvu će građu imati sintetisani polipeptidni lanac ako su prethodno svi citozinski nukleotidi RNK mozaičnog virusa duvana bili podvrgnuti navedenom hemijskom uticaju?

aminokiseline:	tRNK antikodon:	iRNK kodon:
serin (Ser)	AGA	
glicin (Gly)	CCU	
izoleucin (Ile)	UAA	
treonin (Thr)	UGC	
prolin (Pro)	CGC	
cistein(Cys)		UGU
arginin (Arg)		AGG
glicin (Gty)		GGG

34. Izolovana se dva soja virusa iz grupe DNK-viroidea. Jedan je patogen za čoveka a drugi je bezopasan. Analiza je pokazala da se međusobno razlikuju u strukturi jednog kapsidnog polipeptida, a bezopasni soj indukuje sintezu polipeptida sledećeg kvalitativnog sastava i sekvence:

metionin-glicin-treonin-arginin

Patogeni soj indukuje sintezu izmenjenog polipeptida i to:

metionin-glicin-treonin-leucin

Analiza navedenih polipeptida ukazuje da je razlika u patogenosti sojeva nastupila kao posledica specifične genske mutacije. Budući da su nam poznati tRNK antikodoni za sve aminokiseline koje ulaze u sastav navedenih aminokiselina i to:

amtnokiselina:	tRNK antikodon:	iRNK kodon:
metionin (Met)	UAC	
glicin (Gly)		CCA
treonin (Thr)		UGA
arginin (Arg)		GCA
leucin (Leu)		GAA
stop kodon		UAA

Odrediti sekvencu odgovarajućeg gena kod patogenog i nepatogenog soja virusa.

35. DNK sekvencu jednog gena je sledeća:

TAC- TTT-ATG-CCG-ATT

Imajući u vidu značenje tRNK antikodona metionin-UAC, lizinUUU, Tirozin-AUG, glicin-CCG i stop kodon-UAA, napisati stedeće:

a) redosled aminokiselina polipeptida koji kodira navedeni gen

b) redosled aminokiselina koji kodira navedeni gen pošto je uo dejstva mutagena došlo do supstitucije 9. nukleotida, tj. zamene postojećeg guaninskog (G) timinskim (T) nukleotidom.

36. Kod jednog obeljenja izazvanog virusom DNK-viroidea analizom napadnutih ćelija, izolovan je specifični virusni polipeptid sledećeg kvalitativnog sastava i sekvence:

metionin-valin-fenilalanin-leucin-serin

Imajući u vidu značenje kodona za sve aminokiseline u sastavu peptida AUG-metionin, GUC-valin, UUU-fenilalanin, UUAleucin, UCC-serin, kao i stop kodona UAA, odrediti sekvencu virusnog gena za dati polipeptid.

37. DNK sekvencu jednog gena je sledeća:

TA C-CAG-AAA-AAT-AGG-ATT

Imajući u vidu značenje navedenih antikodoma UAC-metionin, CAG-valin, AAA-fenilalanin, AAU-leucin, AGG-serin, UGG-treonin i stop kodon-UAA napisati sledeće:

a) redosled aminokiselina polipeptida kojeg kodira navedeni gen

b) redosled aminokiselina polipeptida, pošto je usled dejstva mutagena došlo do istovremene adicije jednog adeninskog nukleotida (A) na mesto između 7. i 8. postojećeg nukleotida i delecije 13. nukleotida.

Rješenja zadataka iz molekularne genetike

REŠENJA ZADATAKA IZ MOLEKULARNE GENETIKE

1. Komplementaran lanac DNK:

TCA – TGG – CTA – TGA – GTC – AAA – AGC.

2. Redosled nukleotida u replikovanom lancu:

GTG – GCA – TGT – CTT – AGC – GAC – CTT.

3. Redosled nukleotida za aminokiselinu histidin u molekulu DNK je:

GTG.

4. Redosled nukleotida u fragmentu iRNK je:

a) UUA – GUG – CUA – GGA – AGA – UCC – UCC,

b) UAG – UAA – GGC – CUA – AGC – CGG – TAA,

c) AGC – GCA – UUC – GAC – CGA – AUG – GGC.

5. Lanac iRNK koji kodira A–insulin mora da ima 63 nukleotida (koji kodiraju peptid), 3 nukleotida koji kodiraju fmet i 3 nukleotida koji kodiraju STOP kodon. Znači ukupno 69 nukleotida sadrži lanac iRNK koji kodira dati peptid.

6.

7. S obzirom da su kodoni za prolin: CCU, CCC, CCA, CCG;
za lizin: AAA, AAG;
za histidin: CAU, CAC;
za valin: GUU, GUC, GUA, GUG;
za tirozin: UAU, UAC;

Dati proteinski fragment može biti kodiran na 128 načina.

8. a) Delecija jednog nukleotida dovodi “ promene nukleotidne sekvence, na mesto deletiranog nukleotida dolazi onaj koji je u “normalnom” nukleotidnom lancu iza njega. Ova promena može dovesti do formiranja STOP kodona ranije ili kasnije nego da do delecije nije došlo, tako da je novi protein (kodiran lancem iRNK u kome je došlo do delecije) kraći ili duži od proteina kodiranog normalnom iRNK.

b) Delecija 3 sukcesivna nukleotida dovodi do gubljenja jedne aminokiseline iz polipeptidnog lanca, pri čemu je redosled aminokiselina isti kao i u polipeptidnom lancu koga kodira nukleinska kiselina u kojoj nije došlo do delecije. Ukoliko je

deletiran STOP kodon, polipeptidni lanac će biti duži od "normalnog", a ukoliko je deletiran AUG kodon do sinteze polipeptidnog lanca neće ni doći.

c) Delecija 3 nasumična nukleotida dovešće do sinteze polipeptidnog lanca izmenjenog aminokiselinskog sastava u odnosu na onaj koga kodira nepromenjena nukleinska kiselina. Polipeptidni lanac koji je kodiran izmenjenom nukleinskom kiselinom može biti kraći ili duži od "normalnog" u zavisnosti da li neka od ovih delecija dovodi do formiranja STOP kodona ranije ili kasnije nego što je to slučaj sa neizmenjenom nukleinskom kiselinom.

9.

10. Nukleotidni sastav DNK koja se transkribuje je sledeći: 30% A; 26% G; 24% T; 20% C; sa druge strane njegov komplementarni lanac ima sledeći nukleotidni sastav: 30% T; 26% C; 24% A i 20% G.

11. Redosled nukleotida u fragmentu DNK koji kodira dati peptid je sledeći:

(TAC) – GGT – CAC – GCC – GGT – GAA – CAC – GCC – (ATC).

12. Fragment proteina kodiran datim fragmentom gena ima sledeći aminokiselinski sastav:

cistein – glicin – tirozin – arginin – prolin,

ukoliko bi došlo do delecije četvrtog nukleotida, isti proteinski fragment imao bi sledeći aminokiselinski sastav:

cistein – glicin – treonin – glicin.

13.

14. Nepovoljnija je zamena prvog nukleotida u kodonu, jer jednu aminokiselinu kodira više kodona (izrođenost) koji se razlikuju u trećem nukleotidu, tako da zamena trećeg nukleotida najverovatnije dovodi do ugradnje iste aminokiseline, dok to nije slučaj ukoliko dođe do zamene prvog nukleotida.

15. Redosled nukleotida u fragmentu cDNK je sledeći:

TAA – CGA – GTT, a

u fragmentu iRNK:

UAA – CGA – GCU.

16. Aminokiselinska sekvenca date sekvence DNK je sledeći:

metion – fenilalanin – triptofan – valin.

17. Redosled nukleotida u fragmentu cDNK je sledeći:
ATC – TCA – GGG – CTG – TGC, a
fragmentu iRNK:
AUC – UCA – GGG – CUG – UGC.
18. Redosled nukleotida u fragmentu DNK je sledeći:
GUG – CGT – CAG – TTT – CAG – AAT, a
fragmentu iRNK:
CGC – GCA – GUC – AAA – GUC – UUA.
19. Redosled nukleotida u fragmentu DNK je sledeći”:
TAC – CAG – AAA – AAT – AGG – ATT, a
fragmentu iRNK:
AUG – GUC – UUU – UUA – UCC – UAA.
20. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
valin – valin – arginin – arginin.
21. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
fenilalanin – fenilalanin – fenilalanin – tirozin.
22. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
fenilalanin – lizin – lizin – fenilalanin.
23. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
fenilalanin – metionin – valin – triptofan.
24. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
tirozin – metionin – triptofan – glutaminska kiselina.
25. Redosled nukleotida u fragmentu DNK je sledeći:
TAC – TTT – ACC – CGG.
26. Redosled nukleotida u fragmentu iRNK je sledeći:
GCC – GUG – GCC – GUG.
27. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je:
metionin – alanin – glicin – tirozin – histidin, a
u peptidnom lancu u kome je došlo do adicije C nukleotida:
metionin – alanin – glicin.
28. Redosled nukleotida u fragmentu netransformisane DNK je sledeći:
TAC – CCA – TGA – CCA – ATT, a
redosled nukleotida u fragmentu transformisane DNK je sledeći:

TAC – CCA – TGA – GAA – ATT.

29. Fragment molekula DNK ima sledeći izgled:

ACG – CCA – ATG – GCC – GGT
| | | | | | | | | | | |
TGC – GGT – TAC – CGG – CCA,

a proteinska sekvenca ima sledeći sastav:

cistein – glicin – tirozin – arginin – prolin.

30. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je sledeći:

metionin – valin – fenilalanin – leucin – serin – treonin,

a u peptidnom lancu čiji je gen promenjen pod uticajem mutagena:

metionin – valin – fenilalanin – fenilalanin – treonin.

31. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je sledeći:

metionin – glicin – tronin – arginin,

a u peptidnom lancu čiji je gen promenjen pod uticajem mutagena:

metionin – glicin – treonin – leucin.

32.

33. Posle dejstva azotaste kiseline, mutirana sekvenca DNK će kodirati peptidni lanac sledećeg aminokiselinskog sastava:

cistein – glicin – cistein – izoleucin – glicin – cistein.

34. Bezopasni soj virusa ima sledeću nukleotidnu sekvencu:

AUG – GGU – AUC – CGU – UAA,

a patogeni soj:

AUG – GGA – AUG – CUU – UAA.

35. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je sledeći:

metionin – lizin – tirozin – glicin,

A u peptidu koga kodira mutirani gen:

metionin – lizin.

36. Sekvenca virusnog gena ima sledeći redosled nukleotida:

TAC – CAG – AAA – AAT – AGG – ATT.

37. Redosled aminokiselina u peptidnom lancu je sledeći:

metionin – valin – fenilalanin – leucin – serin,

A u peptidu koga kodira mutirani gen:

metionin – valin – fenilalanin – fenilalanin – treonin.

2. FORMALNA GENETIKA

1. Okruglo seme kod graška određeno je dominantnim genskim alelom (A), dok je naboran oblik semena određen recesivnim alelom (a), žuta boja determinisana je dominantnim alelom (B), dok je zelena boja semena određena recesivnim alelom (b). Imajući u vidu da se ovi geni nalaze na različitim hromozomima, odredite fenotipske odnose u F₁ i F₂ generacijama iz ukrštanja biljke naboranog i zelenog semena sa biljkom koja poseduje okruglo i žuto seme, a homozigotna je za oba genska lokusa.

2. Žuta boja semena graska je dominantna (B), nad zelenom (b), a glatko seme (A), je dominantno nad naboranim (a).

a) Kakvi se odnosi fenotipova očekuju u F₁ generaciji pri ukrštanju graška sa žutim i okruglim semenom koji je heterozigotan za oba genska lokusa, sa biljkom koja poseduje naborano i zeleno seme?

b) Kakvi se odnosi fenotipova očekuju u F₁ generaciji pri ukrštanju biljke sa žutim semenom koja je heterozigotna za odgovarajući genski lokus i poseduje naborano seme i jedinke zelenog a okruglog semena koja je heterozigotna za lokus koji determiniše okrugao oblik semena.

3. Okruglo seme kod graška određeno je dominantnim alelom (A), dok je naborano seme određeno recesivnim alelom (a). Žuta boja je dominantna (B), nad zelenom bojom (b). Koji se odnosi fenotipova očekuju u F₁ i F₂ generacijama pri sledećim ukrštanjima

a) AABB X AABB b) aabb X aabb

4. Kod živine je gen za pernaite noge (F) dominantan nad genom za noge bez perja (f). Gen za krestu grašastog oblika (P), je dominantan nad genom za jednostivnu krestu (p). Kakvo se potomstvo može očekivati u F₁ i F₂ generacijama ako se ukrste kokoška grašaste kreste i bez perja na nogama i petao pernatih nogu, a jednostavne kreste? Obe jedinke su u ovom slučaju homozigotne za pomenuta svojstva.

5. Koliki se procenat potomaka visokog rasta i sitnog ploda (TTaa, Ttaa), može očekivati u F₁ generaciji kod svakog od sledećih ukrštanja graška:

a) TTAA x TtAa.
b) TtAa x TTaa
c) TtAa x tTaa

6. Gluvoća je uslovljena recesivnim genskim alelom d i e, čiji se genski lokusi nalaze na različitim hromozomskim parovima. Normalni aleli tih gena su D i E. Gluvi muškarac genotipa ddEE stupio je u brak sa gluvom ženom DDee.

a) Kakav sluh će imati njihova deca?
b) čime može biti uslovljeno rađanje normalnog deteta kod gluvih roditelja
c) kakva je verovatnoća rađanja gluvog deteta od gluvih roditelja čija je gluvoća uslovljena istim alelomorfni parom gena.

7. U jedne vrste graška crvena boja cveta uslovljena je sadejstvom dva komplementarna dominantna gena C i P. Pri odsustvu jednog od njih ili oba ne obrazuje se pigment i cvetovi ostaju beli. Ukrštanjem biljaka sa belim cvetovima
CCpp x ccPP,

odredite fenotip hibrida prvog pokoljenja.

8. Koliko različitih tipova gameta može da obrzuje svaka od navedenih jedinki:

a) AAbbCCdd
b) AABbccDD
c) AaBbCcDD

9. Oblik kreste kod kokoši uslovljen je sa dva para genskih alela smeštenih na nehomologim hromozomima:

Orašasta kresta: prisustvo oba dominantna gena (RP)

Ružasta kresta samo R gen dominantan

Grašasta kresta samo gen P dominantan

Jednostavna kresta oba para gena recesivni.

a) napsati sve moguće genotipove za sve oblike kresti
b) dati odnos fenotipova u F₁ generaciji iz ukrštanja petla heterozigotnog za grašastu krestu sa kokošikom heterozigotnom za ružastu krestu.

10. Sposobnost uvrtnja jezika kod čoveka je dominantna osobina determinisana genom U. Sposobnost osećanja gorčine PTC (feniltiokarbamida) je determinisana dominantnim alelom T. U brak su stupile dvije osobe muž je normalno uvrtao jezik i osećao gorčinu PTC-a, a žena nije mogla uvrtnuti jezikom, niti je osećala ukus PTC-a,

a) ako je muž bio homozigot za oba svojstva i stupio u brak sa gore navedenom

ženom, kakav se odnos dece može očekivati u F₁ i F₂ generacijama ?

b) da li je muž mogao biti heterozigot za oba svojstva.

11. Pegava koža kod čoveka (S) je dominantna nad nepegavom kožom (s).

Vunasta kovrdžava kosa (W) je dominantna nad pravom, nevunastom kosom (w). Geni S i W nalaze se na različitim hromozomima. Napsati fenotipove i genotipove dece, kao i broj kombinacija od muškarca nepegavog sa pravom kosom i žene heterozigotne za oba svojstva. Kakav je fenotip majke?

12. Kod ljudi tamna boja očiju i tamna boja kose su dominantne osobine nad svetlom bojom očiju i kose. Tamnooki muškarac svetle kose, čiji su svi članovi porodice imali tamne oči, oženi se svetlookom ženom tamne kose, čija je majka imala svetlu kosu. Kakvi se fenotipovi (boja očiju i boja kose) i u kojoj razmeri mogu očekivati kod njihovog potomstva?

13. Kod zamorčeta oštra dlaka (R) je dominantna nad mekom (r) dlakom. Crna dlaka (B) je dominantna nad belom (b). R i B su geni čiji se lokusi nalaze na različitim hromozomima. Ukrstiti di-heterozigotnu životinju sa životinjom koja ima meku i belu dlaku. Kakva će biti

procentualna zastupljenost fenotipova u potomstvu F_1 generacije?

14. Pokrivenost šarana krljuštima uslovljena je sa dva para nealelnih gena T i N.

Celo telo je pokriveno ako je gen T u homozigotnom ili heterozigotnom stanju, a gen N recisivan homozigot. Krljušiti samo uz liniju leđa se javljaju ako su oba gena u recisivnom i homozigotnom stanju.

Dva do tri reda krljušiti prisutna su ako se gen T javlja kao homozigot ili heterozigot, a gen N kao heterozigot. Fenotip golog šarana je uslovljen prisustvom recisivnog homozigotnog T gena i heterozigotnog stanja za gen N. Pojava N gena u homozigotnom stanju bez obzira na oblik T gena, dovodi do letalnog efekta.

- Napisati sve oblike genotipa za svih pet vrsta fenotipa.
- Ukrtiti homozigotnog šarana pokrivenog sa krljuštima po celom tijelu sa golim šaranom. Dati odnose fenotipova u F_1 generaciji potomaka.

15. Kod vinske mušice *Drosophyla melanogaster* na hromozomu II nalazi se dominantni gen S koji determiniše zvezdaste oči. Homozigotno stanje ovog gena (SS) izaziva smrt svog nosioca. Na hromozomu II nalaze se jedan letalni recisivni gen l. Koji se fenotipovi i u kojim odnosima očekuju iz sledećih ukršanja: $SsLl \times SsLl$.

16. Oblik ploda bundeve je pod kontrolom dva para alelnih gena (A i B). Ako oba alela imaju dominantnu ekspresiju, bilo da se javljaju kao homozigot ili heterozigotii, plod je diskoidan. Ako je jedan par gena homozigot i recisivan, a drugi dominantni homozigot ili heterozigot plod je okrugao. Ako su oba para homozigoti i recisivni, plod je duguljast.

- Napisati sve vrste genotipova za svaki fenotip.
- Ukrtiti jedinkom diskoidalnog oblika ploda heterozigotnu za alel B, a homozigotnu za alel A, sa jedinkom okruglog oblika ploda homozigotnom za dominantni alel A.

Prikazati rezultate ukršanja u F_1 generaciji.

17. Jedna vrsta anemije kod ljudi (talasemija), determinisana je alelom T. Homozigot TT prouzrokuje vrlo jak oblik anemije (t. major), dok je kod heterozigotnih nosilaca anemija izražena u blažem obliku (t. minor). Normalne osobe imaju genotip tt. Osobe koje boluju od t. major umiru pre nastupanja polne zrelosti. Normalan vid kod ljudi je određen autozomalnim dominantnim alelom A. Kratkovidost je određena recisivnim alelom a. Geni A i T se nezavisno nesleduju (nalaze se na različitim autozomima). Kakvi se fenotipski odnosi mogu očekivati kod dece iz braka anemične i kratkovidne žene i muškarca bez anemije i sa normalnim vidom koji je homozigot u odnosu na alel A.

18. Kod baštenskog graška visoka loza (T), dominantna je nad patuljastom lozom (t), zelene mahune (G) su dominantne nad žutim mahunama (g); a okruglo seme (R) je dominantno nad naboranim (r). Kakvo se potomstvo u F_1 i F_2 generaciji može očekivati iz sledećih ukršanja.

- $TTGgRr \times ttGgrr$
- $TtGGRr \times TtGgRr$

c) $Tt \text{ ggrr} \times ttGgRr$

19. Boja cveta *Lathyrus odoratus* može biti ljubičasta ili bela, što se nalazi pod kontrolom dva para genskih alela. Sinteza pigmenta antocijana vrši se samo ako su dominantni aleli prisutni kod oba gena (A/-, B/-) dok kod svih ostalih varijanti ne dolazi do sinteze pigmenta, pa cvetovi ostoju beli. Kakav se odnos fenotipova može očekivati iz ukršanja:

- $AaBB \times AaBb$
- $aaBB \times AAbb$
- $AABB \times aabb$
- $AaBb \times aabb$

20. Kod biljke hoću-neću (*Capsella bursa pastoris*) fenotip okruglog semena realizuje se komplementornim dejstvom dva para recisivnih alela. Biljke genotipa aabb imaju okruglo seme, dok svi ostali genotipovi uslovljavaju fenotip trouglastog semena. Kakav se odnos fenotipova (okruglo-trouglasto) može očekivati iz sledećeg ukršanja.

- $AaBb \times AaBb$
- $aabb \times aabb$
- $AABb \times aabb$
- $Aabb \times aabb$

21. Mutirani gen N kod *Drosophyla melanogaster* lociran je na X hromozomu i determiniše zasečena krila, dok alel N (recisivan) determiniše normalna krila. Homozigotne jedinke (NN), ženke i hemizigotni mužjaci (N/Y) vrlo brzo nakon izleganja uginu. Ako se ukrste normalni mužjaci i mutirane ženke, kakvo se potomstvo može očekivati u F_1 generaciji i kakvi su odnosi mužjaka i ženki sa aspekta posmatrane osobine?

22. Kod vinskih mušica *Drosophyla melanogaster* na hromozomu II nalazi se dominantni gen S koji determiniše zvezdaste oči. Homozigotno stanje ovog gena (SS) izaziva smrt svoga nosioca. Na hromozomu II nalazi se jedan letalni recisivni gen l. Koji se fenotipovi i u kojim odnosima očekuju iz ukršanja jedinki sledećih genotipova

$SsLL \times SsLL$

23. Gen za žutu boju tela (Y) kod vinske mušice (*Drosophyla melanogaster*) je recisivan i vezan za pol. Njegov dominantni alel (Y+) određuje smeđu boju tela. Kakav odnos fenotipova (boja u odnosu na pol) se može očekivati kod potomstva ukoliko se ukrste:

- smeđa homozigotna ženka sa žutim mužjakom?
- žuta ženka sa smeđim mužjakom?
- smeđa heterozigotna ženka sa žutim mužjakom?

24. Kod ljudi je ćelavost zavisna od pola, tako da se češće javlja kod muškaraca nego kod žena. Recisivni alel (d) uslovljava ćelavost, dok je normalna kosmatost uslovljena dominantnim alelom (D).

Sposobnost koagulacije krvi zavisi od statusa gena (Q) na X hromozomu. Dominantni alel ovog gena kodira faktor koagulacije krvi VIII, a time i normalnu koagulaciju krvi. dok recisivni alel nema tu sposobnost.

Kakvi se potomci očekuju iz braka ograničeno ćelavog muškarca (heterozigot za gen D) i normalne žene (heterozigotne za gen D), ukoliko oboje imaju normalnu koagulaciju krvi, pri čemu je žena heterozigotna za ovu osobinu?

25. Autozomni recesivni gen u homozigotnom stanju transformiše jedinke *Drosophyla melanogaster*, genotipa XX, tako da one fenotipski potpuno liče na mužjake. Međutim ovi transformacijom dobijeni mužjaci su sterilni. Na normalne ženke ovaj gen nema nikakvog efekta ukoliko se nalazi u heterozigotnom stanju. Ako se ukrste ženke heterozigotne za posmatrani genski lokus sa recesivnim homozigotnim mužjakom za isti lokus, kakvo će se potomstvo dobiti u F₁ i F₂ generaciji i koji je odnos polova?

26. Boja perja kod domaće kokoške je kodirana genom (B) smeštenim na Z polnom hromozomu. Recesivni alel ovog gena određuje crnu boju perja, dok dominantni alel istog gena kodira šareno perje. Boja ljuske jajeta je pod kontrolom gena F smeštenog na petom paru autozoma. Dominantni alel kodira belu boju jajeta, dok recesivni alel istog gena uslovljava modru boju. Modra boja ljuske jajeta je selekcijski nepoželjna. Kakav se fenotipski odnos potomaka očekuje ako se izvrši ukrštanje crne kokoške i šarenog petla (heterozigot za boju perja), ukoliko su obe jedinke heterozigotne za boju ljuske jajeta?

27. Boja kože kod ljudi je poligeno svojstvo determinisano sa dva gena N1 i N2. Ako su u brak stupili muškarac tamne puti sa 100% pigmenta i žena svetle puti bez pigmenta (muškarac tamne puti sa 100% pigmenta - N1N1N2N2; žena svetle puti bez pigmenta - n1n1n2n2). Kakvo se potomstvo očekuje u F₁ i F₂ generaciji, ako je boja kože kod ljudi posledica aditivne poligene interakcije među nealelnim genima N1 i N2. Pomoću histograma prikažite distribuciju potomstva u F₂ generaciji u zavisnosti od intenziteta obojenosti kože.

2. FORMALNA GENETIKA

1. F_1 : 100% AaBb okrugao oblik, žuta boja.
 F_2 : 9 (okruglo, žuto): 3 (okruglo, zeleno): 3 (naborano, žuto): 1 (naborano, zeleno).
2. a) F_1 : 1 (okruglo, žuto): 1 (okruglo, zeleno): 1 (naborano, žuto): 1 (naborano, zeleno).
b) F_1 : 1 (okruglo, žuto): 1 (okruglo, zeleno): 1 (naborano, žuto): 1 (naborano, zeleno).
3. a) F_1 : 100% AABB okrugao oblik, žuta boja.
 F_2 : 100% AABB okrugao oblik, žuta boja.
b) F_1 : 100% aabb naboran oblik, zelena boja.
 F_2 : 100% aabb naboran oblik, zelena boja.
4. F_1 : 100% FfPp pernate noge, grašasta kresta
 F_2 : 9 (pernate noge, grašasta kresta): 3 (pernate noge, jednostavna kresta): 3 (noge bez perja, grašasta kresta): 1 (noge bez perja, jednostavna kresta).
5. a) 0%
b) 50%
c) 12,5%
6. a) F_1 : 100% DdEe normalan sluh.
b) Gluvi roditelji mogu imati dete normalnog sluha samo ako je njihova gluvoća uslovljena različitim alelomorfim parom gena, tj. ako je jedan roditelj ddEE a drugi DDee.
c) 100%
7. F_1 : 100% CcPp cvetovi crvene boje.
8. a) 1 tip (AbCd)
b) 2 tipa (ABcD, AbcD)
c) 8 tipova (ABCD, aBCD, AbCD, ABcD, abCD, AbcD., aBcD, abcD)
Izračunavanje se vrši po formuli 2^n pri čemu je n broj heterozigotnih genskih lokusa.
9. a) Orašasta kresta: P–R– (PPRR, PpRR, PPRr, PpRr)
Ružasta kresta: ppR– (ppRR, ppRr)
Grašasta kresta: P–rr (PPrr, Pprr)
Jednostavna kresta: pprr
b) F_1 : 1 (orašasta kresta): 1 (ružasta kresta): 1 (grašasta kresta): 1 (jednostavna kresta).
10. a) F_1 : 100% UuTt imaju sposobnost uvrtnja jezika, osećaju gorčinu PTC–a
 F_2 : 9 (uvrću jezik, osećaju PTC): 3 (uvrću jezik, ne osećaju PTC): 3 (ne uvrću jezik, osećaju PTC): 1 (ne uvrću jezik, ne osećaju PTC)
b) da

11. pegava koža, vunasta kovrdžava kosa S- W- (SSWW, SSWw, SsWW, SsWw)
 pegava koža, prava kosa S- ww (SSww, Ssww)
 nepegava koža, vunasta kovrdžava kosa ssW- (ssWW, ssWw)
 nepegava koža, prava kosa ssww

Pri ukrštanju muškarca nepegavog sa pravom kosom (ssww) i žene heterozigotne za oba svojstva (SsWw – pegava sa vunastom kovrdžavom kosom) podjednaka je verovatnoća dobijanja sva 4 fenotipa sa sledećim genotipovima:

pegava koža, vunasta kovrdžava kosa	SsWw (25%)	
pegava koža, prava kosa	Ssww (25%)	
nepegava koža, vunasta kovrdžava kosa	ssWw (25%)	tj (1 : 1 : 1 : 1)
nepegava koža, prava kosa	ssww (25%)	

12. F₁: tamne oči, tamna kosa 50% : tamne oči, svetla kosa 50%.

13. F₁: 25% (oštra crna dlaka): 25% (oštra, bela dlaka): 25% (meko, crna dlaka): 25% (meko, bela dlaka).

14. a) celo telo pokriveno krljuštima T- nn (TTnn, Ttnn)
 krljušti samo uz liniju leđa ttnn
 2 – 3 reda krljušti T- Nn (TTNn, TtNn)
 goli šaran ttNn
 letalni efekat -- NN

b) TTnn x ttNn

F₁: 2 – 3 reda krljušti 50% : celo telo pokriveno krljuštima 50%.

15. letalni efekat SS -- i -- ll (SSLL, SSLl, SSll, Ssll, slll),
 živi sa zvezdastim očima SsL- (SsLL, SsLl)
 živi sa normalnim očima ssL- (ssLL, ssLl)

Iz ukrštanja SsLl x SsLl dobija se:

7 letalnih : 6 živih sa zvezdastim očima : 3 žive sa normalnim očima.

16. a) diskoidan oblik A- B- (AABB, AABb, AaBB, AaBb)
 okrugao oblik aaB- (aaBB, aaBb) i A- bb (AAbb, Aabb)
 duguljast oblik aabb

b) AABb x AAbb

F₁: diskoidan oblik 50% : okrugao oblik 50%.

17. F₁: blaži oblik anemije, normalan vid 50% : bez anemije, normalan vid 50%.

18. a) P₁: TTGgRr x ttGgrr
 G: TGR, TgR, TGr, Tgr x tGr, tgr

	TGR	TgR	TGr	Tgr
tGr	∂ TtGGRr	φ TtGgRr	\subset TtGGrr	\subseteq TtGgrr
tgr	\in TtGgRr	\notin TtggRr	\subsetneq TtGgrr	∇ Ttggrr

F₁: 3 : 3 : 1 : 1 i to:

visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	3
visoka loza, zelene mahune, naborano seme	3
visoka loza, žute mahune, okruglo seme	1
visoka loza, žute mahune, naborano seme	1

F₂:

	visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	visoka loza, zelene mahune, naborano seme	visoka loza, žute mahune, okruglo seme	visoka loza, žute mahune, naborano seme	patuljasta loza, zelene mahune, okruglo seme	patuljasta loza, zelene mahune, naborano seme	patuljasta loza, žute mahune, okruglo seme	patuljasta loza, žute mahune, naborano seme
$\partial \times \varphi$ TtGGRr x TtGgRr	18	6			6	2		
$\partial \times \subset$ TtGGRr x TtGGrr	3	3			1	1		
$\partial \times \subseteq$ TtGGRr x TtGgrr	6	6			2	2		
$\partial \times \in$ TtGGRr x TtGgRr	18	6			6	2		
$\partial \times \notin$ TtGGRr x TtggRr	9	3			3	1		
$\partial \times \subsetneq$ TtGGRr x TtGgrr	6	6			2	2		
$\partial \times \nabla$ TtGGRr x Ttggrr	3	3			1	1		
$\varphi \times \subset$ TtGgRr x TtGGrr	6	6			2	2		
$\varphi \times \subseteq$ TtGgRr x TtGgrr	9	9	3	3	3	3	1	1
$\varphi \times \in$ TtGgRr x TtGgRr	27	9	9	3	9	3	3	1
$\varphi \times \notin$ TtGgRr x TtggRr	9	3	9	3	3	1	3	1
$\varphi \times \subsetneq$ TtGgRr x TtGgrr	9	9	3	3	3	3	1	1
$\varphi \times \nabla$ TtGgRr x Ttggrr	3	3	3	3	1	1	1	1
$\subset \times \subseteq$ TtGGrr x TtGgrr		6				2		
$\subset \times \in$ TtGGrr x TtGgRr	6	6			2	2		
$\subset \times \notin$ TtGGrr x TtggRr	3	3			1	1		
$\subset \times \subsetneq$ TtGGrr x TtGgrr		6				2		
$\subset \times \nabla$ TtGGrr x Ttggrr		3				1		
$\in \times \in$ TtGgRr x TtGgRr	9	9	3	3	3	3	1	1
$\in \times \notin$ TtGgRr x TtggRr	3	3	3	3	1	1	1	1
$\in \times \subsetneq$ TtGgRr x TtGgrr		9		3		3		1
$\in \times \nabla$ TtGgRr x Ttggrr		3		3		1		1
$\notin \times \in$ TtggRr x TtGgRr	9	3	9	3	3	1	3	1
$\notin \times \subsetneq$ TtggRr x TtGgrr	9	9	3	3	3	3	1	1
$\notin \times \nabla$ TtggRr x Ttggrr	3	3	3	3	1	1	1	1
$\subsetneq \times \subsetneq$ TtGgrr x TtGgrr	3	3	3	3	1	1	1	1
$\subsetneq \times \nabla$ TtGgrr x Ttggrr			3	3			1	1

...x∇ TtGgrr x Ttggrr		3		3		1		1
Ukupno	171	141	54	45	57	47	18	15

b) P₁: TtGGRr x TtGgRr

G: TGR, TGr, tGR, tGr x TGR, TgR, TGr, Tgr, tGR, tGr, tgr

	TGR	TGr	tGR	tGr
TGR	1 TTGGRR	2 TTGGRr	3 TtGGRR	4 TtGGRr
TgR	5 TTGgRR	6 TTGgRr	7 TtGgRR	8 TtGgRr
TGr	9 TTGGRr	10 TTGGrr	11 TtGGRr	12 TtGGrr
Tgr	13 TTGgRr	14 TTGgrr	15 TtGgRr	16 TtGgrr
tGR	17 TtGGRR	18 TtGGRr	19 ttGGRR	20 ttGGRr
tGr	21 TtGgRR	22 TtGgRr	23 ttGgRR	24 ttGgRr
tGr	25 TtGGRr	26 TtGGrr	27 ttGGRr	28 ttGGrr
tgr	29 TtGgRr	30 TtGgrr	31 ttGgRr	32 ttGgrr

F₁: 18 : 6 : 6 : 2 i to:

visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	18
visoka loza, zelene mahune, naborano seme	6
patuljasta loza, zelene mahune, okruglo seme	6
patuljasta loza, zelene mahune, naborano seme	2

F₂:

	visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	visoka loza, zelene mahune, naborano seme	visoka loza, žute mahune, okruglo seme	visoka loza, žute mahune, naborano seme	patuljasta loza, zelene mahune, okruglo seme	patuljasta loza, zelene mahune, naborano seme	patuljasta loza, žute mahune, okruglo seme	patuljasta loza, žute mahune, naborano seme
$\partial \times \zeta$ TTGGRR x TTGGRr	2							
$\partial \times \subset$ TTGGRR x TtGGRR	2							
$\partial \times \sqsubseteq$ TTGGRR x TtGGRr	4							
$\partial \times \in$ TTGGRR x TTGgRR	2							
$\partial \times \notin$ TTGGRR x TTGgRr	4							
$\partial \times \angle$ TTGGRR x TtGgRR	4	itd.						
Ukupno								

c) P₁: Ttggrr x ttGgRr

G: Tgr, tgr x tGR, tGr, tGr, tgr

	Tgr	tgr
tGR	∂ TtGgRr	\bullet ttGgRr
tGr	\div TtGgrr	\neq ttGgrr
tGr	\equiv TtggRr	\approx ttggRr
tgr	\dots Ttggrr	$ $ ttggrr

F₁: 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 i to:

visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	1
visoka loza, zelene mahune, naborano seme	1
visoka loza, žute mahune, okruglo seme	1
visoka loza, žute mahune, naborano seme	1
patuljasta loza, zelene mahune, okruglo seme	1
patuljasta loza, zelene mahune, naborano seme	1
patuljasta loza, žute mahune, okruglo seme	1
patuljasta loza, žute mahune, naborano seme	1

F₂:

	visoka loza, zelene mahune, okruglo seme	visoka loza, zelene mahune, naborano seme	visoka loza, žute mahune, okruglo seme	visoka loza, žute mahune, naborano seme	patuljasta loza, zelene mahune, okruglo seme	patuljasta loza, zelene mahune, naborano seme	patuljasta loza, žute mahune, okruglo seme	patuljasta loza, žute mahune, naborano seme
$\delta \times \zeta$ TtGgRr x ttGgRr	9	3	3	1	9	3	3	1
$\delta \times \zeta$ TtGgRr x TtGgrr	9	9	3	3	3	3	1	1
itd.								
Ukupno								

19. a) 6 ljubičastih : 2 bela (3 : 1)

b) 100% ljubičastih

c) 100% ljubičastih

d) 1 ljubičast : 3 bela

20. a) 15 trouglasto seme : 1 okruglo seme

b) 100% okruglo seme

c) 100% trouglasto seme

d) 3 trouglasto seme : 1 okruglo seme

21.

	zasečena krila	normalna krila	letalni
E	$X^N X^n$ 1	$X^n X^n$ 1	$X^N X^N$ /
Γ	ne postoje mužjaci sa zasečenim krilima	$X^n Y$ 1	$X^N Y$ 1

22 . letalni efekat

SS -- i -- II (SSLL, SSLI, SSII, SsII, ssII),

živi sa zvezdastim očima $SsL-$ ($SsLL$, $SsLl$)
 živi sa normalnim očima $ssL-$ ($ssLL$, $ssLl$)
 Iz ukrštanja $SsLL \times SsLL$ dobija se:
 1 letalnih : 2 živih sa zvezdastim očima : 1 žive sa normalnim očima.

23. a) smeđa ženka i smeđi mužjak (1 : 1)
 b) smeđa ženka i žuti mužjak (1 : 1)
 c) smeđa ženka, žuta ženka, smeđi mužjak, žuti mužjak (1 : 1 : 1 : 1)

24.

E	normalno kosmata, normalna koagulacija	ćelava, normalna koagulacija
	6	2

Γ	normalno kosmat, normalna koagulacija	normalno kosmat, hemofiličar	ograničeno ćelav, normalna koagulacija	ograničeno ćelav, hemofiličar	ćelav, normalna koagulacija	ćelav, hemofiličar
	1	1	2	2	1	1

25. $P_1: NnXX \times nnXY$
 $G: NX, nX \times nX, nY$

	NX	nX
nX	∅ $NnXX$	• $nnXX$
nY	÷ $NnXY$	≠ $nnXY$

$F_1: 1 : 1 : 1 : 1$ i to:

normalne heterozigotne ženke – $NnXX$ 1
 transformacijom dobijeni mužjaci koji su sterilni – $nnXX$ 1
 normalni heterozigotni mužjaci – $NnXY$ 1
 recesivni homozigotni mužjaci – mutirani – $nnXY$ 1

$F_2:$

	normalne ženke ($NNXX$, $NnXX$)	normalni mužjaci ($NNXY$, $NnXY$)	transformacijom dobijen mužjak koji je sterilan ($nnXX$)	recesivni homozigotni mužjak – mutiran ($nnXY$)
∅ x ∅ $NnXX \times NnXY$	3	3	1	1
∅ x ≠ $NnXX \times nnXY$	1	1	1	1
Ukupno	4	4	2	2

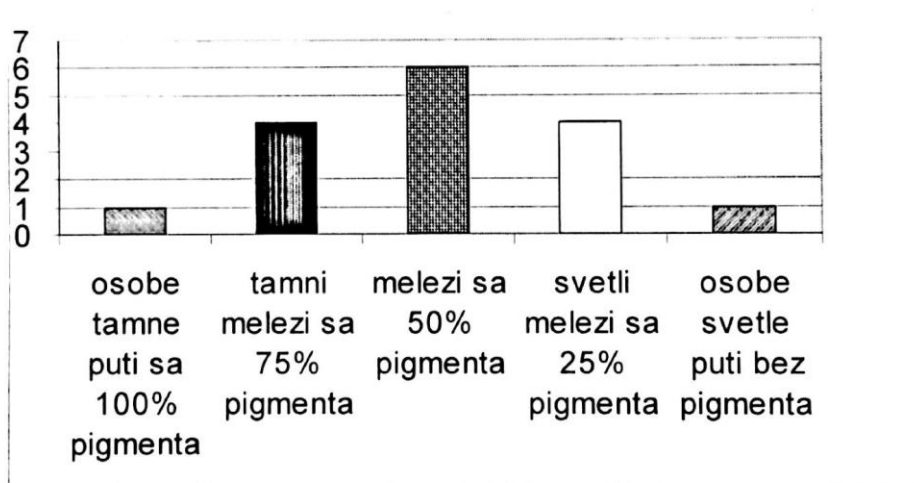
26.

E	šareno perje, bela jaja	crno perje, bela jaja	šareno perje, modra jaja	crno perje, modra jaja
	3	3	1	1

Γ	šareno perje, bela jaja	crno perje, bela jaja	šareno perje, modra jaja	crno perje, modra jaja
	3	3	1	1

27. F_1 : 100% melezi sa 50% pigmenta ($N_1n_1N_2n_2$)

F_2 : 1 (osobe tamne puti sa 100% pigmenta) : 4 tamni melezi sa 75% pigmenta : 6
melezi sa 50% pigmenta : 4 svetli melezi sa 25% pigmenta, : 1 osobe svetle puti
bez pigmenta



3. Formalna genetika II

1. Kod domaćeg govečeta šutost je dominantna osobina nad rogatošću. Kakvo se potomstvo može očekivati iz ukrštanja šutog bika sa rogatom kravom, ako je u ranijem parenju sa istim bikom jedna rogata krava dobila rogato tele?
2. Albinizam (odsustvo pigmenta) kod ljudi je recesivna osobina. Roditelji normalne pigmentacije dobili su albino dete. Kakav je genotip roditelja?
3. Ukrštanjem belih albino zamoraca sa tamnim zamorcima, dobijaju se hibridi intermedijalne (sive) boje krzna. Kakvo potomstvo, (boja, brojevi odnos izražen u %) se očekuje ukoliko se spare albino mužjak i siva ženka?
4. Pri ukrštanju šarenih i crnih pasa, uvek se dobija polovina crne i polovina šarene štenadi. Međusobnim ukrštanjem samo crnih pasa, nikada ne dolazi do razdvajanja svojstava. Kakvo potomstvo (boja, brojevi odnos u %) se može očekivati u slučaju parenja dvije šarene životinje?
5. Kod ljudi tamna boja očiju i tamna boja kose predstavljaju dominantne osobine nad svetlom bojom očiju i kose. Tamnook muškarac svetle kose, čiji su svi članovi porodice imali tamne oči, oženi se svetlookom ženom tamne kose, čija je majka imala svetlu kosu. Kakvi se fenotipovi (boja očiju, boja kose) i u kojoj srazmeri mogu očekivati kod njihovog potomstva?
6. Kod čoveka u ABO sistemu krvnih grupa, nulta krvna grupa uslovljena je recesivnim genom O, A krvna grupa dominantnim genom A, B krvna grupa dominantnim genom B, aleli A i B su kodominantni, pa osobe koje su heterozigotne za ova dva alela imaju AB krvnu grupu. Međutim, u MNs sistemu krvnih grupa, M krvna grupa je determinisana M alelom, tako da se M krvna grupa javlja kao posledica dominantno homozigotnog ili heterozigotnog stanja gena M. N krvna grupa je determinisana N alelom, tako da se N krvna grupa javlja kao posledica dominantno homozigotnog ili heterozigotnog stanja gena N. Recesivni genski alel S uslovljava pojavu osoba bez M i N antigena na plazmamembrani eritrocita. Produkcija Rh faktora je pod kontrolom dominantnog gena D+. Odsustvo Rezus proteina je uslovljeno recesivno homozigotnim stanjem ovog gena (D-).
 - a) Napišite sve genotipove krvnih grupa kod čoveka.
 - b) Obavite teorijsko ukrštanje osoba svih mogućih kombinacija krvnih grupa.
 - c) Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: žene heterozigotna A i M krvnih grupa i muž heterozigot za B i homozigot N krvnu grupu.
 - d) Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž AB krvne grupe bez Rh faktora i žena heterozigot za A krvne grupe, a homozigot sa Rezus proteinom.
7. @ena sa nultom krvnom grupom, koja je dominantni homozigot za M krvnu grupu, udala se za muža AB krvne grupe, heterozigotnog za N krvnu grupu. Kakve krvne grupe i genotip mogu imati njihova deca.
8. Heterozigotna žena za A krvnu grupu udala se za muškarca sa nultom krvnom grupom. Koje krvne grupe su moguće kod njihove dece, a koje se sigurno neće javiti?
9. Muž i žena su heterozigoti za A krvnu grupu. Postoji li verovatnoća i kolika da se rodi dete:
 - a) O krvne grupe b) A krvne grupe c) B krvne grupe, d) AB krvne grupe?
10. Krvna grupa majke je A, a oca B.
 - a) Može li se njihov genotip odrediti i kako?
 - b) Da li je moguće da dobiju dete sa krvnom grupom AB, A, O i B?
11. Kakvi su mogući genotipovi roditelja ako su njihova deca sa sledećim krvnim grupama:
 - a) 1/4 AB; b) 1/4 A; c) 1/4 B ; d) 1/4 O krvne grupe?
12. Dijete ima krvnu grupu AB. [ta se može reći o genotipu roditelja i njihovim krvnim grupama? Kakvu krvnu grupu je moguće očekivati kod budućih unuka (svakako zavisno od njihovih bračnih partnera)?
13. Dečak je O krvne grupe, a sastra AB krvne grupe. [ta se može reći za krvne grupe njihovih roditelja?
14. Ispitivanjem krvne grupe dva deteta konstatovano je da jednoima nultu krvnu grupu a drugo A. Roditelji jednog deteta imaju O i A krvnu grupu, a roditelji drugog A i AB krvnu grupu. Odrediti koje dete pripada kojim roditeljima?

15. Dete ima krvnu grupu AB. Dva para roditelja tvrde da je to njihovo dete. Prvi par ima sledeće krvne grupe: otac A, a majka B, a kod drugog para majka je sa AB, a otac sa O krvnom grupom. Kom paru pripada dete?
16. Jedna forma slepila kod ljudi (retinitis pigmentosa) može biti uslovljena bilo dominantnim alelom (R), bilo recesivnim alelom (a), tako da jedino osobe genotipova AArr ili Aarr imaju normalni vid. Oba gena se nalaze na autozomima i nezavisno se nasleđuju. Ako se slep muškarac čiji su roditelji bili normalnog vida oženi ženom genotipa AaRr, koje proporcije dece iz tog braka će imati normalan vid?
17. Kod kokoši Plymouth Rock rase, šarena boja perja je dominantna (B) nad crnom bojom perja Langshan rase, (b). Svojstvo je polno vezano.
 a) kakvo će potomstvo biti u F1 i F2 generaciji, ako ukrstite pripadnike čistih linija za posmatrana svojstva?
 b) Proverite recipročno ukrštanje i uporedite ga sa direktnim.
18. Odsustvo znojnih žlezda kod čoveka nasleđuje se kao recesivna osobina vezana za pol. Normalan mladić oženio se sa devojkom čiji je otac patio od urođenog odsustva znojnih žlezda, dok su joj majka i svi ostali predci bili fenotipski normalni. Kolika je verovatnoća pojave urođenog odsustva znojnih žlezda kod muškog i ženskog potomstva iz ovog braka.
19. Kunić fenotipa kratke, oštre i bele boje (KOC), ukršten je sa ženkom fenotipa dugačke oštre i crne dlake (koC), potomstvo se sastojalo od 28 kunića, sledećih fenotipova:
 10 kunića - KOC, 3 kunića-KOC, 11 kunića-kOC, 4 kunićakoC. Na osnovu ovakvog tipa razdvajanja genskih faktora odredite genetsku konstrukciju roditelja.
20. Mladalačka amaurotska idiotija (Sachs-ova bolest) je recesivno nasledno obolenje određeno genima "I" i "J", te dolazi do rane smrti u slučaju homozigotnog statusa gena "ii" (do šeste godine života), odnosno "jj" (do puberteta). Dominantni statusi na pomenutim lokusima tj. "I" i "J" određuje normalne individue. Ukoliko u brak stupe dvije osobe istog genotipa "IiJj" odrediti:
 a) Koji deo ukupnog mogućeg potomstva neće doživeti punoletstvo?
 b) Koji deo od ukupno punoletnih potomaka neće biti nosilac nijednog od navedenih gena u njegovom recesivnom obliku?
21. [uti bik (PP) i rogata krava (pp) dobijaju u F1 generaciji samo šute potomke heterozigotnog genskog sastava (Pp) i uniformnog fenotipskog izgleda (svi potomci su bezrogi). Da li postoji još neka osim pomenute, parentalna genska kombinacija koja će dati 100% uniformnost?
22. U slučaju čovečije bolesti-Daltonizma (slepilo za boje) koja je kontrolisana recesivnim genom (cc), a gen za normalno viđenje boja (crveno-zelena) je dominantan (CC). Postavite zadatke (dajte genetičku prognozu fenotipskog i genotipskog izgleda svih teorijski mogućih potomaka u F1 generaciji), ako su :
 a) otac CC, majka cc b) otac Cc a majka Cc, c) Otac CC, majka Cc d) otac cc, majka Cc.
23. Kod kokoške gen (C) određuje kratkonogost i ima letalni recesivni efekat. Genotipovi: FF uslovljava kratko perje, Ffdlakasto, ff-normalno perje. Odredite fenotip potomstva u sledećim ukrštanjima:
 CcFf x CcFf, CcFf x ccff, ccFf x cfff, Ccff x ccFF, Ccff x ccFf i CcFF x ccff.
24. "Kokošije slepilo" je nasledno i uslovljava ga dominantni gen (N). žena koja ima "kokošije slepilo" udala se za zdravog muškarca. Svih šestoro dece su nasledila oboljenje. Nena rođena sestra ima isto gensko oboljenje, a udala se za zdravog muškarca i iz tog braka rodilo se troje zdrave dece i jedno sa "kokošijim slepilom". Kakve genotipove su imale sestre i njihovi roditelji.
25. Obrazovanje fertilnih polenovih zrna kod kukuruza zavisi od toga da li biljka sadrži dominantan (Rf), ili recesivan (rf) alel, a takođe i od toga koji tip citoplazme sadrži da li fertilni ili sterilni (Cf) ili (Cs). Biljka koja u svom genomu sadrži Rf alel produkuje fertilna polenova zrna, bez obzira na tip citoplazme koju uključuje. Međutim, biljka koja je recesivan homozigot (rf/rf) može da produkuje fertilna polenova zrna samo ako poseduje fertilnu citoplazmu. Ako prvi genotip u navedenim ukrštanjima predstavlja žensku, a drugi mušku biljku navesti odnos fertilnih i sterilnih biljaka u F1 i F2 generacija:
 CsRfrf x CfRfrf ; Csrfrf x CfRfrf; Csrfrf x CsRfRf; Csrfrf x Cfrfrf.
26. Boju dlake kunića determinišu serija multipnih alela jednog genskog lokusa između kojih postoji hierarhijski odnos dominantnosti:

C-cch-ch-c. Alel C dominira u odnosu na sve ostale alele: alel cch dominira u odnosu na ch i c alel. C alel determiniše sivu boju dlake; cch činčila boju; ch himalajsku boju; jedinke genotipa cc su albino, a cch imaju svetlo sivu boju. Iz ukrštanja:

- a) jedinke sive boje sa životinjom himalajske boje dobijeno je potomstvo sa sivom, činčila i svetlosivom bojom krzna u odnosu 2:1:1.
b) jedinke sive boje i jedinke himalajske boje dobijene su sive, himalajsko obojene i albino jedinke u odnosu 2:1:1. Odredite genotipove potomaka i roditelja.

27. Kod ljudi dominantni alel (G) genskog lokusa koji kontroliše sintezu glukozo-6-fosfatne dehidrogenaze nalazi se na X hromozomu. Recesivni alel (g) ovog lokusa, dovodi do toga, da se G6PD uopšte neobrazuje. Da li žena genotipa Gg i muškarac G/Y produkuju istu količinu ovog enzima.

28. Kod Chlamidomonasa mutirani gen (arg-determiniše pigmentisanost) kombinuje se sa mutiranim genom (nb) (nepokretni bičevi). Kakav će genotip imati njihovo potomstvo i koji su njihovi međusobni odnosi?

29. Predpostavimo da gen (c) i njegov alel (c+) pokazuju nepotpunu dominantnost sobzirom na boju cveta tako da biljka sa genotipom (c+c+) daje crveni cvet, genotip (c+c) daje ružičast cvet, dok genotip cc uslovljava beo cvet, isto tako gen (s) i njegov alel (s+) pokazuje nepotpunu dominantnost, ali u odnosu na boju semenki, tako da (s+s+) daje crveno-crne semenke, (s+s) uslovljava ružičaste semenke, a ss bele semenke. Kakvo će potomstvo nastati i koji će fenotipski odnosi biti zastupljeni u sledećim ukrštanjima:

- a) $c+c+ss \times ccs+s+$ b) $c+cs+s \times c+cs+s$
c) $c+cs+s \times ccss$ d) $ccs+s \times c+css$

Prijedlog pitanja za kantonalno takmičenje iz biologije (oblast genetika)

Broj mogućih bodova: 100

Broj pitanja i zadataka: 40

I-DOPUNI REČENICE

1. Genetika kao nauka _____ . To je nauka koja nastoji utvrditi _____ . (2)

Rješenje:

Genetika kao nauka *o organskom (biološkom) nasljeđivanju bavi se sličnostima i različitostima koja postoje između živih bića i njihovih grupa*. To je nauka koja nastoji utvrditi *i objasniti pojave i uzroke kako stalnosti tako i promjenljivosti organizma*.

2. Najbitnije podatke o građi molekula DNK dali su _____ .
DNK (_____) spada u organske makromolekule građene od _____ polimer što znači da se sastoji od _____ . (3)

Rješenje:

Najbitnije podatke o građi molekula DNK dali su *Britanac Krik i Amerikanac Votson 1953. Godine*. DNK (*dezoksiribonukleinska kiselina*) spada u organske makromolekule građene od *dva polinukleotidna lanca* polimer što znači da se sastoji od *većeg broja gradivnih jedinica nukleotida (monomera)*.

3. Svaki nukleotid sačinjavaju tri komponente _____ .
Nukleotidi u molekuli DNK među sobom se razlikuju samo _____ .
Pošto se DNK sastoji samo od _____ poprečne veze obrazuju se _____ i to _____ zakonom komplementarnosti _____ . (4)

Rješenje:

Svaki nukleotid sačinjavaju tri komponente *petouglični šećer, ortofosforna kiselina i heterociklična baza*. Nukleotidi u molekuli DNK među sobom se razlikuju samo *po heterocikličnoj bazi koju sadrže*. Pošto se DNK sastoji samo od *dva polinukleotidna lanca* poprečne veze obrazuju se *preko komplementarnih baza* i to zakonom komplementarnosti *uvijek se veže adenin-timin, gvanin-citozin*.

4. Purinske baze su _____ , a pirimidinske _____ . (2)

Rješenje:

Purinske baze su *adenin i gvanin*, a pirimidinske su *citozin, uracil i timin*.

5. RNK (_____) sadrži _____ koji se nalazi pretežno u _____ . U ćeliji postoje tri vrste RNK i to: _____ . (3)

Rješenje:

RNK *ribonukleinska kiselina* sadrži *jednostruk nukleotidni lanac* koji se nalazi pretežno u *citoplazmi*. U ćeliji postoje tri vrste RNK i to *iRNK, rRNK i tRNK*.

6. Gen je _____ . Genotip je _____ . Fenotip je _____ . (3)

Rješenje:

Gen je *osnovna fizička jedinica nasljeđivanja*.

Genotip je *skup gena jednog organizma*.

Fenotip je *ukupnost vidljivih svojstava u organizmu*.

7. Genetički inženjering je _____ a moguće je razlikovati tri oblasti genetičkog inženjerstva i to _____ . (3)

Rješenje:

Genetički inženjering je *svrsishodnomanipulisanje genetičkim materijalom u organizmima živih bića* a moguće je razlikovati tri oblasti genetičkog inženjerstva i to *gensko, hromosomsko i genonsko*.

8. Mutacije su _____ a mogu biti _____ . Neke genopatije su _____ . (3)

Rješenje:

Mutacije su *materijalne promjene u sastavu nasljedne supstance* a mogu biti *na nivou gena i na nivou hromosoma*. Neke genopatije su *alkaptonurija, hemofilija, albinizam...*

9. Kariotip je _____ . Kariogram je _____ (2)

Rješenje:

Kariotip je *skup hromosoma i vezivanje sa genskim grupama*.

Kariogram je *grafički prikaz hromosomske garniture predstavljene homolognim parovima*.

10. Hromosomska garnitura je _____ . U gametama se nalazi _____ i to _____ hromosoma a u somatskim ćelijama je _____ i to _____ hromosoma. (2)

Rješenje:

Hromosomska garnitura je *skup hromosoma jedne ćelije*. U gametama se nalazi *haploidna hromosomska garnitura* i to *23 hromosoma* a u somatskim ćelijama je *diploidna hromosomska garnitura* i to *46 hromosoma*.

11. Homozigot je _____ . Heterozigot je _____ (2)

Rješenje:

Homozigot je *alelni par gena koga čine jednaki aleli*.

Heterozigot je *alelni par gena koga čine različiti aleli*.

II- POPUNI TABELU

12. Navedi razlike između DNK i RNK

NUKLEINSKA KISELINA	DNK	RNK
Mjesto u ćeliji		
Broj polinukleotidnih lanaca		
Broj nukleotida u molekuli		
Heterociklične baze		
Šećer		

(5)

Rješenje:

NUKLEINSKA KISELINA	DNK	RNK
Mjesto u ćeliji	<i>Hromosomi(jedro)</i>	<i>Citoplazma</i>
Broj polinukleotidnih lanaca	<i>2</i>	<i>1</i>
Broj nukleotida u molekuli	<i>15000-30000</i>	<i>20-6000</i>
Heterociklične baze	<i>A, G, C i T</i>	<i>A, U, C i G</i>
Šećer	<i>Dezoksiriboza</i>	<i>Riboza</i>

13. BIOSINTEZA BJELANČEVINA

Faze biosinteze bjelančevina	Transkripcija	Translacija
Mjesto odvijanja sinteze		
Osnovna sinteza		
Osnovne karakteristike toka		
Matrica pri sintezi		

Od kojih monomera se vrši sinteza		
-----------------------------------	--	--

(5)

Rješenje:

Faze biosinteze bjelančevina	Transkripcija	Translacija
Mjesto odvijanja sinteze	<i>Jedro</i>	<i>Citoplazma</i>
Osnovna sinteza	<i>Sinteza iRNK</i>	<i>Sinteza bjelančevina</i>
Osnovne karakteristike toka	<i>Sinteza iRNK putem privremenog vezanja ribonukletida na jedan polulanac DNK</i>	<i>Sinteza proteina od aminokiselina pojedinačno spojenih sa specifičnom tRNK čiji se aktivni tripleti komplementarno vežu na triplet iRNK</i>
Matrica pri sintezi	<i>Jedan polulanac DNK</i>	<i>iRNK</i>
Od kojih monomera se vrši sinteza	<i>Ribonukleotida</i>	<i>Aminokiselina</i>

14. PRAVILNO OBILJEŽI DIJELOVE HROMOSOMA

(4)

III- ZAKRUŽI SLOVO ISPRED TAČNOG ODGOVORA

15. Rezultat mitoze su dvije ćelije kćeri:

- S jednakim brojem hromosoma i različitom genskom uputom
- S jednakim brojem hromosoma i nasljednom uputom koja je različita od ćelije majke
- S haploidnim brojem hromosoma, genetički iste
- S diploidnim brojem hromosoma koje su genetički jednake ćeliji majci
- S 23 para hromosoma i različitom genetičkom uputom

(1)

Rješenje: d

16. U stadiju metafaze

- Razgrađuje se jezgrina ovojnica
- Razdvajaju se hromosomi
- Hromosomi dosežu najveću spiralizaciju(nivo sažimanja)
- Formiraju se niti diobenog vretena
- Izgrađuje se stanična stjenka

Rješenje: c

(1)

17. Antikodon kodona CAC jeste

- GTG
- CAC
- ACA
- GUG
- UCU

(1)

Rješenje: d

18. Vezani geni su:

- Geni koji određuju isto svojstvo
- Geni koji određuju slična svojstva
- Geni smješteni u istom hromosomu
- Geni smješteni isključivo na gonosomima
- Geni smješteni isključivo na autosomima

- Rješenje: **c** (1)
19. Dominantno se naslijeđuje:
- a) Brahidaktilija
 - b) Albinizam
 - c) Hemofilija
 - d) Ravna linija izrastanja kose
 - e) Srasla ušna resica
- Rješenje: **d** (1)
20. Koji se od navedenih genotipova po ekspresiji fenotipova razlikuje od ostalih:
- a) Aa Bb
 - b) Aa bb
 - c) AA BB
 - d) Aa BB
 - e) AA Bb
- Rješenje: **b** (1)
21. Interval između završetka sinteze DNK i početka mitoze nazvan je:
- a) G₁ faza
 - b) G₂ faza
 - c) S faza
 - d) G₀ faza
 - e) M faza
- Rješenje: **b** (2)
22. Slijed od 60 nukleotida određuje sintezu nekog proteina. Od koliko aminokiselina je građen taj protein:
- a) 120
 - b) 30
 - c) 60
 - d) 20
 - e) 10
- Rješenje: **d** (1)
23. Zadnja faza mejoze je:
- a) Profaza
 - b) Metafaza
 - c) Interfaza
 - d) Anafaza
 - e) Telofaza
- Rješenje: **c** (1)
24. Molekula DNK građena je od dva lanca. Nakon dva uzastopna udvostučavanja omjer starih (ishodišnih) i novosintetiziranih lanaca bit će:
- a) 4:4
 - b) 6:2
 - c) 2:6
 - d) 2:8
- Rješenje: **d** (1)
25. Krosingover je:
- a) Izmjena dijelova hromatida nehomolognih hromosoma
 - b) Izmjena dijelova hromatida homolognih hromosoma
 - c) Razdvajanje homolognih hromosoma
 - d) Izmjena gena u mitози

Rješenje: **a**

(2)

26. Autosomi su:

- a) Svi hromosomi nekog organizma
- b) Spolni hromosomi
- c) Svi hromosomi nekog organizma osim X i Y hromosoma
- d) Samo hromosomi vinske mušice

Rješenje: **c**

(2)

27. Ako su u ribosomu redom pristupile prijenosne RNK(iRNK) s antikodonima(AUG GGA UGA CCA), kako glasi kod u molekuli DNK:

- a) AUG GGA UGA CCA
- b) CTA TCC TCT GGT
- c) ATG GGA TGA CCA
- d) ATG GGA TCA GCA

Rješenje: **c**

(2)

28. Najbitniji događaj u interfazi je:

- a) Razdvajanje hromosoma
- b) Sinteza iRNK
- c) Spiralizacija hromosoma
- d) Despiralizacija hromosoma
- e) Udvostručenje DNK

Rješenje: **e**

(2)

29. Metonin je:

- a) Purin
- b) Šećer
- c) Pirimidin
- d) Aminokiselina

Rješenje: **d**

(2)

30. Broj od 92 hromosoma kod čovjeka zovemo:

- a) Haploidnim
- b) Diploidnim
- c) Triploidnim
- d) Tetraploidnim

Rješenje: **d**

(2)

31. U tabeli su navedeni kodoni za 6 aminokiselina:

CGG –kodira Alanin	TTT-kodira Lizin
GCG-kodira Arginin	AAA-kodira Fenilalanin
CCA-kodira Glicin	CAA kodira Valin

Usporedi navedeni dio iRNK molekule i slijed AK proteina koji je prema toj iRNK sintetiziran.
iRNK: CGC-CUU-AAA-CUU-GCC

Protein: Arginin, Glicin, Lizin, Valin, Alanin

Označite triplett koji sadrži mutaciju tj. grešku u transkripciji:

- a) Prvi
- b) Drugi
- c) Treći
- d) Četvrti
- e) Peti

Rješenje: **b**

(4)

32. U hromosomu geni su raspoređeni:

- a) Nepravilno
- b) Linearno
- c) Smješteni na određenim lokusima
- d) Građeni od nukleotida

- e) Tačni svi odgovori osim odgovora „a“
Rješenje: *e* (2)

33. Koji proces nužno prethodi mejozi i mitozu:

- a) Spolno sazrijevanje
 - b) Repl
 - c) ikacija DNK
 - d) Gametogeneza
 - e) Redukcijska dioba
 - f) Svi odgovori su tačni
- Rješenje: *b* (2)

34. Somatske ćelije čovjeka imaju:

- a) Haploidan broj hromosoma
 - b) 23 para autosoma
 - c) 23 para homolognih hromosoma
 - d) 22 hromosoma i jedan par spolnih hromosoma
 - e) 44 hromosoma i dva gonosoma
- Rješenje: *e* (2)

35. Koliko će aminokiselina biti povezano u proteinu čiji je genski zapis dug 6000 nukleotida:

- a) 6000
 - b) 3000
 - c) 2000
 - d) 1000
 - e) 300
- Rješenje: *c* (2)

36. Određena školjka može živjeti unutar čvrste ili mekane kućice Ako se školjka genotipa Bb križa sa homozigotnom dominantnom vrstom koja ima čvrstu kućicu, kakav će biti omjer genotipova potomstva:

- a) 100% BB
 - b) 100% Bb
 - c) 100% bb
 - d) 50% Bb i 50% BB
 - e) 25% Bb i 75% BB
- Rješenje: *d* (3)

37. Analiziraj kariogram i odredi:

- a) Koji sindrom je u pitanju? _____
 - b) Kako izgleda hromosomska garnitura osobe oboljele od ovog sindroma? _____
 - c) Navedite _____ nekoliko _____ glavnih simptoma! _____
- (4) Rješenje:

- a) Koji sindrom je u pitanju? ***Klinefelterov sindrom***
- b) Kako izgleda hromosomska garnitura osobe oboljele od ovog sindroma? ***44A+XXY***
- c) Navedite nekoliko glavnih simptoma! ***Muški fenotip, relativno veća tjelesna visina, slaba tjelesna dlakavost, mali testisi, povećane sise i mentalna zaostalost.***

38. Mati ima krvnu grupu A (heterozigot) i Rh +(heterozigot) a otac krvnu grupu AB i Rh-. Koje krvne grupe i koji Rh faktor možemo očekivati kod njihove djece?

Rješenje: (5)
P: ♀ AO Cc x ♂ AB cc

G: AC Ac OC Oc x Ac Bc

♀/♂	Ac	Bc
AC		
Ac		
OC		
Oc		

Kod djece možemo očekivati:

- 2/8 krvna grupa A Rh +
- 2/8 krvna grupa A Rh-
- 1/8 krvna grupa AB Rh+
- 1/8 krvna grupa AB Rh -
- 1/8 krvna grupa B Rh +
- 1/8 krvna grupa B Rh -

39. Jedna normalna žena, čiji je otac bio daltonista udala se za čovjeka koji je daltonista. Imali su sina i kćerku.

- a) Koje su vjerovatnoće da sin bude daltonista?
- b) Koje su vjerovatnoće da kćerka bude daltonista?

(5)

Rješenje:

P: ♀ □□XX♂ □□XY

G: □□X X □□X Y

F1: □□X□□X □□XY □□XX XY

- a) Vjerovatnoća da sin bude daltonista je 25%
- b) Vjerovatnoća da kćerka bude daltonista je 25%

40. Sklopljen je brak između osobe koja uzdužno savija jezik i osjeća gorak okus i osobe koja nema ta svojstva. Ispišite genotipove P, F1 i kompletnu F2 generaciju, kao i odnos genotipova i fenotipova.

Rješenje:

P: AA BB x aa bb

F1: Aa Bb

F2: Aa Bb x Aa Bb

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

Odnos genotipa: 1AABB:2AABb:2AaBB:4AaBb:1aaBb:1aaBB:2Aabb:2aaBb:1aabb

Odnos fenotipa 9:3:3:1

3. U jednom selu na sjeveru Švedske živi 1700 stanovnika od kojih je 1377 plavokosih, a 323 smeđokosih. Odredi točne tvrdnje za boju kose u populaciji pod pretpostavkom da nije došlo do migracija.

- a) u populaciji je 306 heterozigota
- b) u populaciji je 1476 homozigota
- c) u populaciji je 17 homozigota
- d) u populaciji ne postoji jedinka bez alela za plavu kosu

e) u populaciji je 1394 homozigota

4. Slikar normalnog vida kojem je otac daltonist i balerina normalnog vida kojoj je majka daltonistica uskoro će dobiti dijete. Roditelji strahuju da su oni sami prenosioci daltonizma te su se odlučili konzultirati s liječnikom. Što im je liječnik rekao?

- a) ako bude sin, ima 50% šanse da bude daltonist
- b) oba su roditelja prenositelji
- c) kćer će sigurno biti normalnog vida

- d) dijete bez obzira na spol može biti daltonist
- e) majka ima 50% šanse da je prenositelj

5. Koliko različitih genotipova za zadana svojstva u potomstvu može dati roditeljska generacija graška OOŽžMmVvTT × OožžMmVvTT?

- a) oba roditelja stvaraju po 8 različitih gameta
- b) jedan roditelj stvara 4 različite gamete, drugi stvara 8
- c) u potomstvu nalazimo 24 različita genotipa
- d) u potomstvu nalazimo 32 različita genotipa
- e) u potomstvu nalazimo 64 različita genotipa

6. Ako križamo jedinke genotipa AaBbCc × aabbcc, a geni su vezani te se *crossing-over* dogodio između drugog i trećeg lokusa kod oba roditelja, koji omjer fenotipova dobivamo u potomstvu?

- a) 9 : 3 : 3 : 1
- b) 1 : 1 : 1 : 1
- c) 3 : 1
- d) 1 : 2 : 1
- e) 1 : 1

7. Kod afričke žabe *Xenopus laevis* zigota odmah po nastanku prolazi kroz 12 vrlo brzih mitotičkih dioba, odnosno staničnih ciklusa koji u prosjeku traju samo 30 minuta, a zovemo ih ranim embrionskim staničnim ciklusom. Ovakav se stanični ciklus razlikuje od ciklusa somatskih stanica, jer mu nedostaju dvije faze, a blastula koji nastaje na taj način velika je kao i zigota, nakon čega embrio počinje rasti.

Odgovori na pitanja i nadopuni rečenicu:

- A. Koje faze su izostavljene iz ranog embrionskog staničnog ciklusa? **Odgovor:** _____ **Obrazloži odgovor:** _____
 G1 i G2 faza
 stanice se samo dijele, pa moraju prolaziti kroz M i S fazu u kojoj se DNK umnožava
- B. Koliko stanica ima tako nastala blastula? **Odgovor:** _____ **2¹² (4096)**

B. *Xenopus laevis* ima $2n = 36$. Koliko kromosoma te koliko molekula DNA imaju njezine stanice u profazi mitoze?

Odgovor: _____ **36 i 72**

C. Koliko kromosoma te koliko molekula DNA imaju njezine stanice u profazi II?

Odgovor: _____ **18 i 36**

8. Koliko će gameta nastalih iz jedne stanice potencijalno rezultirati Downovim sindromom ako je do greške u raspodijeli kromosoma došlo u mejozi II? **1 ili 1 od 4**

- a) Koliko autosoma je imao spermij koji je oplodio jajnu stanicu normalnog broja kromosoma, a čija je oplodnja rezultirala ovim sindromom? **23**

9. U populaciji zijevalica dvostruko je više bijelih cvjetova od ružičastih.

A. Kolika je učestalost alela C1 (crveno)?

p = učestalost C1 alela, q = učestalost C2 alela $p + q = 1$ $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ p^2 je genotip C1C1 (crveni cvjetovi), $2pq$ genotip C1C2 (ružičasti) i q^2 genotip C2C2

(bijeli)

bijelih je 2x više od ružičastih $q^2 = 2 \times 2pq$ $q^2 = 4pq$ $q = 4p$ $p + q = 1$ $p + 4p = 1$ $5p = 1$ $p = 0,2$



B. O kakvoj vrsti odnosa između alela je riječ u ovom zadatku?

nepotpuna dominacija

10.

Školsko takmičenje iz biologije – oblast genetika

Školska: 2013/2014. godina

Zaokružite tačne odgovore

- Osnove moderne genetike postavio je:**
 - G. Mendel
 - E. Tschermak
 - C. Correns
 - H. De Vries
 - majku heterozigota krvne grupe A i oca heterozigota krvne grupe B
 - majku krvne grupe B i oca krvne grupe O
- Koja vrsta nukleinske kiseline preuzima šifru za sintezu proteina sa gena**
 - DNK – hloroplasta
 - Hromosomska DNK
 - Transportna RNK
 - Informaciona RNK
- Segment proteina određuje kodon iRNK : ACU – GAU- CAU odredi antikodone tRNK**
 - UGC – AAU – CGU
 - UGA – CUA – GUA
 - CCU – GUA – UGA
 - UGA – ACA – GUA
- Osnovna pravila nasljeđivanja Mendel je otkrio:**
 - Gemelološkom metodom
 - Hibridološkom metodom
 - Genealoškom metodom
 - Kombinacijom sve tri
- Nasljedne bolesti su:**
 - Genopatije
 - Genetička ravnoteža
 - Hromosomopatije
 - Hibridi
- Sin krvne grupe O ne može imati :**
 - oca homozigota krvne grupe A i majku krvne grupe O
 - oca i majku krvne grupe B
 - oca i majku krvne grupe O
 - majku krvne grupe AB i oca krvne grupe A
- Gen veličine 180 nukleotida sadrži 36% citozina. Koliko molekula uracila sadrži njegova mRNA?**
 - 14%
 - 80%
 - 36%
 - 54%
 - nije moguće izračunati
- Koje križanje može dati omjer fenotipova 1 : 1 : 1 : 1 ?**
 - AABB x aabb
 - AAbb x aaBB
 - AABB x AAbb
 - AaBb x Aabb
 - Aabb x aaBb
- Pri primjeni metoda rekombinantne DNA kojima se mijenjaju svojstva bakterija, kao vektori se mogu koristiti:**
 - mitohondrijska DNA
 - kloroplastna DNA
 - plazmidna DNA
 - DNA viroida
 - DNA faga
- Tokom anafaze I stanice slona ($2n = 56$) nije došlo do razdvajanja jednog homolognog para kromosoma. Kakav će biti sastav gameta nakon mejoze?**
 - dvije stanice imat će 29, a dvije će imati 27 kromosoma

- b. jedna stanica imat će 27, dvije 28, jedna 29 kromosoma
- c. svaka stanica imat će po 29 kromosoma
- d. sve zajedno stanice će imati 112 kromosoma
- e. svaka stanica imat će po 28 molekula DNA

11. U jednom selu na sjeveru Švedske živi 1700 stanovnika od kojih je 1377 plavokosih, a 323 smeđokosih. Odredi točne tvrdnje za boju kose u populaciji pod pretpostavkom da nije došlo do migracija.

- a. u populaciji je 306 heterozigota
- b. u populaciji je 1476 homozigota
- c. u populaciji je 17 homozigota
- d. u populaciji ne postoji jedinka bez alela za plavu kosu
- e. u populaciji je 1394 homozigota

12. Popuni tabele

	delecija
Udvostručavanje dijela hromosoma	
Premještanje dijela hromosoma	
	inverzija

13.

Nomentklatura	Klinički fenotip
46,XX ILI 46,XY	
47,XXY	
47,XY+13	
45,X	

14. Popuni prazna mjesta u rečenici.

- a. Kloniranje je _____ genetički identičnih _____ nekog _____.
- b. Biotehnologija je _____ i korišćenje živih _____ u cilju stvaranja nekog _____.
- c. Molekul DNK eukariota u sebi sadrži kodirajuće dijelove _____ i nekodirajuće dijelove _____.

15. Ako kodon UAG predstavlja STOP kodon, odnosno kodon koji određuje kraj sinteze peptidnog lanca, tada će iRNK s redosljedom nukleotida UUU CUU CCU CAU CGA UAG odrediti sintezu sljedećeg polipeptida: (koristi se shemom genetičkog koda!)

- a. Phe leu Pro His Arg
- b. Phe Leu Pro His Arg Met
- c. Leu Pro His Arg Met
- d. Pro His Arg Met

16. Zaokruži tačne tvrdnje

- a. Daunov sindrom je teško nasljedno oboljenje koje se ubraja u genopatije T N
- b. Pojam frekvencije gena je osnovni pojam populacijske genetike T N
- c. Osnovna hromosomska niti sastoji se od proteina i ugljikohidrata T N
- d. Ako više gena određuje jednu osobinu radi se o poligenkom nasljeđivanju T N
- e. Klicine mutacije se fenotipski ispoljavaju u potomstvu T N
- f. Jedini način stvaranje veće raznolikosti nasljednog materijala su mutacije T N

17. Vesna je zdrava ali Vesnin brat boluje hemofiliju. Kolika je vjerovatnoća da je i Vesna nositeljica tog gena ako su joj oba roditelja zdrava? Prikaži križanje roditelja?

18. U populaciji zijevalica dvostruko je više bijelih cvjetova od ružičastih.

a. Kolika je učestalost alela C1 (crveno)?

b. O kakvom tipu monogenetskog nasljeđivanja je riječ?

19. Odrediti fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž AB krvne grupe Rh⁻ (Rh negativan, genotip dd) i žena heterozigot za A krvnu grupu a homozigot za Rh faktor (Rh pozitivna, dominantni homozigot DD).

20. Ukrštanjem biljke graška okruglog(AA) i žutog (BB) zrna sa biljkom naboranog (aa) i zelenog (bb) zrna dobijena je uniformna F-1 generacija biljaka okruglog i žutog zrna. Međusobnim križanjem F1 generacije dobijena je F – 2 generacija. Ispišite genotipove roditelja, F1 i kompletnu F2 generaciju sa srazmjerom potomaka, u genoipskom i fenotipskom smislu.

Rješenje testa:

Pitanje broj	odgovor		bodovi
1.	a		1
2.	d		1
3.	b		1
4.	b		1
5.	b, c		1
6.	a, d		2
7.	a		1
8.	e		1
9.	c, e		2
10.	a, d		2
11.	a, e		2
12.	gubitak dio hromosoma	delecija	4
	Udvostručavanje dijela hromosoma	duplikacija	
	Premještanje dijela hromosoma	translokacija	
	Obrnuta orijentacija dijela hromosoma	inverzija	
13.	Nomentklatura	Klinički fenotip	4
	46,XX ili 46,XY	Normalan ženski i muški kariotip	
	47,XXY	Sindrom Klinefelter	
	47,XY+13	Sindrom Patau (trisomija 13. para homologa)	
	45,X	Turnerov sindrom	
14.	a. Kloniranje je postupak stvaranja genetički identičnih kopija nekog organizma . b. Biotehnologija je proučavanje i korišćenje živih organizama u cilju stvaranja nekog proizvoda .		8

	c. Molekul DNK eukariota u sebi sadrži kodirajuće dijelove introne i nekodirajuće dijelove egsone .	
15.	a	1
16.	a, b, d, e,	6
17.	<p style="text-align: center;">P: $x^H x^h \times x^H y$</p> <p style="text-align: center;">F: $x^H x^H, x^H y, x^H x^h, x^H y$</p> <p style="text-align: center;">1 : 1</p> <p style="text-align: center;">50% : 50%</p> <p>Rješenje: Vesna je $x^H x^H$ ili $x^H x^h$</p>	5
18.	<p>a) p = učestalost C1 alela, a q = učestalost C2 alela $p + q = 1$ $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ p^2 je genotip C1C1 (crveni cvjetovi), $2pq$ genotip C1C2 (ružičasti) i q^2 genotip C2C2 (bijeli). Bijelih je 2x više od ružičastih $q^2 = 2 \times 2pq$, $q^2 = 4pq$, $q = 4p$, $p + q = 1$, $p + 4p = 1$ $5p = 1$ $p = 0,2$</p> <p>b) Intermedijarno ukrštanje</p>	5
19.	AARh+, AORh', ABRh+, BORh+	5
20.		5
	UKUPNO BODOVA	58

KRAJ –!**Zadaci praktikum genetika****ZADACI:**

- Crna boja zamoraca je dominantno svojstvo, a bijela recesivno. Crni homozigotni zamorac križan je s bijelim. Koliki dio crnih zamoraca iz F₂ generacije će biti heterozigotan?
- Parilo se dvoje crnih zamoraca istog genotipa. Dobiveno je 29 crnih i 9 bijelih potomaka. Kakav je genotip njihovih roditelja?
- Heterozigotni crni zamorac križan je s homozigotnim bijelim. Navedite fenotipske i genotipske omjere koje očekujete od povratnog križanja crnih potomaka s: a) crnim roditeljem; b) bijelim roditeljem
- Crna vuna/runo ovaca je određena recesivnim alelom *b*, bijela vuna/runo dominantnim alelom *B*. Bijeli heterozigotni ovan križan je s bijelom heterozigotnom ovcom. Iz tog križanja dobiven je bijeli ovan koji je povratno križan sa ženskim roditeljem. Koja je vjerojatnost da potomstvo tog križanja ima crnu vunu/runo?
- Križan je grašak zelenog (recesivno) zrna s graškom žutog (dominantno) zrna. Od potomstva je 36 biljaka imalo zeleno zrno, a 31 žuto zrno. Prikažite ovo križanje.
- U čovjeka albinizam uzrokuje recesivni alel *a*, dok je normalna pigmentacija pod kontrolom dominantnog alela *A*. Roditelji normalne pigmentacije imaju albino dijete. Koja je vjerojatnost da će:
 - sljedeće dijete biti albino?
 - slijedeća dva djeteta biti albino?

- c) sljedeće troje djece imati normalnu pigmentaciju?
 d) drugo dijete biti albino, a treće normalne pigmentacije?
 e) od sljedeće dvoje djece jedno biti albino, a drugo normalne pigmentacije?
7. Pretpostavimo da je kod ljudi plava boja očiju recesivno svojstvo. Žena smeđih očiju i muškarac plavih očiju imaju plavooko dijete. Koja je vjerojatnost da će sljedeće troje djece imati plave oči?
8. Pretpostavimo da je kod ljudi plava boja očiju recesivno svojstvo. Žena smeđih očiju i muškarac plavih očiju imaju plavooko dijete. Koja je vjerojatnost da će sljedeće troje djece biti plavooke kćeri?
9. Pretpostavimo da je kovrčava kosa kod ljudi recesivno svojstvo, a ravna kosa dominantno. Koja je vjerojatnost da će dvoje roditelja ravne kose imati kćer kovrčave kose?
10. Cistična fibroza je bolest uzrokovana recesivnom autosomalnom mutacijom. Ako su oba (zdrava) roditelja nosioci mutiranog alela i imaju troje zdrave djece, koja je vjerojatnost da će njihovo četvrto dijete imati cističnu fibrozu.
11. Mladi bračni par je posjetio specijalista za nasljedne bolesti („*genetic counselor*“) zbog toga što svaki od njih ima brata ili sestru koji su oboljeli od cistične fibroze dok niti jedan supružnik niti njihovi roditelji nemaju ovu bolest (cistična fibroza je recesivna bolest).
- a) Koja je vjerojatnost da je žena nositelj bolesti?
 b) Koje je vjerojatnost da njihovo dijete oboli od cistične fibroze?
 c) Koja je vjerojatnost da će njihovo dijete biti nositelj mutacije koja uzrokuje cističnu fibrozu?
12. „Tay-Sacs“ je recesivna letalna bolest živčanog sustava u ljudi. Javlja se u ranoj životnoj dobi. Bolest je rijetka u ljudskoj populaciji općenito, no česta u Židova iz središnje Europe. Žena, čiji je ujak obolio od te bolesti, pokušava odrediti vjerojatnost da ona i njen muž imaju bolesno dijete. Njezin otac ne pripada visoko-rizičnoj skupini ljudi, a muževa sestra je umrla od te bolesti.
- a) Nacrtajte porodično stablo te napišite genotipove gdje je moguće.
 b) Odredite vjerojatnost da bračni par ima bolesno dijete.

13. Plod rajčice može biti crvene ili žute boje. Križane su biljke sljedećih fenotipova

<u>Roditelji:</u>	<u>Potomstvo:</u>
crvena x crvena	61 crvena
crvena x crvena	47 crvena, 16 žutih
crvena x žuta	58 crvenih
žuta x žuta	64 žute
crvena x žuta	33 crvene, 36 žutih

- a) Koji je fenotip dominantan?
 b) Koji su genotipovi roditelja i potomaka navedenih križanja?

14. Križanjem dviju zijevalica dobiveno je sljedeće potomstvo: 83 s ružičastim cvijetom, 35 sa crvenim cvijetom i 36 s bijelim cvijetom.

- a) Koji su genotipovi i fenotipovi roditeljskih biljaka?
- b) Koji se genotipovi/fenotipovi očekuju u potomstvu sljedećih križanja (navedite omjer):

- crveno x crveno
- crveno x bijelo
- ružičasto x bijelo

Tablica 2.1. Fenotipski (i/ili genotipski) omjeri različitih vrsta križanja

Omjer:	Interpretacija:
1:1	Monohibridno test križanje.
1:1:1:1	Dihibridno test križanje.
1:2:1	Genotipski ili fenotipski omjer monohibrida u slučaju nepotpune dominacije ili kodominacije alela
1:2	Monohibridni genotipski ili fenotipski omjer u slučaju letalnih alela (recesivnog ili dominantnog)
3:1	Monohibridni fenotipski omjer.
9:3:3:1	Dihibridni fenotipski omjer.
12:3:1	Dominantna epistaza.
9:3:4	Recesivna epistaza.
15:1	Barem jedan dominantni alel dovoljan je za stvaranje fenotipa.
9:7	Oba dominantna alela potrebna su za stvaranje fenotipa.
9:6:1	Svi jednostruki recesivni homozigoti daju intermedijarni fenotip.

ZADACI: Dihibridno ukrštanje praktikum genetika

1. Ispišite sve moguće genotipove koje može imati jedinka dominantnog fenotipa kod koje pratite nasljeđivanje dvaju svojstava i prikažite odgovarajuća test-križanja! Koje genotipske omjere očekujete u potomstvu?
2. Visoki rast rajčice određen je dominantnim alelom D, dok je patuljasti rast određen recesivnim alelom d. Dlakavost stabljike određuju dominantni alel H, dok je glatka stabljika određena njegovim recesivnim alelom h. S biljkom fenotipa visoka-dlakava izvršeno je križanje.

Dobiveno je sljedeće potomstvo:

- 118 visokih-dlakavih
- 121 patuljastih-glatkih
- 112 visokih- glatkih
- 109 patuljastih-dlakavih

- a) Prikažite križanje!
- b) Koji je fenotipski omjer visokih i patuljastih biljaka, te dlakavih i glatkih?

c) Da li se ovi lokusi nasljeđuju nezavisno jedan od drugog?

3. Jedno dihibridno križanje dalo je 217 potpuno recesivnih potomaka. Koliko je bilo ukupno potomaka?
4. Dihibridnim križanjem dobiveno je 3720 potomaka. Koliko (teoretski) očekujemo potomaka dominantnih za oba svojstva?
5. Križan je dihibridni visoki grašak žutog zrna s niskim graškom zelenog zrna. Od 2096 potomaka, koliko ih je bilo dominantno samo za jedno svojstvo.
6. Mendel je uočio da je kod graška žuta boja zrna dominantna nad zelenom i glatko okruglo sjeme nad naboranim.
 - a) kakav se fenotipski omjer očekuje u F₂ generaciji prilikom križanja homozigotnih žutih biljaka okruglog zrna i biljaka zelenog naboranog zrna?
 - b) Kakav je omjer zelenih i žutih zrna, te glatkih i naboranih zrna u F₂ generaciji?
7. Kakvi se fenotipski i genotipski omjeri očekuju križanjem homozigotnog zamorca crne (A), kratke (B) i priljubljene (C) dlake sa zamorcem bijele (a), duge (b) i kovrčave (c) dlake u potomstvu F₁ i F₂ generacije?
8. Kod graška žuta boja zrna dominantna je nad zelenom i glatko okruglo sjeme nad naboranim. Križali ste biljku žutog glatkog sjemena s biljkom zelenog naboranog zrna i dobili 13 biljaka žutog glatkog sjemena i 14 biljaka žutog naboranog sjemena. Kakvog su genotipa roditelji?
9. Izračunajte vjerojatnost da križanjem jedinki genotipa AABbCcDd x aaBBccDd dobijete jedinku čiji je genotip AaBbccDd?
10. Izračunajte vjerojatnost da križanjem jedinki fenotipa AaBBCcDdEE x AABbCcDdee dobijete jedinku genotipa AABbCcDdEe.
11. Dihibridni kukuruz je samooplodan. Prikažite moguće genotipove endosperma i embrija.
12. Novčić je bačen 10 puta: 6 puta je pala glava, a 4 puta pismo. Da li je ovaj rezultat u skladu s očekivanim omjerom 50:50?
13. Ako je novčić bačen 100 puta sa istim relativnim brojem devijacije kao u prethodnom zadatku, da li je hipoteza još uvijek prihvatljiva?
14. U F₂ generaciji monohibridnog križanja za visinu stabljike dobiveno je 1064 biljaka graška, 787 visokih i 277 patuljastih. Da li dobiveni omjer predstavlja omjer monohibridnog križanja 3:1?
15. Kod graška žuta boja zrna (A) dominantna je nad zelenom (a) i glatko okruglo sjeme (B) nad naboranim (b). Križali ste biljku žutog glatkog sjemena s biljkom zelenog naboranog zrna i dobili 25 biljaka žutog glatkog sjemena i 35 biljaka zelenog glatkog sjemena. Koja je hipoteza pokusa (hipoteza = očekivani fenotipski omjeri F₁ generacije)? Da li se hipoteza prihvaća?

16. Križanjem jedinki genotipa $AaBbCcDd$ i $AabbCcDD$, koliki će biti udio potomaka koji u fenotipu izražavaju (ekspimiraju) sva četiri dominantna svojstva?
17. Ako je hipotetski autosomalni dominantni gen N neophodan za sintezu pigmenta potrebnog za normalan vid, a autosomalni dominantni gen S odgovoran za sljepoću, zbog narušavanja neuronskih sinapsi u oku, koji je udio slijepog potomstva nakon križanja jedinki genotipa $Nnss$ x $nnSs$.
18. Pretpostavimo da je gen za ćelavost (B) dominantan u odnosu na svoj alel za rast kose (b) te da je gen za kovrčavu kosu (cy) recesivan u odnosu na svoj alel za ravnu kosu (Cy). Ova dva lokusa nisu vezana, a B je epistatičan u odnosu na Cy. a) Kakvo potomstvo obzirom na rast i oblik kose očekujete u križanju Bb Cy x bb $cycy$?
19. Pretpostavimo da su 3 lokusa S, G i H smješteni na različitim kromosomima, pri čemu su aleli S, G i H dominantni u odnosu na alele s, g i h. Koliko različitih a) fenotipova, a koliko b) genotipova potomaka može proizaći iz križanja jedinki genotipa $SsGgHh$ i $SSGgHh$?
20. Križane su dvije genetički različite sorte kukuruza s klipovima nepigmentiranog zrna: $AAbb$ x $aaBB$. Svi potomci tog križanja imali su klipove ljubičastog zrna. Koji će biti fenotipski omjer F_2 generacije obzirom na boju zrna?

ZADACI: - Multipli aleli (Praktikum genetika)

1. U istoj bolnici rođene su 4 bebe. Igrmom slučaja došlo je do zamjene njihovih identifikacijskih brojeva. Krvne grupe beba bile su: A, B, 0 i AB. Krvne grupe roditelja su:

bračni par Anić: otac A, majka B bračni par Papić:

otac B, majka 0 bračni par Babić: otac 0, majka 0

bračni par Nikolić: otac AB, majka 0.

Pronađi roditelje za svaku od 4 bebe.

2. Suprug tuži suprugu zbog nevjere. Njihovo prvo i drugo dijete imaju krvne grupe 0 i AB. Treće dijete za koje postoji sumnja da nije njegovo ima krvnu grupu B.

- Da li na temelju podataka možete donijeti bilo kakav zaključak o očinstvu?
- Učinjen je još jedan krvni test sa sustavom MN krvnih grupa. Test je pokazao da suprug ima krvnu grupu N, a treće dijete krvnu grupu M. Što možete zaključiti na temelju ovog testa?

4. Koji su mogući genotipovi sljedećih parova roditelja s obzirom na A, B i 0 alele krvnih grupa.

- Roditelj tipa A i 0 koji imaju dijete krvne grupe 0.
- Roditelji tipa AB i A koji imaju jedno dijete tipa A i jedno dijete tipa B.
- Roditelji tipa A i tipa B koji imaju osmero djece tipa AB.

5. Postoje dvije podgrupe krvne grupe A. Alel A_1 je dominantan alelu A_2 i 0. A_2 je također dominantan 0.

Prikaži rezultate sljedećih križanja:

- A_1 osoba koja ima roditelja 0 x A_2 osoba koja ima roditelja 0,
- A_2 koji ima roditelja 0 x A_1B ,
- A_1B x A_2B ,
- A_1B x 0.

6. Žena ima krvnu grupu B. Muškarac 1 ima grupu 0, a muškarac 2 grupu A_2 . Dijete je krvne grupe A_1B . Koji bi muškarac mogao biti otac?

7. Alel H potreban je za popuno formiranje antigena A i B. Prikaži krvne grupe koje se očekuju kod potomstva kod svakog od sljedećih križanja, kao i omjer u kojem se pojavljuju:

- $I^A I^B Hh$ x $I^A I^B Hh$,
- $ii Hh$ x $I^A i Hh$,
- $I^A i Hh$ x $I^B i hh$.

8. Žena je krvne grupe A MN. Njezino dijete je grupa 0 N. Muškarac I ima krvnu grupu A M, a muškarac II 0 N. Koji je od dvojice muškaraca je potencijalni otac?

Zadaci - vezani geni

Primjer:

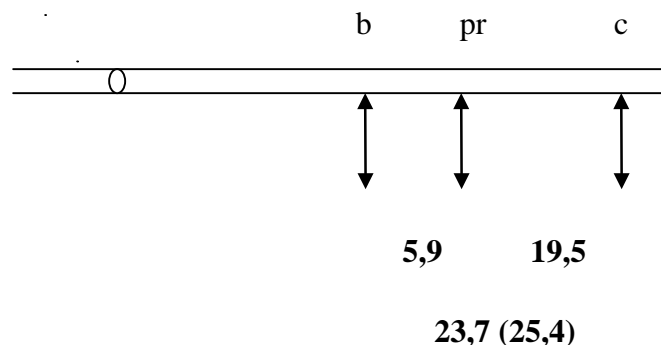
Test križanje ženke vinske mušice heterozigotne za crnu boju tijela (b), purpurnu boju očiju (pr) i zakrivljena krila (c): $b^+ pr^+ c^+ / b pr c$ x $b pr c / b pr c$

Mogući rezultati križanja:

- A. Ako se geni nalaze na zasebnim kromosomima oni će nezavisno segregirati i dobit ćemo osam vrsta gameta i osam različitih fenotipskih klasa iste učestalosti.
- B. Ako su pak geni potpuno vezani (ne dolazi do krosingovera između njih jer se lokusi nalaze vrlo blizu jedan drugome) trihibrid će proizvoditi samo dvije vrste gameta i sa istom učestalošću, te ćemo tim križanjem dobiti dvije fenotipske klase potomaka (roditeljski fenotipovi).
- C. Ako se geni nalaze na istom kromosomu i između njih dolazi do krosingovera imat ćemo osam različitih gameta (kao produkt krosingovera) i osam različitih fenotipova. Rezultati test križanja predočeni su u tablici.

	fenotip	genotip	Broj potomaka	Gamete trihibridne ženke	Broj rekombinanti između b i pr	Broj rekombinanti između pr i c	Broj rekombinanti između b i c
1	Divlji tip	$b^+pr^+c^+/b\ pr\ c$	5 701	$b^+pr^+c^+$			
2	Crno tijelo, purpurne oči, zakrivljena krila	$b\ pr\ c / b\ pr\ c$	5 617	$b\ pr\ c$			
3	Purpurne oči, zakrivljena krila	$b^+pr\ c / b\ pr\ c$	388	$b^+pr\ c$	388		388
4	Crno tijelo	$b\ pr^+c^+ / b\ pr\ c$	367	$b\ pr^+c^+$	367		367
5	Zakrivljena krila	$b^+pr^+c / b\ pr\ c$	1 412	b^+pr^+c		1 412	1 412
6	Crno tijelo, purpurne oči,	$b\ pr\ c^+ / b\ pr\ c$	1 383	$b\ pr\ c^+$		1 383	1 383
7	Purpurne oči,	$b^+pr\ c^+ / b\ pr\ c$	60	$b^+pr\ c^+$	60	60	
8	Crno tijelo, zakrivljena krila	$b\ pr^+c / b\ pr\ c$	72	$b\ pr^+c$	72	72	
	Ukupno		15 000			2 972	3 550
	%				5,9	19,5	23,7

Položaj i udaljenost lokusa na kromosomu:



Određivanje relativnog položaja i udaljenosti lokusa b , pr i c na kromosomu (objašnjenje tablice):

U tablici su grupirane recipročne klase potomaka. Recipročne klase nastaju kao rezultat jednog krosingovera, te se pojavljuju u približno istom broju u potomstvu. Dvije najzastupljenije klase uvijek

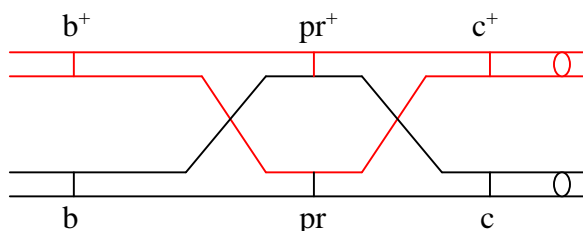
predstavljaju roditeljske klase potomaka (1 i 2). Dvije najmanje zastupljene klase su posljedica dvostrukog krosingovera (7 i 8). Ostale 4 klase su rekombinante klase nastale kao posljedica jednog krosingovera između b i pr (3 i 4), odnosno pr i c genskog lokusa (5 i 6).

U posljednjem stupcu tablice prikazana je rekombinacija između gena b i c. Ubrojene su samo one rekombinantne klase koje daju novi poredak alela b i c (dominantni ili recesivni), ako ih usporedimo s roditeljskim poretkom. Ovaj posljednji stupac pokazuje nam što bi nam otkrilo križanje dihibrida za ova dva genska lokusa (b i c) s recesivnim homozigotom da nemamo treći genski lokus pr između njih.

Dakle, 5,9% rekombinantnih potomaka nastalo je krosingoverom između lokusa b i pr, 19,5% rekombinantnih potomaka krosingoverom između lokusa pr i c, te 23,7% rekombinantnih potomaka krosingoverom između lokusa b i c. Ovi podaci nam daju mogućnost da napravimo provizornu ili hipotetsku gensku kartu za tri lokusa (vidi sliku gore).

Dvostruki krosingover:

Udaljenost između dva najudaljenija gena b i c možemo izračunati na dva načina: 1) da zbrojimo udaljenost gena b i pr i udaljenost gena pr i c i dobit ćemo udaljenost od 25,4 cM (5,9 cM + 19,5 cM) i 2) da udaljenost izračunamo zbrajajući rekombinantne potomke koje ćemo dobiti kao produkt c.o. između ova dva lokusa pa to iznosi 23,7 cM. Postavlja se pitanje što uzrokuje ovu razliku od 1,7 cM? Razlog je dvostruki krosingover: drugi krosingover poništava prvi krosingover, odnosno umjesto rekombinantnih genotipova dobit ćemo roditeljske. Što su dva lokusa dalje jedan od drugoga na kromosomu to je mogućnost da se dogodi krosingover veća. Iz ovog primjera se vidi da dvostruki krosingover ima tendenciju maskiranja rekombinanata pa vrlo udaljeni lokusi često izračunavanjem udaljenosti gena izgledaju bliže nego što zapravo jesu.



Prikaz dvostrukog krosingovera



Zadatak: Ispišite rekombinantne gamete nakon dvostrukog krosingovera: _____ i _____



Odgovori na pitanja:

A) Koja je vrijednost udaljenosti gena točnija: 23,7 cM ili 25,4 cM? B) Zbog čega?

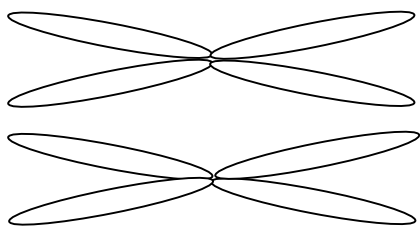
Najpreciznije genske karte su one koje su napravljene uzimajući u obzir lokuse koji su vrlo blizu jedan drugoga. Drugim riječima zbrajanje kratkih udaljenosti puno je točnije nego direktno mjerenje dugih udaljenosti (dobro je imati druge genske lokuse između dva udaljena gena za točnu procjenu njihove udaljenosti). Ovaj primjer nam pokazuje i da za određena dva lokusa možemo dobiti uvijek barem dvije genske karte; mjerenu i pravu udaljenost gena.

Mjerena udaljenost za dva gena je ona koju smo dobili izračunavanjem učestalosti rekombinanti dobivenih test-križanjem dihibrida. Pravu udaljenost između dva genska lokusa dobili smo zbrajajući kratke udaljenosti genskih lokusa koji se nalaze između dva određena gena čiju udaljenost želimo znati. Kratke udaljenosti su pak dobivene uz pomoć test križanja dihibrida za mnoge lokuse između dva

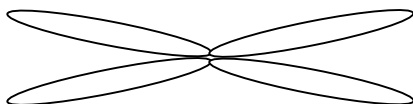
udaljena. Ako izmjerene vrijednosti unesemo u graf zajedno s idealnim pravim vrijednostima udaljenosti između dva gena dobit ćemo krivulju koja se naziva funkcija kartiranja.

ZADACI:

1. Zašto se dva svojstva čiji se lokusi nalaze na istom kromosomu ne nasljeđuju prema zakonitostima II. Mendelovog zakona nasljeđivanja?
2. Lokusi A i B nalaze se na kraćem kraku kromosoma 6 kariotipa konja. Koliko različitih gameta stvara dihibridna jedinka ako se radi o potpunoj vezanosti gena?
3. Lokusi A i B nalaze se na kraćem kraku kromosoma 6 u konja. Koliko različitih gameta stvara dihibridna jedinka ako se radi o djelomičnoj vezanosti gena?
4. Na kromosomu III u vinske mušice, lokus *e* (od *ebony*, crna boja tijela) nalazi se na 67,5 jedinica genske karte, dok se lokus *w* (od *white*, bijele oči) nalazi na 72 jedinice genske karte. Koliko su udaljena ova dva lokusa izraženo u jedinicama genske udaljenosti?
5. U ženke vinske mušice, genski lokusi *e* i *h* (od *hairless*, tijelo bez dlaka) nalaze se na kromosomu III, dok se lokus *swg* (od *small-wing*, kratka krila) nalazi na kromosomu I. A) Koliko različitih vrsta gameta stvara trihibrid? B) Ispiši genotipove gameta.
6. Lokusi A, B i C nalaze se na lijevom kraku metacentričnog kromosoma 3 redosljedom kao što je napisano (lokus C nalazi se najbliže centromeru). A) Označi na nacrtanim homolognim kromosomima položaje alela trihibrida ABC/abc (cis položaj). B) Lokusi A i B su potpuno vezani, dok se između lokusa B i C događa krosingover u 6% kromosomskih tetrada. Koja je udaljenost između lokusa B i C? Koliko različitih vrsta gameta nastaje i koji su genotipovi nastalih gameta?



7. Kod vinske mušice, geni za boju tijela (b^+ = siva boja tijela; b = crna boja tijela) i dužinu krila (vg^+ = duga krila; vg = kratka krila) su vezani. Provedeno je test križanje dihibrida koje je dalo 17% rekombinantnih potomaka. A) Kolika je zastupljenost (u postotcima) pojedinih fenotipskih klasa nastalih nakon križanja? B) Kolika bi bila zastupljenost pojedinih fenotipskih klasa da se lokusi b i vg nalaze na različitim kromosomima?
8. Određena je udaljenost tri gena u vinske mušice. Ako su b i vg udaljeni 17 jedinica genske karte, b i cn 9 jedinica genske karte, a vg i cn 9,5 jedinica genske udaljenosti, koji je redosljed alela na kromosomu. Označi lokuse na kromosomu.



9. Jedan zemljoposjednik iz Kloštar-Ivanića želi se početi baviti uzgojem krava. Za početak ima stado od 12 krava od kojih sve proizvode velike količine mlijeka (M, dominantno svojstvo nad malom produkcijom mlijeka m), te sve imaju visoku fertilitnost (F, dominantno svojstvo nad niskom fertilitnosti, f). Ipak, stočaru je poznato: 1) da su sve njegove krave heterozigoti za oba svojstva, 2) da su geni vezani i 3) da je udaljenost među genima 20 cM. U genotipu njegovih krava, jedan homologni kromosom nosi dominantne alele za oba svojstva, dok drugi kromosom nosi recesivne alele za oba svojstva. Dva stočara u susjedstvu vlasnici su svaki po jednog bika koji su također heterozigoti za oba navedena svojstva. Bik prvog susjeda ima alele razmještene na kromosomima kao i krave, dok bik drugog susjeda ima na svakom homolognom kromosomu dominantni alel jednog svojstva i recesivni alel drugog svojstva. A) Imajući na umu da zemljoposjednik iz Kloštar-Ivanića želi uzgojiti maksimalni broj krava koje imaju visoku produkciju mlijeka i visoku fertilitnost, kojeg od ova dva bika bi trebao koristiti za rasplod? B) Koji je postotak potomstva križanja u odgovoru pod A) koji ima najpoželjniji fenotip: visoku produkciju mlijeka i visoku fertilitnost. C) Koji postotak potomstva ima najpoželjniji genotip MMFF?
10. Mendel je studirao 7 pari kontrastnih karakteristika kod vrnog graška (*Pisum sativum*). Zašto nikada nije otkrio princip vezanog nasljeđivanja?
11. Koliko vezanih grupa gena posjeduje: A) ženka skakavca $2n=22+XX$, B) mužjak skakavca $2n=22+X$, C) obični ječam $2n=14$, D) žena $2n=44+XX$, e) muškarac $2n=44+XY$?
12. Eliptocitoza (rijetko i neškodljivo stanje kod kojeg su eritrociti elipsoidni umjesto uobičajenog diskoidalnog oblika) i sposobnost stvaranja antigena D su oba dominantna i vezana svojstva. Rh-pozitivan muškarac pokazivao je eliptocitozu kao i njegova Rh-negativna majka. Njegov otac je imao normalne eritrocite i bio je Rhpozitivan. A) Upotrijebivši simbol E za eliptocitozu i D za produkciju antigena D, prikažite genotip muškarca. B) Koju vrstu vezane konfiguracije predstavlja ovaj genotip?
13. Broj potomaka 4 fenotipske klase F_1 generacije dihibridnog test-križanja za svojstvo A i svojstvo B je slijedeći: 327:330:317:331. Koji je odnos gena A i B (da li su na različitim kromosomima ili su vezani)?
14. Napravljeno je test-križanje trihibrida za svojstva A, B i C (cis konfiguracija). Napišite genotipove potomaka koji su nastali kao rezultat dvostrukog krosingovera.
15. Koliko različitih gameta i u kojem omjeru stvara mužjak vinske mušice genotipa Ab/Ab, ako su geni vezani?
16. Kod kukuruza, obojeni aleuron (R) je dominantno svojstvo nad bezbojnim aleuronom (r). Žuta boja biljke (y) je recesivna u odnosu na zelenu boju (Y). Dvije biljke (A i B), heterozigoti, križane s dvostrukim recesivnim homozigotom ry/ry, dale su slijedeće potomstvo:

PRAKTIKUM IZ GENETIKE: MEHANIZMI DETERMINACIJE SPOLA

Fenotip biljke	A	B
Obojeni aleuron, zelena biljka	88	23
Obojeni aleuron, žuta biljka	12	170
Bezbojni aleuron, zelena biljka	8	190
Bezbojni aleuron, žuta biljka	92	17

Izračunajte učestalost rekombinacije između gena Y i R i objasnite vrstu vezane konfiguracije tih gena na kromosomima biljaka A i B.

17. Test križanje ženki vinske mušice heterozigotnih za tri recesivna svojstva: grimizne oči (st), zdepasta krila (dp) i crno tijelo (b) s mužjacima recesivnim za sva tri svojstva, dobiveno je slijedeće potomstvo (fenotipski):

+++ 210
 ++ b 104 + dp + 96 +
 dp b 232 st ++ 224 st
 + b 98 st dp + 102 st dp
 b 240

- a) Kakvi su odnosi među ovim genima?
 b) Koja je genska udaljenost između vezanih gena?

18. Oko bubrežastog oblika vinske mušice pod kontrolom je recesivnog gena k koji se nalazi na III kromosomu. Narančasto oko je pod kontrolom recesivnog gena cd (cardinal) na istom kromosomu. Između ova dva lokusa smješten je lokus e odgovoran za crnu boju tijela. Homozigotne recesivne ženke za k i cd lokus križane su s homozogotnim crnim mužjacima (e). S trihibridnim ženkama F₁ generacije izvršeno je test križanje i dobiveno je slijedeće potomstvo (fenotipski):

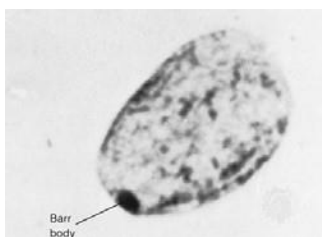
k cd + 1761 e + +
 1773 k e + 128 cd ++
 138 k ++ 97 e cd +
 89 k e cd 6 +++
 8

- Prikažite ovo križanje!
 Koliki je ukupan broj potomaka?
 Odredite udaljenosti između gena!

Spolni kromatin (Barr-ovo tijelo)

Budući da mužjaci sisavaca posjeduju samo jedan kromosom X u odnosu na ženke, postavlja se pitanje na koji način se postiže genska ravnoteža između spolova (kompenzacija doze). Kod ženki se, u vrlo ranom embrionalnom razvoju, jedan od dva kromosoma X nasumično inaktivira i ostaje inaktiviran tijekom cijelog života. Taj inaktivirani kromosom X vidljiv je u jezgri somatskih stanica ženki kao malo, nešto jače obojano tijelo koje nazivamo spolni kromatin ili Barr-ovo tijelo prema istraživaču koji ga je prvi otkrio (Murray Barr 1949). Broj Barr-ovih tijela u nekoj stanici je broj kromosoma X umanjen za 1.

Spolni kromatin vidljiv je u interfazi somatskih stanica ženki sisavaca uključujući čovjeka (slika 5.5.). Služi kao biljeg koji ukazuje na broj kromosoma X; broj Barr-ovih tjelešaca za jedan je manji od broja X kromosoma. U nekim slučajevima je moguće prema broju Barr-ovih tijela utvrditi poremećaje broja X kromosoma. Primjerice, u žena s rijetkim sindromom nazvanim „triple-X“ u jezgrama somatskih stanica vidljiva su dva Barr-ova tijela.



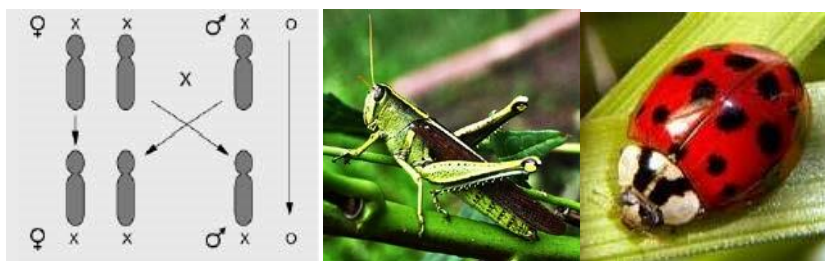
Slika 5.5. Barr-ovo tjelešće vidljivo kao tamno područje uz periferiju jezgre

Koliko Barr-ovih tijela imaju osobe navedenog spolnog genotipa:

- X0
- XY
- XX
- XXY
- XXX

XX/X0 tip determinacije spola

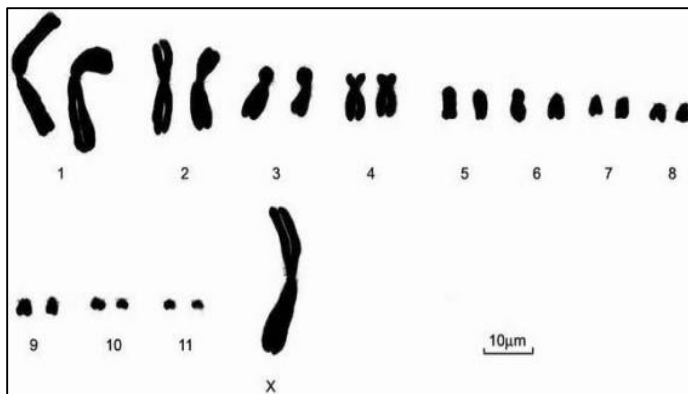
Ovaj tip determinacije spola predstavlja evolucijski derivat XX/XY tipa determinacije spola, a nalazimo ga u nekih vrsta sisavaca i nekih kukaca, primjerice stjenica, skakavaca i kornjaša. Ženke su homogametnog spola (XX), dok su mužjaci (X0) heterogametnog spola (slika 5.6.).



Slika 5.6. Nasljeđivanje spolnih kromosoma u vrsta sa XX/X0 tipom determinacije spola.

PRAKTIKUM IZ GENETIKE: MEHANIZMI DETERMINACIJE SPOLA

Slika prikazuje kariogram kukca *Bradyporus macrogaster macrogaster* Lef. (Orthoptera: Tettigonioidea, Bradyporini)



- Kojeg je spola ova jedinka?
- Kakve gamete stvaraju ženke, a kakve mužjaci?

• **ZW/ZZ tip determinacije spola**

Spolni kromosomi su označeni sa Z i W zato da bi se naglasila razlika u odnosu na XX/XY tip determinacije spola, jer su u ovom slučaju ženke HETEROGAMETNI (ZW), a mužjaci HOMOGAMETNI spol (ZZ). Ovaj tip determinacije nalazimo kod leptira, moljaca, gmazova, nekih riba i ptica (slika 5.7.).



Slika 5.7. Nasljeđivanje spolnih kromosoma u vrsta sa ZZ/ZW tipom determinacije spola.

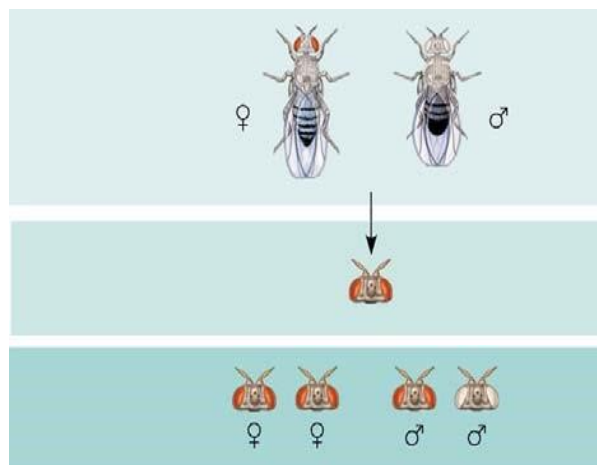
Na slici su prikazani kromosomi jedne vrste ptica.

- Koji kariogram pripada jedinki ženskog, a koji jedinki muškog spola?
- Koliko autosoma nalazimo u gametama, odnosno somatskim stanicama ovih jedinki?

ZADACI – Determinacija spola

1. Nadopunite slijedeće križanje oznakama genotipa i objasnite na koji način je to križanje potaknulo Morgana da zaključi da se gen za boju očiju nalazi na X, a ne na Y kromosomu!

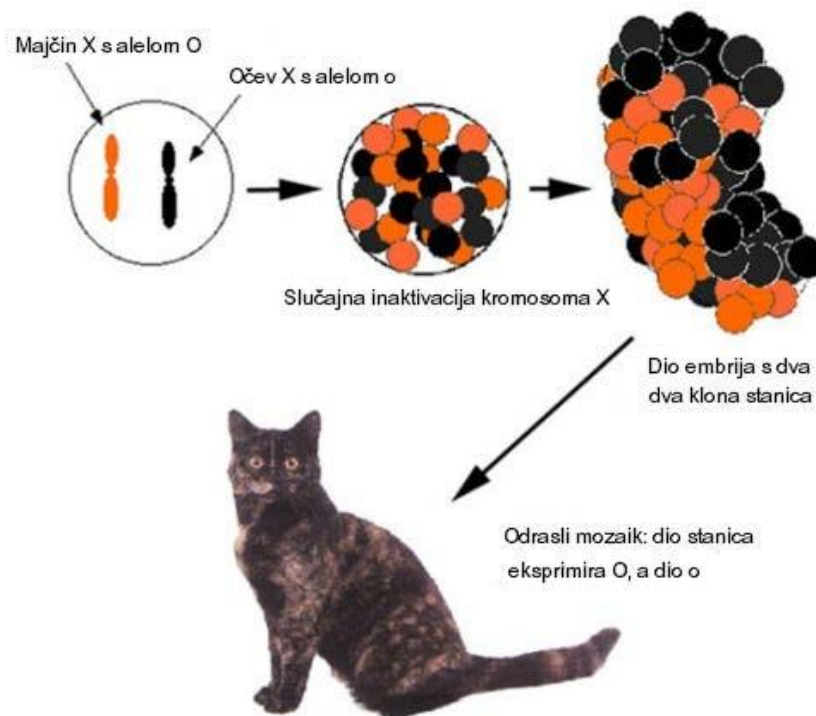
- Ako bi se gen za bijelu boju očiju nalazio na autosomu, kakav fenotipski omjer biste očekivali nakon križanja čistih linija ženke crvenih i mužjaka bijelih očiju?



- b) Ako bi se gen za bijelu boju očiju nalazio na kromosomu Y, kakav biste fenotipski omjer očekivali nakon križanja čistih linija ženke crvenih i mužjaka bijelih očiju?
2. Ako je ženka heterozigot za neko spolno-vezano svojstvo i ako uzmemo u obzir činjenicu o nasumičnoj aktivaciji jednog od kromosoma X, kakva će biti ekspresija alela u somatskim stanicama za to spolno-vezano svojstvo?
3. Zamislite da imate dvije čiste linije kanarinaca, jedna linija kanarinaca ima žuto perje, a druga smeđe. U križanjima između te dvije linije, žute ženke i smeđi mužjaci dobili su samo smeđe potomke, dok su smeđe ženke i žuti mužjaci dobili smeđe potomke muškog spola i žute potomke ženskog spola. Predložite hipotezu koja objašnjava ove rezultate. Napišite ova križanja.
4. Križali ste ženku vinske mušice bijelih očiju s mužjakom divljeg fenotipa.
- a) Kakvo potomstvo očekujete u F_1 generaciji obzirom na boju očiju?
- b) Kojeg su spola potomci koji su naslijedili boju očiju od muškog roditelja, a kojeg su spola potomci koji su naslijedili boju očiju od ženskog roditelja?
- c) Objasnite na primjeru ovog zadatka princip križnog nasljeđivanja?
5. U "calico" mačaka, krzno je određeno s dva gena, jedan se nalazi na kromosomu X, a drugi na jednom od autosoma. Spolno-vezani gen odgovoran je za crnu i narančastu boju krzna (ovisno o alelu), a bijela boja krzna određena je autosomalnim genom.



- a) Kakve boje krzna može biti ženka, a kakve mužjak?
- b) Napišite genotip mačke krzna calico upotrijebivši proizvoljne oznake za spolno-vezane i autosomalne alele.
6. Krzno boje kornjačevine, kombinacija narančaste i crne boje krzna isključivo ovisi o spolno-vezanom genu na kromosomu X. O čemu ovisi veličina površine krzna jedne ili druge boje?



7. Mačka krzna boje kornjačevine parila se s narančastim mužjakom. Prikažite ovo križanje. Kakvo potomstvo očekujete s obzirom na spol i boju krzna?
8. Kakvo potomstvo očekujete kod roditelja koji su fenotipski normalnog vida, ali je majka nositeljica gena za daltonizam.
9. Dječak daltonist ima roditelje normalnog vida.
 - a) Napišite genotip dječaka!
 - b) Ako se dječakov brat normalnog vida oženi djevojkom koja je heterozigot za to svojstvo, koji su mogući genotipovi i fenotipovi njihove djece?
10. Žena s defektnom zubnom caklinom (dominantno spolno-vezano svojstvo) ima oca daltonistu sa zdravim zubima i majku normalna vida, ali defektne zubne cakline, a udaje se za svog bratića koji je daltonist s normalnom zubnom caklinom. Koja je vjerojatnost da će njihovo dijete biti daltonist s normalnom zubnom caklinom?
11. Mišićna distrofija (MD) je bolest u ljudi uzrokovana rijetkim X-vezanim recesivnim alelom. Uzrokuje progresivno slabljenje mišića i smrt prije 20-te godine života.
 - a) Koja je vjerojatnost da prvi sin žene čiji je brat imao MD, također oboli od mišićne distrofije?
 - b) Koja je vjerojatnost da drugi sin žene čiji je brat imao MD, oboli od MD, ako prvi sin također ima MD?
 - c) Koja je vjerojatnost da dijete zdravog oca čiji brat ima MD, oboli od MD?
12. Šareno perje kod kokoši određeno je spolno vezanim dominantnim alelom B, dok recesivni alel b određuje jednobožno perje. Kakve piliće očekujete iz križanja jednobožne koke i šarenog pijetla čiji je ženski roditelj bio jednobožan?

13. Pretpostavimo da je boja perja u papige spolno vezano svojstvo i da je zeleno perje (P) dominantno nad plavim (p). Kakve potomke očekujete nakon križanja zelene ženke i plavog mužjaka?
14. Spolno vezani gen „notch“ (N) je letalan u vinske mušice u hemizigota i dominantnih homozigota. Mutacija se fenotipski očituje kao urezi na vrhovima krila. Kakvo potomstvo očekujete nakon križanja mužjaka divljeg tipa i ženke koja ima ureze na krilima? Kakvi su fenotipski omjeri F₁ i F₂ generacije s obzirom na spol i oblik krila?
15. Smatra se da je neuobičajeno kratki kažiprst u ljudi određen genom koji se u muškaraca ponaša kao dominantan, a u žena kao recesivan. Kakav fenotip potomstva i u kojem omjeru očekujete od heterozigotnog muškarca kratkog kažiprsta i heterozigotne žene normalne duljine kažiprsta?
16. Autosomalni recesivni gen *tra*, kada ju u homozigotnom stanju, transformira ženke vinske mušice u fenotipske mužjake koji su sterilni. Taj gen nema utjecaja na mužjake vinske mušice. Križani su ženka heterozigotna za *tra* lokus i mužjak homozigotan za recesivni alel. Kakav odnos spolova očekujete među potomstvom?

ZADACI: - Hromsomske anomalije

1. *Acer platanoides* (mliječ) i *A. campestre* (klen), oba imaju diploidan broj kromosoma $2n = 26$. Iako su to dvije vrste istog roda, njihovi hibridi su sterilni. Objasnite zašto? Da li je moguće dobiti fertilan hibrid i kako? Prisjetite se Karpečenkovog pokusa.
2. Diploidan broj kromosoma nekog organizma je 12. Koliko kromosoma ima:
 - Monosomik
 - Trisomik
 - Tetrasomik
 - Dvostruki trisomik Nulisomik
 - Monoploid
 - Triploid
 - Alotetraploid
3. Suprug i supruga normalnog vida imaju djevojčicu daltonisticu s Turnerovim sindromom. Prikažite križanje, specijalno gamete koje daju ovu kombinaciju.
4. Majka daltonostica i otac normalnog vida imaju dijete normalnog vida s Klinefelterovim sindromom. Prikažite križanje, specijalno gamete koje daju ovu kombinaciju.
5. Diploidan broj kromosoma vrtnog graška je $2n = 14$. Koliko može nastati različitih trisomika ? Koliko različitih dvostrukih trisomika može nastati?
6. Do kakve promjene obzirom na broj kromosoma može doći nakon djelovanja mutagena koji je potpuno uništio diobeno vreteno u somatskim stanicama luka *Allium cepa* ($2n = 16$)?

15. POPULACIJSKA GENETIKA

Procesi nasljeđivanja mogu se proučavati i na razini populacije. **Populacija** je grupa jedinki iste vrste koja živi na određenom području i čije jedinke aktivno razmjenjuju genetički materijal dajući plodno potomstvo. Kada svaki član populacije ima jednaku mogućnost da se pari s bilo kojim drugim članom populacije znači da unutar populacije dolazi do slučajnog parenja jedinki (**panmiksije**). Svi geni koji se nalaze u gametskom fondu populacije čine **gensku zalihu** („gene pool“) ili populacijski skup gena.

Populacijska genetika daje modele i analitičke procjene kojima možemo izmjeriti genetički sastav neke populacije te ga izraziti u kvantitativnom obliku baziranom na matematičkoj analizi. Predmet proučavanja populacijske genetike je genetička struktura populacije. Genetičku strukturu populacije određuje učestalost određenih svojstava, odnosno gena i genotipova. **Učestalost genotipova** je relativni omjer različitih genotipova u populaciji. Relativni omjer alela (gena) u populaciji je **učestalost alela (gena)**. Učestalost gena i genotipova populacije značajna su svojstva koja genetičar može procijeniti i promatrati promjene ovih svojstava unutar određene populacije.

Primjer: krvne grupe MN u čovjeka.

U nekom uzorku od 730 australijskih domorodaca krvne grupe MN sustava javljaju se s različitom učestalošću:

genotip	MM	MN	NN
broj osoba	22	220	488
učestalost genotipova (%)	3	30,1	66,9

Način na koji se računa učestalost alela je sljedeći:

genotip	MM	MN	NN
broj genotipova	22	220	488
broj M alela	$2 \times 22 + 220$		
broj N alela	$220 + 2 \times 488$		
ukupan broj alela	$44 + 440 + 976$		

učestalost alela M = ? učestalost alela N = ?

Učestalost gena i genotipova ostaje ista tijekom niza generacija. Razlog tomu je binarna priroda nasljeđivanja, jer se prilikom oplodnje aleli slučajno kombiniraju u parove u diploidnoj zigoti. Ako promatramo par alela (A i a), tada će učestalost gameta koje će nositi alel A ili a ovisiti o učestalosti genotipova roditeljske generacije. Kada se parenje među članovima populacije odvija potpuno slučajno, tada se očekivana učestalost zigota u sljedećoj generaciji može predvidjeti ako je poznata učestalost alela u genskoj zalih roditeljske generacije.

Na primjer: ako je učestalost alela A = 0,6, a alela a = 0,4, njihovom kombinacijom uvijek se dobije ista učestalost genotipova:

$$AA = 0,36 (0,6 \times 0,6) \quad Aa = 0,48 (0,6 \times 0,4) \quad aa = 0,16 (0,4 \times 0,4)$$

Engleski matematičar G.H. Hardy i njemački genetičar W. Weinberg otkrili su neovisno jedan o drugome 1908. godine pravilo o konstantnoj učestalosti gena i genotipova u populaciji koja je u ravnoteži (**Hardy-Weinbergov zakon**).

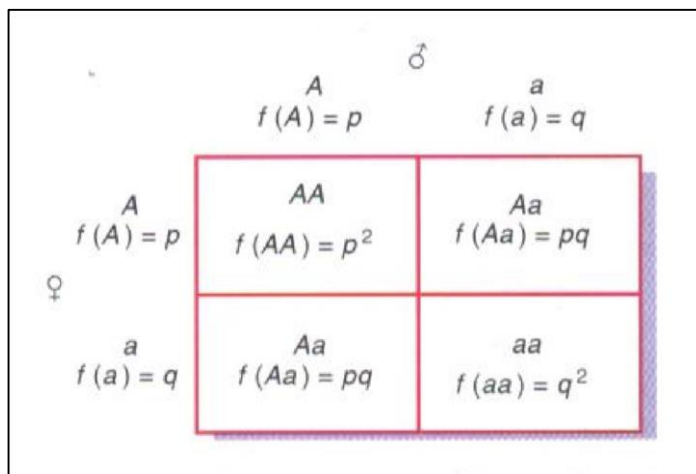
Ako pretpostavimo da je p – učestalost alela A , a q – učestalost alela a , slobodnim kombiniranjem gameta koje sadrže te alele nastaje nova generacija genotipova: AA (p^2) – dominantni homozigoti; Aa (pq) – heterozigoti; aa (q^2) – recesivni homozigoti. Ako je ukupna učestalost oba alela 100% ili 1 (što znači: $p + q = 1$), tada se omjeri genotipova mogu izraziti binomnom jednačbom (slika 15.1.):

$$p+q = 1 -^2 = 1 - \text{učestalost alela u populaciji}$$

učestalost genotipova u populaciji

$$(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa)$$

Hardy-Weinbergova jednačba



VI – POPULACIONA GENETIKA

ZADACI:Populaciona genetiaka (praktikum)

1. Sposobnost uzdužnog savijanja jezika je dominantno svojstvo (T), a nesposobnost je recesivno (t). U uzorku školskih učenika bilo je 490 sposobnih za savijanje jezika i 210 s nemogućnošću savijanja jezika. Izračunajte učestalost alela T i t. Primijenite HardyWeinbergovu jednačbu i izračunajte učestalost genotipova.
2. Boju krzna mačke određuje par kodominantnih X-vezanih alela koji daju sljedeće fenotipove: $C^B C^B$ – crno krzno; $C^Y C^Y$ – žuto krzno; $C^B C^Y$ – «calico» krzno (mješavina crnog i žutog). Istraživanje populacije mačaka u Rimu pokazalo je sljedeće:

	crno	žuto	calico	ukupno
ženke	554	14	108	676
mušjaci	622	84	0	706

Koja je učestalost alela? Da li se učestalost genotipova ženki uklapa u Hardy-Weinbergov zakon? Da li se učestalost genotipova mužjaka uklapa u Hardy-Weinbergov zakon?

3. Od 2400 poroda u područnoj bolnici 6 beba je umrlo ubrzo nakon rođenja zbog autosomalne recesivne letalne disfunkcije (opstrukcija debelog crijeva). Koja je učestalost recesivnog alela co u populaciji? Koji dio populacije je heterozigotan za alel co ? Koji dio populacije je homozigotan za normalni co^+ alel?
4. Očni albinizam uzrokuje X-vezani recesivni alel koji je prisutan u 1% gameta u genskoj zalihi humane populacije. Koja je očekivana učestalost očnog albinizma u muškaraca, a koja u žena?
5. Bijelu vunu ovaca određuje dominantan alel B, a crnu vunu recesivni alel b. U uzorku od 900 ovaca nađeno je 891 bijela i 9 crnih. Odredite frekvenciju alela.

6. Kod goveda rase Shorthorn (kratkorogo govedo) genotip $C^R C^R$ ima crvenu dlaku, $C^R C^W$ šarenu dlaku (mješavina crne i bijele) i $C^W C^W$ bijelu dlaku. U jednom uzorku kratkorogih goveda bilo je 108 crvenih, 48 bijelih i 144 šarenih. a) Odredite frekvenciju alela u populacijskom skupu gena. Kakav je odnos među navedenim alelima? b) Ako je ova populacija u potpunosti panmiktična, kakva će biti frekvencija genotipova u sljedećoj generaciji? c) Kako se podaci o uzorcima iz pitanja a) odnose prema očekivanjima iz pitanja b)? Je li populacija iz a) dijela zadatka u ravnoteži?
7. Farmer ima 10 krava koje dnevno daju 24, 23, 18, 26, 32, 34, 41, 12, 63 i 14 litara mlijeka. Izračunajte srednju vrijednost varijabilnosti i standardnu devijaciju. Ako farmer kupi još dvije krave koje daju 73 i 12 litara mlijeka po danu, kako to utječe na standardnu devijaciju dnevnog prinosa mlijeka?
8. MN krvne grupe kontroliraju 2 kodominantna alela (L^M i L^N). Ispitivan je uzorak od 208 beduina u sirijskoj pustinji na prisustvo M i N antigena i utvrđeno je 119 osoba s krvnom grupom M, 76 s grupom MN i 13 s grupom N. Izračunaj frekvencije alela L^M i L^N . Ako je frekvencija alela $L^M = 0,3$, koliko će osoba u uzorku od 500 imati krvnu grupu MN?

. Koliko molekula fosforne kiseline, azotnih baza i dezoksiriboze sadrži jedna molekula DNK, koja ima 3806 timinskih nukleotida, a to iznosi 24% svih nukleotida u njoj?

Izrada:

$$24\% T \rightarrow 3806$$

$$24\% A \rightarrow 3806$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

$$24+24=48\% (T,A) \rightarrow 7612 (T,A)$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

$$48\% \text{ -----} 7612 (T,A)$$

$$100\% \text{ -----} X$$

$$X = 15858 \text{ nukleotida ukupno u DNK molekuli}$$

$$15858 - 7612 = 8246 (C, G)$$

Za postavljanje proporcije i dobijanja broj X, tj. C i G dobija se 2 boda.

$$\text{To jest } 4123 C$$

$$4123 G, \text{ pa toliko ima i fosforne kiseline dezoksiriboze}$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

UKUPNO 5 bodova.

1. Izračunati broj genotipova koji nastaju na jednom genskom lokusu kombinacijom:
 - a) jednog alela
 - b) dva alela
 - c) 5 alela
 - d) 10 alela

2. Odrediti učestalosti genskih alela iz učestalosti genotipova na genskom lokusu za MN sistem krvnih grupa.

genotip:	<i>MM</i>	<i>MN</i>	<i>NN</i>
učestalosti:	$p = 0,36$	$2pq = 0,48$	$q = 0,16$

3. Odrediti frekvence alela *A* i *a* ukoliko je populacija u genetičkoj ravnoteži i poznata je frekvencija genotipa *AA* koja iznosi 0,49.

Pokažite da se frekvencija genskih alela ne menja iz generacije u generaciju kod populacije u genetičkoj ravnoteži na primeru jednog gena sa dva alela.

4. U grupi od 1100 Japanaca iz Tokija, pronađeno je 356 osoba sa M krvnom grupom, 519 sa MN i 225 osoba sa N krvnom grupom. Izračunajte alelske frekvencije i očekivane frekvencije genotipova.

5. Izračunati procenat heterozigotnih jedinki u F3 generaciji nakon samooplođenja kod biljke genotipa *Aa*.

6. Na osnovu podataka o broju potomaka u dvije sukcesivne generacije odredite relativnu adaptivnu vrednost (*w*) sledećih genotipova.

Izračunati efektivnu veličinu populacije u kojoj se pari:

- a) 40 bikova sa 40 krava
 - b) 40 bikova sa 100 krava
 - c) 4 bika sa 100 krava
 - d) 1 bik sa 100 krava
7. Izračunati koeficijent "inbreeding"-a ukoliko je stepen srodstva:
 - a) $n = 2$ b) $n = 6$
 8. Izračunati stepen srodstva ukoliko je koeficijent inbridinga:
 - a) $F = 1/8$ b) $F = 1/64$

1. **ZADATAK 1.** U sastojini se nalazi 200 stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) koja se međusobno genetski razlikuju prema otpornosti na atmosfersko zagađenje. Utvrđeno je da je otpornost na zagađenje pod genetskom kontrolom dvaju alela (*O₁* i *O₂*) koji su međusobno u aditivnom odnosu (parcijalno dominantnom). Od ukupnog je broja stabala njih 110 homozigotno za *O₁* alel (genotip *O₁O₁*, osjetljiva na zagađenje), 80 stabala je heterozigotno (genotip *O₁O₂*, djelomično otporna na

zagađenje), dok je 10 stabala homozigotno za O_2 alel (genotip O_2O_2 , otporna na zagađenje).

- Koliko u navedenoj sastojini ima alela O_1 ?
- Koliko u navedenoj sastojini ima alela O_2 ?
- Koje su frekvencije O_1 i O_2 alela u toj sastojini?
- Da li je sastojina u Hardy-Weinberg-ovoj ravnoteži?

RJEŠENJE:

U ovom primjeru imamo podatke o broju različitih genotipova u jednoj hipotetskoj populaciji obične jele, i to s obzirom na jedan lokus (s dva alela) za kojeg je pretpostavljeno da kontrolira otpornost stabala na atmosfersko zagađenje.

Iz postavljenog zadatka vidi se da je 110 homozigota O_1O_1 , 80 heterozigota i 10 homozigota O_2O_2 . Iz tih podataka nije teško izračunati točan broj svakog pojedinog alela, i to na slijedeći način:

$$\text{broj alela } O_1 = (2 \times \text{broj pripadajućih homozigota}) + \text{broj heterozigota} \\ \text{broj alela } O_2 = (2 \times \text{broj pripadajućih homozigota}) + \text{broj heterozigota}$$

Naime, poznato je da homozigoti posjeduju dva jednaka, dok heterozigoti posjeduju dva različita alela na istom lokusu. Iz tog je razloga broj alela jednak dvostrukom broju homozigota zbrojenom s brojem heterozigota.

$$\text{Slijedi da je: broj } O_1 \text{ alela} = 2 \times 110 + 80 = 300$$

$$\text{broj } O_2 \text{ alela} = 2 \times 10 + 80 = 100$$

Iz izračunatih brojeva alela možemo jednostavno izračunati njihove frekvencije (tj. njihovu učestalost u populaciji) i to tako da broj pojedinog alela podijelimo s ukupnim brojem alela na promatranom lokusu:

$$p = \frac{300}{300 + 100} = \frac{300}{400} = 0.75$$

$$q = \frac{100}{300 + 100} = \frac{100}{400} = 0.25$$

Dakle, vidimo da se u populaciji iz zadatka nalazi 75 % alela O_1 i 25 % alela O_2 .

Na sličan se način mogu izračunati i frekvencije genotipova:

- ukupno je 200 stabala u saastojini (= 100 %)
- 110 stabala su homozigoti genotipa O_1O_1 , što znači da je frekvencija tih homozigota $110 / 200 = 0.55$ (tj. 55%),
- 80 stabala su heterozigoti genotipa O_1O_2 , što znači da je frekvencija heterozigota $80 / 200 = 0.40$ (tj. 40%),
- 10 stabala su homozigoti genotipa O_2O_2 , što znači da je frekvencija tih homozigota $10 / 200 = 0.05$ (tj. 5%).

Da bismo utvrdili da li je ova populacija u H-W ravnoteži moramo izračunati očekivane frekvencije genotipova i usporediti ih sa stvarnim frekvencijama u konkretnoj populaciji.

Prema H-W zakonu, ako je: p – frekvencija alela O_1 q –
frekvencija alela O_2 onda je:

$$P = p^2 \text{ (frekvencija homozigota } O_1O_1)$$

$$H = 2pq \text{ (frekvencija heterozigota } O_1O_2)$$

$$Q = q^2 \text{ (frekvencija recesivnih homozigota } O_2O_2)$$

Izračunavanje očekivanog broja homozigota O_1O_1 (prema H-W zakonu):

$$P = p^2 = 0.75^2 = 0.5625$$

$$200 \times 0.5625 = 112$$

Rješenja:

1. Izračunati broj genotipova koji nastaju na jednom genskom lokusu kombinacijom:

- a) jednog alela
- b) dva alela
- c) 5 alela
- d) 10 alela

Rešenje:

$$n = \frac{k(k+1)}{2}$$

n - broj mogućih genotipova

k - broj alela

$n=10$ 2^n ; 3^n
 $2^{10} =$ $\frac{15}{17}$

a) $n = 1$; npr. A_1A_1

b) $n = 2$ $3/2 = 3$, npr. A_1A_1, A_1A_2 i A_2A_2

c) $n = 10$ $11/2 = 55$

2. Odrediti učestalosti genskih alela iz učestalosti genotipova na genskom lokusu za MN sistem krvnih grupa.

genotip:	MM	MN	NN
učestalosti:	$p^2 = 0,36$	$2pq = 0,48$	$q^2 = 0,16$

Rešenje:

$$p = p^2 + pq = 0,36 + 0,24 = 0,6$$

$$q = q^2 + pq = 0,16 + 0,24 = 0,4$$

ili iz $p + q = 1$

sledi $q = 1 - p = 1 - 0,6 = 0,4$

3. Odrediti frekvence alela A i a ukoliko je populacija u genetičkoj ravnoteži i poznata je frekvencija genotipa AA koja iznosi 0,49.

Rešenje:

$p^2 = 0,49 \Rightarrow p = \sqrt{0,49} = 0,7$; $q = 1 - p = 0,3$. Napomena: Iz učestalosti genotipova mogu se odrediti učestalosti genskih alela; obrnuto ne važi ukoliko populacija nije u genetičkoj ravnoteži.

4. Pokažite da se frekvencija genskih alela ne menja iz generacije u generaciju kod populacije u genetičkoj ravnoteži na primeru jednog gena sa dva alela.

Rešenje:

genski aleli: A_1 i A_2

frekvence: p q

5. U grupi od 1100 Japanaca iz Tokija, pronađeno je 356 osoba sa M krvnom grupom, 519 sa MN i 225 osoba sa N krvnom grupom. Izračunajte alelske frekvence i očekivane frekvence genotipova.

Rešenje:

genotip:	MM	MN	NN
broj osoba:	356	519	225

genski aleli: M N

učestalosti: p q

$$p = \frac{356 + \frac{519}{2}}{1100} = \frac{615,5}{1100} = 0,56$$

$$q = \frac{225 + \frac{519}{2}}{1100} = \frac{484,5}{1100} = 0,44$$

6. Izračunati procenat heterozigotnih jedinki u F3 generaciji nakon samooplođenja kod biljke genotipa Aa.

Rešenje:

P: Aa×Aa	heterozigoti
F ₁ : AA Aa Aa aa	100%
F ₂ : AA; AA Aa Aa aa; aa	50%
F ₃ : AA; AA; AA Aa Aa aa; aa; aa;	25%
	12,5%

7. Na osnovu podataka o broju potomaka u dve sukcesivne generacije odredite relativnu adaptivnu vrednost (w) sledećih genotipova:

genotip:	AA	Aa	aa
a-broj potomaka u F1 gen.	200	90	50
b-broj potomaka u F2 gener.	250	180	50

Rešenje:

b/a	1,25	2	1
w	1,25/2=+0,62	2/2=1	1/2=0,5
s	0,38	0	0,5

s - koeficijent selekcije; po formuli w+s = 1

8. Izračunati efektivnu veličinu populacije u kojoj se pari:

- 40 bikova sa 40 krava
- 40 bikova sa 100 krava
- 4 bika sa 100 krava
- 1 bik sa 100 krava

Rešenje:

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$$

N_e - efektivna veličina populacije; N_m - broj mužjaka; N_f - broj ženki

- N_e = 4 · 40 · 40 / 80 = 80
- N_e = 4 · 40 · 100 / 140 = 114,28 = 114
- N_e = 4 · 4 · 100 / 104 = 15,38
- N_e = 4 · 1 · 100 / 101 = 3,96

62. Izračunajte genske frekvencije shodno Hardy-Weinbergovom zakonu učestalosti gena u populaciji. Poznat je broj AA=794, Aa=4 i aa=2. Postaviti pravilno zadatak u korištenje određenih formula u populacionoj genetici.

Izrada:

$$AA=Df=794$$

$$Aa=Hf=4$$

$$aa=Rf=2$$

Za ovako postavljen zadatak dobija se 1 bod.

$$N=?$$

$$p=?$$

$$q=?$$

Za ovaj gore korak dobija se 1 bod.

$$N=794+4+2=800$$

Za ovaj gore korak dobija se 1 bod.

$$D=794/800=0,9925$$

$$p=0,9925$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

$$H=4/800=0,005$$

$$q=0,005$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

$$R=2/800=0,0025$$

Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

$$p+q=1$$

Za formulu dobije se 1 bod.

$$0,9925+0,005+0,0025=1$$

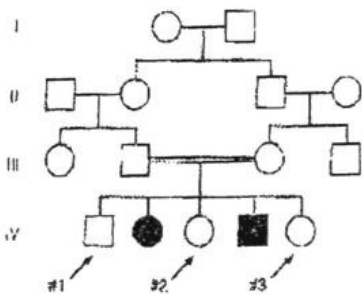
Za ovaj gore korak dobije se 1 bod.

UKUPNO 8 BODOVA.

58. Stavite „x“ u odgovarajuće polje kako biste označili u kojoj fazi mitoze se odvija svaki od navedenih događaja ili procesa. **UKUPNO 8 bodova**

	Interfaza	Profaza	Metafaza	Anafaza	Telofaza
Početak kondenzacije hromosoma	X				
Replikacija DNK	X				
Prihvatanje hromosoma za niti diobenog vretena		X			
Kretanje hromosoma prema polovima				X	
Raspadanje jedrovog omotača		X			
Raspoređivanje hromosoma prema centru ćelje			X		
Separacija centromera				X	
Ponovno formiranje jedrovog omotača					X

2. Dat je heredogram porodice i javljanje jedne osobine koja je česta u populaciji.



- O kojem tipu nasljeđivanja se najvjerojatnije radi u ovom heredogramu? Objasniti!
- Koliko osoba u ovom heredogramu bi moralo da bude heterozigotno i koje su to osobe?
- Koja je vjerovatnoća da su sve tri označene osobe heterozigoti ili homozigoti?

a) Najvjerojatnije se radi o autosomalno recesivnom tipu nasljeđivanja; X-recesivno nasljeđivanje se isključuje zato što su zdravi roditelji (III.2 i III.3) dobili bolesnu kćerku (IV.2); autosomalno dominantni tip nasljeđivanja se isključuje zato što su zdravi roditelji (III.2 i III.3) dobili bolesne potomke (IV.2 i IV.4)

b) Ukupno 5 osoba mora biti heterozigotno (I.1 ili I.2); (II.1 ili II.2); (II.3 ili II.4); (III.2) i (III.3).

c) Vjerovatnoća da su označene osobe heterozigoti je 50% a da su homozigoti je 25% (2:1).

4. U grupi od 300 testiranih osoba na sposobnost osjeta gorkog okusa PTC (feniltiokarbamid), 210 osoba je imalo sposobnost da osjeti gorak okus PTC-a, a 90 nije imalo tu sposobnost. Osobe koje nemaju sposobnost da osjete gorak okus PTC-a su homozigotni za recesivni alel, a osobe koje osjećaju gorak okus PTC-a imaju u svom genotipu bar jedan dominantni gen (u pitanju je monogensko svojstvo sa dva alternativna alelogena). Izračunati relativnu frekvenciju dominantnog i recesivnog alelogena, relativnu i apsolutnu frekvenciju genotipova za dato svojstvo i provjeriti da li je populacija u genetičkoj ravnoteži?

Odgovor: $p=0,45$; $q=0,55$; $D=0,20$; $H=0,50$; $R=0,30$; $Df=60$; $Hf=150$; $Rf=90$; populacija je u genetičkoj ravnoteži.

7. Ako se zna da grgeč ima $2n=8$ hromozoma:

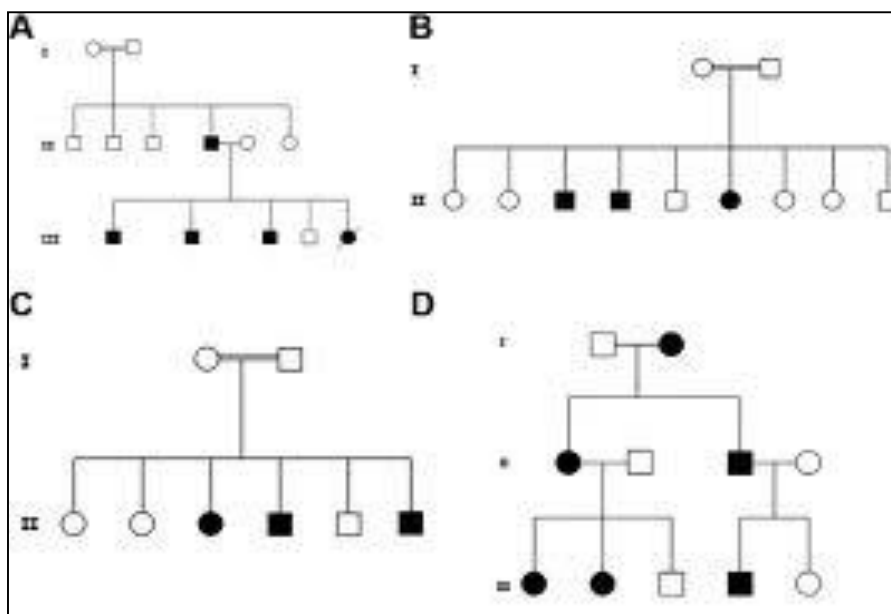
- Koliko polnih hromozoma sadrži somatska ćelija? _____
- Koliko somatskih hromozoma sadrži polna ćelija? _____
- Koliko somatskih hromozoma sadrži somatska ćelija? _____
- Koliko polnih hromozoma sadrži polna ćelija? _____

a) 2 b) 3 c) 6 d) 1

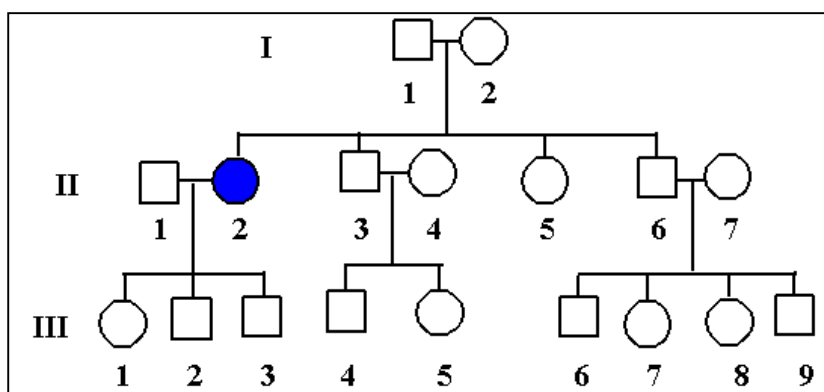
8. Koliko jajnih ćelija domaće mačke ($2n=38$) nastaje iz jedne:

- a) oogonije? _____
- b) primarne oocite? _____
- c) ootide? _____
- d) polarnog tijela? _____

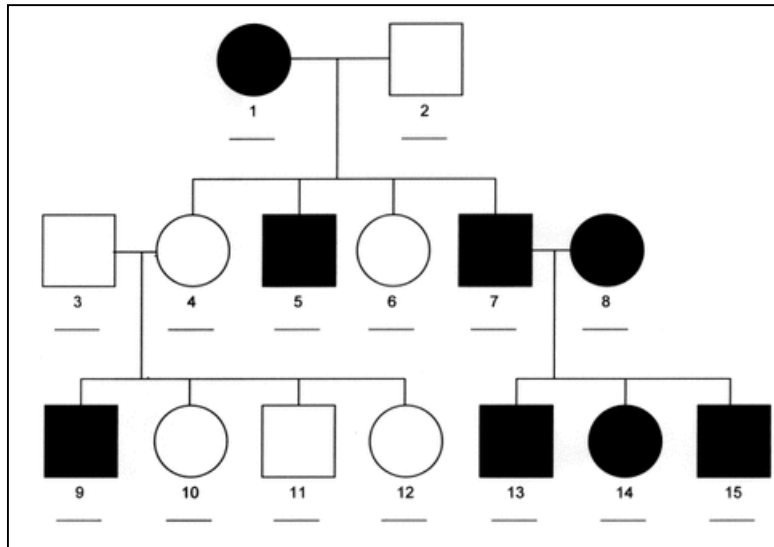
a) 1 b) 1 c) 1 d) nijedna



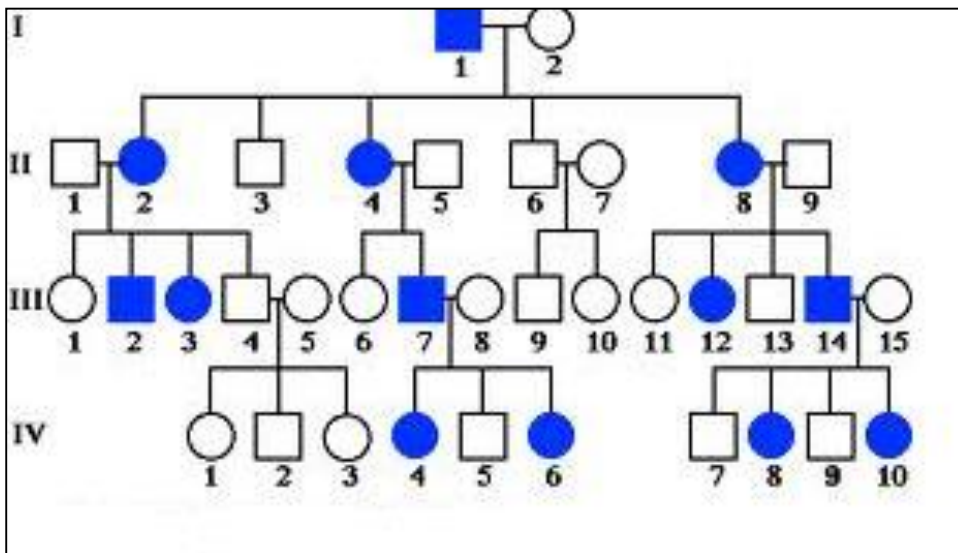
Autos. Rec (A;B;C) Autosm. Domin. (D)



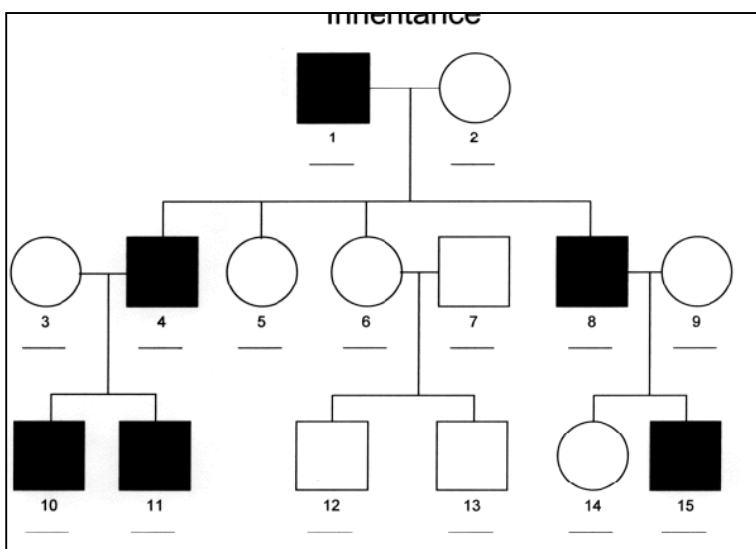
Autosomno recesivno



X – Vezano recesivno



x vezano dominantno

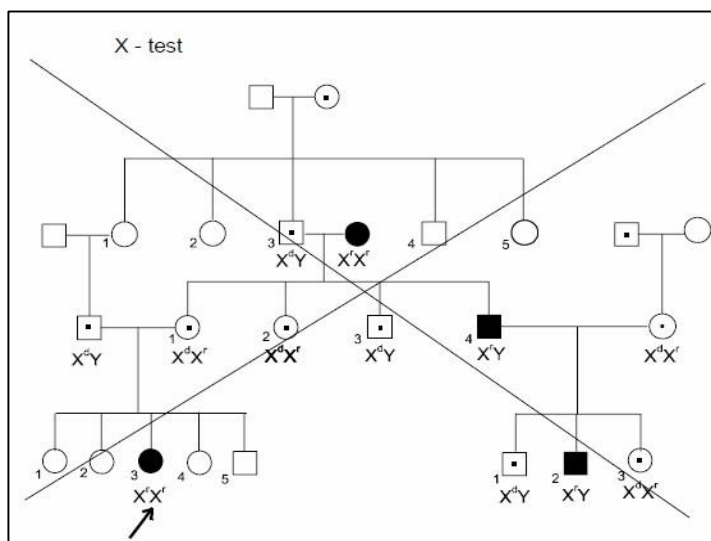
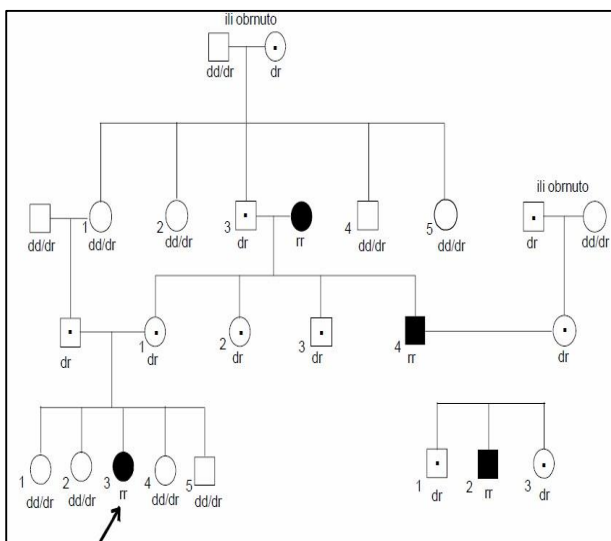


Y – holandrično

U sledećim primerima, na osnovu datih podataka

- konstruisati rodoslovno stablo,
- odrediti tip nasleđivanja,
- napisati genotipove,
- ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.

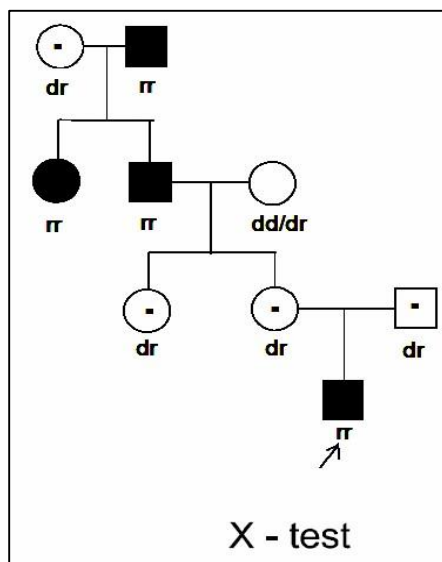
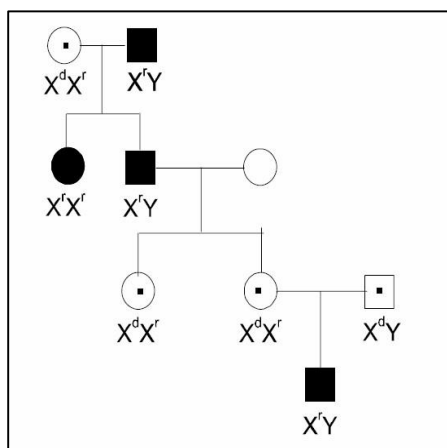
2. Na informativni razgovor kod genetičara javila se majka čija je ćerka (proband), imala mišićnu atrofiju. Na osnovu anamneze pribavljene su sledeće informacije: aficirana devojčica bila je trećerodeno dete u braku normalnog oca i normalne majke. Međutim, prvorođena, drugorođena i četvrtorođena sestra bile su fenotipski normalne kao i petorođeni brat. Međutim, utvrđeno je da je ovaj brak bio u srodstvu jer je otac probanda (aficirane devojčice), bio sin jedinac normalnog oca i normalne majke, s'tim da je majka bila prvorođeno dete iz braka normalnih roditelja koji su imali još četvoro normalne dece: drugorođenu normalnu ćerku, treće- i četvrtorođenog normalnog sina, i petorođenu normalnu ćerku. Trećerodeni normalni sin stupio je u brak sa aficiranom ćenom i dobili su četvoro dece: prvorođeno dete bila je majka probanda – fenotipski normalna, drugo žensko i treće muško dete bili su normalni a četvrto muško dete – aficirano. Taj aficirani sin stupio je u brak sa zdravom ćenom koja je imala zdrave roditelje. Imali su troje dece: prvo muško normalno, drugo muško aficirano i treće žensko normalno.



Rešenje: RECESIVNO AUTOZOMALNO

3. Na nekom gazdinstvu od sparene normalne junice i normalnog bika i dobijeno je muško aficirano tele sa bolešću belih junica. Uvidom u rodoslovne knjige konstantovano je da je majka probanda poticala iz ukrštanja aficiranog bika i normalne junice kao i da je imala prvooteljenu sestru fenotipski normalnu. Deda probanda imao je aficiranu prvooteljenu sestru a poticao je iz parenja normalne krave i aficiranog bika.

- konstruisati rodoslovno stablo,
- odrediti tip nasleđivanja,
- napisati genotipove,
- ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.

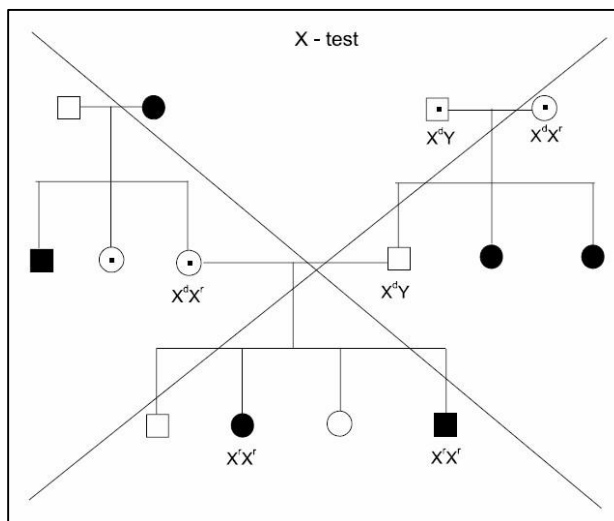
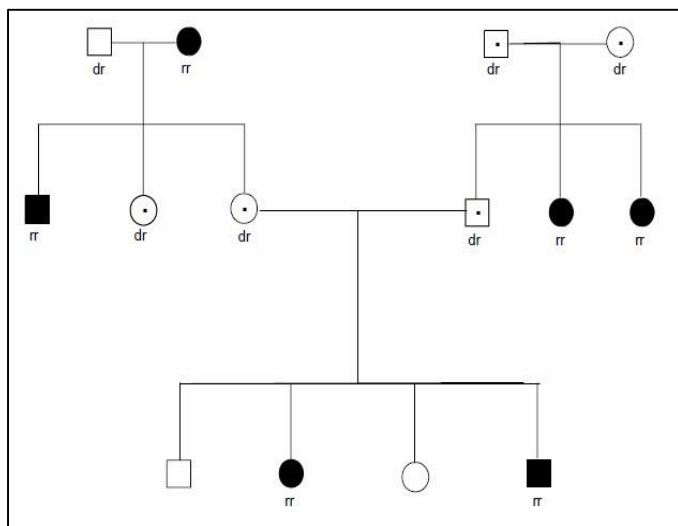


Rešenje:

RECESIVNO X – VEZANO

4. Obavljeno je parenje normalnog bika i krave sa miopijom. Dobili su tri teleta: prvo aficirano muško, drugo i treće tele ženskog pola, oba normalna. Treća ćerka sparena je sa bikom normalnog vida čije su dvije sestre imale miopiju, mada su im roditelji fenotipski zdravi. Pri prvom parenju dobijen je normalan muški potomak a pri drugom aficirani ženski (proband). Posle trećeg parenja sa istim bikom dobijeno je normalno žensko tele i, kasnije četvrto aficirano muško.

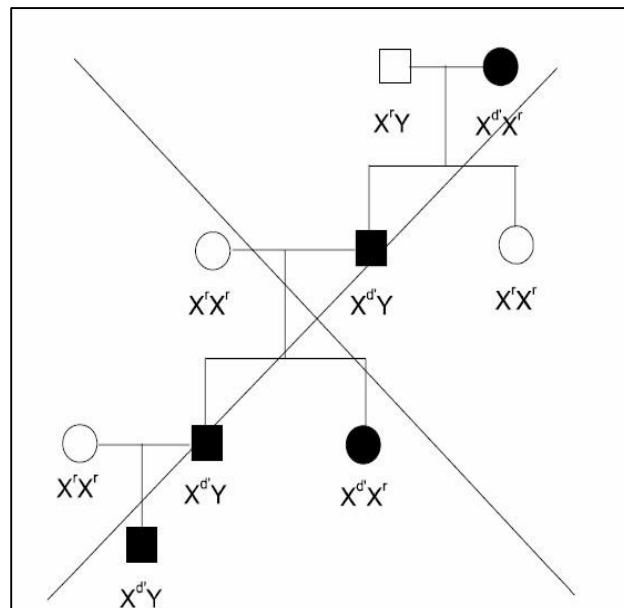
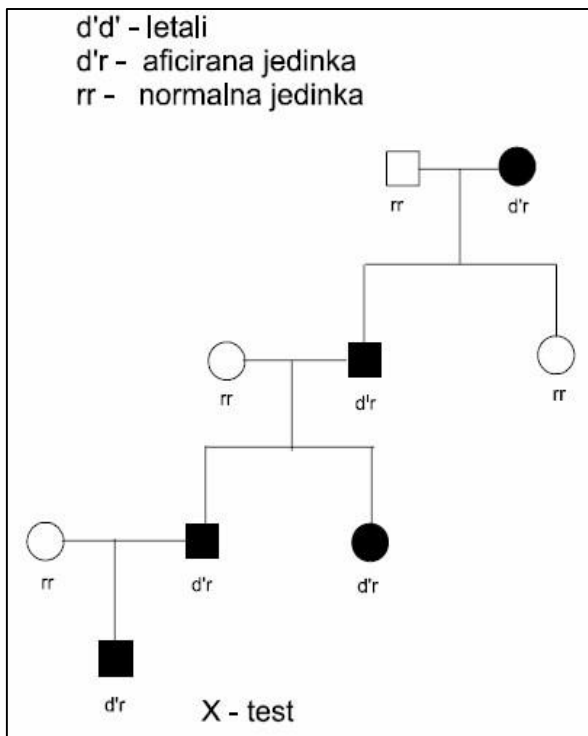
- konstruisati rodoslovno stablo,
- odrediti tip nasleđivanja,
- napisati genotipove,
- ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.



Rešenje: RECESIVNO AUTOZOMALNO

5. Na jednoj farmi iz parenja normalne kobile i konja sa aneridijom dobijeno je jedno aficirano muško ždrebe (proband). Uvidom u rodoslovne knjige utvrđeno je da je otac probanda (ždrebeta) imao aficiranu sestru a poticao iz ukrštanja normalne kobile i aficiranog konja koji je posedovao normalnu sestru a poticali su iz ukrštanja normalnog konja i aficirane kobile.

- konstruisati rodoslovno stablo,
- odrediti tip nasleđivanja,
- napisati genotipove,
- ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.



Još Zadataka sa jednog testa:

I Zaokruži slovo ispred tačnog odgovora

1. Torbarski miš i kućni miš svojim izgledom i načinom života predstavljaju primjer:
 - a) ekološke konvergencije
 - b) morfološkog odvajanja srodnih organizama koji pripadaju istoj porodici
 - v) morfološkog približavanja srodnih organizama koji pripadaju istoj porodici
 - g) ekološke divergencije
 - d) tačni su odgovori pod a) i v)
2. Većina „urođenih grešaka metabolizma“ se naslađuje:
 - a) autozomno dominantno
 - b) autozomno recesivno
 - v) H vezano recesivno
 - g) nepravilnim razdvajanjem hromozoma tokom ćelijske diobe
 - d) nepotpuno dominantno
3. Ključni proces/i u prenosu genetičke informacije kroz ćeliju je:
 - a) replikacija
 - b) transkripcija
 - v) translacija
 - g) transkripcija i translacija
 - d) replikacija, transkripcija, translacija
4. Šta od navedenog ne spada u preoplodne mehanizme reproduktivne izolacije?
 - a) „biohemijsko neslaganje“ gameta
 - b) razmnožavanje u različito vreme
 - v) razlike u građi reproduktivnih organa
 - g) hibrid umire na ranom stupnju embrionalnog razvića ili je sterilan
 - d) svi odgovori su tačni
5. Pod ovulacijom se podrazumijeva:
 - a) stvaranje jajne ćelije
 - b) sazrijevanje ovarijalnog folikula
 - v) prskanje ovarijalnog folikula i izlazak jajne ćelije
 - g) sazrijevanje jajne ćelije
 - d) tačni su odgovori pod b) i v)
6. Koji od navedenih tripleta nukleotida može da bude antikodon?
 - a) AUC
 - b) UAC
 - v) AUU
 - g) ACU
 - d) tačni su odgovori pod a) i g)
7. Procentualna zastupljenost baza u iRNK je: 12% A, 18% C, 56% G i 14% U. Procentualni udio azotnih baza u djelu molekula DNK prema kojem je nastala ova iRNK je:
 - a) 17% A, 33% C, 33% G, 17% T
 - b) 39% A, 11% C, 11% G i 39% T
 - v) 12% T, 18% G, 56% C, 14% A
 - g) 12% A, 18% C, 56% G i 14% T
 - d) 13% A, 37% C, 37% G, 13% T

II Zaokruži slovo T ako je iskaz tačan ili N ako je netačan

- | | | |
|--|---|---|
| 8. Signalni molekuli koji imaju sposobnost indukcije nazivaju se organizatori. | T | N |
| 9. Ukrštanje u srodstvu (bez djelovanja drugih mehanizama) mijenja učestalost genotipova, ali ne i alela. | T | N |
| 10. Pod alopatričkom specijacijom se podrazumijeva nastajanje novih vrsta unutar populacije koja naseljava jedno stanište. | T | N |
| 11. U ekosistemu materija i kruži i protiče. | T | N |
| 12. Pol čovjeka determiniran je kao kod vrste <i>Drosophila melanogaster</i> . | T | N |

III Dopuni rečenice

13. Na linije u okviru svakog zahtjeva upiši brojeve koji nedostaju.

- a) U spermatogenezi od 7 spermatogonija obrazovaće se ___ primarnih spermatocita i ___ spermatida.
 b) U spermatogenezi od ___ sekundarnih spermatocita obrazovaće se 12 spermatida i ___ spermatozoida.
 v) U oogenezi od 5 oogonija obrazovaće se ___ sekundarnih oocita i ___ jajnih ćelija.
 g) U oogenezi od ___ primarnih oocita obrazovaće se 2 sekundarne oocite i ___ prvih polarnih tijela.

14. U jednoj porodici otac ima krvnu grupu AV, a majka krvnu grupu O. Oni imaju četvoro djece koja su krvnih grupa A, AV, V i O. Jedno od djece je usvojeno, a jedno je iz ranijeg braka majke. Odrediti koje od djece je usvojeno, a koje je iz ranijeg braka majke.

- a) Dijete koje je usvojeno ima krvnu grupu genotipa _____
 b) Dijete koje je iz ranijeg braka majke ima krvnu grupu genotipa _____

IV Popuni prazna polja

15. Na slikama 1 i 2 je prikazano djelovanje prirodne selekcije na dužinu repa kod vjeverice i guštera. U polje ispod svake slike upiši naziv **tipa selekcije** u zavisnosti od tipa fenotipa koji favorizuje.

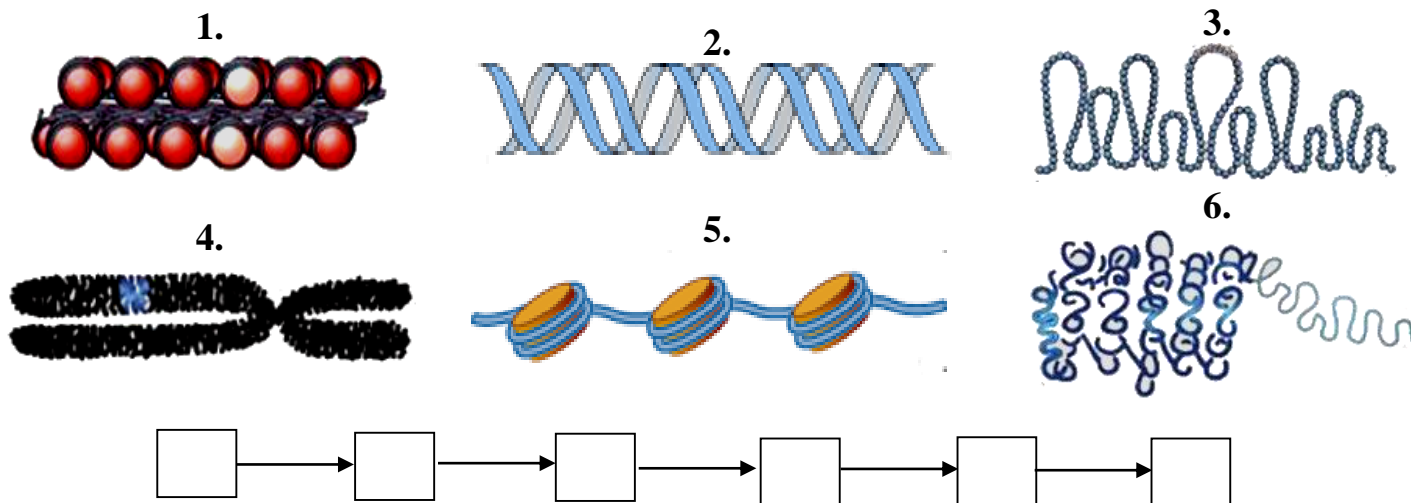
Slika 1.	Slika 2.
<p>СЕЛЕКЦИЈА ПРОТИВ ЈЕДИНКИ СА СРЕДЊИМ ВРЕДНОСТИМА</p> <p>РАСПОДЕЛА ОСОБИНЕ ПОСЛЕ СЕЛЕКЦИЈЕ</p> <p>РАСПОДЕЛА ОСОБИНЕ ПРЕ СЕЛЕКЦИЈЕ</p> <p>КРАТАК СРЕДЊИ ДУГАЧАК Дужина репа</p> <p>Kratak rep im pomaže da ih predator teže uhvati dok su na zemlji. Dug rep im obezbjeđuje ravnotežu na granama.</p>	<p>СЕЛЕКЦИЈА ПРОТИВ ЈЕДИНКИ НА ЈЕДНОМ КРАЈУ РАСПОДЕЛЕ</p> <p>РАСПОДЕЛА ОСОБИНЕ ПОСЛЕ СЕЛЕКЦИЈЕ</p> <p>РАСПОДЕЛА ОСОБИНЕ ПРЕ СЕЛЕКЦИЈЕ</p> <p>КРАТАК СРЕДЊИ ДУГАЧАК Дужина репа</p> <p>Gušter sa dugim savitljivim repom liči na zmiju i time plaši predatore.</p>

16. Tripleti baza u kodonima iRNK za sintezu pojedinih aminokiselina dati su u Tabeli 1 na radnom listu za vježbu (Strana 6).

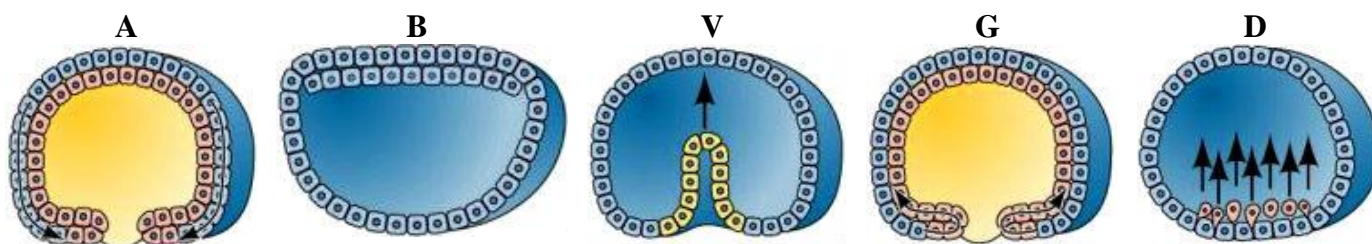
Na osnovu datih podataka popuni sljedeću tabelu. U polja u koja ne treba ništa upisati stavi znak minus (–).

KOD	KODON	ANTI-KODON	AMINOKISELINA (skraćenica)
			Met
		AUG	
	UAA		
TGA			
	UAG		

17. U prazna polja upiši brojeve kojima su označeni različiti stepeni kondenzacije DNK u nastanku hromozoma, po hronološkom redu. *Priznaje se kompletno tačan redosljed brojeva.*



18. Na slikama označenim od A do D prikazani su pokreti blastomera tokom gastrulacije.



Na liniju u okviru zahtjeva upiši slovo/a (od A do D) kojim je označen određen tip pokreta.

- a) Mezoderm morskog ježa nastaje pokretom blastomera označenim slovom ili slovima _____.
- b) Enoderm morskog ježa nastaje pokretom blastomera označenim slovom ili slovima _____.
- v) Endoderm ptica nastaje pokretom blastomera označenim slovom ili slovima _____.
- g) Mezoderm žabe nastaje pokretom blastomera označenim slovom ili slovima _____.
- d) Ektoderm žabe nastaje pokretom blastomera označenim slovom ili slovima _____.

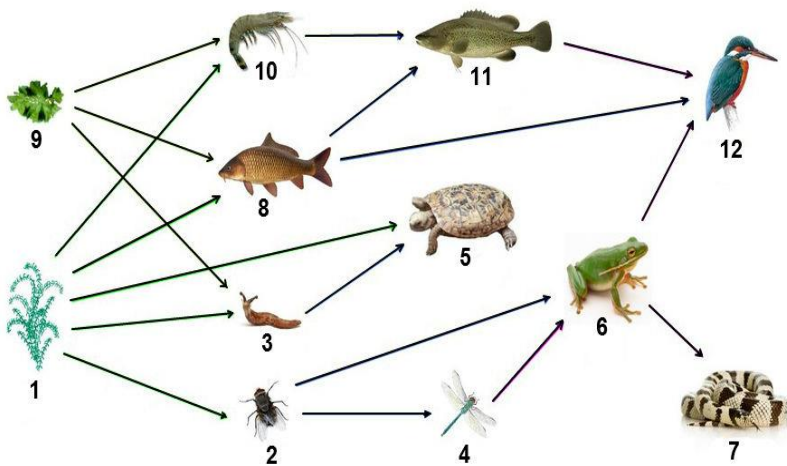
19. Date su slike prostornog rasporeda jedinki u populaciji (od A do V). Brojevima od 1 do 3 definirani su uslovi sredine za život jedinki u prikazanim staništima. Poveži uslove sredine sa rasporedom jedinki na staništu upisujući odgovarajući broj ispod svake slike.

A	B	V	1. Sredina je ujednačeno povoljna za život svih jedinki.
			2. Sredina je ujednačeno nepovoljna za život svih jedinki.

3. Sredina je neujednačeno povoljna za život svih jedinki.

20. Na slici je prikazan primjer jedne mreže ishrane. Brojevi na slikama služe samo kao oznake članova lanaca ishrane, radi lakšeg upisivanja odgovora.

1. U prazna polja u tabeli napiši koji članovi (označeni brojevima) mogu biti istovremeno potrošači dva ili tri zadata reda. U prazno polje unesi znak minus (-) ukoliko takvih predstavnika nema.



	Broj člana:
a) potrošač/i i II i III reda:	
b) potrošač/i i I i II reda:	
v) potrošač/i i II i IV reda:	
g) potrošač/i i II i III i IV reda:	
d) potrošač/i i III i IV reda:	
đ) potrošač/i i IV i V reda:	

2. Koji član/ovi u prikazanoj mreži ishrane ima najveću ukupnu biomasu? _____ (upiši brojeve pod kojima su označeni članovi u mreži ishrane)

21. Riješi ukrštenicu.

1.

1.																				
2.																				
3.																				
4.																				
5.																				
6.																				
7.																				

Vodoravno:

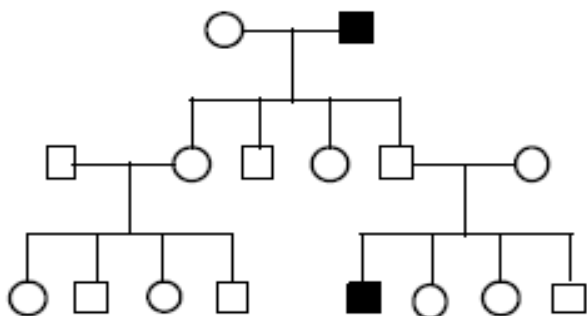
- Vektori za kloniranje.
- Proces usađivanja blastociste u tkivo uterusa sisara.
- Biljke koje imaju pupoljke na podzemnim organima.
- Agens koji povećava učestalost mutacija.
- Sinteza funkcionalnog proteinskog proizvoda nekog gena.
- Period između trijasa i krede.
- Mutacije izazvane djelovanjem nekog specifičnog faktora.

Pod 1. **uspravno** je naziv plemena iz tropskih kišnih šuma Afrike: _____ (upiši naziv).

VJEŽBA IZ BIOLOGIJE ZA IV RAZRED SREDNJIH ŠKOLA

Odredi način nasljeđivanja svojstva prikazanog u datum rodoslovima. *Priznaje se kompletno tačan odgovor.*

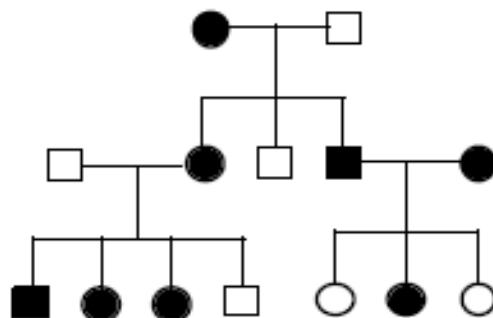
1.



Zaokruži sve tačne odgovore.

- a) autozomno dominantno nasljeđivanje
- b) autozomno recesivno nasljeđivanje
- v) recesivno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- g) dominantno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- d) nasljeđivanje vezano za Y hromozom

2.



Zaokruži sve tačne odgovore.

- a) autozomno dominantno nasljeđivanje
- b) autozomno recesivno nasljeđivanje
- v) recesivno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- g) dominantno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- d) nasljeđivanje vezano za Y hromozom

3. U populaciji koja je u ravnoteži, učestalost Rh⁺ osoba je 64%. Rh⁺ krvna grupa je dominantno svojstvo. Izračunaj učestalost heterozigota u datoj populaciji.

Konačno rešenje je: _____%

4. Kada se u populaciji od 300 ljudi nađe 3 albino osobe, onda je učestalost alela za albinizam:

- a) 30 puta manja od učestalosti normalnog alela
- b) 9 puta manja od učestalosti normalnog alela
- c) 0,01
- d) 0,9
- e) nijedan odgovor nije tačan

5. Alel koji omogućava da se osjeti ukus feniltiokarbamida (PTC) kod čovjeka je dominantan, u odnosu na recesivan alel koji tu mogućnost ne pruža. U genskom lokusu za boju očiju, alel koji determiniše smeđu boju očiju je dominantan u odnosu na alel koji određuje plavu boju očiju. Ova dva gena se nalaze na različitim hromozomima. Koji odnos potomstva se očekuje da ima plave oči i osjeti ukus PTC iz braka osoba koje su heterozigotne za oba gena? *Izrazi odnos kao razlomak ili apsolutni broj ili procenat.*

Konačno rešenje je: _____

6. Saša ima hemofiliju koju može da kontroliše odgovarajućim bolničkim tretmanom. On je oženio Lidiju koja ne boluje od ove bolesti, a upoznao ju je u bolnici gdje je sa Lidijinim bratom Veljkom primao istu terapiju. Lidijina i Veljkova majka nema hemofiliju, a otac je bio obolio. Koja je vjerovatnoća da će Lidija i Saša dobiti dijete oboljelo od hemofilije?

Konačno rešenje je: _____%

Tabela 1. Kodoni koji određuju položaj aminokiselina u polipeptidnom lancu

Прва база (5 крај)	Друга база				Трећа база (3 крај)
	U	C	A	G	
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr stop stop	Cys Cys stop Trp	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

PROSTOR ZA Rješavanje ZADATAKA

Republičko takmičenje iz biologije 24.05.2015. godine

Rešene TESTA ZA IV RAZRED SREDNJIH ŠKOLA

Pitanja		Tačni odgovori	Bodovi																									
I	1.	a) ekološke konvergencije	1	7																								
	2.	b) autozomno recesivno	1																									
	3.	g) transkripcija i translacija	1																									
	4.	g) hibrid umire na ranom stupnju embrionalnog razvića ili je sterilan	1																									
	5.	v) prskanje ovarijalnog folikula i izlazak jajne ćelije	1																									
	6.	b) UAC	1																									
	7.	d) 13% A, 37% C, 37% G, 13% T	1																									
II	8.	N	1	5																								
	9.	T	1																									
	10.	N	1																									
	11.	N	1																									
	12.	T	1																									
III	13.	a) <u>7</u> primarnih spermatoocita i <u>28</u> spermatoocita b) <u>6</u> sekundarnih spermatoocita i <u>12</u> spermatozooida v) <u>5</u> sekundarnih oocita i <u>5</u> jajnih ćelija g) <u>2</u> primarnih oocita i <u>2</u> prvih polarnih tijela.	8h1	8																								
	14.	a) <u>I^{IV}</u> b) <u>ii</u>	2x2	4																								
IV	15.	Slika 1. DISRUPTIVNA SELEKCIJA Slika 2. DIREKCIJONA SELEKCIJA	2x2	4																								
	16.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>KOD</th> <th>KODON</th> <th>ANTI-KODON</th> <th>AMINOKISELINA (skraćena)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TAC</td> <td>AUG</td> <td>UAC</td> <td>Met</td> </tr> <tr> <td>ATG</td> <td>UAC</td> <td>AUG</td> <td>Tyr</td> </tr> <tr> <td>ATT</td> <td>UAA</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> <tr> <td>TGA</td> <td>ACU</td> <td>UGA</td> <td>Thr</td> </tr> <tr> <td>ATC</td> <td>UAG</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> </tbody> </table>	KOD	KODON	ANTI-KODON	AMINOKISELINA (skraćena)	TAC	AUG	UAC	Met	ATG	UAC	AUG	Tyr	ATT	UAA	–	–	TGA	ACU	UGA	Thr	ATC	UAG	–	–	15x1	15
	KOD	KODON	ANTI-KODON	AMINOKISELINA (skraćena)																								
	TAC	AUG	UAC	Met																								
	ATG	UAC	AUG	Tyr																								
ATT	UAA	–	–																									
TGA	ACU	UGA	Thr																									
ATC	UAG	–	–																									
17.	<div style="text-align: center;"> 2 → 5 → 1 → 3 → 6 → 4 </div> <p>Priznaje se potpuno tačan redosljed brojeva!</p>	6	6																									
18.	a) D b) V v) B g) G d) A	5h1	5																									
19.	A 3, B 1, V 2	3x1	3																									
20.	1. <i>(Svako potpuno tačno polje nosi 1 bod)</i>	7h1	7																									

a)	6, 12
b)	5
v)	12
g)	12
d)	7, 12
đ)	-

2. 1i9

(Potpuno tačan odgovor nosi 1 bod)

21. Svaki tačno rešen pojam nosi dva boda.

1.

1.	P	L	A	Z	M	I	D	I											
2.	I	M	P	L	A	N	T	A	C	I	J	A							
3.	G	E	O	F	I	T	E												
4.	M	U	T	A	G	E	N												
5.	E	K	S	P	R	E	S	I	J	A	G	E	N	A					
6.	J	U	R	A															
7.	I	N	D	U	K	O	V	A	N	E									

Pod 1. uspravno je PIGMEJI.

8x2

16

Ukupno:

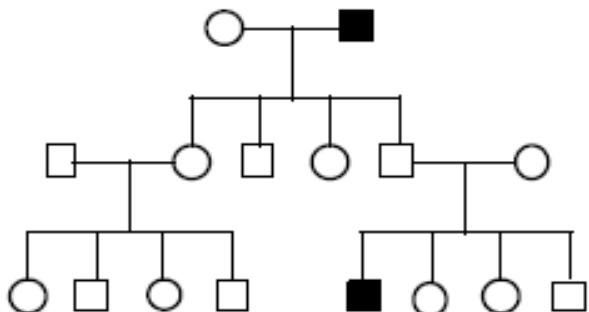
80

Rešene VEŽBE IZ BIOLOGIJE ZA IV RAZRED SREDNJIH ŠKOLA
Republičko takmičenje, 24. 05. 2015. godine

Šifra: _____

Odredi način nasljeđivanja svojstva prikazanog u datum rodoslovima. *Priznaje se kompletno tačan odgovor.*

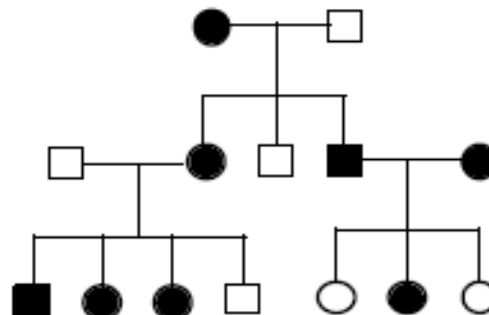
1.



Zaokruži sve tačne odgovore.

- a) autozomno dominantno nasljeđivanje
- b) autozomno recesivno nasljeđivanje**
- v) recesivno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- g) dominantno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- d) nasljeđivanje vezano za Y hromozom

2.



Zaokruži sve tačne odgovore.

- a) autozomno dominantno nasljeđivanje**
- b) autozomno recesivno nasljeđivanje
- v) recesivno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- g) dominantno nasljeđivanje vezano za X hromozom
- d) nasljeđivanje vezano za Y hromozom

2h2

3. U populaciji koja je u ravnoteži, učestalost Rh^+ osoba je 64%. Rh^+ krvna grupa je dominantno svojstvo. Izračunaj učestalost heterozigota u datoj populaciji.

Konačno rešenje je: 48 %

4

4. Kada se u populaciji od 300 ljudi nađe 3 albino osobe, onda je učestalost alela za albinizam:

- a) 30 puta manja od učestalosti normalnog alela
- b) 9 puta manja od učestalosti normalnog alela**
- c) 0,01
- d) 0,9
- e) nijedan odgovor nije tačan

4

5. Alel koji omogućava da se osjeti ukus feniltiokarbamida (PTC) kod čovjeka je dominantan, u odnosu na recesivan alel koji tu mogućnost ne pruža. U genskom lokusu za boju očiju, alel koji determiniše smeđu boju očiju je dominantan u odnosu na alel koji određuje plavu boju očiju. Ova dva gena se nalaze na različitim hromozomima. Koji odnos potomstva se očekuje da ima plave oči i osjeti ukus PTC iz braka osoba koje su heterozigotne za oba gena? *Izrazi odnos kao razlomak ili apsolutni broj ili procenat.*

Konačno rešenje je: 3/16 ili 0,1875 ili 18,75%

4

6. Saša ima hemofiliju koju može da kontroliše odgovarajućim bolničkim tretmanom. On je oženio Lidiju koja ne boluje od ove bolesti, a upoznao ju je u bolnici gdje je sa Lidijinim bratom Veljkom primao istu terapiju. Lidijina i Veljkova majka nema hemofiliju, a otac je bio obolio. Koja je vjerovatnoća da će Lidija i Saša dobiti dijete oboljelo od hemofilije?

Konačno rešenje je: 50 %

4

ZBIRKA ZADATAKA IZ GENETIKE

I - INTERAKCIJE GENSKIH ALELA

ZADACI U KOJIMA SE PRATI NASLEĐIVANJE JEDNE OSOBINE

(MONOHIBRIDNO NASLEĐIVANJE)

A) DOMINANTNO-RECESIVNO

- Kod čovjeka tamna boja očiju je dominantna nad plavom.
 - Da li se iz braka iz braka tamnookog homozigotnog muškarca i plavooke žene mogu dobiti djeca plavih očiju?
 - Kakvu djecu mogu imati tamnooka homozigotna žena i plavooki muškarac?
 - Kakvu djecu mogu očekivati tamnooki heterozigotni supružnici?
 - Ako se heterozigotni tamnooki muškarac oženi plavookom ženom, kakva djeca se očekuju iz tog braka?
- Polidaktilija je kod čovjeka determinirana dominantnim alelom *P*.
 - U braku šestoprste žene i normalnog muškarca rodilo se dvoje šestoprste djece i jedno normalno petoprsto dijete. Kakav je genotip majke i dece?
 - Petoprsta žena i homozigotan šestoprsti muškarac dobili su dijete. Koji su najverovatniji genotip i fenotip tog djeteta?
- Kod čoveka ahondroplaziju determiniše dominantni gen *A*, dok je recesivan alel *a* odgovoran za razvoj normalnog skeleta. Izračunajte verovatnoću rađanja djeteta sa ahondroplazijom iz braka muškarca s normalnim skeletom i žene heterozigotne za razvoj skeleta?
- Kod čoveka je tamna boja očiju dominantna nad plavom. Objasnite da li supružnici sa tamnim očima mogu dobiti dijete koje će imati plave oči i da li supružnici sa plavim očima mogu imati dijete sa tamnim očima?
- Albinizam (odsustvo pigmenta) kod ljudi je recesivna osobina. Roditelji normalne pigmentacije dobili su albino dijete. Kakav je genotip roditelja?
- U ovaca bela vuna je recesivna u odnosu na crnu.

- a) Koji se odnosi genotipova i fenotipova očekuju u potomstvu ako se ukrste crna heterozigotna ovca i beli ovan?
- b) Kakvo se potomstvo očekuje iz ukrštanja crnog homozigotnog ovna i bele ovce?
7. U goveda je gen za rogatost recesivan (p) u odnosu na gen za šutost (bezrogost) (P). Šta se može očekivati od sledećih ukrštanja:
- a) Šutog heterozigotnog bika i rogata krave?
- b) Rogatog bika i rogata krave?
- c) Rogatog bika i šute homozigotne krave?
8. Kod domaćeg govečeta šutost je dominantna osobina nad rogatošću. Kakvo se potomstvo može očekivati iz ukrštanja šutog bika sa rogatom kravom, ako je u ranijem parenju sa istim bikom jedna rogata krava dobila rogato tele?
9. Jedan bezrogi bik ukršten je sa tri krave. Ukrštanjem sa kravom A koja je rogata dobijeno je bezrogo potomstvo, sa kravom B koja je takođe rogata rogato potomstvo, a sa kravom C koja je bezroga, rogato potomstvo. Kakav je bio genotip ove četiri životinje?
10. "Kokošije" slepilo kod ljudi nasleđuje se u većini slučajeva kao dominantna osobina. Oboleo muškarac u braku sa normalnom ženom imao je četvoro zdrave dece. Njegov brat, koji je takođe oboleo, iz braka sa normalnom ženom dobio je troje dece, od kojih je jedno imalo "kokošije" slepilo.
- a) Da li se mogu tačno ustanoviti genotipovi ova dva muškarca i njihovih roditelja?
- b) Ako bi se u prvom braku rodilo peto dijete koje ima "kokošije slepilo", da li taj podatak može pomoći u određivanju traženih genotipa?
- c) Objasnite da li postoji rizik da se "kokošije" slepilo pojavi kod unuka ovih muškaraca.
11. Kod čoveka je tamna boja očiju dominantna nad plavom. Ako se čovek koji ima tamne oči oženi ženom sa plavim očima i njihovo prvo dijete ima plave oči, da li možemo da znamo koji je genotip imao taj čovek?
12. Kod čoveka je tamna boja očiju dominantna nad plavom. Ako se čovek sa tamnim očima oženi ženom sa plavim očima i ako dobiju osmoro dece koja sva imaju tamne oči,
- a) Da li možete utvrditi da li taj čovek ima homozigotan ili heterozigotan genotip?
- b) Ako deveto dijete bude imalo plave oči, kako biste odgovorili na gornje pitanje?

13. Neka žena obolela je od fibroze pankreasa koja se nasleđuje kao recesivno obolenje. U poslednje tri generacije porodice njenog bračnog izabranika nije se javljala ova bolest. Da li ovaj podatak može da bude garancija da se u njihovom braku neće rađati bolesna deca. Obrazložite odgovor.
14. Kod čoveka, daltonizma (slepilo za boje) je kontrolisan recesivnim alelom (c), dok je alel za normalno viđenje boja (crveno-zeleno) je dominantan (C). Dajte teorijski očekivane odnose fenotipova i genotipova potomaka u F_1 generaciji, ako su :
- a) otac CC , majka cc
 - b) otac Cc a majka Cc
 - c) otac CC , majka Cc
 - d) otac cc , majka Cc .

B) INTERMEDIJARNO

15. Redak recesivan gen kod ljudi izaziva naslednu anoftalmiju, bolest koja se inače odlikuje nepostojanjem očnih jabučica. Dominantan gen uslovljava normalan razvoj očnih jabučica, ali ako je u heterozigotnom stanju očne jabučice su umanjene.
- a) Ako su supružnici heterozigoti za ovu osobinu koji odnos fenotipova se očekuje kod njihove dece?
 - b) Kakav odnos fenotipova kod dece se očekuje, ako je otac heterozigotan, a majka ima normalno razviće očne jabučice?
16. Jedan dominantni gen kod ljudi dovodi do razvića savijenog i okoštalog malog prsta koji zadaje male neprijatnosti pri njegovom korišćenju. Kada je gen u heterozigotnom stanju deformisan prst je prisutan samo na jednoj ruci.
- a) Mogu li supružnici koji imaju defektan samo po jedan mali prst da očekuju normalno dijete?
 - b) Ako jedan od supružnika ima abnormalnost na obe ruke, a drugi samo na jednoj kakvu decu mogu da očekuju?
17. Kod afričkih urođenika srpasta anemija je posledica prisustva dominantnog gena S . U homozigotnom stanju SS gen je letalan zbog vrlo izražene anemije, recesivni homozigoti ss nemaju anemiju ali obolevaju od malarije, dok heterozigoti (Ss), imaju blag oblik anemije, ali se odlikuju najvećom životnom sposobnošću jer ne oboljevaju od malarije.
- a) Kakva životna sposobnost se može očekivati u prvoj generaciji potomaka ako su roditelji heterozigoti?
 - b) Ako je majka heterozigot, a otac recesivan homozigot (ss) kakva se deca očekuju?

C) KODOMINANTNO

18. Heterozigotna žena za A krvnu grupu udala se za muškarca sa nultom krvnom grupom. Koje krvne grupe su moguće kod njihove dece, a koje se sigurno neće javiti?
19. Muž i žena su heterozigoti za A krvnu grupu. Postoji li verovatnoća i kolika da se rodi dijete: a) O krvne grupe
b) A krvne grupe
c) B krvne grupe
d) AB krvne grupe
20. Krvna grupa majke je A, a oca B.
a) Može li se njihov genotip odrediti i kako?
b) Da li je moguće da dobiju dijete sa krvnom grupom AB, A, O i B?
21. Kakvi su mogući genotipovi roditelja ako su njihova deca sa sledećim krvnim grupama:
a) 1/4 AB; b) 1/4 A; c) 1/4 B ; d) 1/4 O krvne grupe?
22. Dijete ima krvnu grupu AB. Šta se može reći o genotipu roditelja i njihovim krvnim grupama? Kakvu krvnu grupu je moguće očekivati kod budućih unuka (svakako zavisno od njihovih bračnih partnera)?
23. Dečak je O krvne grupe, a sestra AB krvne grupe. Šta se može reći za krvne grupe njihovih roditelja?
24. Ispitivanjem krvne grupe dva dijeteta konstatovano je da jedno ima nultu krvnu grupu a drugo A. Roditelji jednog dijeteta imaju O i A krvnu grupu, a roditelji drugog A i AB krvnu grupu. Odrediti koje dijete pripada kojim roditeljima?
25. Dijete ima krvnu grupu AB. Dva para roditelja tvrde da je to njihovo dijete. Prvi par ima sledeće krvne grupe: otac A, a majka B, a kod drugog para majka je sa AB , a otac sa O krvnom grupom. Kom paru pripada dijete?
26. U Hg sistemu krvnih grupa kunića razlikujemo 6 krvnih grupa jer je stvaranje antigena na eritrocitima pod kontrolom jednog autozomalnog troalelnog gena (Hg) čiji su aleli Hg^A , Hg^D i Hg^F kodominantni. A krvna grupa javlja se kod jedinki koje su homozogotne za alel Hg^A (tj. čiji je genotip $Hg^A Hg^A$), D krvna grupa - kod jedinki homozogotnih za alel Hg^D , F krvna grupa - kod jedinki homozigotnih za alel Hg^F . Obzirom da su aleli kodominantni, postoje i krvne grupe: AD – kod heterozigotnih jedinki genotipa $Hg^A Hg^D$, AF – kod jedinki genotipa $Hg^A Hg^F$ i DF - kod jedinki genotipa $Hg^D Hg^F$.

Odredite fenotipski odnos potomaka u F_1 i F_2 generaciji nakon ukrštanja zeca F krvne grupe i zečice D krvne grupe.

27. U Hq sistemu krvnih grupa kunića razlikujemo 3 krvne grupe jer je stvaranje antigena na eritrocitima pod kontrolom jednog autozomalnog bialelnog gena (Hq) čiji su aleli Hq^Q i Hq^S kodominantni. Q krvna grupa javlja se kod jedinki koje su homozogotne za alel Hq^Q (genotipa Hq^QHq^Q), S krvna grupa - kod jedinki homozogotnih za alel Hq^S , QS krvna grupa - kod heterozigotnih jedinki genotipa Hq^QHq^S .

Odredite fenotipski odnos potomaka u F_1 i F_2 generaciji nakon ukrštanja zeca Q krvne grupe i zečice S krvne grupe.

ZADACI U KOJIMA SE PRATI NASLEĐIVANJE DVIJE OSOBINE KOJE SE NEZAVISNO NASLEĐUJU

(DIHIBRIDNO NASLEĐIVANJE)

28. Kod pasa kratka dlaka determinisana je dominantnim alelom L , tako da samo recesivno homozigotne jedinke imaju dugu dlaku. Dominantni alel R determiniše oštru dlaku, a recesivni alel r meku. Odredite fenotipski odnos potomaka u F_1 generaciji nakon ukrštanja mužjaka kratke i oštre dlake koji je heterozigot za obe osobine sa ženkom duge i meke dlake.
29. Crnu boju dlake kod zamorca određuje genotip BB , sivu boju – genotip Bb , dok životinje sa genotipom bb imaju belu boju dlake. Tamnu boju očiju određuje dominantni gen C , dok je svetla boja očiju određena recesivnim genom c . Kakvi se fenotipski odnosi mogu očekivati iz ukrštanja dvije životinje koje su heterozigotne za oba genska lokusa?
30. Boja nosne pečurke kod doge determinisana je genom D , pri čemu dominantno homozigotne jedinke imaju crnu nosnu pečurku, heterozigotne jedinke – prosvetljenu a recesivno homozigotne jedinke – svetlu nosnu pečurku. Tip ušiju kod iste rase determiniše gen H , pri čemu jedinke genotipa HH imaju viseće uši, heterozigoti imaju poluviseće uši a recesivni homozigoti – stojeće uši. Odrediti fenotipski odnos potomaka u F_1 generaciji nakon parenja mužjaka prosvetljene nosne čaure i visećih ušiju sa ženkom crne nosne čaure i poluvisećih ušiju.
31. Jedna vrsta anemije kod ljudi (talasemija), determinisana je alelom T . Homozigot TT prouzrokuje vrlo jak oblik anemij (*t. major*), dok je kod heterozigotnih nosilaca anemija izražena u blažem obliku (*t. minor*). Normalne osobe imaju genotip tt . Osobe koje boluju od *t. major* umiru pre nastupanja polne zrelosti. Normalan vid kod ljudi je određen autozomalnim dominantnim alelom A . Kratkovidost je određena recesivnim alelom a . Geni A i T se nezavisno nesleđuju (nalaze se na različitim autozomima).

Kakvi se fenotipski odnosi mogu očekivati kod dece iz braka anemične i kratkovide žene i muškarca bez anemije i sa normalnim vidom koji je homozigot u odnosu na alel *A*.

32. Boja krzna i boja masnog tkiva kod miševa nasleđuju se intermedijarno. Jedinke genotipa *DD* imaju crno krzno, jedinke *Dd* – sivo krzno, a jedinke *dd* – belo krzno. Boja masnog tkiva je mrka kod jedinki genotipa *MM*, žuto masno tkivo imaju jedinke *Mm*, a belo jedinke *mm*. Odredite fenotipski odnos potomaka ukoliko se ukrste mužjak koji ima sivo krzno i žuto masno tkivo i ženka belog krzna i belog masnog tkiva?
33. Pegava koža kod čoveka (determinisana alelom *S*) je dominantna nad nepegavom kožom koja se javlja kod recesivnih homozigota *ss*. Vunasta kovrdžava kosa (determinisana alelom *W*) je dominantna nad pravom, nevunastom kosom koju imaju recesivni homozigoti *ww*. Geni *S* i *W* nalze se na različitim hromozomima. Navesti fenotipove i genotipove dece, kao i broj kombinacija od muškarca nepegavog sa pravom kosom i žene heterozigotne za oba svojstva. Kakav je fenotip majke?
34. Kod ljudi tamna boja očiju i tamna boja kose su dominantne osobine nad plavom bojom očiju i kose. Tamnooki muškarac plave kose, čiji su svi članovi porodice imali tamne oči, oženi se plavookom ženom tamne kose, čija je majka imala plavu kosu. Kakvi se fenotipovi (boja očiju i boja kose) i u kojoj srazmeri mogu očekivati kod njihovog potomstva?
35. Sposobnost uvrtnja jezika kod čoveka je dominantna osobina determinisana genom *U*. Sposobnost osećanja gorčine PTC (feniltiokarbamida) je determinisana dominantnim alelom *T*. U brak su stupile dvije osobe muž je normalno uvrtao jezik i osećao gorčinu PTCa, a žena nije mogla uvrutati jezikom, niti je osećala ukus PTC-a,
a) ako je muž bio homozigot za oba svojstva i stupio u brak sa gore navedenom ženom, kakav se odnos dece može očekivati u F_1 i F_2 generacijama? b) da li je muž mogao biti heterozigot za oba svojstva.
36. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: žena heterozigotna za A i M krvnu grupu i muž heterozigot za B i homozigot N krvnu grupu.
37. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž AB krvne grupe bez Rh faktora (Rh negativan, genotipa *dd*) i žena heterozigot za A krvnu grupu, a homozigot sa Rezus proteinom (Rh pozitivna, dominantni homozigot *DD*).
38. Odredite fenotipski odnos potomaka ako su u brak stupili: muž O krvne grupe bez Rh faktora (Rh negativan, genotipa *dd*) i žena dominantni homozigot za B krvnu grupu, Rh pozitivna, heterozigotne za gen *D*).

39. Žena sa nultom krvnom grupom, koja je dominantni homozigot za M krvnu grupu, udala se za muža AB krvne grupe, heterozigotnog za N krvnu grupu. Kakve krvne grupe i genotip mogu imati njihova deca.
40. Odredite fenotipski odnos potomaka iz braka žene O i MN krvne grupe i Rh pozitivne heterozigotne za gen *D*) sa muškarcem AB krvne grupe homozigota za N krvnu grupu, Rh negativnog (*dd*).
41. Kod ljudi tamna boja očiju i tamna boja kose su dominantne osobine nad plavom bojom očiju i kose. U braku plavoooko plavokose žene i tamnoookog tamnokosog muškarca rodila su se deca: tamnooko tamnokoso, tamnooko plavokoso i plavooko tamnokoso. Koje genotipove su imali roditelji i deca?
42. Plavoooka žena koja ima naslednu gluvonemost (recesivne osobine) rodila je u istom braku dvoje dece: tamnooko zdravo dete i plavooko gluvonemo. Koja je nasledna konstitucija njihovog oca?
43. Sindaktilija (sraslost prstiju) i glaukom (povećani pritisak u očnoj jabučici koji dovodi do gubitka vida) se nasleđuju autozomnim dominantnim genima koji leže na različitim parovima hromozoma. Ako su i muškarac i žena nosioci oba nasledna poremećaja, pri čemu oboje imaju po jednog potpuno zdravog roditelja: a) objasnite da li oni mogu imati potpuno zdravo dijete.
b) koja je verovatnoća da će dobiti dijete sa samo jednim poremećajem?
44. Kod vinskih mušica *Drosophila melanogaster* na hromozomu II nalazi se dominantni gen *S* koji determiniše zvezdaste oči. Homozigotno stanje ovog gena (*SS*) izaziva smrt svoga nosioca. Na hromozomu II nalazi se jedan letalni recesivni gen (*l*). Koji se fenotipovi i u kojim odnosima očekuju iz ukrštanja jedinki sledećih genotipova: *SsLL* x *SsLL* ?
45. Kod domaće kokoši gen *C* određuje kratkonogost i ima letalni efekat kod dominantnih homozigota (*CC*), heterozigoti su kratkonogi, a recesivni homozigoti normalni. Perje kod dominantnih homozogora *FF* je kratko, kod heterozogota *Ff* je dlakasto, a samo recesivni homozogoti *ff* imaju normalno perje. Odredite fenotip potomstva u sledećim ukrštanjima: a) *CcFf* x *CcFf*
b) *CcFf* x *ccff*
c) *ccFf* x *ccff*
d) *Ccff* x *ccFF*
e) *Ccff* x *ccFf*
f) *CcFF* x *ccff*

**ZADACI U KOJIMA SE PRATI NASLEĐIVANJE OSOBINA VEZANIH ZA POL
(KODIRANIH GENOM NA NEKOM OD POLNIH HROMOZOMA)
I OSOBINA POD UTICAJEM POLA**

46. Kod mačaka gen za boju dlake nalazi se na **X** hromozomu, tako da ženke mogu biti crne ($X^B X^B$), šarene ($X^B X^b$) i žute ($X^b X^b$) boje dlake, a mužjaci samo crni $X^B Y$ i žuti $X^b Y$. U okviru svakog pola odrediti fenotipski odnos potomaka u F_1 generaciji nakon ukrštanja šarene ženke i crnog mužjaka.
47. Kod sibirskog haskija progresivna atrofija retine (XLPRA) je **X** vezano recesivno nasledno oboljenje, determinisano genom **R**, tako da su samo recesivno homozigotne jedinke nosioci ovog oboljenja. Odredite fenotipski odnos potomaka u F_1 generaciji nakon ukrštanja zdrave ženke – heterozigota za gen **R** i obolelog mužjaka.
48. Boja perja kod domaće kokoške je kodirana genom **B** smeštenim na **Z** polnom hromozomu. Šarena boja perja je dominantna nad crnom bojom perja. Odredite fenotipski odnos potomaka u F_1 generaciji nakon ukrštanja crne kokoške i šarenog petla – heterozigota za gen **B**.
49. Kod ljudi je ćelavost zavisna od pola (pod uticajem muških polnih hormona), tako da se češće javlja kod muškaraca nego kod žena. Recesivni alel **d** uslovljava ćelavost, dok je normalna kosmatost uslovljena dominantnim alelom **D**, pri čemu samo muškarci koji su homozigoti **DD** imaju normalnu kosmatost, a heterozigotni za navedeni gen **Dd** imaju tzv. ograničenu ćelavost. Kod žena se jedino u recesivno homozigotnom stanju **dd** javlja ćelavost, a ostalih genotipova je normalna kosmatost. Sposobnost koagulacije krvi zavisi od statusa gena **Q** na **X**-hromozomu. Dominantni alel ovog gena kodira faktor koagulacije krvi VIII, a time i normalnu koagulaciju krvi, dok recesivni alel nema tu sposobnost. Kakvi se potomci očekuju iz braka ograničeno ćelavog muškarca (heterozigot za gen **D**) i normalno kosmate žene (heterozigotne za gen **D**), ukoliko oboje imaju normalnu koagulaciju krvi, pri čemu je žena heterozigotna za ovu osobinu?
50. Boja perja kod domaće kokoške je kodirana genom **B** smeštenim na **Z** polnom hromozomu. Recesivni alel ovog gena određuje crnu boju perja, dok dominantni alel istog gena kodira šareno perje. Boja ljuske jajeta je pod kontrolom gena **F** smeštenog na petom paru autozoma. Dominantni alel kodira belu boju jajeta, dok recesivni alel istog gena uslovljava modru boju. Modra boja ljuske jajeta je selekcijski nepoželjna.
Kakav se fenotipski odnos potomaka očekuje ako se izvrši ukrštanja crne kokoške i šarenog petla (heterozigot za boju perja), ukoliko su obe jedinke heterozigotne za boju ljuske jajeta?
51. Odsustvo znojnih žlezda kod čoveka nasleđuje se kao recesivna osobina vezana za pol. Normalan mladić oženio se sa devojkom čiji je otac patio od urođenog odsustva znojnih žlezda, dok su joj majka i svi ostali predci bili fenotipski normalni. Kolika je verovatnoća pojave urođenog odsustva znojnih žlezda kod muškog i ženskog potomstva iz ovog braka.

52. Mutirani gen N kod *Drosophila melanogaster* lociran je na X hromozomu i determiniše zasečena krila, dok recesivan alel n determiniše normalna krila. Homozigotne jedinke ($X^N X^N$), ženke i hemizigotni mužjaci ($X^N Y$) vrlo brzo nakon izleganja uginu. Ako se ukrste normalni mužjaci i mutirane ženke, kakvo se potomstvo može očekivati u F_1 generaciji i kakvi su odnosi mužjaka i ženki sa aspekta posmatrane osobine?
54. Gen za žutu boju tela (Y) kod vinske mušice (*Drosophyla melanogaster*) je recesivan i nalazi se na X polnom hromozomu. Njegov dominantni alel ($Y+$) određuje smeđu boju tela. Kakav odnos fenotipova (boja u odnosu na pol) se može očekivati kod potomstva ukoliko se ukrste:
- smeđa homozigotna ženka sa žutim mužjakom?
 - žuta ženka sa smeđim mužjakom?
 - smeđa heterozigotna ženka sa žutim mužjakom?

II – MEĐUGENSKJE INTERAKCIJE

- Kod živine oblik kreste zavisi od delovanja 2 gena. Tako ružastu krestu determiniše gen R ($R-pp$), grašastu krestu gen P ($rrP-$), ali prisustvo dominantnih alela oba gena ($R-P-$) determiniše orašastu krestu. Recesivni homozigoti za oba gena ($rrpp$) imaju jednostavnu krestu. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F_2 generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
- Boja pleve kod ovsu uslovljena je interakcijom 2 gena, tako da dominantni gen A determiniše crnu boju, a dominantni gen B sivu boju. Međutim, siva boja će se javiti samo ukoliko nije prisutan i dominantan alel gena A (tj. kod genotipa $aaB-$) jer kada su istovremeno prisutni dominantni aleli oba gena gen A (epistatički gen) inhibira dejstvo gena B (hipostatički gen) i javlja se crna boja. U odsustvu dominantnih alela oba gena ($aabb$) javlja se bela boja pleve. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F_2 generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
- Boja dlake kod miševa determinisana je sa 2 para alelomorfniha gena A i C , pri čemu dominantan alel C determiniše crnu boju, ali ukoliko je uz dominantan alel C prisutan i dominantan alel gena A javlja se aguti obojenost (crna boja sa žućkastim trakama). Međutim, recesivni alel (cc) maskira ekspresiju gena A , tako da su sve jedinke koje su recesivni homozigoti za gen c (cc) bez pigmenta, odnosno albino. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F_2 generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
- Oblik ploda bundeve je pod kontrolom dva genska lokusa (A i B). U prisustvu dominantnih alela oba gena ($A-B-$) plod je diskoidalnog oblika. Ako je prisutan dominantan alel samo jednog gena ($A-bb$ ili $aaB-$) plod je okrugao. Ako su oba gena u recesivnom homozigotnom stanju ($aabb$), plod je duguljast. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F_2 generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
- Oblik ploda kod biljke hoću-neću (*Capsela bursa pastoris*) ostvaruje se pod uzajamnim epistatičkim dejstvom dominantnih alela dva lokusa A i B , tako da se u prisustvu dominantnog alela jednog ili oba gena ($A-B-$; $A-bb$; $aaB-$) javlja trouglast plod, a u odsustvu dominantnih alela ($aabb$) okrugao plod. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F_2 generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

6. Normalan sluh postoji kod sisara koji imaju normalno razvijeno unutrašnje uho sa svim elementima, što određuje dominantan oblik gena **D**, kao i kada je normalno razvijen akustični nerv (čije je razviće determinisano dominantim oblikom gena **E**). Znači, dominantni aleli na dva različita genska lokusa (**D** i **E**) koji se nezavisno nasleđuju odgovorni su normalan sluh. To znači, da ako ne postoji dominantna aktivnost oba ova gena javlja se gluvoća. Gluve su osobe koje imaju recesivni par alela, bilo na lokusu **D**, bilo na lokusu **E** ili na oba navedena lokusa. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
7. Boja perja kod živine determinisana je sa dva gena **I** i **C**, koji se nezavisno nasleđuju. Bela boja perja se javlja ako je u genotipu prisutan inhibicioni (epistatički) dominantni alel gena **I**, kao i u uslovima recesivne homozigotije za oba gena. U svim ostalim okolnostima javlja se crna boja. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.
8. Boja kože kod ljudi određena je sa 14 različitih gena, pri čemu će se ovde posmatrati samo dva gena sa po dva alela. Veliko slovo označava alel koji doprinosi ispoljavanju tamnije boje kože, a malim slovom alel koji nema takav efekat. Odredite fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji ako su u brak stupile dvije osobe čistih linija za posmatrano svojstvo, tj. muž je dominantni homozigot za oba gena $N_1N_1N_2N_2$, a žena je svetle boje recesivni homozigot $n_1n_1n_2n_2$.
9. Jedna forma slepila kod ljudi (*retinitis pigmentosa*) može biti uslovljena bilo dominantnim alelom (**R**), bilo recesivnim alelom (**a**), tako da jedino osobe genotipova **AaRr** ili **Aarr** imaju normalan vid. Oba gena se nalaze na autozomima i nezavisno se nasleđuju. Ako se slep muškarac čiji su roditelji bili normalnog vida oženi ženom genotipa **AaRr**, koje proporcije dece iz tog braka će imati normalan vid.
10. Pas koker-španijel genotipa **A-B-** ima crnu boju dlake, **aaB-** braon, **A-bb** riđu, dok je **aabb** žut. Crni koker španijel je sparen sa žutim i štene je bilo žuto. Ako bi se taj crni koker spario sa ženkom istog genotipa, koja bi se proporcija žutih očekivala u potomstvu ?

II – MEĐUGENSKJE INTERAKCIJE

Fenotipski odnosi u F₂ generaciji nakon dihibridnog ukrštanja pri različitim oblicima međugenskih interakcija

		A-B-	A-bb	aaB-	aabb
Klasičan odnos		9	3	3	1
Dominantna koepistaza		9	3	3	1
Dominantna epistaza		12		3	1
Recesivna epistaza		9	3	4	
Kumulativni efekata gena		9	6		1
Dvostruko dominantna epistaza		15			1
Dvostruko recesivna epistaza		9	7		
Dominantno-recesivna epistaza		13		3	///////// /////////

REŠENI ZADACI

Dominantna koepistaza (9 : 3 : 3 : 1)

Primer: Kod živine oblik kreste zavisi od delovanja 2 gena. Tako ružastu krestu determiniše gen R (R-pp), grašastu krestu gen P (rrP-), ali prisustvo dominantnih alela oba gena (R-P-) determiniše orašastu krestu. Recessivni homozigoti za oba gena (rrpp) imaju jednostavnu krestu. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Grašasta kresta	P-rr (PP rr, Pp rr)
Ružasta kresta	R-pp (RR pp, Rr pp)
Orašasta kresta	P-R- (PPRR, Pp RR, PPRr, PpRr)
Jednostavna kresta	pprr

Ukroštanje čistih linija (čiste linije su dominantni i recesivni homozigoti za oba gena)

P₁: PPRR x ppr

G₁: PR x pr

F₁: PpRr - 100% potomaka ima orašastu krestu

F₁ = P₂

P₂: PpRr x PpRr

G₂: PR, Pr, pR, pr x PR, Pr, pR, pr

	PR	Pr	pR	pr
PR	PPRR	PPRr	PpRR	PpRr
Pr	PPRr	PPrr	PpRr	Pprr
pR	PpRR	PpRr	ppRR	ppRr
pr	PpRr	Pprr	ppRr	pprr

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 9 : 3 : 3 : 1 (9 orašaste : 3 grašaste : 3 ružaste : 1 jednostavna).

Dominantna epistaza (12 : 3 : 1)

Primer: Boja pleve kod ovsa uslovljena je interakcijom 2 gena, tako da dominantni gen A determiniše crnu boju, a dominantni gen B sivu boju. Međutim, siva boja će se javiti samo ukoliko nije prisutan i dominantan alel gena A (tj. kod genotipa aaB-) jer kada su istovremeno prisutni dominantni aleli oba gena gen A (epistatički gen) inhibira dejstvo gena B (hipostatički gen) i javlja se crna boja. U odsustvu dominantnih alela oba gena (aabb) javlja se bela boja pleve. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Crna boja	A--- (AABB, AABb, AaBB, AaBb, AAbb, Aabb)
Siva boja	aaB- (aaBB, aaBb)
Bela boja	aabb

P₁: AABB x aabb

G₁: AB x ab

F₁: AaBb - 100% potomaka će imati crnu boju

F₁ = P₂

P₂: AaBb x AaBb

G₂: AB, Ab, aB, ab x AB, Ab, aB, ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 12 : 3 : 1 = (12 crnih : 3 sivih : 1 beli)

Recesivna epistaza (9 : 3 : 4)

Primer: Boja dlake kod miševa determinisana je sa 2 para alelomorfnih gena A i C, pri čemu dominantan alel C determiniše crnu boju, ali ukoliko je uz dominantan alel C prisutan i dominantan alel gena A javlja se aguti obojenost (crna boja sa žućkastim trakama). Međutim, recesivni alel (cc) maskira ekspresiju gena A, tako da su sve jedinke koje su recesivni homozigoti za gen c (cc) bez pigmenta, odnosno albino. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Aguti	A-C- (AACC, AaCC, AACc, AaCc)
Crni	aaCc (aaCC, aaCc)
Albino	--cc (AAcc, Aacc, aacc)

P₁: AACC x aacc

G₁: AC x ac

F₁: AaCc - 100% aguti obojeni

F₁ = P₂

P₂: AaCc x AaCc

G₂: AC, Ac, aC, ac x AC, Ac, aC, ac

	AC	Ac	aC	ac
AC	AACC	AACc	AaCC	AaCc
Ac	AACc	AAcc	AaCc	Aacc
aC	AaCC	AaCc	aaCC	aaCc
ac	AaCc	Aacc	aaCc	aacc

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 9 : 3 : 4 = (9 aguti : 3 crna: 4 albino)

Kumulativni efekat gena - semiepistatičke interakcije (9 : 6 : 1)

Primer: Oblik ploda bundeve je pod kontrolom dva genska lokusa (A i B). U prisustvu dominantnih alela oba gena (A-B-) plod je diskoidalnog oblika. Ako je prisutan dominantan alela samo jednog gena (A-bb ili aaB-) plod je okrugao. Ako su oba gena u recesivnom homozigotnom stanju (aabb), plod je duguljast. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Diskoidalni plod	A-B- (AABB, AaBB, AABb, AaBb)
Okrugao plod	A-bb (AAbb, Aabb) aaB- (aaBB, aaBb)
Duguljast plod	aabb

P₁: AABB x aabb

G₁: AB x ab

F₁: AaBb - 100% diskoidalni plod

P₂: AaBb x AaBb

G₂: AB, Ab, aB, ab x AB, Ab, aB, ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 9 : 6 : 1 (9 diskoidalnih : 6 okruglih : 1 duguljastih)

Dvostruko dominantna epistaza – izoepistaza (15 : 1)

Primer: Oblik ploda kod biljke hoću-neću (*Capsela bursa pastoris*) ostvaruje se pod uzajamnim epistatičkim dejstvom dominantnih alela dva lokusa A i B, tako da se u prisustvu dominantnog alela jednog ili oba gena /A-/ B-; A-/bb; aa/B-) javlja trouglast plod, a u odsustvu dominantnih alela (aabb) okrugao plod. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Trouglast plod	A-B- (AABB, AaBB, AABb, AaBb) A-bb (AAAb, Aabb) aaB- (aaBB, aaBb)
Okrugao plod	aabb

P₁: AABB x aabb

G₁: AB x ab

F₁: AaBb - 100% potomaka će imati trouglast plod

P₂: AaBb x AaBb

G₂: AB, Ab, aB, ab x AB, Ab, aB, ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji: **F₂: 15 : 1**
(**15 trougalstih : 1 okrugao**).

Dvostruko recesivna epistaza - komplementarnost gena (9 : 7)

Primer: Normalan sluh postoji kod sisara koji imaju normalno razvijeno unutrašnje uho sa svim elementima, što određuje dominantan oblik gena D, kao i kada je normalno razvijen akustični nerv (čije je razviće determinisano dominantnim oblikom gena E). Znači, dominantni aleli na dva različita genska lokusa (D i E) koji se nezavisno nasleđuju odgovorni su normalan sluh. To znači, da ako ne postoji dominantna aktivnost oba ova gena javlja se gluvoća. Gluve su osobe koje imaju recesivni par alela, bilo na lokusu D, bilo na lokusu E ili na oba navedena lokusa. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Normalan sluh	D- E- (DDEE, DDEe, DdEE, DdEe)
Gluvi	dd-, --ee (ddEE, ddEe, DDee, Ddee, ddee)

P₁: DDEE x ddee

G₁: DE x de

F₁: DdEe - 100% potomaka će imati normalan sluh

F₁ = P₂

P₂: DdEe x DdEe

G₂: DE, De, dE, de x DE, De, dE, de

	DE	De	dE	de
DE	DDEE	DDEe	DdEE	DdEe

De	DDEe	DDee	DdEe	Ddee
dE	DdEE	DdEe	ddEE	ddEe
de	DdEe	Ddee	DDEe	ddee

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 9 : 7 = (9 normalnih : 7 gluvih)

Dominantno recesivna epistaza (13 : 3)

Primer: Boja perja kod živine determinisana je sa dva gena I i C, koji se nezavisno nasleđuju. Bela boja perja se javlja ako je u genotipu prisutan inhibitory (epistatički) dominantni alel gena I, kao i u uslovima recesivne homozigotije za oba gena. U svim ostalim okolnostima javlja se crna boja. Odrediti fenotipske odnose potomaka u F₂ generaciji ako se ukrste predstavnici čistih linija.

Fenotip	Genotip
Belo perje	-- I- (CCII, CCIi, CcII, Ccli, ccII, ccIi, ccii)
Crno perje	C-ii (CCii, Ccii)

P₁: CCII x ccii

G₁: CI x ci

F₁: Ccli - 100% sa belom bojom perja

F₁ = P₂

P₂: Ccli x Ccli

G₂: CI, Ci, cI, ci x CI, Ci, cI, ci

	CI	Ci	cI	ci
CI	CCII	CCIi	CcII	Ccli
Ci	CCIi	CCii	Ccli	Ccii
cI	CcII	Ccli	ccII	ccIi
ci	Ccli	Ccii	ccIi	ccii

Fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji:

F₂: 13 : 3 = (13 belih : 3 crna)

Aditivna poligenija (1 : 4 : 6 : 4 : 1)

Primer: Boja kože kod ljudi određena je sa 14 različitih gena, pri čemu će se ovde posmatrati samo dva gena sa po dva alela. Veliko slovo označava alel koji doprinosi ispoljavanju tamnije boje kože, a malim slovom alel koji nema takav efekat. Odredite fenotipski odnos potomaka u F₂ generaciji ako su u brak stupile dvije osobe čistih linija za posmatrano svojstvo, tj. muž je dominantni homozigot za oba gena N₁N₁N₂N₂, a žena je svetle boje recesivni homozigot n₁n₁n₂n₂.

Fenotip	Genotip
crna koža	$N_1N_1N_2N_2$
tamni melez	$N_1N_1N_2n_2$
melez	$N_1N_1n_2n_2$
svetliji melez	$N_1n_1n_2n_2$
bela koža	$n_1n_1n_2n_2$

$P_1: N_1N_1N_2N_2 \times n_1n_1n_2n_2$

$G: N_1N_2, \times n_1n_2$

$F_1: N_1n_1N_2n_2 - 100\% \text{ melezi}$

$F_1 = P_2$

$P_2: N_1n_1N_2n_2 \times N_1n_1N_2n_2$

$G_2: N_1N_2, N_1n_2, n_1N_2, n_1n_2 \times N_1N_2, N_1n_2, n_1N_2, n_1n_2$

	N_1N_2	N_1n_2	n_1N_2	n_1n_2
N_1N_2	$N_1N_1N_2N_2$	$N_1N_1N_2n_2$	$N_1n_2N_2N_2$	$N_1n_1N_2n_2$
N_1n_2	$N_1N_1N_2n_2$	$N_1N_1n_2n_2$	$N_1n_1N_2N_2$	$N_1n_1n_2n_2$
n_1N_2	$N_1n_1N_2N_2$	$N_1n_1N_2n_2$	$n_1n_1N_2N_2$	$n_1n_1N_2n_2$
n_1n_2	$N_1n_1N_2n_2$	$N_1n_1n_2n_2$	$n_1n_1N_2n_2$	$n_1n_1n_2n_2$

Fenotipski odnos potomaka u F_2 generaciji:

$F_2: 1 : 4 : 6 : 4 : 1 = (1 \text{ crn} : 4 \text{ tamnih meleza} : 6 \text{ meleza} : 4 \text{ svetlijih meleza} : 1 \text{ beo})$

III – RODOSLOV

1. Parenjem zdrave ovce i zdravog ovna dobijeno je sledeće potomstvo: 1. zdravo muško, 2. bolesno muško, 3. zdravo žensko; 4. zdravo žensko; 5. bolesno žensko. Petorođena životinja je iz ukrštanja sa bolesnim ovnom dala tri ženska bolesna jagnjeta, dok su roditelji ovna bili fenotipski zdravi, ali je imao bolesnu sestru.
 - a) nacrtajte rodoslovno stablo,
 - b) odrediti tip nasleđivanja,
 - c) napisati genotipove,
 - d) ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.
2. Zdrav konj i zdrava kobila dobili su u potomstvu četiri ždrebeta: 1. žensko zdravo; 2. muško zdravo; 3. žensko zdravo i 4. muško bolesno. Četvrti muški potomak je nakon parenja sa zdravom kobilom dao sledeće potostvo: 1. žensko zdravo, 2. žensko bolesno i 3. muško zdravo.
 - a) nacrtajte rodoslovno stablo,
 - b) odrediti tip nasleđivanja,
 - c) napisati genotipove,

d) ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.

3. Iz parenja bolesnog bika i zdrave krave dobijeno je petoro teladi: 1. žensko bolesno, 2. muško bolesno, 3. muško bolesno, 4. muško zdravo i 5. žensko zdravo. Peto rođeno žensko tele je po nastupanju polne zrelosti spareno sa zdravim bikom i dobili su u potomstvu: 1. žensko zdravo tele, 2. muško bolesno i 3. muško zdravo.
- nacrtajte rodoslovno stablo,
 - odrediti tip nasleđivanja,
 - napisati genotipove,
 - ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.
4. U jednoj uzgajivačnici pasa ustanovljeno je pristustvo alkaptonurije kod ženskog šteneta. Ovo štene imalo je normalnog brata i oca, ali je njegova majka takođe bila pogođena ovom bolešću. Otac probanda je imao još drugorođenog aficiranog brata i trećerođenu normalnu sestru. Svo troje poticali su iz ukrštanja dvije fenotipski normalne jedinke.
- nacrtajte rodoslovno stablo,
 - odrediti tip nasleđivanja,
 - napisati genotipove,
 - ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.
5. Na jednoj farmi goveda iz ukrštanja dvije aficirane jedinke dobijena su tri teleta: prvo zdravo muško, drugo zdravo žensko i treće bolesno muško. Trećerođeno tele je nakon polnog sazrevanja iz parenja sa normalom kravom dalo zdravo muško i bolesno žensko tele.
- nacrtajte rodoslovno stablo,
 - odrediti tip nasleđivanja,
 - napisati genotipove,
 - ispitati da li je gen koji determiniše praćenu osobinu smešten na nekom od autozoma ili se nalazi na X ili Y hromozomu.

V – CITOGENETIKA

1. Konj (*Equus caballus*) ima diploidni hromozomski set od 64 hromozoma koji uključuje 36 akrocentričnih autozoma. Magarac (*Equus assinus*) ima $2n=62$ hromozoma od kojih su 22 akrocentrične hromozoma.
- Koliko autozoma će imati diploidni set hibrida (mule), koja se dobija parenjem magarca i kobile?
 - Zbog čega je ovo potomstvo sterilno, tj. nesposobno da stvori reproduktivno sposobne gamete?

2. Somatske ćelije kućnog miša (*Mus musculus*) sadrže 40 hromozoma.

- a) Koliko hromozoma miša je poreklom od oca?
- b) Koliko autozoma sadrže gameti miša?
- c) Koliko polnih hromozoma sadrži mišja jajna ćelija?
- d) Koliko autozoma sadrže somatičke ćelije ženki miša?

3. Koliko jajnih ćelija domaće mačke ($2n=38$) nastaje iz jedne:

- a) Oogonije?
- b) Primarne oocite?
- c) Ootide?
- d) Polarnog tela?

4. Koliko spermatozoida govečeta $2n=60$ nastaje iz jedne:

- a) Spermatogonije?
- b) Sekundarne spermatocite?
- c) Spermatide?
- d) Primarne spermatocite?

5. Sirak ima $2n=20$ hromozoma. Koliko hromozoma će biti u somatskim ćelijama kod:

- a) monozomika,
- b) nulozomika,
- c) dvostrukog trizomika,
- d) triploida?

6. Ako se zna da grgeč ima $2n=8$ hromozoma:

- a) Koliko polnih hromozoma sadrži somatska ćelija?
- b) Koliko somatičnih hromozoma sadrži polna ćelija?
- c) Koliko somatičnih hromozoma sadrži somatična ćelija?
- d) Koliko polnih hromozoma sadrži polna ćelija?

7. Ako haploidni broj hromozom gorile iznosi 24, koliko hromozoma ima :

- a) monoploid,
- b) diploid,
- c) tetraploid,
- d) monozomik,
- e) trizomik,

- f) nulozomik,
- g) tetrazomik,
- h) dvojni trizomik?

8. Vrste roda *Solanum* formiraju poliploidni niz sa osnovnim brojem hromozoma $n=12$. Navedite broj hromozoma:
- a) diploidne,
 - b) triploidne,
 - c) heksaploidne i
 - d) oktaploidne vrste.
9. U procesu spermatogeneze kod komarca *Culex pipiens* sa $2n=6$ hromozoma, došlo je do nerazdvajanja polnih hromozoma. Prikazati sve oblike zigota nastalih između normalnih i abnormalnih gameta:
- a) Ako je do nerazdvajanja došlo u mejozi I
 - b) Koliko hromatida ima u metafazi I, a koliko u metafazi II u normalnoj gametogenezi ove životinje.
10. Kariotop neke životinjske vrste iznosi $2n=10$. Prva tri para autozoma su akrocentrični, a četvrti par je submetacentričan. X hromozom je akrocentričan i najveći u kariotipu, a Y hromozom je najmanji akrocentrik. Koliko ima hromatida u spermatogonijama ove životinje, kolika je vrednost NF i NFa.
11. Komarac *Culex pipiens* ima $2n=6$ hromozoma. Autozomi su telocentrični, X hromozom je metacentričan. U ovogenezi je došlo do nerazdvajanja polnih hromozoma. Kakvi zigoti nastaju ako se ovi gameti oplode normalnim spermatozoidima? Šematski prikažite ceo proces.
12. Neka vrsta kičmenjaka ima $2n=10$ hromozoma.
- A) Koliko kromozoma ima u :
 - a) metafazi mitoze,
 - b) anafazi mitoze,
 - c) metafazi I mejoze,
 - d) metafazi mejoze II,
 - e) u ćeliji posle mejoze I,
 - f) zrelih gametima
 - B) Koliko bivalenata ima u toku mejoze I?
 - C) Koliko tetrada ima u toku mejoze?

NUMERIČKE ABERACIJE

1. Šematski prikazati nerazdvajanje polnih hromozoma u mejozi I spermatogeneze bika ($2n=60,XY$), napisati sve moguće tipove gameta koji nastaju nakon takve aberacije i sve tipove zigota koji se dobijaju kada dobijeni spermatozoidi oplode normalne jajne ćelije.

2. Šematski prikažite nerazdvajanje polnih hromozoma u mejozi I tokom oogeneze kod krave ($2n=60,XX$), predstavite sve tipove gameta koji mogu nastati nakon takve aberacije, kao i zigote koji se dobijaju nakon spajanja tih gameta sa normalnim spermatozoidima.
3. Primordijalna spermatogonija svinje ima diploidan broj hromozoma $2n=38,XY$. Šematski prikazati nerazdvajanje prvog para hromozoma tokom mejoze II sekundarne androspermatocite, sve tipove gameta koji nastaju kao rezultat navedene spermatogeneze i sve tipove zigota koji mogu nastati nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.
4. Šematski prikažite nerazdvajanje sestrinskih hromatida 13. autozoma u drugoj mejotičkoj deobi sekundarne oocite tokom oogeneze životinje koja ima $2n=8,XX$ hromozoma. Prikažite tipove gameta koji nastaju, kao i sve tipove zigota nakon oplodjenja sa normalnim spermatozoidima.
5. Domaći pas ima $2n=78,XX/XY$ hromozoma. Šematski predstavite neodvajanje polnih hromozoma u mejozi II kod mužjaka, sve tipove gameta koji nastaju kao rezultat navedene spermatogeneze i sve tipove zigota nakon fertilizacije sa normalnim jajnim ćelijama.
6. Konj ima $2n=64,XX/XY$ hromozoma. Šematski prikazati oogenezu kobile u kojoj je došlo do neodvajanje polnih hromozoma tokom mejoze II sekundarne oocite, sve tipove gameta koji nastaju nakon takve aberacije i sve tipove zigota koji mogu nastati nakon oplodjenja sa normalnim spermatozoidima.
7. U spermatogenezi bika ($2n=60,XY$) došlo je do nerazdvajanja Y hromozoma u mejozi II. Šematski prikažite navedenu pojavu, sve tipove gameta koji mogu nastati nakon takve aberacije, kao i zigote koji se dobijaju nakon spajanja nastalih gameta sa normalnim jajnim ćelijama.
8. Kariotip govečeta je $2n=60, XY/XX$. Prikazati sve vrste gameta koje produkuje bik kod koga je pri spermatogenezi došlo do
 - nerazdvajanja petog para autozoma u mejozi I.
 Šematski predstavite opisanu gametogenezu i sve tipove zigota koji mogu nastati prilikom sparivanja ovog bika sa kravom koja produkuje samo normalne jajne ćelije.
9. Kariotip govečeta je $2n=60, XY/XX$. Prikazati sve vrste gameta koje produkuje bik kod koga je tokom spermatogeneze mejoza I bila normalna, ali je tokom mejoze II došlo do:
 - nerazdvajanja drugog para autozoma hromozoma
 Šematski predstavite opisanu gametogenezu i sve tipove zigota koji mogu nastati prilikom sparivanja ovog bika sa kravom koja produkuje samo normalne jajne ćelije.
10. Kariotip govečeta je $2n=60, XY/XX$. Kod krave je tokom oogeneze mejoza I bila normalna, ali je tokom mejoze II došlo do

- nerazdvajanja sestrinskih hromatida šesnaestog autozoma sekundarne oocite. Šematski predstavite opisanu gametogenezu i sve tipove zigota koji mogu nastati prilikom oplodjenja ove krave sa bikom koji produkuje samo normalne jajne ćelije.

11. Kariotip govečeta je $2n=60$, XY/XX. Kod krave je tokom oogeneze mejoza I bila normalna, ali je tokom mejoze II došlo do

- nerazdvajanja sestrinskih hromatida X hromozoma sekundarne oocite. Šematski predstavite opisanu gametogenezu i sve tipove zigota koji mogu nastati prilikom oplodjenja ove krave sa bikom koji produkuje samo normalne jajne ćelije.

12. Kod štuke *Esox lucius* ($2n=18$) došlo je do nerazdvajanja polnih hromozoma. Opišite sve tipove zigota koji su mogli nastati ukrštanjem aberantne jedinke sa normalnom, ukoliko je pomenuto nerazdvajanja polnih hromozoma nastupilo:

- a) samo u mejozi I,
- b) samo u mejozi II,
- c) i u mejozi I i II

13. Gorila ima $2n=48$ hromozoma. Šematski predstavite nastanak i tipove gameta pri:

A) nepravilnoj segregaciji hromozoma 13 para:

- a) u mejozi I,
- b) u mejozi II,
- c) u mejozi I i II.

B) nepravilnoj segregaciji hromozoma 18 i 21 para:

- a) u mejozi I,
- b) u mejozi II,
- c) u mejozi I i II.

C) nepravilnoj segregaciji hromozoma 13 i 18 para:

- a) u mejozi I,
- b) u mejozi II,
- c) u mejozi I i II.

D) nepravilnoj segregaciji hromozoma 13 i 21 para:

- a) u mejozi I,
- b) u mejozi II,
- c) u mejozi I i II.

E) nepravilnoj segregaciji hromozoma 13, 18 i 21 para:

- a) u mejozi I,
- b) u mejozi II.

STRUKTURNE ABERACIJE

A) ROBERTSONOVE TRANSLOKACIJE (FUZIJE)

1. Kod jednog nerasta Large White uočen je diploidni broj hromozoma $2n=37$. Citogenetičkim analizama je ustanovljen manjak jednog hromozoma kao posledica jedne Robertsobove translokacije (fuzije jednog akrocentričnog hromozoma iz 14 i 15. para autozoma).
 - a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
 - b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
 - c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.
2. Vrsta *Muntiacus muntiac* poseduje $2n=6$ hromozoma. Prvi par autozoma je metacentričan, drugi par autozoma i Y hromozom su akrocentrični, X polni hromozom mali metacentrik. Citogenetičkim analizama je ustanovljen manjak jednog hromozoma kao posledica jedne nehomologe Robertsobove translokacije (fuzije jednog akrocentričnog hromozoma iz II para autozoma i Y hromozom).
 - a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
 - b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
 - c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.
3. Miš vrste *Mus musculus* ima diploidni hromozomski set $2n=40$. U blizini fabrike "Viskoza" u Loznici ulovljeni su primerci sa $2n=39$ hromozoma. Analizom kariotipa utvrđeno je postojanje jednog velikog metacentričnog hromozoma nastalog fuzijom po jednog hromozoma iz 11 i 19 para autozoma.
 - a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
 - b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
 - c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.
4. Miš vrste *Mus musculus* ima diploidni hromozomski set $2n=40$. U blizini fabrike "Viskoza" u Loznici ulovljeni su primerci sa $2n=39$ hromozoma. Analizom kariotipa utvrđeno je postojanje jednog velikog metacentričnog hromozoma nastalog fuzijom po jednog hromozoma iz 9 i 13 para autozoma.
 - a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
 - b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
 - c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.
5. Miš vrste *Mus musculus* ima diploidni hromozomski set $2n=40$. U blizini fabrike "Viskoza" u Loznici ulovljeni su primerci sa $2n=39$ hromozoma. Analizom kariotipa utvrđeno je postojanje jednog velikog metacentričnog hromozoma nastalog fuzijom po jednog hromozoma iz 4 i 19 para autozoma.
 - a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
 - b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
 - c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.

6. Miš vrste *Mus musculus* ima diploidni hromozomski set $2n=40$. U blizini fabrike "Zorka" u Šapcu ulovljeni su primerci sa $2n=39$ hromozoma. Analizom kariotipa utvrđeno je postojanje jednog velikog metacentričnog hromozoma nastalog fuzijom po jednog hromozoma iz 5 i 15 para autozoma.

- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu,
- Napišite sve gamete koje produkuje ova individua,
- Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta.

7. Kod jednog pacijenta primećena je Robertsonova fuzija 14 i 21 hromozoma.

- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu, imajući u vidu da su hromozomi 14. i 21 para akrocentrični
- Napišite sve oblike gameta koji nastaju iz spermatogonija ispitanika.
- Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom ovih i normalnih gameta

B) RECIPROČNE TRANSLOKACIJE

8. Šematski predstavite recipročnu translokaciju između jednog hromozoma br.10 i jednog hromozoma br.15 tokom spermatogeneze bika $2n=60,XY$, napišite sve tipove gameta koje produkuje jedinka nosilac ovakve strukturne aberacije, kao i sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.

9. Kod vepra $2n=38,XY$ došlo je do recipročne translokacije između jednog hromozoma 2. para i jednog hromozoma 5. para.

- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu.
- Napišite sve gamete koje produkuje navedeni bik.
- Napišite sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.

10. Šematski predstavite recipročnu translokaciju između jednog hromozoma br.6 i jednog hromozoma br.18 tokom gametogeneze ovna $2n=54,XY$ napišite sve tipove gameta koje može da produkuje jedinka nosilac ovakve strukturne aberacije, kao i sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.

11. Kod psa $2n=78,XY$ došlo je do recipročne translokacije između jednog hromozoma 7. para i jednog hromozoma 19. para.

- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu.
- Napišite sve gamete koje produkuje navedeni bik.
- Napišite sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.

12. Kod bika $2n=60,XY$ došlo je do recipročne translokacije između jednog hromozoma 1. para i jednog hromozoma 29. para.
- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu.
 - Napišite sve gamete koje produkuje navedeni bik.
 - Napišite sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.
13. Kod konja $2n=64,XY$ došlo je do recipročne translokacije između jednog hromozoma 7. para i jednog hromozoma 19. para.
- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu.
 - Napišite sve gamete koje produkuje navedeni bik.
 - Napišite sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.
14. Šematski predstavite recipročnu translokaciju između jednog hromozoma br.10 i jednog hromozoma br.15 tokom spermatogeneze mačora $2n=38,XY$, napišite sve tipove gameta koje produkuje jedinka nosilac ovakve strukturne aberacije, kao i sve tipove zigota koji nastaju nakon što dobijeni gameti oplode normalne jajne ćelije.

C) DELECIJE

15. Na submetacentričnom hromozomu br. 4 kod svinje ($2n=38$) nalaze se genski lokusi **A**, **B** i **C** na p-kraku, a lokusi **D**, **E** i **F** na q-kraku. Dejstvom jonizujućeg zračenja na jednom hromozomu iz četvrtog para došlo je do terminane delecije lokusa **A** i **F**, pri čemu je nastao ring-hromozom. Šematski prikazati nastanak ove strukturne aberacije, sve tipove gameta koji nastaju, kao i sve tipove zigota koji bi se mogli dobiti nakon spajanja dobijenih gameta sa normalnim gametima suprotnog pola.
16. Neka životinjska vrsta ima $2n=6$ hromozoma. Na drugom paru autozoma se nalazi pet genskih lokusa, pri čemu su na p-kraku smešteni genski lokusi **1**, **2** i **3**, dok su lokusi **4** i **5** smešteni na q-kraku. Delovanjem nekog mutagena došlo je do terminalne delecije genskog lokusa **1** sa p-kraka i lokusa **5** sa q-kraka, tako da je nastao ring-hromozom. Šematski prikazati nastanak ove strukturne aberacije, sve tipove gameta koji nastaju kao i sve tipove zigota koji bi se mogli dobiti nakon spajanja dobijenih gameta sa normalnim gametima suprotnog pola.
17. Na jednom submetacentričnom hromozomu postoje tri genska lokusa **A**, **B** i **C**. **A** genski lokus je na kraćem, a druga dva na dužem kraku. Usled delovanja nekog mutagena došlo je do centromerne delecije, odnosno abnormalne transverzalne deobe centromere jednog od hromozoma.
- Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu i navedite naziv nastalih aberantnih hromozoma.
 - Napišite sve gamete koje produkuje ova individua ako se navedena promena desila:
 - u fazi proliferacije gametogonija
 - u mejozi II

c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom dobijenih gameta sa normalnim gametima suprotnog pola.

18. Na submetacentričnom hromozomu nalazi se šest genskih lokusa, pri čemu su lokusi **I** i **2** na p-kraku, a **3**, **4**, **5** i **6** na q-kraku. Usled delovanja nekog mutagena došlo je do centromerne delecije, odnosno abnormalne transverzalne deobe centromere jednog od hromozoma.

a) Šematski predstavite nastalu strukturnu promenu i navedite naziv nastalih aberantnih hromozoma.

b) Napišite sve gamete koje produkuje ova individua ako se navedena promena desila:

b1) u fazi proliferacije gametogonija

b2) u mejozi II

c) Napišite sve tipove zigota koji nastaju fertilizacijom dobijenih gameta sa normalnim gametima suprotnog pola.

D) INVERZIJE

19. Na metacentričnom hromozomu nalazi se šest genskih lokusa: **A**, **B** i **C** na p-kraku, a lokusi **D**, **E** i **F** na q-kraku. Usled dejstva jonizujućeg zračenja na jednom hromozomu iz hromozomskog para došlo je do formiranja prekida između lokusa **A** i **B** na p-kraku, kao i između lokusa **E** i **F** na q-kraku, nakon čega se desila pericentrična inverzija.

a) Šematski predstaviti nastanak opisane strukturne aberacije;

b) Prikazati sve citogenetske oblike gameta ukoliko je došli do crossing-overa između lokusa **D** i **E** u nivou inverzione petlje.

Na submetacentričnom hromozomu nalazi se sedam genskih lokusa: **A** na p-kraku, a lokusi **B**, **C**, **D**, **E**, **F** i **G** na q-kraku. Usled dejstva jonizujućeg zračenja na jednom hromozomu iz hromozomskog para došlo je do formiranja prekida između lokusa **A** i **B** na p-kraku, kao i između lokusa **E** i **F** na q-kraku, nakon čega se desila paracentrična inverzija.

c) Šematski predstaviti nastanak opisane strukturne aberacije;

d) Prikazati sve citogenetske oblike gameta ukoliko je došli do crossing-overa između lokusa **C** i **D** u nivou inverzione petlje.

Još zadataka iz genetike

1. Ako se u fragmentu jedne vrpce DNK nalazi sljedeći poredak nukleotida:
ATCCGTACAGAT, kakav će poredak nukleotida biti u odgovarajućem djelu druge, komplementarne vrpce?
2. Ako je sadržaj GC parova u specifičnom DNK molekulu 56% , koja je procentualna zastupljenost za svaku od baza (A, T, G i C) u ovom molekulu?
3. Ako je sadržaj AT parova u specifičnom DNK molekulu 20%, kolika je procentualna zastupljenost citozina i adenina u istom molekulu?
4. Ako timin čini 15% od ukupnog broja baza u specifičnom molekulu DNK, koja je procentualna zastupljenost citozina?

5. Ako je procentualna zastupljenost T u jednom lancu DNK 32%, kolika je zastupljenost A u komplementarnom lancu?
6. . Ako je procentualna zastupljenost citozina u jednom lancu DNK 24%, adenina 18%, a guanina 20 %, koja je zastupljenost za svaku od baza u komplementarnom lancu?
7. Procentualna zastupljenost timina u jednom lancu DNK 30%, citozina 40%, dok je u komplementarnom lancu zastupljenost citozina 15% . Naći zastupljenost guanina i adenina u prvom lancu, kao i zastupljenost istih baza u komplementarnom lancu.
8. Na planeti Zedon DNK se sastoji iz 6 vrsti nukleotida: A, B, C, D, E i F. A i B su nazvani marzini, C i D su orzini, a E i F pirini. Sljedeća pravila važe za zedonsku DNK:
 Ukupni marzini= ukupnim orzinima= ukupnim pirinima
 $A = C = E$
 $B = D = F$
 Ako je procentualna zastupljenost nukleotida D u specifičnoj zedonskoj DNK 20%, odredi procentualnu zastupljenost za svaku od baza. Sta misliš, kakva bi bila struktura zedonske DNK?
9. Na planeti Menex DNK se sastoji iz 9 nukleotida: A, B, C, D, E, F, G, H i J. A, B i C su drizdini; D, E i F gacini; G, H i J flumini. Sljedeća pravila važe za DNK na planeti Menex: Ukupni drizdini= ukupnim gacinima= ukupnim fluminima
 $A = D = G$
 $B = E = H$
 $C = F = J$
 Ako je procentualna zastupljenost nukleotida A u specifičnoj menexskoj DNK 10 %, a nukleotida H 5%, nađi procentualnu zastupljenost za svaku od baza (A, B, C, D, E, F, G, H i J) u ovom molekulu menexske DNK.
10. Ako jedan lanac specifične DNK sadrži 20% A, a njemu komplementarni lanac 10% C i 5% G, naći zastupljenost za svaku od baza u tom molekulu DNK.
11. Kakvi bi bili rezultati Mezelson- Stalovog eksperimenta kod konzervativnog načina replikacije. Objasni slikom.
12. Sta je prajmer i zašto je on neophodan u DNK replikaciji?

Transkripcija:

13. Napisati primarni transkript sljedećeg segmenta DNK:
AGCCTAATCACAG
14. Napisati primarni transkript kao i iRNK koja je dobivena posle posttranskripcione obrade za sljedeći segment DNK (obilježeni su egzoni i introni):
 AT ICAGATTCGTC IACTG
egzon intron egzon

Translacija

15. Pretpostavimo da određeni dio gena (tj. fragment jednog lanca DNK) ima sljedeću strukturu, odnosno poredak trijada nukleotida:
TTT- CGG- TAC- GGC- CAC.

Konstruiši:

- 1) strukturu iRNK
- 2) Aminokiselinsku strukturu djela proteina koji će se sintetisati na osnovu navedenog djela gena.

16. Dopuni tabelu:

C												DNK dupli heliks
						T	G	A				
	C	A				U						iRNK(mRNK)
									G	C	A	Odgovarajući tRNK antikodon

	Trp			Aminokiseline ugrađene u protein
--	-----	--	--	----------------------------------

17. Utvrđeno je da se jedan fragment određenog enzima sastoji iz sljedećih aminokiselina: Pro- Glu- Asp- Ile- Val. Konstruiši:
- 1) Nukleotidni sastav fragmenta molekula DNK (jedne vrpce) koji je determinirao sintezu gornjeg proteinskog fragmenta.
 - 2) Nukleotidni sastav iRNK i fragmenta tRNK (antikodoni) koji su poslužili kao posrednici u sintezi navedenog proteinskog fragmenta.
18. Ako se redosljed aminokiselina u poli peptidnom lancu promijenio iz Gly- Asn- His- Gln- Leu- u Gly- Lys- His- Gln- Leu, naći promjenu koja se ostvarila u nukleotidnom sastavu odgovarajućeg gena.
19. Dat je fragment iRNK kao i struktura djela proteina koji će se sintetisati na osnovu navedenog djela iRNK.

A

↓CGA- UCG- GAA- CCA- CGU- GAU- AAG- CAU-

Arg- Ser- Glu- Pro- Arg- Asp- Lys- His-

Napisati novu aminokiselinsku strukturu koja će se dobiti kao posljedica dodatka adenina (A) na početak navedenog fragmenta iRNK.

20. Adicijom (dodatkom) 1 nukleotida i delecijom (izbacivanjem) 1 nukleotida, mijenja se sekvenca proteina iz His- Thr- Glu- Asp- Trp- Leu- His- Gln- Asp- u His- Asp- Arg- Gly- Leu- Ala- Thr- Ser- Asp-. Koji je nukleotid dodat, a koji izbačen?
21. Dodatkom 1 nukleotida i izbacivanjem 1 nukleotida, mijenja se sekvenca proteina iz Lys- Ser- Pro- Ser- Leu- Asn- Ala- Ala- Lys- u Lys- Val- His- His- Leu- Met- Ala- Ala- Lys- . Koji je nukleotid dodat, a koji izbačen?
22. Vi proučavate gen E. coli koji sintetiše specifičan protein. Dio sekvence tog proteina je:
- Ala- Pro- Trp- Ser- Glu- Lys- Cys- His-
- Otkrili ste seriju mutanata kod kojih ovaj protein ne pokazuje enzimsku aktivnost. Nakon što ste izolirali proteine iz ovih mutanata, našli ste sljedeće sekvence:
- Mutant 1
- Ala- Pro- Trp- Arg- Glu- Lys- Cys- His-
- Mutant 2
- Ala- Pro-
- Mutant 3
- Ala- Pro- Trp- Phe- Phe- Thr- Cys- His-
- Nađite molekularnu osnovu za svaku ovu mutaciju.
23. 1) Izvršeno je ukrštanje dvaju varijanata neke biljne vrste, od kojih je jedna imala žute a druga bele cvjetove. U F₁ generaciji dobivene su samo biljke sa žutim cvjetovima, a u F₂ generaciji (posle ukrštanja nekoliko primjeraka heterozigota iz F₁ generacije) dobiveno je 2304 biljaka sa žutim cvijetom i 768 biljaka sa bijelim cvijetom. Objasni šematski.
- 2) Nazubljenost oboda liske kod kruške (*Pirus communis* L.) dominantna je osobina i nasljeđuje se monohibridno. Ukrštana je homozigotna kruška sa listovima nazubljenog oboda sa kruškom koja ima listove cijelog oboda, a u F₂ generaciji odgojeno je 463 sadnica. Koliko će odgojenih biljaka imati nazubljen, a koliko nenazubljen obod liske?
24. Kod pasa koker- španijel, genotip A[?]B[?] je crn, genotip aa B[?] je boje jetre, genotip A[?]bb je crven, a genotip aabb je boje limuna. Crni koker je sparen sa žutim i okoćeno štene je bilo žute boje. Da je crni pas sparen sa partnerom istog genotipa, koja proporcija bi se očekivala u potomstvu?

25. Boja očiju divljeg tipa vinske mušice je crvena, ali se mogu naći i čiste linije sa bijelim očima. Ova fenotipska razlika je određena postojanjem 2 alela gena lociranog na karakterističnom regionu na X hromozomu. Kada se ukrste mužjaci sa bijelim očima i ženke sa crvenim očima, svi pripadnici F₁ generacije imaju crvene oči. Kakav će biti odnos fenotipova u F₂ generaciji? A gledajući po polu?
26. Kod ljudi ahondroplazija (odsustvo rastežnih vlakana u dužinu) i neurofibromatoza su retka oboljenja, određena dominantnim genima. Ako se žena sa ahondroplazijom vjenča sa čovjekom sa neurofibromatozom, kakvi fenotipi bi se mogli naći kod njihove djece i u kojim odnosima?
27. Da imaš vinski mušicu (*Drosophila melanogaster*) dominantnog fenotipa, kakav bi test napravio/la da utvrdiš da li je AA ili Aa?
28. Ukrštanjem jedne biljke jagorčevine (*Primula obconica* Balf.) crvene boje cvjeta i nazubljenih listova sa drugom biljkom bele boje cvjeta i nenazubljenih listova, odgojeno je: 145 biljaka crvene boje cvjeta i nazubljenih listova, 151 biljka crvene boje cvjeta i nenazubljenih listova, 148 biljaka bele boje cvjeta i nazubljenih listova i 143 biljke bele boje cvjeta i nenazubljenih listova. Kakva je bila genetička konstitucija roditelja s obzirom na odgojeno potomstvo?
29. 29*. Imaš 3 biljke graška obilježene kao A, B i C izrasle iz sjemena sa istim fenotipom (žuto i okruglo). Svaka biljka je ukrštena sa biljkom izraslom iz zelenog, smežuranog sjemena. Iz svakog ukrštanja dobiveno je po 100 sjemena, i ona su sortirana prema fenotipu:
- A: 51 žuto, okruglo
49 zeleno, okruglo
- B: 100 žuto, okruglo
- C: 24 žuto, okruglo
26 žuto, smežurano
25 zeleno, okruglo
25 zeleno, smežurano
- Odredi genotipe biljaka A, B i C.
30. Slijepilo za boje se nasljeđuje kao recesivna X-vezana osobina.³ Jedan čovjek slijep za boje ima kćer X⁰ koja ima normalan vid. Imate li predstavu na bazi ovih podataka, gdje je došlo do nerazdvajanja hromozomu?
31. Ako se neka karakteristika prenosi uvek direktno sa oca na sve njegove sinove, a sa ovih na njihove sinove i tako redom, na kojem hromozomu ima najviše vjerojatnoće da se nalazi gen koji ovu osobinu determiniše?
32. Kod mačaka genotip BB je crn, Bb šaren (crnožut), a bb žut. Gen koji ovu osobinu determiniše nalazi se na X hromozomu. Ako se ukrsti šarena ženka sa crnim mužjakom, kakvo se potomstvo očekuje? Da li očekujete da dobijete i crnožutog mužjaka?
33. Prepoznaj vrstu mutacije u molekulu DNK:
- a) GC → AT
 - b) GCT → ACT
 - c) TCA → AGA
 - d) GC → TA

³ Ustvari kod ljudi viđenje boja zavisi od 3 gena koja kodiraju 3 pigmenta: crveni, zeleni i plavi. Geni za crveni i zeleni pigment su na X hromozomu, a za plavi pigment na autozomnom hromozomu. Ali u ovom zadatku zanemari tu činjenicu. Mutacija u bilo kom od ovih gena može izazvati slijepilo za boje.

34. Niže je prikazan hromozom sa 7 gena (od a do g), a također i 3 hromozomu koji su mogli nastati iz njega kao rezultat različitih strukturnih promjena. Ukažite na pojavu strukturnih promjena i označite svaku od njih: abcdefg

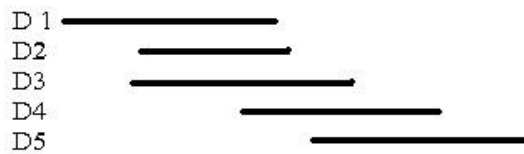
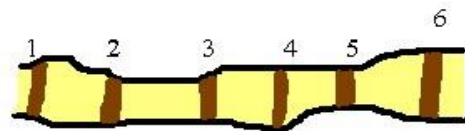
- 1) abcdef
- 2) abcdcddefg
- 3) abedcfg

35. Pretpostavimo da su se pri razmnožavanju atlaskog kedra (*Cedrus atlantica* Man.) standardne boje četina u jednom rasadniku u Italiji kao rezultat mutacije pojavile i sadnice "srebrnaste" boje četina. Kasnija ukrštanja su pokazala da je "srebrnasta" boja kontrolirana jednim recesivnim genom. Fenotipski veoma slične "srebrnaste" sadnice odgajene su pretpostavimo i u jednom rasadniku u Grčkoj, a i u ovom slučaju utvrđen je recesivan karakter gena koji kontroliše "srebrnastu" boju četina. Međutim, kada su ukrštene sadnice srebrnaste boje četine iz Italije sa srebrnastim sadnicama iz Grčke i dobiveno potomstvo, postalo je jasno da italijanski srebrnasti kedar ima drugačiji genotip od grčkog (tj. Nije došlo do iste mutacije gena, već nove mutacije, koja je zahvatila drugi gen). Kako se to može objasniti?

36. 36°. Niže su prikazani hromozomski kompleksi jedne diploidne biljke ($2n=8$) i 5 aneuploidnih ili poliploidnih biljaka. Dajte svakoj odgovarajući naziv:

- a) _ _ _ _ b) _ _ _ _ c) _ _ _ _ d) _ _ _ e) _ _ _ _ f) _ _ _ _ _ _ _ _
 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

37. Prikazano je 6 traka na hromozomu *Drosophila* zajedno sa opsegom 5 delecija:



Recesivni aleli a, b, c, d, e, i f su u prikazanom regionu ali je njihov redoslijed Kada su delecije povezane sa svakim alelom su sljedeći rezultati:

nepoznat. dobiveni

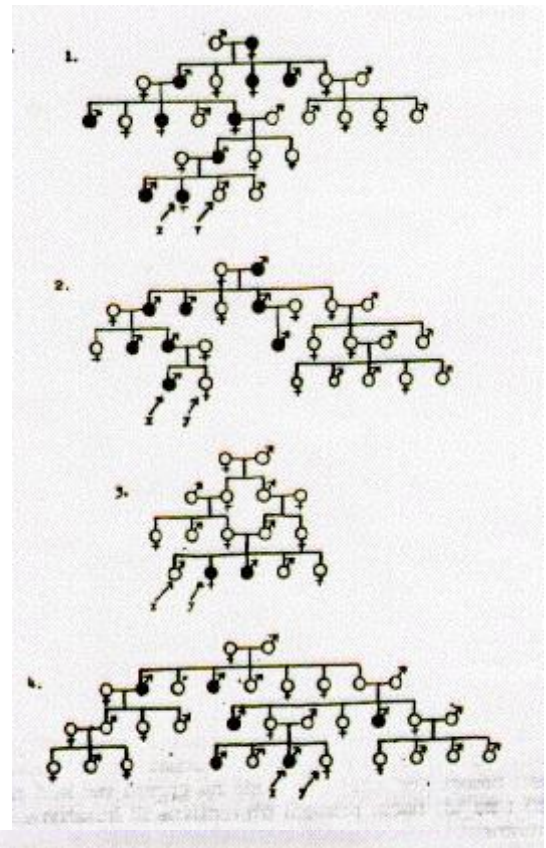
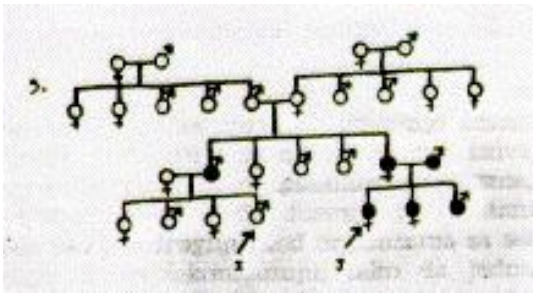
	a	b	c	d	e	f
Del 1	-	-	-	+	+	+
Del 2	-	+	-	+	+	+
Del 3	-	+	-	+	-	+
Del 4	+	+	-	-	-	+
Del 5	+	+	+	-	-	-

Znak - znači da delecija obuhvata odgovarajući alel divljeg tipa pa je recesivni alel otkriven, a + znači da je odgovarajući alel divljeg tipa prisutan.

Koristeći date podatke odredi koja hromozomska traka odgovara kom genu.

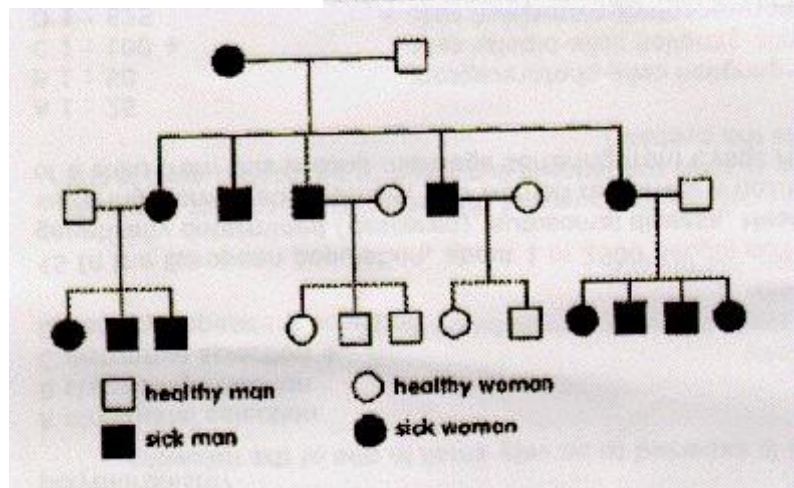
38. A) U navedenim rodoslovima pretpostavite da je nenormalan karakter redak u populaciji.

Koji je vjerojatan način naslađivanja?



B) Pedigre pokazuje nasljeđivanje rijetkog oblika mišićne distrofije

Gdje se nalazi lokus čijom je mutacijom izazvana bolest?



39. U populaciji od 1000 jedinki utvrđena je sljedeća distribucija genotipova :

AA 800 Aa/aA 185
aa 15

Izračunati frekvencije A i a alela.

40. U Populaciji od 2000 jedinki utvrđena je sljedeća distribucija genotipova:

AA 586 Aa 1200
aa 214

Izračunati frekvencije A i a alela.

41. U populaciji od 1200 jedinki utvrđena je sljedeća distribucija genotipova:

AA 400 Aa 600 aa 200

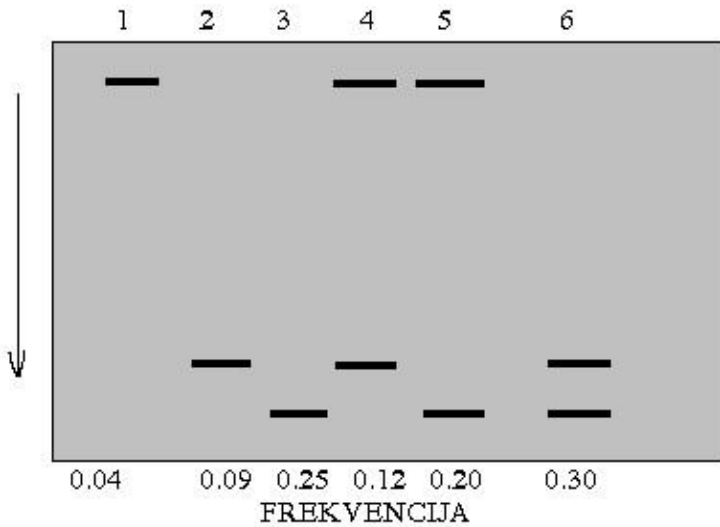
a) Izračunati frekvencije alela.

b) Kolika bi bila očekivana distribucija kada bi populacija bila po Hardy-Weinberg -ovoj ravnoteži?

42. U populaciji od 2000 jedinki, frekvencija A alela je:

$p=0,6$. Kolika je distribucija Aa genotipova, ako je populacija po Hardy-Weinbergovoj ravnoteži?

43. U populaciji od 1500 jedinki, distribucija AA genotipa je 421. Kolika je distribucija Aa genotipa, ako je populacija po Hardy Weinbergovoj ravnoteži?
44. 44*. Mladic, koji ima brata sa retkom autozomnom recesivnom bolešću, želi da ima dijete sa djevojkom koja ima sestru sa istom bolešću. Njihovi roditelji ne ispoljavaju znake te bolesti. A) Kolika je vjerojatnoća da će njihovo dijete biti bolesno?
Djevojka se ipak na kraju uda za mladićevog prijatelja koji je zdrav i nije imao znake te bolesti u porodici. Frekvencija oboljelih od te bolesti u populaciji je 1/40000. B) Kolika je vjerojatnoća da će njihovo dijete biti oboljelo?
45. Frekvencija oboljelih od neke autozomno recesivne bolesti je 1/3600. Kolika je vjerojatnoća da 2 zdrave osobe, koje nisu u srodstvu i koje nemaju oboljele u familiji imaju oboljelo dijete?
46. 46.* U velikoj populaciji *Mimulus guttatus*, po jedan list je uzet od svake biljke. Listovi su smrvljeni i podvrgnuti gel elektroforezi. Gel je zatim bojen za specifičan enzim X. 6 različitih traka je dobiveno:



- a) Pronađi genetičko objašnjenje za postojanje ovih 6 tipova
- b) Kolika je frekvencija alela u populaciji?
- c) Da li je populacija u Hardy-Weinbergovoj ravnoteži?

Rešenja zadataka

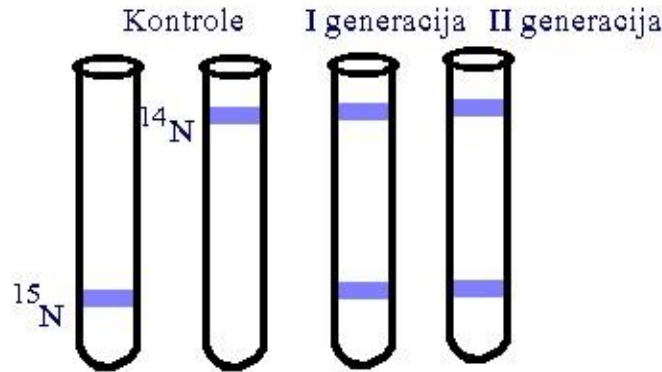
- ATCCGTACAGAT
↓
TAGGCATGTCTA
A→T, G→C, T→A, C→G
- GC=56%, G=C=56%: 2=28%, AT= 100%-56%= 44%, A=T= 44%: 2=22%
- A=10%, C=40%
- T=15% ⇒ AT=30% ⇒ GC=100%-30%=70% ⇒ C=35%
- A=32%
- Ako je C=24% u jednom lancu, onda je i G=24% u komplementarnom lancu. Analogijom T=18%, C=20% i A= 100%-(24%+18%+20%)=38%
- A=30%, G=40% u komplementarnom lancu. G=15%, A= 100%-(30%+40%+15%)=15% u prvom lancu.
- D=20% ⇒ B=20% ⇒ F=20%, (A+C+E)= 100%-3×20%= 40%, A=C=E=40/3=13,333%.
- A=10% ⇒ D=10% ⇒ G=10%; H=5% ⇒ E=5% ⇒ B= 5%; G+F+J=100%-(30%+15%)= 55% ⇒ G=F=J=55%/3=18.33%
- I lanac
A= 20% ⇒ T=20%
G=10% ⇐ C=10%

$$C=5\% \quad \Leftarrow \quad G=5\%$$

$$T=100\%-(A+G+C)=65\% \Rightarrow \quad A=65\%$$

Nađena je zastupljenost baza u pojedinačnim lancima DNK. Zastupljenost u molekulu se dobija tako što se sabere zastupljenost baze u I i zastupljenost baze u II lancu i rezultat podjeli sa 2. Tako se dobivaju rezultati: **A=42.5%, T=42.5%, C=7.5%, G=7.5%**

11.



12. Prajmer je kratak segment RNK koji sintetiše primaza, koristeći DNK kao kalup u toku DNK replikacije. Nakon što je prajmer sintetisan DNK polimeraza dodaje DNK na 3' kraj RNK. Prajmeri su potrebni zato što DNK polimeraza ne može da inicira(započne) DNK replikaciju i zahtjeva 3' kraj. DNK kasnije zamjenjuje RNK.

13. **UCGGAUUAGUGUC**

14. Primarni transkript: **UAGUCUAAGCAGUGAC**

iRNK: **UA** **UGAC**

AT |CAGATTCGTC |ACTG
egzon intron egzon

15.

1) **AAA-GCC-AUG-CCG-GUG**

2) **Koristeći kod dobijamo: Lys-Ala-Met -Pro-Val** 16.

C	G	T	A	C	C	A	C	T	G	C	A	DNK dupli heliks
G	C	A	T	G	G	T	G	A	C	G	T	
G	C	A	U	G	G	U	G	A	C	G	U	iRNK(mRNK)
C	G	U	A	C	C	A	C	U	G	C	A	Odgovarajući tRNK antikodon
Ala			Trp			Stop			Arg			Aminokiseline ugrađene u protein

17. 1) **GG(A,G,T,C)- CT(T,C)- CT(A,G)- TA(A,G,T)- CA(A,G,T,C)**

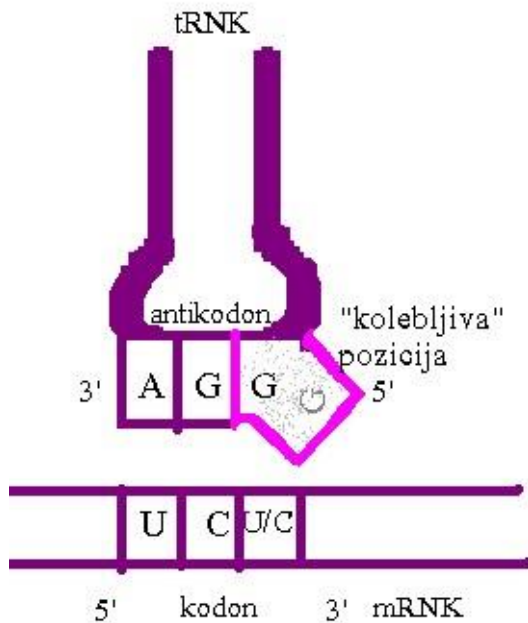
2) **CC(U,C,A,G)-GA(A,G)-GA(U,C)-AU(U,C,A)- GU(U,C,A,G) tRNK:**

GG(A,G,U,C); CU(U,C); CU(A,G); UA(A,G,U); CA(A,G,U,C)

Navedeno je "najgrublje" rešenje za t RNK, jer ako zađemo u finese oko kodon- antikodon sparivanja kod trećeg nukleotida antikodona(5'kraj antikodona) koji je "kolebljiv" tj. jedan antikodon može odgovarati većem broju kodona, imamo još mogućnosti. Ukratko pravila za kodon- antikodon sparivanje su:

5' kraj antikodona	3' kraj kodona
G	U ili C
C	samo G
A	samo U
U	A ili G
I	U,C ili A

I-inozin (retka baza nađena kod tRNK, često u antikodonu)



18. Vidimo da je u lancu Asn zamijenjen sa Lys. Nukleotidni sastav za Asn je AA(U,C), tj. u DNK

TT(A,G) a za Lys AA(A,G) tj. U DNK TT(T,C). **Znači izvršena je zamjena nukleotida: A→T ili A→C ili G→T ili G→C.**

19. Dodatkom A na početak kodirajuće sekvence, dio za čitanje se pomjera, pa nova trijada nukleotida glasi:

-ACG-AUC-GGA-ACC-ACG-UGA-UAA-GCA, a redoslijed aminokiselina je:
- Thr - Ile - Gly - Thr - Thr - stop - stop-

20. ORIGINAL: His- Thr- Glu- Asp- Trp- Leu- His- Gln- Asp-

PROMENJENA: His- Asp- Arg- Gly- Leu- Ala- Thr- Ser- Asp-.

Napišimo sekvencu mRNK (iRNK-messenger ili informaciona RNK) za originalnu proteinsku sekvencu (His- Thr- Glu- Asp- Trp- Leu- His- Gln- Asp-)

CA(U,C)-AC(U,C,A,G)-GA(A,G)-GA(U,C)-UGG-CU(U,C,A,G)-CA(U,C)-CA(A,G)-GA(U,C)-
 -UU(A,G)-

Uspoređivanjem originalne sekvence sa promijenjenom, zaključujemo da je do promjene došlo posle prve aminokiseline (His) i to ,kako je u zadatku rečeno, uslijed adicije 1 nukleotida. Znači Thr se promijenio u Asp. Ova promjena je rezultat adicije G ispred kodona za Thr, što dovodi do pomaranja djela za čitanje, pa je trijada nukleotida promijenjena. Napišimo sekvencu mRNK za promjenjenu proteinsku sekvencu:

↓

CA(U,C)- GAC-(U,C,A,G)GA-(A,G)GA- (U,C)UG-G(C,U)U- (U,C,A,G)CA-(U,C)CA†- GA(U,C)-
 His- Asp- Arg- Gly- Leu- Ala- Thr- Ser- Asp-

Da bi krajnji kodon bio za Asp, moralo je doći do delecije A ili G na kraju pretposljednog originalnog kodona.

Znači dodat je G, a izbačen je A ili G.

21. ORIGINAL: Lys- Ser- Pro- Ser- Leu- Asn- Ala- Ala- Lys-

↑

A

ORIGINAL: AA(A,G)- GU-CCA-UCA-CUU-AAU-GC(U,C,A,G)-GC(U,C,A,G)- AA(A,G)

PROMENJEN: Lys- Val- His- His- Leu- Met- Ala- Ala- Lys- .

↓

PROMENJEN: AA(A,G)-GUC-CAU-CAC-UUA-AUGGC(U,C,A,G)-GC(U,C,A,G)AA(A,G)

Znači, izvršena je delecija A a adicija G.

22. Dio sekvence proteina je:

- Ala- Pro- Trp- Ser- Glu- Lys- Cys- His-

Mutant 1 Arg→Ser, npr. promjena AGU→AGC Mutant 2

Trp→Stop, UGG→UGA

Mutant 3 DNK original CGN-GGN-ACCI-AGN(TC A/G)-CT T/€-TT T/€-I AC A/G-GT

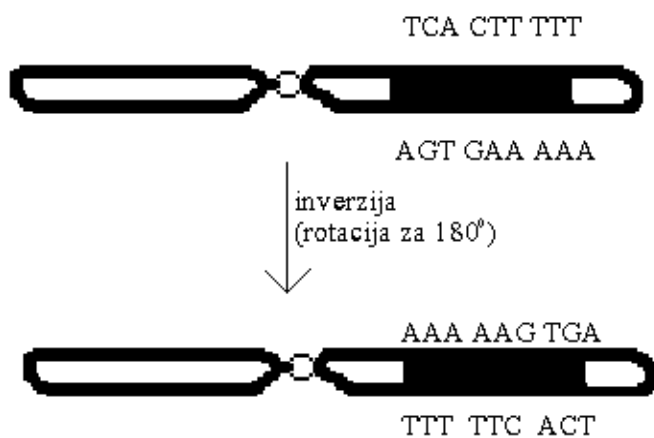
A/G Ala- Pro- Trp - Ser - Glu - Lys - Cys - His

N=A,G,T,C

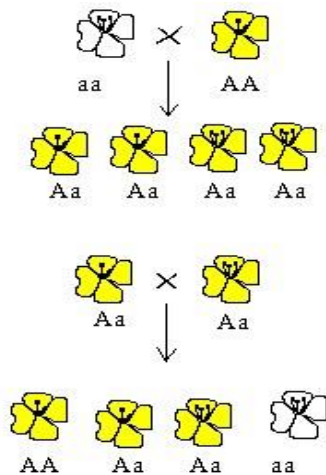
Promjena- inverzija

Promenjena DNK CGN-GGN-ACC □- AAA-AAG-TGA- □ AC A/G-GT A/G

Ala - Pro - Trp - Phe - Phe - Thr - Cys - His



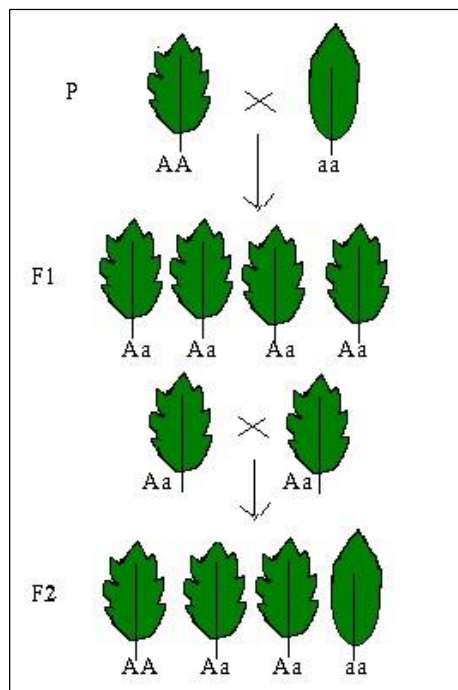
23. 1)



2)

Nenazubljen obod ima 1/4 sadnica, $463/4=115,75$.

Nazubljen $463/(3/4)=347,25$.

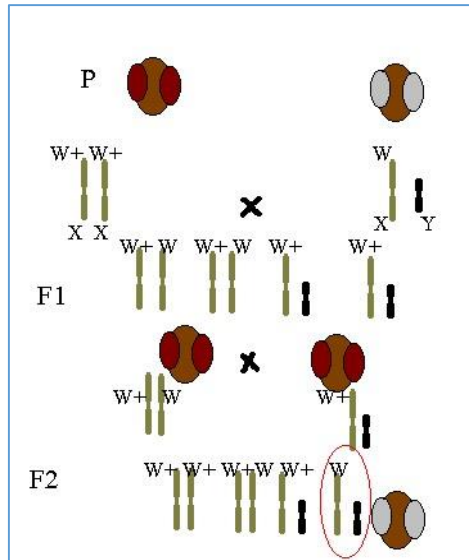


24.

AaBb × AaBb	AB	ab	Ab	aB
AB	crn	crn	crn	crn
ab	crn	žut	crven	jetre
Ab	crn	crven	crven	crn
aB	crn	jetre	crn	jetre

9/16 crne boje, 3/16 boje jetre, 3/16 crvene boje, 1/16 boje limuna.

25.



3/4 mušica će imati crvene oči a 1/4 bele. Sve ženke će imati crvene oči, a pola ukupnog broja mužjaka će imati crvene, a pola bele oči.

26.

P Aa nn × aa Nn

F1 1Aa nn , 1 aa nn , 1 aa Nn , 1 Aa Nn

1 ahondroplazija , 1 normalnom , 1 neurofibromatoza, 1 ahondroplazija i neurofibromatoza

27. Ukrštanje sa mušicom recesivnog fenotipa. Ako je mušica dominantnog fenotipa AA, u F1 generaciji će biti prisutan samo dominantan fenotip, a ako je Aa biće prisutan i recesivan fenotip.

28. AaBb i aabb.

29. A: AaBB

B: AaBB

C: AaBb

A-žuta boja, a-zelena boja, B-okruglo seme, b- smežurano seme.

30. Nerazdvajanje se moralo desiti kod oca, tj. on je morao obrazovati spermatozoid koji nije sadržao ni X ni Y hromozom.

31. Na Y hromozomu.

32. Polovina ženki će imati crn fenotip, a polovina šaren; polovina mužjaka će biti crna, a polovina žuta.

33. Prepoznaj vrstu mutacije u molekulu DNK:

a) GC → AT ,tranzicija

b) GCT → ACT, nonsens mutacija. GCT- u iRNK CGA (Arg), prelazi u ACT -u iRNK UGA (stop kodon)

c) TCA → AGA , tiha mutacija. Prevedeno u iRNK oba tripleta kodiraju Ser.

d) GC → TA, transverzija

34. Niže je prikazan hromozom sa 7 gena (od a do g), a također i 3 hromozomu koji su mogli nastati iz njega kao rezultat različitih strukturnih promjena. Ukažite na pojavu strukturnih promjena i označite svaku od njih: abcdefg

1) delecija

2) duplikacija

3) inverzija

35. Da je srebrnasta boja četina atlantskog kedra u Italiji i atlanskog kedra u Grčkoj kontrolirana istim recesivnim genom-a, tada bi ukrštanje davalo uniformno potomstvo sa srebrnastom bojom četina. Ali ako su u pitanju 2 različite mutacije , boja četina italijanskog atlantskog kedra kontrolirana je recesivnim genom- a, a grčkog kedra - genom b, tada su genotipovi: italijanski kedar-aaBB, grčki-

Aabb. Rezultat njihovog ukrštanja su hibridi genotipa AaBb, koji usled dominacije alela A i B imaju standardnu boju četina.

- 36°. a) diploid
 b) trisomik
 c) monosomik
 d) nulsoomik
 e) tetraploid
 f) triploid

37. b-1, a-2, c-3, e-4, d-5, f-6.

38. a) 1. Autozomno dominantno naslađivanje.

2. Preko Y hromozomu.

3. Autozomno recesivno naslađivanje.

4. X- vezano recesivno naslađivanje.

5. Recesivno naslađivanje.

B) situiran je na mitohondrijalnom genomu.

39. $p(A) = (2 \times 800 + 185) / (2 \times 1000) = 0,8925$;

$q(a) = (2 \times 15 + 185) / (2 \times 1000) = 0,1075$ ili kraće $q = 1 - p$

40. $p(A) = (2 \times 586 + 1200) / (2 \times 2000) = 0,593$ $q(a) = 1 - p = 0,407$

41. U populaciji od 1200 jedinki utvrđena je sljedeća distribucija genotipova:

AA 400 Aa 600 aa
 200

a) $p = 0,58333$ i $q = 0,41667$.

b) AA bi bilo $p^2 \times 1200 = 408,329$; Aa bi bilo $2pq \times 1200 = 583,335$; aa bi bilo $q^2 \times 1200 = 208,337$

42. Ako je $p = 0,6$, onda je $q = 1 - p = 0,4$. Distribucija heterozigota Aa je $2pq \times 2000 = 960$.

43. Ako je distribucija AA genotipa 421, onda $p^2 \times 1500 = 421 \Rightarrow p = 0,52978$ a $q = 1 - p = 0,470$. Distribucija Aa genotipa je $2pq \times 1500 \approx 747$.

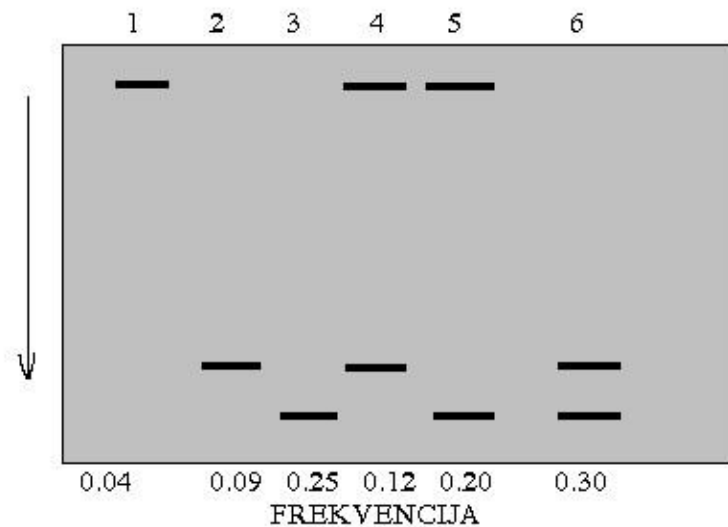
44*. A) Pošto je mladić zdrav, njegovi roditelji su zdravi (tj. ne ispoljavaju simptome oboljenja), a ima oboljelog brata prema Mendelovim pravilima vjerojatnoća da je mladić nosilac "defektnog" alela je $2/3$. Isto važi i za djevojku. Vjerojatnoća da 2 nosioca dobiju oboljelo dijete je $1/4$ pa je vjerojatnoća da će njihovo dijete biti bolesno je: $(2/3) \times (2/3) \times (1/4) = 1/9$.

B) Mladićev prijatelj nije u srodstvu s djevojkom i možemo smatrati da je "nasumično" izabran. Pošto je frekvencija oboljelih $1/40000 \Rightarrow q^2 = 1/40000 \Rightarrow q$ (frekv. "defektnog" alela) =

$\sqrt{\frac{1}{40000}} = 1/200$. Frekvencija nosilaca je $2pq = 0,00995$ pa je i vjerojatnoća da je mladićev prijatelj nosilac $0,00995$ (pošto je rečeno da je zdrav). Vjerojatnoća da je djevojka nosilac je $2/3$, a vjerojatnoća da 2 nosioca dobiju oboljelo dijete je $1/4$ pa je vjerojatnoća da će njihovo dijete biti oboljelo = $(2/3) \times 0,00995 \times (1/4) = 0,0016583$.

45. $q^2 = 1/3600 \Rightarrow q = 1/60 \Rightarrow 2pq = 0,0327778$. Vjerojatnoća da dijete bude oboljelo je: $0,0327778 \times 0,0327778 \times 1/4 = 0,0002686$.

46.* U velikoj populaciji *Mimulus guttatus*, po jedan list je uzet od svake biljke. Listovi su smrvljeni i podvrgnuti gel elektroforezi. Gel je zatim bojen za specifičan enzim X. 6 različitih traka je dobiveno:



a) Postoje 3 pozicije traka (npr. S-spora, i-srednja, F-brza), svaka individua posjeduje ili 1 ili 2 trake, pa je najjednostavnije objašnjenje da su prisutna 3 alela jednog lokusa (npr. A^S, A^i, A^F), a individue sa 2 trake su heterozigoti. Dakle 1=S/S, 2=i/i, 3=F/F, 4=S/i, 5=S/F, 6=i/F.

B) Frekvencija A^S je $f(S) = 0,04 + (1/2)(0,12) + (1/2)(0,20) = 0,20$

Frekvencija A^i alela je $f(i) = 0,09 + (1/2)(0,12) + (1/2)(0,30) = 0,30$

Frekvencija A^F alela je $f(F) = 0,25 + (1/2)(0,20) + (1/2)(0,30) = 0,50$

C) Hardy Weinbergove frekvencije genotipova su:

$(p+q+r)^2 = p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 0,04 + 0,09 + 0,25 + 0,12 + 0,20 + 0,30 = 1.$

Dakle, populacija jeste u ravnoteži.

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

11. Može li muškarac krvne grupe B- biti otac djeteta krvne grupe A+ ako je majka AB+ (heterozigot za Rh)? Predvidi vjerojatnost za rađanje takvog djeteta!

11. ♀ AB+ \Rightarrow $I^A I^B Rh^+ Rh^-$ \Rightarrow da bi dijete bilo A+ majka mora biti heterozigot za Rh
 ♂ B- \Rightarrow $I^B i Rh^- Rh^-$ \Rightarrow da bi dijete bilo A+, otac mora biti heterozigot za B
dijete A+

P: $I^A I^B Rh^+ Rh^-$ x $I^B i Rh^- Rh^-$

G: $I^A Rh^+$
 $I^A Rh^-$
 $I^B Rh^+$
 $I^B Rh^-$
 x
 $I^B Rh^-$
 $i Rh^-$

genotip jajnih stanica

gamete oca (spermiji) tj. njina GENOTIP!

F₁:

	$I^B Rh^-$	$i Rh^-$
$I^A Rh^+$	$I^A I^B Rh^+ Rh^-$ AB+	$I^A i Rh^+ Rh^-$ A+
$I^A Rh^-$	$I^A I^B Rh^- Rh^-$ AB-	$I^A i Rh^- Rh^-$ A-
$I^B Rh^+$	$I^B I^B Rh^+ Rh^-$ B+	$I^B i Rh^+ Rh^-$ B+
$I^B Rh^-$	$I^B I^B Rh^- Rh^-$ B-	$I^B i Rh^- Rh^-$ B-

traženi fenotip djeteta (A+) i njegov genotip ($I^A i Rh^+ Rh^-$)

vjerojatnost (p) = $\frac{1}{8}$ \leftarrow = $\frac{1}{8} \cdot 100\% = 12,5\%$

11. Križali smo grašak crvenih cvjetova i zelenih sjemenki s graškom bijelih cvjetova i zelenih sjemenki. Ako su crvena boja cvijeta i žuta boja sjemenke dominantni nad bijelom bojom cvijeta i zelenom bojom sjemenke, a prva biljka je homozigot s obzirom na boju cvijeta, označi alele, prikaži križanje i predvidi potomke (fenotip i genotip) u F1 generaciji! Kako nazivamo takvo križanje u kojem istovremeno pratimo 2 svojstva?

11) GRAŠAK

ljubičasti
~~C~~ - crveni cvjetovi
 c - bijeli cvjetovi
 Z - žuta sjemenka
 z - zelena sjemenka

DIHIBRIDNO
 KRIŽANJE

P: CCZZ x cczz

G: (CZ) x (cz)

F₁: CcZz ⇒ genotip svih potomaka

ljubičasti
~~crveni~~ cvjetovi
 zelene sjemenke } ⇒ fenotip —||—

4) ~~Šansa~~ da zdrava ♀ i ♂ daltonist imaju ~~bolnog sina~~?
 Vjerojatnost sina daltonista

P: X^DX^D x X^dY

G: (X^D) x (X^d) (Y)

F₁: X^DX^d X^DY ⇒ genotip. potomaka

žena nositeljica zdrav muškarac ⇒ fenotip —||—

vjerojatnost za bolnog sina p = 0 tj. 0%

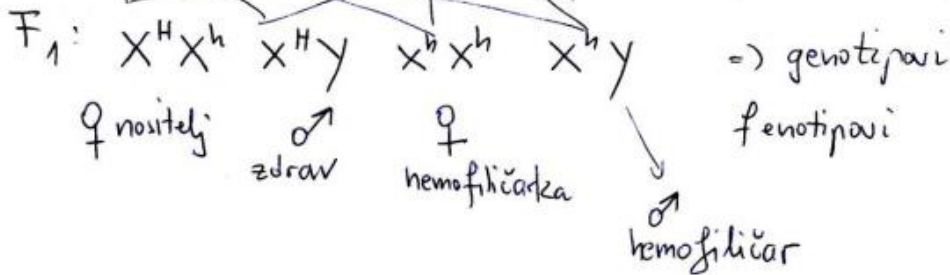
1. Prikaži križanje žene nositeljice hemofilije i muškarca hemofiličara. Objasni rezultate!
2. Muškarac s neurofibromatozom - heterozigot (dominantna autosomalna bolest) i zdrava žena imaju sina s neurofibromatozom. Prikaži križanje i objasni rezultate i vjerojatnost za takvo dijete!
3. Majka sa srpastom anemijom ima sina nositelja s. anemije. Može li mu muškarac nositelj srpaste anemije biti otac? Ako može, prikaži križanje i objasni rezultate i vjerojatnost za takvo dijete!
4. Napiši sve gamete koje može stvoriti osoba genotipa: TtccHhddXX

(pod pretpostavkom da se aleli za svako svojstvo nalaze na različitim parovima homolognih kromosoma! - razmisli zašto je to bitno!!)

5. Ako je slijed nukleotida u lancu DNA koji služi kao kalup: TAC ATG AGC CCC TTT
 - a) napiši slijed nukleotida u mRNA
 - b) koliko će aminokiselina sadržavati polipeptid nastao translacijom tog niza - navedi ih! Kako su aminokiseline povezane?
 - c) izmijeni mRNA mutacijom - delecijom (na proizvoljnom mjestu). Napiši slijed aminokiselina!

① P: $X^H X^h \times X^h Y$

(fenotip: žena nositeljica hemofilije × muškarac hemofilikar)



② N - alel za neurofibromatozu
n - alel za "normalan fenotip"

♂ s neurofibromatozom - heterozigot: $NnXY$

♀ zdrava: $nnXX$

sin s neurofibromatozom !

P: $NnXY \times nnXX \Rightarrow$ genotipovi roditelja

G: $nX \rightarrow$ genotip jajne stanice

NX	$NnXX$	♀ s n. fibromatozom
NY	$NnXY$	♂ s n. fibromatozom
nX	$nnXX$	♀ zdrava
nY	$nnXY$	♂ zdrav

Fenotipovi djece

genotip spermija

traženi genotip djeteta
→ -||- Fenotip -||-

vjerojatnost: $\frac{1}{4} = 25\%$

③ majka sa srpast. anemijom: $Hb^S Hb^S XX$

sin nositelj: $Hb^A Hb^S XY$

otac nositelj: $Hb^A Hb^S XY$

P: $Hb^S Hb^S XX \times Hb^A Hb^S XY$

GENOTIPOVI
SPERMIJA

G: $(Hb^S X) \times (Hb^A X) (Hb^S X) (Hb^A Y) (Hb^S Y)$

F₁: $Hb^A Hb^S XX$ $Hb^S Hb^S XX$ $Hb^A Hb^S XY$ $Hb^S Hb^S XY$
♀ nositeljica ♀ sa srpastom anemijom ♂ nositelj ♂ sa srp. anemijom

traženi genotip/fenotip
djeteta

vjerovatnost: $\frac{1}{4} = 25\%$

④ diploidni genotip: $TtccHhddXX$

moćne gamete: $TcHdX$

$TchdX$

$tchdX$

$tchdX$

⑤ DNA: TAC ATG AGC CCC TTT

a) mRNA: AUG UAC UCG GGG AAA

b) aminokis: Met - Tyr - Ser - Gly - Lys

PET (5) AMINOKISELINA - POVEZANE PEPTIDNIM VEZAMA

c) mRNA: AUG ~~UAC~~ UCG GGG AAA
mutacijom je izbrisao jedan nukleotid (DELECIJA)

mutirana mRNA:
(delecija): AUG ACU CGG GGA AA...

aminokis. u polipeptidu: Met - Thr - Arg - Gly -