**Populacijska genetika**

Populacijo predstavljajo osebki iste vrste. Živijo istočasno na določenem območju in se lahko med seboj uspešno plodijo (imajo plodne potomce).

Če opazujemo zunanjo podobo populacije, lahko ugotovimo, da je raznolika ali enolična.

Enoličnost populacije povzroča predvsem nespolni način razmnoževanja ali samooploditev. Nespolni način razmnoževanja omogočajo mitotične delitve. Potomec ima enega starša, ki mu je genetsko identičen in predstavlja njegov klon (rastline, bakterije – enocelični organizmi, enocelične rastline in živali – mitoza – evcita). Pri mnogoceličnih organizmih je nespolno razmnoževanje značilno za rastline in glive, je pa redko pri živalih.

Nespolno razmnoževanje pri rastlinah:

* s čebulicami (tulipani)
* z gomolji (krompir)
* z živikami (vrtne jagode, jagodnjak)
* z zarodnimi brstiči

Rastline lahko tudi umetno nespolno razmnožujemo s podtaknjenci (lastnimi, stebelskimi, koreninskimi), s cepiči (cepljenje – sadno drevo).

Najnovejša metoda nespolnega razmnoževanja rastlin so tkivne oz. necelične strukture. Na ta način vzgojimo neokužene, zdrave rastline. Od matične rastline vzamemo posamezne celice oz. košček tkiva nediferenciranih zdravih celic, ki ohranijo sposobnost celičnih delitev. To je tvorno tkivo ali meristen. In jih gojijo v hranilnem mediju. Celice so heterotrofne. Celice se razmnožujejo, nato dodajo rastlinske hormone, ki sprožijo diferenciacijo celic in razvoj rastlinskih organov.

Nespolno se razmnožujejo manj razvite, primitivne mnogocelične živali:

* spužve
* ožigalkarji

Način razmnoževanja: brstenje ali delitev osebka.

Edini nespolni način razmnoževanja pri višjih organizmih lahko razumemo kot nastanek enojajčnih dvojčkov. Umetni način je kloniranje.

Kloniranje po sistemu ovce Dolly poteka tako, da zamenjajo jedro v oplojeni (zigoti) jajčni celici z jedrom telesne celice osebka, ki ga želijo klonirati.

Drug način posnema naravno dogajanje ob nastanki enojajčnih dvojčkov. To pomeni razdelitev morule na več delov.

Terapevtsko kloniranje omogoča vzgojo celic določenega človeka, s katerimi nadomestijo poškodovana ali odmrla tkiva (koža, sečni mehur, hrustančno, kostno tkivo). S tem se izognemo imunskemu odzivu (telo ne sprejme), ki se sproži ob presaditvi organov ali tkiv.

**Samooploditev**

Je možna le, če je osebek dvospolnik ali hermafrodit – razvite ima oboje spolne organe. Pa še v tem primeru je samooploditev pogosto preprečena. Dvospolniki so nekatere manj razvite živali (zajedavci, talne živali), ki bolj redko pridejo v stik drug z drugim (paraziti: veliki metljaj, trakulja, deževnik, vrtni polž).

Med temi se lahko samooplodi samo trakulja. Trakulja živi v tankem črevesu običajno sama in edini način spolnega razmnoževanja je samooploditev (različni potomci, različne gamete). Pri drugih živalih pa dvospolnost samo poveča možnost oploditve.

Dvospolnost je značilna za rastline. Vse rastline, ki imajo v cvetu prašnike in pestiče, so dvospolne. Tiste, ki se samooprašijo, se tudi samooplodijo.

Oprašitev je prenos cvetnega prahu s prašnikov na pestiče. Samooprašitev je pogosto preprečena. Najpogosteje z zamikom dozorevanja ali namestitvijo prašnikov oz. pestičev.

Če pride do samooprašitve in samooploditve, nastanejo v populaciji čiste linije, kar močno zmanjša njeno raznolikost. Čiste linije so potomci homozigotnih staršev, ki so nastali s samooploditvijo in so zato genetsko enaki svojim staršem.

Pri spolnem načinu razmnoževana nastajajo vedno nove kombinacije dednih zasnov in s tem se raznolikost populacije povečuje. Vsa živa bitja se spolno razmnožujejo. Nekatera vedno, druga pa občasno.

Nespolno se razmnožujejo v ugodnih pogojih in tako zagotovijo rast populacije, spolno pa se v neugodnih, večja raznolikost, ki tako nastane, poveča možnosti preživetja populacije.

Način razmnoževanja nadzirajo geni. Ti se občasno spreminjajo in tako tudi način razmnoževanja. Če je sprememba v danem trenutku za vrsto ugodna, se taka sprememba v populaciji uveljavi, če ne, osebki s tako spremembo propadejo.

Nespolno razmnoževanje je torej ugodno za vrsto, ki živi v stabilnih razmerah, na katere je dobro prilagojena.

Genski sklad sestavljajo geni vseh osebkov v populaciji. Zastopanost alelov nekega gena v populaciji (genskem skladu) je različna.

Celota vseh alelov nekega gena je 1.

Vsi osebki, ki nosijo alele z negativnimi značilnostmi, so slabše prilagojeni, in zato propadejo.

Hardy-Weinbergovo načelo velja le ob postavki, da vsi aleli nekega gena dajejo svojim nosilcem enake možnosti v boju za obstanek. V boju za obstanek zmaga tisti, ki ima največ potomcev – tisti ki uspe največ svojih genov prenesti na naslednjo generacijo. To pa v naravi pogosto ne drži.

Pogostnost alelov in zato tudi genotipov se spreminja zaradi naravnega izbora (plenilci, zajedavci, pa tudi abiotski dejavniki – temperatura, vlažnost, svetloba…), spolnega izbora, mutacij, migracij.

Z naravnim izborom se slabi aleli iz populacije izločajo. Aleli, ki povzročijo tako motnjo v funkcioniranju organizma, da ta ne preživi, so letalni aleli. O drugih odloča naravni izbor (ali so koristni, ali ne).

Primer:

* žuželke z zakrnelimi krili
  + V naših krajih take žuželke naravni izbor izloča – hiter plen, ne dobijo dovolj hrane.
  + Na viharnih otokih so žuželke brez kril. Tu naravni izbor izloča krilate žuželke.

Pogostnost takih alelov, ki se izločajo z naravnim izborom, se ustali v populacijo, ko z mutacijami nastane ravno toliko alelov, kot se jih z naravnim izborom izloči. Podobne primer pri človeku je primer anemije srpastih celic.

**Molekularna genetika**

**Nukleinske kisline**

Odkrijejo jih v 19. stol. v jedru, njihov pomen pa šele sredi 20. stol. Najdejo jih še v mitohondrijih, plastidih, ribosomih in citoplazmi.

Po zgradbi so polinukleotidi (največje biopolimere – so tudi beljakovine, škrob, celuloza). Sestavljene so iz večih nukleotidov – to je monomera.

Nukleotid je sestavljen iz treh molekul, ni enostavna molekula:

* fosfat
* pentoza (ogljikov hidrat – monosaharid)
* organska baza – dušikove in ciklične

Imamo dve vrsti pentoz:

* riboza 🡪 RNK (ribonukleinska kislina)
* deoksiriboza 🡪 DNK

Po vrsti pentoze se nukleinske kisline ločijo med seboj

Ločimo dve skupini baz:

* **pirimidinske** (imajo en obroč)
  + citozin
  + timin 🡪 nahaja se samo v DNK
  + uracil 🡪 nahaja se samo v RNK
* **purinske** (dva obroča)
  + adenin
  + guanin

Citozin, adenin in gvanin se nahajajo tako v DNK, kot tudi v RNK. Nukleotidi se imenujejo po bazah, nukleinske kisline pa po pentozah.

Nukleotidi (8 različnih) imajo pomembno vlogo v celici:

* prenašanje energije ATP
* prenašanje H2 (NADP, NAD, FAD)

Nukleotidi se povežejo v polinukleotid, tako da se pentoza enega poveže s fosfatom naslednjega. Tako so med nukleotidi močne fosfodiestrske vezi. RNK molekule (strukturna razlika) so iz ene polinukleotidne verige, DNK pa iz dveh.

Kemična: pentoza in timin, uracil

Dve polinukleotidni verigi (v DNK) sta povezani z vodikovimi vezmi med bazami.

Nastaneta dva para:

* adenin – timin 🡪 dve vezi A T
* citozin – guanin 🡪 tri vezi C G

Povežeta se lahko le purinska in pirimidinska baza in baze, ki tvorijo enako število vodikovih vezi. Nastanejo komplementarne baze.

Struktura molekule DNK je bila odkrita 1953 (Nobelova nagrada) 🡪 dvojna vijačnica 🡪 dve polinukleotidni molekuli, ki se spiralasto zavijata okrog namišljene osrednje osi in sta vedno enako narazen.

Značilnosti DNK:

* DNK molekula ima sposobnost samopodvojevanja
* DNK vsebuje dedne (genetske) informacije

**Podvojevanje DNK**

DNK se podvoji pred vsako celično delitvijo (izjema mejoza II.). Tako se podvojijo tudi dedne informacije. Med celično delitvijo se DNK pravilno razporedi v obe hčerinski celici. Posledica tega je, da se dedne informacije nespremenjene prenašajo iz ene v drugo generacijo celic.

Vodikove vezi med bazami se cepijo, molekula DNK se postopno razpre kot zadrga. Na proste baze v obeh polinukleotidnih verigah se vežejo prosti komplementarni DNK nukleotidi. To omogoča encim DNK polimeraza.

Vzdolžno se nukleotidi povežejo v polinukleotidno verigo z encimom ligaza. Tako ob obeh matičnih polinukleotidnih verigah nastajata dve novi polinukleotidni verigi. Ti dve sta identični.

Samopodvojevanje DNK omogočata:

* dve polinukleotidni verigi
* komplementarnost baz

Poleg encimov omogočajo podvojevanje DNK še prosti DNK nukleotidi in ATP.

**Dedne informacije**

Dedne informacije v DNK določa ganski kod. Različne lastnosti imamo zato, ker imamo različne beljakovine.

Pomen beljakovin:

* gradijo vse celične strukture, medceličnine 🡪 kri, hrustanec, strukturne molekule
* so encimi 🡪 zagotavljajo delovanje
* hormoni 🡪 zagotavljajo delovanje

Raznolikost beljakovin je odvisna od zaporedja aminokislin (nešteto kombinacij). Imamo 20 različnih aminokislin. Da govorimo o beljakovini, rabimo 51 aminokislin.

DNK ima z genskim kodom kodirano informacijo za zaporedje vseh aminokislin v beljakovinah, ki nastajajo v celicah organizma.

Zaporedje nukleotidov (4 različni v DNK) določa zaporedje aminokislin v beljakovinah s kodami ali šiframi.

Zaporedje treh nukleotidov določa eno aminokislino. To je koda ali šifra za eno aminokislino. Zaporedje treh nukleotidov 🡪 nukleotidni triplet ali kodogen (v DNK je 64 različnih). Vseh 64 se jih porabi. Trije kodogeni so nesmiselni, ker ne določajo aminokisline. Imenujemo jih tudi STOP kodogeni, ker so na koncu dedne informacije za beljakovino. Odsek, del molekule DNK, ki določa eno molekulo beljakovine ali polipeptida je gen. STOP kodogeni so na koncu gena.

Koliko zaporednih nukleotidov vsebuje odsek DNK, ki določa beljakovino z 150 aminokislinami? 450

Eno aminokislino lahko določa več različnih kodogenov. 🡪 Genski kod je degeneriran.

Na osnovi dednih zapisov v celici nastajajo beljakovine. Pri tem pa sodelujejo različne molekule RNK. Dedno informacijo ima DNK v celičnem jedru, sinteza beljakovin pa poteka na ribosomih (v citoplazmi, na granularnem endoplazmatskem retikulumu).

1. **RNK** molekule prenašajo dedno informacijo z jedra na ribosome. mRNA = oRNK (obveščevalna RNK)
2. **tRNA** = pRNK (prenašalna RNK) 🡪 Ta prenaša v pravilnem vrstnem redu aminokisline s citoplazme na ribosome.
3. **rRNA** = ribosomalna RNK 🡪 Je sestavni del ribosomov.

Centralna dogma govori o tem, da se dedna informacija prenaša vedno iz DNK na RNK in iz RNK na polipeptid. Prepiše se v procesu transkripcije ali prepis (iz DNK na RNK), iz RNK na polipeptid pa se prevede v procesu translacije.

Vse molekule RNK nastajajo v procesu transkripcije. Ta je podoben podvojevanju.

**Transkripcija**

Transkripcijo omogočajo prosti nukleotidi, ATP in RNK polimeraza. To je encim, ki prepozna mesto začetka transkripcije na kodogeni verigi (prepozna zaporedje nukleotidov – ve, na katere se lahko veže). Na tem mestu se DNK razpre (razcepijo se vodikove vezi med bazami). Na proste baze v DNK se vežejo prosti komplementarni RNK nukleotidi. Ko se povežejo vzdolžno (ligaza), nastane RNK molekula, ki se sproti ločuje od DNK in potuje skozi pore v jedrnem ovoju v citoplazmo.

mRNA – prenaša informacije

mRNA skupaj z beljakovinami sestavljajo ribosome in omogočajo drsenje ribosomov vzdolž mRNA molekule.

tRNK molekule prenašajo aminokisline na ribosome in imajo značilno prostorsko strukturo (trije kraki).

Na en krak se veže določena aminokislina. Drugo pomembno mesto na drugem kraku je antikodon. To je zaporedje treh nukleotidov, ki je komplementarno tistemu kodonu v mRNA, ki določa aminokislino, ki jo ta tRNA prenaša.

DNA ima kodogene. Ti se v procesu transkripcije prepišejo v kodone na mRNA (nosi isti zapis). Kodoni se v procesu translacije prevedejo v aminokislino (prevajalci so tRNA).

**Translacija**

Translacija je prevajanje zaporedja kodonov v mRNA v zaporedje aminokislin v polipeptidu.

mRNA se pritrdi na ribosom. Ribosom nato postopno drsi ob mRNA (to omogočajo mRNA molekule). Pri tem se na mRNA izmenjujejo kodoni. Nanje se z antikodoni vežejo tRNA molekule.

Prva tRNA prinese na ribosom prvo aminokislina na polipeptidu, nato se na naslednji kodon pritrdi druga tRNA z drugo aminokislino. Med obema aminokislinama nastane peptidna vez. To omogoči sprostitev prve tRNA molekule z ribosoma in zdrs ribosoma za en kodon naprej. Nanj se pripne tretja tRNA molekula in postopek se ponavlja.

Proces se ponavlja do STOP kodogena. Takrat se polipeptid odcepi od zadnje tRNA molekule. Sprosti se tudi ta in mRNA molekula se loči od ribosoma.

Ista mRNA molekula potuje skozi več ribosomov – polisomi. Na vsakem ribosomu nastane beljakovina. Polisom omogoča nastanek večjega števila enakih mol. beljakovin.

Polipeptid ima šele primarno strukturo beljakovinske molekule. Ta določa tudi njeno sekundarno, terciarno ali celo kvartarno zgradbo. Pri encimih se običajno veže na beljakovino še nebeljakovinski del.

Končno zgradbo dobijo beljakovine šele v endoplazmatskem retikulumu oz. v Golgijevem aparatu.

**Mutacije**

So dedne spremembe genotipa 🡪 celotna DNK nekega osebka.

kariotip 🡪 vsi kromosomi nekega osebka

Imamo več vrst sprememb. Spremeni se lahko:

* število in vrste nukleotidov
* zaporedje oz. razporeditev genov (gen – odsek na kromosomu)
* število kromosomov (mongoloidnost)

Mutacije so lahko spontane (brez vzroka). Do teh pride z napakami pri podvojevanju DNK. Lahko pa so inducirane. Te povzročajo mutageni dejavniki (radioaktivno sevanje, kemične snovi).

Značilnosti, pomen mutacij: So neusmerjene spremembe. Niso odgovor na vpliv iz okolja. So naključne. Lahko so škodljive (lahko povzročijo propad osebka – so letalne) ali koristne. Od okolja je odvisno, ali je mutacija koristna. Pri nekaterih mutacija (pri tistih, ki niso letalne) o koristnosti odloča naravni izbor. Vsi osebki, ki so nosilci slabih mutacij, se z naravnim izborom iz populacije izločajo.

Modifikacije so usmerjene 🡪 vemo kakšno spremembo bo povzročil dejavnik. Odgovor na vpliv iz okolja 🡪 osebek je bolj prilagojen na okolje.

Koristne mutacije se zelo hitro razširijo in uveljavijo, ker dajejo njihovim nosilcem boljše možnosti za razmnožitev. Z mutacijami nastajajo novi geni, novi aleli. So vir genetskih variacij in edine kvalitetne spremembe genotipov, ki omogočajo evolucijo.

**Genske (točkaste) mutacije**

Tu pride do spremembe samo enega gena.

Vrste genskih mutacij:

* zamenjava nukleotidnega para
* izpad ali vrin nukleotidnega para

**Zamenjava nukleotidnega para**

Povzročajo jo analogi organskih baz. To so kemično spremenjene baze, ki zato spremenijo način povezovanja. Lahko se spremeni število H2 vezi. Do zamenjave pride po trikratni podvojitvi molekul DNK.

Tak analog organskih baz je bromuracil, ki je enociklična spojina in lahko tvori dva ali tri vodikove vezi, zato lahko nadomesti tako citozin kot timin.

Zaradi zamenjave nukleotidnega para se spremeni en kodogen, ki lahko določa drugo aminokislino, npr. lencine 🡪 proline, degenerirani kodogeni – določajo isto aminokislino 🡪 zato se dedna informacija v tem primeru ne spremeni.

**Posledice v fenotipu**

Mutirani aleli se običajno izražajo recesivno. Primer genske mutacije je anemija srpastih celic.

Tu je spremenjena molekula hemoglobina. To je molekula iz štirih polipeptidov (kvartarna struktura). Tu se zaradi zamenjave ene aminokisline v dveh betaverigah od štirih polipeptidnih verig hemoglobinu spremeni oblika eritrocitov pri homozigotih. Posledic je več in povzročijo smrt osebka. Heterozigoti pa so zaščiteni pred malarijo, zato je pogostnost anemije v teh deželah večja.

**Izpad oz. vrin nukleotidnega para**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| arg | cys | ala | gly | stop |
| GCT | ACA | CGT | CCA | ATT |
| CGA | TGT | GCA | GGT | TAA |

kodogena veriga 🡪 nosi dedno informacijo

Če se cepijo fosfodiestrske vezi, lahko izpade ali se vrine nukleotidni par.

Od mesta vrina oz. izpada so vsi kodogeni spremenjeni. Tako določajo druge aminokisline. Velikost spremembe je odvisna od tega, kje je nastal izpad ali vrin. Beljakovina, ki jo kodira tak gen, je tako spremenjena, da ni funkcionalna.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| GTA | CAC | GTC | CAA | TT |
| CAU | GUG | CAG | GUU | AA |
| His | Val | Gin | Val |  |

**Kromosomske mutacije**

Imamo več različnih: sprememba zaporedja in števila genov, ki nastane zaradi lomljenja kromosomov (crossing over).

Lomljenje kromosomov lahko povzročajo žarčenja, nekateri kemični mutageni. Posledice so različne, zato ločimo več vrst kromosomskih mutacij.

Glede na to, kaj se z odlomljenim koščkom kromosoma zgodi, razlikujemo:

* translokacijo
* delecijo (košček se odlomi)
* inverzijo
* duplikacijo

Posledice:

* Kromosomske mutacije povzročijo spremembo lege genov na kromosomih. To lahko spremeni njihovo aktivnost in nastanek onkogenov.
* Lahko se spremeni število genov v genomu, kar spremeni količino genskih produktov, ki nastajajo v celici. To lahko zavre ali pospeši presnovo celic.
* Spremenjena oblika (velikost) kromosomov povzroči motnje v poteku mejoze. To lahko privede do neplodnosti.
* Kromosomske mutacije so pogosto vzrok spontanih splavov.

Druga vrsta kromosomskih mutacij so številčne kromosomske mutacije (spremeni se število kromosomov v genomu osebka). Lahko posameznih kromosomov ali pa garnitur kromosomov. Do te napake pride pri mejozi. V poteku mejoze, kjer se eden ali vsi bivalenti v anafazi I. ne ločijo, zato oba dobi ena celica, druga pa nobenega.

* **trisomija** (2n + 1) 🡪 če se gameta z nadštevilnim kromosomom oplodi z normalno gameto, ima en nadštevilen kromosom
* **monosomija** (2n – 1) 🡪 po oploditvi tiste gamete, ki ga nima, nastane zigota, ki ji en kromosom manjka

Trisomija pri človeku je značilna za 21. kromosom in za spolne kromosome (Downov sindrom = mongoloidnost). Pri ostalih kromosomih so take mutacije letalne. V fenotipu se kaže več posledic take mutacije, ki povzroči motnje v telesnem in duševnem razvoju.

Znane so še:

* monosomija XO (ženska ki ji X manjka) 🡪 Turnerjev sindrom.
* XXY 🡪 Klinefelterjev sindrom 🡪 moški ima en X preveč, razvije ženske znake

**Poliploidija** 🡪 Je številčna kromosomska mutacija, ki nastane zaradi popolnega nerazhajanja bivalentov v anafazi I., zato se pomnoži število garnitur.

Gamete bodo diploidne (2n) + monoploidna gameta (1n) 🡪 3n (triploid)

2n + 2n 🡪 4n tetraploid

4n + 4n 🡪 8n oktoploid

Poliploidi so značilni samo za kulturne in okrasne rastline (lubenice). Potrebujejo boljše pogoje za življenje, ki jih v naravi nimajo. Tako so se iz šipka razvile vrtnice. Ali iz neužitnih banan v užitne, vrtne jagode iz divjih. Poliploidi imajo večje plodove, okusnejše in hranljivejše plodove, ali večje, lepše in bolj bogate cvetove.

Pri žitaricah so združili več poliploidnih sort pšenic in tako združili njihove koristne lastnosti.

Problem poliploidov , ki imajo liho število garnitur (npr. banane, ki so triploidne) so motnje v poteku mejoze, zato so neplodni (ni semen v bananah). Lahko se razmnožujejo samo nespolno – vegetativno razmnoževanje.

**Mutageni dejavniki**

Raznolikost vrste povzročajo mutacije, modifikacije in spolni način razmnoževanja (rekombinacije). Edine kvalitetne spremembe genotipa so mutacije. Te so neusmerjene, naključne spremembe in v večini primerov škodljive. Koristne mutacije omogočajo evolucijo.

Mutacije so lahko spontane in nastanejo brez zunanjega vzroka. To so napake pri podvojevanju DNK. Že od nekdaj pa so v zunanjem okolju prisotni dejavniki, ki jih povzročajo.

Dedne so samo mutacije, ki nastanejo v gametah. Spremembe genotipa v telesnih celicah se ne dedujejo, vendar lahko povzročajo rakasta obolenja, hitro staranje in propad celic oz. znižano odpornost.

Med mutagenimi dejavniki ločimo:

* fizikalne
* kemične

Med fizikalnimi dejavniki so pogosta sevanja, ki jih delimo na visokoenergetska sevanja (žarki imajo majhno valovno dolžino – radioaktivni, rentgenski, gama žarki). Za njih je značilno, da prodirajo skozi organizem. Pri tem zadevajo ob velike molekule, beljakovine, nukleinske kisline. V katerih se cepijo vezi, nastanejo kemično zelo reaktivne snovi, ki reagirajo in se tako kemično spremenijo. Najbolj izpostavljene pa so sluznice (obnavljanje celic), kostni mozeg (zarodne celice krvnih telesc), spolne žleze.

Žarčenje razdelimo na dve vrsti:

* *nizko energetski žarki* 🡪 UV (velika valovna dolžina)

Prodirajo samo v povrhnjico, ne prodrejo globoko v telo. Pri človeku povzročajo spremembe na koži, dedne spremembe – kožni rak. UV-sevanje je v veliki meri smrtonosno. Pred UV sevanjem nas ščiti ozonska plast O2 + O 🡪 O3

Ozonska plast je nastala šele, ko se je pojavil kisik (rastline) pred 700 milijoni let. Plast ozona je debela nekaj milimetrov. Več ozona se razgradi kot ga nastane (freoni, potisni plini, CFC). Ozon omogoča življenje na kopnem. Voda je dobro zaščitno sredstvo pred UV žarki. DNA vsrkava UV sevanja.

* *rentgenski žarki in radioaktivno sevanje* so visoko energetski žarki (majhna valovna dolžina)

Prodirajo globoko v telo. Sevanja se seštevajo in lahko dosežejo tako količino, da ogrožajo organizem.

Frekvenca pojavljanja mutacij in količina sprejetega žarčenja sta v linearnem odnosu. Pri tem je vseeno, ali je organizem izpostavljen daljšemu šibkemu žarčenju ali enkratnemu visokemu odmerku.

**Kemični mutageni**

To so reaktivne kemikalije, ki delujejo na baze DNK. Predvsem so to alkilirajoče spojine in močni oksidanti. Alikili so radikali ogljikovodikov. Alkile prenašajo na druge molekule in jih tako kemično spremenijo.

Analogi organskih baz delujejo na DNK med podvojevanjem.

Mutagene so lahko tudi nekatere nevarne snovi (kolhicin – snov iz semen jesenskega podleska). Kolhicin prepreči nastanek delitvenega vretena v celicah, ki se delijo. Sproži številčne kromosomske mutacije.

Mutagenost snovi preverjajo z allium testom.

Čebulček gojimo v raztopini, ki vsebuje preiskovano snov in opazujemo rast koreninice. Pri nekaterih lahko opazimo nepravilnosti v rasti in izdelamo mikroskopski preparat celic v koreninskem vršičku, kjer potekajo celične delitve. V preparatu poiščemo celice v metafazi in opazujemo kromosome (kromatogram). Tako lahko ugotovimo kromosomske mutacije (spremembe v obliki, velikosti, številu kromosomov; ne genskih).

**Speciacija ali nastanek novih vrst**

Vrsta je najmanjša osnovna sistematska enota, ki združuje osebke, ki so si podobni v osnovnih značilnostih in se med seboj uspešno plodijo (imajo plodne potomce).

Za vsako vrsto je značilen zaprt genetski sistem – samostojen genski sklad. Geni se lahko izmenjujejo le znotraj iste vrste.

Dejavniki, ki omogočajo nastanek novih vrst so:

* mutacije
* izolacija med populacijami osebkov iste vrste
* naravni izbor

Izolacija je način, ki preprečuje, da bi se med osebki različnih populacij iste vrste izmenjavali geni.

**Genska regulacija**

Gen je aktiven, ko na osnovi informacije, ki jo ima, nastane nek genski produkt.

Smiselno je, da nastane enaka količina encimov (da je ekonomično) za nastanek končnega produkta. Zato se geni prepišejo na isto molekulo mRNA, da hkrati in v enaki količini nastajajo encimi.

Pred strukturnimi geni ležita še dva gena, ki regulirata transkripcijo. To sta promotor in operator. Promotor je prijemališče za encim polimerazo RNK, ki začne transkripcijo. Pozna določeno zaporedje nukleotidov in se nanje veže. Pogoj za transkripcijo je, da se polimeraza specifično veže na promotor.

Regulacijska molekula se veže na operator. Ta odloča, ali se bo polimeraza vezala na promotor. Na oprijemališču ne poteka transkripcija.

Promotor, operator in vse strukturni geni predstavljajo operon. Operon je ena enota transkripcije.Regulacijska molekula je beljakovina, zato imamo tudi zanjo gen – regulacijski gen. Ta gen je izven operona.

Dve vrsti regulacijskih molekul (delujejo antagonistično):

* represorji
* aktivatorji

Če se represor veže na operator bo zavrl transkripcijo, aktivator pa obratno.

Če je represorska molekula vezana na operator, transkripcija ne poteka, če pa se nanj ne more vezati, transkripcija poteka.

Dve vrsti represorjev:

* aktivni (procesi razgradnje) 🡪 lahko se vežejo na operator in preprečujejo transkripcijo
* inaktivni (procesi sinteze) 🡪 transkripcija poteka, ker se ne more vezati

Aktivnost obeh regulirajo elektronske molekule. To so snovi, ki nastanejo pri celični presnovi ali snovi, ki se nahajajo v okolju celice.

Laktoza deluje kot elektronska molekula enduktorji, ki se povežejo z aktivnimi prepresorji. Ti postanejo neaktivni, ločijo se od promotorja, geni so aktivni, transkripcija lahko poteče.

Elektronske molekule so lahko tudi korepresorji, če se povežejo z inaktivnim represorjem, postane ta aktiven, z vezavo na operator prepreči transkripcijo in aktivnost genov.

Laktoza v okolju celice deluje kot induktor in tako sproži aktivnost genov. Snovi, ki nastajajo pri sintezi pa korepresorji, ki zavirajo transkripcijo in aktivnost genov.