**1. CELICA**

**Biologija – veda in znanost o življenju in živih bitjih**

Življenje je proces samoohranjevanja živih bitij. Prepoznamo ga po posameznih življenjskih procesih: prehranjevanje, presnavljanje, izločanje, razmnoževanje, dednost, rast, razvoj, čutnost, odzivanje in prilagajanje na dražljaje. Višje razvita bitja še dihanje, učenje.

**4. pogoji za življenje**

1. prisotnost **izbirno propustnih molekul**, skozi katere kontrolirano prehajajo snovi v celice in iz njih.

2. **biokemijske reakcije,** med katerimi poteka izgradnja in razgradnja organskih molekul.

3. **geni s kodiranimi sporočili** o zgradbi beljakovin, potrebni za potek reakcij.

4. **mehanizmi, ki preprečujejo škodljive reakcije.**

**BAZIČNA ZNANOST** – izsledki, ki za vsakdanje življenje nimajo vrednosti ≠ **APLIKATIVNA ZNANOST**

**Področja biologije**

**ANTROPOLOGIJA** - veda in znanost o človeku

**MIKROBIOLOGIJA** - veda in znanost o mikroorganizmih

**TAKSONOMIJA** - -…- o prepoznavanju skupin sorodnih organizmov

**SISTEMATIKA - -**…**-** o razvrščanju živih bitij v pregledne prikaze glede na sorodnost, podobnost,…

**MORFOLOGIJA** - preučevanje oblike živih bitij

**FIZIOLOGIJA** - preučevanje posameznih delov tkiv, organov, organizmov

**GENETIKA** - veda o pojavih v zvezi z dednostjo

**MOLEKULARNA BIOLOGIJA** – veda o molekulah in njihovih pretvorbah v živih bitjih

**EKOLOGIJA** - veda in znanost o razmerjih med živimi bitji in okoljem

**EMBRIOLOGIJA** - veda in znanost o zarodkih

**PALEONTOLOGIJA -** veda o živih bitjih iz preteklosti

**NEVROFIZIOLOGIJA** - veda o delovanju živčnih sistemov – možganov

**HIPOTEZA –** ali domneva je nepreverjen sklep na to kako naj bi se neka znanstvena raziskava končala oz. kakšne rezultate naj bi prinesla. Temelji pa na **DEJSTVIH**, te pa postavimo s **podatki,** ki so lahko **KVANTITATIVNI** (količina, teža, temperatura, velikost) ali **KVALITATIVNI** (kakovost – z opazovanjem ali s pomočjo čutil ali z različnimi inštrumenti)

**METODA** – načini reševanja problema (opazovanje, meritve, poizkus)

**EKSPERIMENT** – namenska dejavnost, s katero skušajo znanstveniki kaj ugotoviti ali preveriti.

**HIPOTEZA** → večkrat dokazana = **ZAKON** → brez odstopanj = **DOGMA**

**TEORIJA –** nedokazano a splošno priznano znanstveno spoznanje → splošno priznanje = **NAUK** = razlaga za sklop pojavov v okviru splošnega pojava

 Mikroskop

**OPTIČNI DELI:** leče oz. sistem leč (LEČJA), objektiv, okular, kondenzor

**MEHANSKI DELI:** mikro in makro meter,..

SVETLOBNI MIKROSKOP: 0,2 µm ločljivost

**Celična teorija**

(19. stol) celica je temeljna gradbena in dejavna enota živih bitji in delitev celic omogoča prenos dednih informacij iz materinske v hčerinske celice.

RASLINSKA C.: 1. vakuola s celičnim sokom,

2. škrobno zrno, 3. citoplazma, 4. celična membrna 5. tonoplast, 6. celična (neživa) stena, 7. piknja, 8. osrednja lamela, 9. kloroplast

ŽIVALSKA C.: 1. zrna glikogena, 2. jedrni ovoj(r), 3. jedro(r), 4. jedrce(r), 5. kromatin(r), 6. centriol,

7. sekrecijska zrna, 8. citoplazma(r), 9. celična membrana(r)

**KROMATIN –** v začetku jedrne delitve se preoblikujejo v kromosome

- kadar je jedro v osrednjem delu celice, več manjših vakuol pa ob robu, je citoplazma, ki obdaja jedro, s citoplazmo ob celični membrani povezana s citoplazmatskimi trakovi.

- v rastlinski celici so plastidi – s klorofilom so **KLOROPLASTI**, brez pa **LEVKOPLASTI**. Če se v Levkoplastih nalaga **škrob** = **AMILOPLAST**.

**Neživa celična stena iz več plasti**

-V njej so **PORE** (skozi njih povezane citoplazme sosednjih celic)- ti mostički se imenujejo **PLAZMODEZME**.

Rastlinska celica brez celične stene = **PROTOPLAST**

- **BIČKI, MIGETALKE** (rastl. In žival. C.) – nitasti izrastki

- **CELIČNI ORGANELI –** vsak ima določeno funkcijo – celične strukture

- V citoplazmi so **ORGANSKI ORGANELI** – iz membran, vsak ima svojo zgradbo in vlogo, njihove membrane delijo citoplazmo na med seboj ločene prostore = **PREDELKE**.

**Enomembranske strukture**

**- ENDOPLAZMATSKI RETIKULUM:** splet različno oblikovanih prostorov obdanih z membranami. Ti so cevaste ali sploščene mehurjaste tvorbe – **CISTERNE**. Cistern je več, ležijo ena nad drugo. Prostori med seboj povezani in tvorijo mrežasto strukturo. Če so na površju endoplazmatskega retikula zrnati organeli = **RIBOSOMI**, je to **zrnati endoplazmatski retikulum**, brez ribosomov pa **gladki ER**.

**- RIBOSOMI:** si iz RNK in beljakovin. Omogočajo sintezo beljakovin (v citoplazmi tudi prosti ribosomi). Na zrnatem ER se sintetizirajo beljakovine, ki jih celica izloča ali pa vgrajuje v svoje tvorbe.

- **GOLGIJEV APARAT:** membrane tvorijo sploščene cisterne, ki ležijo ena nad drugo. V njem poteka priprava produktov, ki jih celica izloča in priprava membran za obnavljanje celične membrane.

- od cisterne najdlje od jedra, se odcepijo mehurčki (vezikli), s temi snovmi in potujejo do celične membrane, se z njo zlijejo in vsebina se izprazni ven.

- **LIZOSOMI:** vezikli z prebavnimi encimi. Nastanejo z odcepljanjem od GOLGIJEVEGA APARATA, tako kot vezikli, ki jih celica izloča. Sodelujejo pri celični prebavi. Snovi, ki jih celica sprejme kot hrano so obdane z membrano, ki je po izvoru del celične membrane. Tako nastane **ENDOCITOTSKI VEZIKEL**. Ta se zlije z enim ali več lizosomi → v istem veziklu hrana in prebavni encimi → nastala struktura = **PREBAVNA VAKUOLA** ali **SEKUNDARNI LIZOSOM** → v njih poteka prebava celičnih struktur – tudi poškodovanih ali takih, ki jih celica več ne rabi.

**Dvomembranske strukture**

**- MITOHONDRIJ:** zunanja membrana brez gub, notranja močno nagubana. Navznoter usmerjene gube so grebenaste ali cevaste oblike.

2. ločena prostora: - **prostor med zunanjo in notranjo membrano**

2. ločena prostora: - **prostor znotraj notranje membrane**

Vsebina osrednjega dela je **MITOHONDRIJSKI MATRIKS**. Osnovna funkcija je celično dihanje, pri čemer se sintetizirajo energijsko bogate molekule ATP. V njih tudi mDNK in ribosomi, zato se nekatere beljakovine sintetizirajo samostojno.

**- PLASTIDI:** (značilni za rastlinske celice)

Po zgradbi podobni mitohondrijem. Najpomembnejši so tisti v katerih poteka fotosinteza (**KLOROPLASTI**). V notranjosti kloroplastov so številne **TILAKOIDE** – cevaste ali diskasto razširjene strukture, nastajajo z gubanje notranje membrane kloroplasta.

-skladovnice diskastih delov = **GRANA**, vsebina prostora med tilakoidami = **STROMA**.

V tilakoidnih membranah so fotosintetska barvila (**KLOROFIL**) in snovi, ki med fotosintezo omogočajo prenos elektronov, v njih tudi encimi (za fotosintezo), drugi encimi pa so v notranjem prostoru kloroplasta, tam tudi kloroplastna DNK in ribosomi.

- **kloroplasti:** različnih velikosti in oblik (pri višjih rastlinah lečaste oblike = KLOROFILNA ZRNA

- **levkoplasti:** plastidi, kjer celica shranjuje rezervne snovi. V tistih, ki se nalaga škrob = AMILOPLASTI

V citoplazmi tudi

 **Nitaste (fibrialne) strukture**

- Sodelujejo pri gibanju znotraj celic (potovanja veziklov, premeščanje kromosomov med delitvijo jedra).

- Gibanje znotraj celic lahko povzroči premikanje celic samih.

- Nitaste strukture gradijo tudi notranje ogrodje celice = **CITOSKELET** = omrežje nitastih tvorb.

V citoplazmi 3 vrste nitastih struktur:

 - **MIKROTUBOLI:** cevkaste tvorbe R= 25 nm (iz molekul beljakovine TUBOLINA)

 - **MIKROFILAMENTI:** nitke 7 nm (iz molekul beljakovine AKTINA)

 - **INTERMEDIARNI FILAMENTI:** nitke 10 nm

- Nekatere nitaste strukture nastajajo z zdrževanjem manjših beljakovinskih molekul. Ko se te molekule razdružujejo, nitaste strukture začasno izginjajo. Pri delitvi jedra se v začetku pojavi **delitveno vreteno** iz mikrotubulov, ob koncu delitve pa izgine.

- **Biček in migetalke:** s celično membrano obdana skupina mikrotubulov. Njuna zgradbaje enaka, razlika le v dolžini (biček je eden, migetalk je več). Bički in migetalke v citoplazmo zasidrani z…

- **BAZALNIM TELESOM:** Iz mikrotubulov, nujno za razvoj bička oz. migetalke.

**- CENTRIOL:** Popolnoma enaka zgradba kot bazalno telo, značilen le za živalske celice, v celici navadno 2 v bližini jedra, sodeluje pri celični delitvi.

**- CITOSOL:** tekoč del citoplazme med celičnimi strukturami. V njem potekajo kemijske reakcije. Sestoji iz vode, ionov, molekul, aminokislin, sladkorjev,… V njem so encimi, vmesni in končni produkti presnove.

**Jedro – informacijsko središče celice**

**- JEDRNI OVOJ:** iz 2-eh membran in OBJEDRNEGA PROSTORA med njima. Zunanja membrana povezana z membrano ERja, objedrni prostor pa z prostorom ERja.

Ribosomi na površini zunanje membrane jedrnega ovoja (kot pri ER-ju). Pore omogočajo nadzorovano izmenjavo snovi med jedrom in citoplazmo.

- v jedrni DNK je večina dednega zapisa = informacija celice. Molekule DNK so povezane z jedrnimi beljakovinami – **HISTONI**. V jedru, ki se ne deli, so tanke DNK povezane v nitast preplet **KROMATIN**. V začetku jedrne delitve se te niti zvijejo v krajše in debelejše strukture **– KROMOSOME**.

- **JEDRCE:** celična tvorba, v kateri se sintetizirajosestavni deli za kromosome.

- **VLOGA JEDRA:** Na podlagi informacij v molekuli DNK, usmerja dogajanje v celici. Te informacije se med delitvijo celice prenašajo v novonastale celice.

**- CELIČNA MEMBRANA:** Je zunanji del celice. Skozi njo prehajajo snovi v celico in ven. Je iz lipidnega dvosloja in beljakovinskih molekul, ki so razporejene mozaično in stalno spreminjajo svojo lego-plavajo v lipidnem dvosloju. Na zunanji strani so oligosaharidne molekule vezane na beljakovine ali lipide.

- Podobno zgradbo imajo tudi vse druge membrane v celici. Vse membrane, ki gradijo celico = **BIOTSKE MEMBRANE**.

**Preprostejše celice**

- **PROKARIONSKE:** (bakterije) ni jedra, so manjše

**- EVKARIONSKE:** imajo jedro in so večje

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **PROKARIONSKE** | **EVKARIONSKE** |
| **Velikost** | Med 0,5 in 8 µm | Med 10 in 100µm |
| **Jedrni ovoj** | ni | Je |
| **Jedrce** | ni | Je |
| **Delitev** | Brez sodelovanja delitvenega vretena ( cepitev) | Z sodelovanjem delitvenega vretena (mitoza, mejoza) |
| **Endopl. R, Golg. Aparat** | ni | Sta |
| **Mitohondrij** | ni | Je |
| **Plastidi** | ni | So |
| **Nitaste citoplazmatske strukture** | ni | Vse tri vrste |

- **Fotosintetske bakterije:** edine prokarionske celice, ki imajo membranske strukture. (modrozelene bakterije)

**Biogeni elementi**

- **ŽIVLJENJETVORNI (BIOGENI) ELEMENTI:** ogljik, vodik, kisik, dušik, fosfor, žveplo, kalcij in magnezij

MAKROELEMENTI: ogljik, vodik, kisik, dušik, fosfor, žveplo. Ti so v organizmih v velikih količinah.

V manjših količinak so…

MIKROELEMENTI: železo, natrij, baker, bor, klor,…

Vsi so potrebni za normalen potek življenja. Od vseh molekul je sestavni del ogljik.

- **VODA:** 20 do 85% v različnih tkivih. Najmanj je je v kostnem tkivu, največ v možganskih celicah. Vstopa v mnoge reakcije (reaktant) ali pa izstopa (produkt). To se dogaja med celično presnovo, taki sproščeni vodi pravimo **metabolna voda**. Ta je prosta in lahko spet vstopa v reakcije.

Pomemben vir kisika vodikovih atomov. Ena najpomembnejših lastnosti je **POLARNOST** in tako tvori vodikove vezi.

**- prosta voda:** ves čas na razpolago

- **HIDRATACIJSKI OVOJ:** ovoj vode okrog ionov. To je vezana voda in se ne more sprostiti in sodelovati v kemijskih reakcijah.

- združuje in absorbira toplotno energijo.

**Ogrodje organskih molekul iz ogljikovih atomov**

**- Organske molekule:** ogljikovi hidrati, beljakovine (proteini), jedrne kisline, maščobe (lipidi)

- Podenote – MONOMERI = **BIOMONOMERI:** enostavni sladkorji, aminokisline, nukleotidi (podenote nukleinskih kislin) ti se združujejo v POLIMERE.

- **OGLJIKOVI HIDRATI:** Organske molekule iz ogljika, vodika, dušika in kisika (razmerje 1:2:1). SPLOŠNA FORMULA: Cm(H2O)

Večina jih je polimerov in so razgradljivi v enostavne sladkorje – monomere.

Če se združita v večjo molekulo dva enaka ali različna monomera = DIMER. (sladkorni dimeri pogosti v rastlinah)

MONOSAHARIDI – enostavni sladkorji

DISAHARIDI – sladkorne dimere

POLISAHARIDI – sladkorne polimere

- V živih bitjih pomembni monosaharidi s 3, 5, 6 in 7 ogljikovimi atomi.

Najpomembnejši pentozi: **RIBOZA** (pomembna še v mol. ATP) in **DEOKSIRIBOZA** (sestavini nukleinskih kislin)

Pomembni heksozi: **GLUKOZA** in **FRUKTOZA**

**- BELJAKOVINE:** ločimo NITASTE in KROGLASTE

V kožnih celicah in kožnih strukturah, ker so sestavni del roževine. Iz njih tudi mikrotuboli in mikrofilamenti (glavno vlogo pri krčenju mišic).

KROGLASTE so zvite v tesno zbite klobčiče, ki se razlikujejo od nitastih po tem, da imajo na površini mnogo električno nabitih skupin, ki molijo v citoplazmo ali proti telesnim tekočinam in omogočajo, da se te beljakovine zlahka razpršijo v topilu.

Večina encimov je kroglaste oblike.

Beljakovine sodelujejo pri celičnih procesih kot encimi oz. hormoni ali njihov sestavni del. Druge so sestavni del celičnih membran in medceličnine ali kožnih tvorb.

To so **STRUKTURNE BELJAKOVINE**. Če jih segrejemo nad 60oC se vezi prekinejo in se **okvari**.

- **NUKLEINSKE KISLINE:** V vseh živih celicah, sestavljene so iz številnih podenot. So v ribosomih, mitohondrijih, plastidih.

Omogočajo prenos dednih sporočil in določajo katere beljakovine bodo nastale v celicah in kdaj. Nukleinske kisline preko beljakovin nadzorujejo življenjske procese. V njih so vse bistvene informacije o celični zgradbi in njenem delovanju. Med delitvijo se informacije prenašajo na hčerinske celice, zato jim pravimo **DEDNE INFORMACIJE**.

So iz biomonomerov-podenot ali NUKLEOTIDOV.

Nukleinske kisline = POLInukleotid

**NUKLEOTID IZ:**

 **-** ostanka fosforne kisline

* sladkorja PENTOZE (RIBOZE ali DEOKSIRIBOZE)
* organske dušikove baze

Te baze so heterociklične, vsebujejo dušik. V nukleinskih kislinah 5 dušikovih baz: A-denin, C-itozin, G-vanin, T-imin in U-racil.

2 nukleotida = dinukleotid

Celica vsebuje več dinukleotidov, ki so pomembni v metabolnih procesih. Eden najpomembnejših = **NIKOTINAMID-ADENIN-DINUKLEOTID** (NAD+) – sprejema in oddaja elektrone in protone. S tem sodeluje pri oksidacijah in redukcijah v celici.

- Baze v DNK so v parih, DNK je sestavljena iz dveh vzporednih verig nukleotidov, ki sta med seboj povezani prek dušikovih baz v nukleotidih.

- Obe verigi nukleotidov se vijačno ovijata okrog druge v nasprotnih smereh (DNK v obliki DVOJNE VIJAČNICE)

- Osnovno ogrodje dveh verig nukleotidov tvorijo sladkorji in ostanki fosforne kisline, prečno pa sta povezani z dušikovimi bazami-

- Baze med seboj povezane z vodikovimi vezmi: A = T, G = C

- DNK z več parov C in G so odpornejše na toploto zaradi trojne vodikove vezi.

- DNK se med seboj razlikujejo po številu nukleotidov in njihovem zaporedju. To zaporedje je pri vsakem organizmu drugačno, v njem so zapisana dedna sporočila, kako naj se celica v organizmu deli in kako naj delujejo.

**Podvajanje DNK**

DNK – nosilka dednih lastnosti

- Celotna molekula se pred delitvijo podvoji, da dobita obe hčerinski celici enaki DNK-dedne lastnosti se prenašajo iz staršev na potomce.

- Pri podvajanju se začnejo na dvojni vijačnici vezi med bazami za povrstjo prekinjati, verigi pa razpirati. Baze nukleotidov postanejo proste in nato se nanje vežejo prosti ustrezajoči se nasprotni nukleotidi iz citoplazme.

- Na novo vezani nukleotidi se med seboj zaporedoma povezujejo s fosfodierskimi vezmi med sladkornimi in fosfatnimi skupinami-nastaja popolnoma enaka veriga, kakršna je bila prej-nastajata komplementarni polinukleotidni verigi.

- Taki, na novo nastali DNK vrigi, sta popolnoma enaki, kot njuna prednica, kar pomeni, da dobita tudi enaki dedni material.

- Za podvojevanje DNK so potrebni energija in encima (**ligaza, DNK-polimeraza**), ki omogočata povezovanje sosednjih nukleotidov. Nastaneta dve **hčerinski DNK**.

- Pred delitvijo celičnega jedra se molekula DNK najprej podvoji, nato pa se začne zavijati in zgoščevati v kromosome. Beljakovinske molekule (DNK ovita v njih), se v rednih presledkih zberejo v skupine vzdolž celotne DNK.

**DNK nadzoruje delovanje in izgradnjo celic pretežno s sintezo beljakovin**

- V molekulah DNK je mnogo navodil za gradnjo mišičnih, živčnih, žleznih,…celic. Zapisana so z simboli-kodirano, tako so v DNK zapisana tudi navodila za gradnjo celic. Skrita so v zaporedju dušikovih baz. Zgradba celic in njihovo delovanje sta pretežno odvisni od beljakovin, zato so **za celice najpomembnejša navodila, katere vrste beljakovin se bodo sintetizirale in kdaj se morajo začeti tvoriti.**

- Za sintezo beljakovin se morajo kodirana navodila za gradnjo najprej prenesti do ribosomov, nato še razvozlati. Pri tem sodeluje več **ribonukleinskih kislin** (RNK).

- Katera beljakovina nastaja, je odvisno od zaporedja nukleotidov v verigi DNK. Zaporedje treh nukleotidov določa vgradnjo vsake aminokisline v nastajajočo beljakovinsko molekulo = **KODOGEN,** ti pa se med seboj razlikujejo le po zaporedju baz. Zaporedje kodogenov na DNK, ki predstavlja kodiran zapis za sintezo enega peptida = **GEN**. Značilnost celice se izrazi, če se aktivira več genov. Vsi geni v celici = **GENOM**.

- Vlogo prenašanja navodil za sintezo beljakovin z nizov nukleotidov na ribosome ima **obveščevalna RNK (mRNK)**. Ta nastane ob delu verige DNK, ki ustreza enemu genu. Pri nastajanju mRNK se na tem mestu dvojna DNK najprej odvija in nato razpre. Na prosta mesta na bazah se začnejo vezati komplementarni nukleotidi RNK. Po bazah razlika, da se namesto T-imina veže U-racil. Obveščevalna RNK je komplementarna ustreznemu delu DNK. Novo vezani nukleotid se s pomočjo encima **(RNK-polimeraze)** povežejo v enojno verigo RNK. Celoten proces nastajanja mRNK = **PREPISOVANJE (transkripcija)**. Novonastala obveščevalna RNK se nato odcepi od DNK in preide skozi poro jedrnega ovoja v citoplazmo, kjer se veže na ribosome. Vezavo omogoča **ribosomska RNK (rRNK)**, ki je sestavni del ribosomov. Aminokisline, ki se na ribosomih povežejo v beljakovine, prenesejo **prenašalne RNK (tRNK)**. V celici preko 40 različnih vrst tRNK, ki na enem koncu vežejo eno aminokislino, z drugim koncem pa se pritrdijo na določeno mesto na mRNK. To je komplementarno kodogenu na DNK in sestoji iz treh zaporednih nukleotidov = **KODON**. Trojico nukleotidov na tRNK, ki se poveže s kodonom pa je **ANTIKODON**. Od antikodona je odvisno, na kateri kodon se bo vezala določena tRNK. Antikodon je enak kodogenu-trojici nukleotidov na DNK. Vsi zapisi kodirani v DNK skupaj = **GENSKI KOD**.

- Obveščevalna RNK ima vlogo prenašanja sporočil od DNK. V njem je zapisano, v katerem zaporedju se morajo na ribosomih aminokisline povezati v določeno peptidno verigo. Kodirano sporočilo se iz zaporedja nukleotidov prenaša v zaporedje aminokislin, pri čemer se prevede. Ta proces je **PREVAJANJE (TRANSLACIJA)**. Med nastajanjem peptida drsita mRNK in ribosom drug ob drugem, tako da kodoni zaporedoma potujejo skozi ribosom. V ustreznem zaporedju se povezujejo tudi aminokisline, ker se na vsak kodon, ki se pomakne v ribosom, zaporedoma veže določena tRNK z vezano določeno aminokislino.

**Organizmi se spreminjajo z mutacijami**

- Dedne spremembe genoma = **MUTACIJE**, dejavniki, ki jih povzročajo = **MUTAGENI**. Bistvo mutacij je sprememba zgradbe in količine DNK. V naravi nastajajo **spontane mutacije**-naključne, čahko so tudi umetno izzvane-**inducirane mutacije**. Z indukcijo se hitrosz mutacij močno poveča.

- Mutacije so v naravi lahko koristne in so dedne. Mutirani osebki dobijo nove lastnosti. Tem pravimo **MUTANTI – mutirani osebki**.

- Več vrst mutacij:

 **- genske**

 **- kromosomske**

 **- genomske**

- Genske nastanejo zaradi kemijskih sprememb v zgradbi posameznega gena. Spremenita se lahko zaporedje ter število nukleotidov v molekuli DNK in s tem posamezen gen. Nukelotidi se lahko tudi zamenjajo ali pa kakšen izpade oz. se vrine dodaten.

- Kromosomske mutacije so spremembe kromosomov, kar največkrat pride med celično delitvijo. Pri ločevanju hčerinskih celic se lahko pretrga na dveh koncih in srednji košček izpade. Iz ponovno nastalih spojenih delov nastane krajši kromosom.

- Pretrgani deli kromosomoa se lahko tudi zlepijo v napačnem zaporedju ali pa se del kromosoma prilepi na drug kromosom. Težke posledice za organizem.

- Pri genomskih mutacijah se spremeni celoten genom. Lahko se pomnoži število vseh ali le nekaterih kromosomov v celici, lahko pa tudi izpadajo. Če se v spolni celici med delitvijo kromosomi ne ločijo, nastane **diploidna** celica, ki se združi s haploidno. Nastane celica **s tremi kompleti kromosomov** – **TRIPLOIDNA CELICA**. Lahko se združijo tudi večploidne celice. Temu pravimo **POLIPLODIJA**, te celice pa so večje od normalnih.

**Lipidi so vir energije in sestavni del membran**

- Med maščobne rastline prištevamo spojine rastlinskega in živalskega izvora, z skupno lastnostjo, da niso topne v vodi, temveč v organskih topilih (bencin). Delimo jih na **enostavne** in **sestavljene lipide**.

Enostavne: **prave maščobe** (masti, olja) in**voski**.

Sestavljene: Biotsko najbolj pomembni **fosfolipidi** in še nekateri npr. **steroidi**.

- Prave maščobe so kemijsko **estri** glicerola in treh višjih maščobnih kislin = **TRIGLICERIDI**. Glicerol in maščobne kisline povezane med seboj z **estrskimi vezmi**. Osnova maščobne kisline je ogrodje iz različnega števila ogljikovih atomov. Estrske vezi se razcepijo s **hidrolizo-**nanje se veže voda. Maščobe razpadejo na glicerol in posamezne maščobne kisline.

- V maščobnih kislinah ogljikovi atomi povezani z enojnimi ali dvojnimi vezmi.

Z enojno vezjo = **NASIČENE**(z vodikom), ko je vsaj ena dvojna vez = **NENASIČENE**.

- Nenasičeni trigliceridi s kratkimi verigami ogjikovodikov so tekoči **(OLJA)**, **MASTI**, pa imajo dolge verige in nasičene maščobne kisline in so trde že pri sobni temperaturi. Nasičene maščobne kisline (pretežno živalskega izvora) se metabolno lažje preoblikujejo v holesterol in so zato v človeški prehrani bolj škodljive kot rastlinske.

- Maščobe se zaradi netopnosti v vodi shranjujejo v telesu v precejšnjih množinah, brez velike količine vode kot topila. Lipidi primerni tudi kot energijska zaloga. Pri vretenčarjih se nalagajo v maščobnih kapljicah v posebnih maščobnih celicah. Njihova energijska vrednost je precej večja od ogljikovih hidratov.

**Fosfolipidi tvorijo dvoslojne lipidne membrane**

- Fosfolipidi so sestavljeni lipidi, v katerih sta dve hidroksilni skupini glicerola zaestreni z maščobnima kislinama, tretja pa s fosforno kislino, ki je ponavadi zaestrena z aminoalkoholom.

- Fosfolipidi pomembni pri gradnji biotskih membran, ker je en del njihovih molekul topen v vodi = **HIDROFILNI DEL** (je glicerol, na katerega je vezana fosfatna skupina, zaestrena z aminoalkoholom), drugi pa ne = **HIDROFOBNI DEL** (tvorita ga dva repa maščobnih kislin). Hidrofilni del lahko z vodo tvori vodikove vezi, hidrofobni pa ne. Zaradi tega se lipidne molekule razporedijo na vodni površini tako, da se hidrofolni del obrne proti vodi, hidrofobni pa štrlijo navzven proti zraku. Če je teh molekul dovolj, lahko enoslojno prekrijejo vodno površino.

- Največkrat fosfolipide voda obdaja z vseh strani, zato se uredijo v dveh plasteh. Hidrofobni konci molekul se obrnejo drug proti drugemu, hidrofilni pa bavzven. Nastane **LIPIDNI DVOSLOJ**, ta pa v vodi tvori kroglice = **LIPOSOME**. Ta zmožnost, da v vodi gradijo kroglice, je bila morda podlaga za stvarjenje prvih membranskih tvorb v evoluciji celice.

**Vitamini so organske spojine, potrebne pri presnovi**

- So življenjsko pomembne fiziološko učinkovite snovi. Organizem jih ne more tvoriti sam, lahko jih sintetizira iz metabolne predstopnje vitaminov-**provitaminov**, ki pa jih dobimo v hrani. Vitamini so različne organske spojine.

Vitamin B spada med amine.

Vtamini – življensko pomembni amini.

Vitamin C sintetizirajo mnoge živali, ljudje ne. Potrebne vitamine lahko sintetizirajo tudi mikroorganizmi, ki živijo v prebavilih. Ljudje odvisni od bakterij, ki tvorijo črevesu vitamina K in B12.

- Vitamini topni v maščobah se lahko shranjujejo v maščobnih tkivih, taki so vitamini A, D, E in K.

Zaradi pomanjkanja:

* **Vitamina C**: bolezen **skorbut**. Zobje izpadajo, močna slabokrvnost.
* **Vitamina B**: bolezen **beriberi**. Prizadene živčevje in skeletne mišice, lahko povzroči oslabelost srčne mišice. Vitamin B pomemben za celični metabolizem. Skupina teh vitaminov = **B-kompleks**.
* **Vitamin A**: potreben za pravilno rast krovnih tkiv, zlasti sluznice. Pomanjkanje lahko privede do slepote.
* **Vitamina D**: bolezen **rahitis**. Potreben za pravilno rast kosti, uravnavanje ravnovesja med kalcijem in fosfati ter sodeluje pri vsrkavanju kalcija iz črevesja. Dobimo s hrano in pod vplivom ultravijoličnih žarkov.
* **Vitamin E**: Nujno potreben pri strjevanju krvi. sodeluje pri delovanju encimov, ter varuje rdeča krvna telesca in pljučno tkivo. Verjetno preprečuje staranje.
* **Vitamini K**: sodelujejo pri delovanju encimov, ter varujejo rdeča krvna telesca in pljučno tkivo. Verjetno preprečujejo staranje celic.

**Prehajanje snovi skozi membrano**

**Membrane celic izbirno prepuščajo različne snovi**

- Snovi prehajajo skozi lipidni dvosloj.

- Celica deluje kot odprti sistem.

- Njena notranjost ločena od okolja s celično membrano, ki je pregrada za snovi, ki se nanehno pretvarjajo in mora biti njihova izmenjava z okoljem stalna.

- Celična membrana je za nekatere snovi prepustna, za druge pa ne (veliko odvisno od velikosti molekul te snovi)

PREBIJEJO: - kisik, CO2, dušik

- Skozi drobne vezi med fosfolipidnimi molekulami

Enako se prehajajo majhne organske molekule glicerol, sečnina

- Od večjih zlahka le take, ki se raztapljajo v lipidih

TEŽKO: - polarni delci, ioni (H+, HCO3-, Na+, K+, Ca2+, Cl-), ki niso topni v hidrofilnem delu lipidnega dvosloja.

NAJTEŽJE: večje polarne molekule (mono in disaharidi, aminokisline)

- Ostale snovi, ki jih celica nujno potrebuje za obstoj, pridejo skozi posebne prehode iz beljakovinskih molekul. Z njihovo pomočjo izbira, katere bodo šle skozi membrano.

- Membrane celičnih struktur so **IZBIRNO PROPUSTNE**. Celice spreminjajo prepustnost membran za isto vrsto delcev.ionov, atomov, molekul.

- Z uravnavanjem kemičnih snovi skozi membrano celice uravnavajo svojo kemično sestavo, zato je kemična sestava citoplazme različna od sestave raztopine zunaj celice.

- Prehajanje je **PASIVNO** ali **AKTIVNO**.

PASIVNO: iz več na manj

AKTIVNO: iz manj na več, potrebna dodatna energija, ki se sprošča med celičnim metabolizmom.

**Majhne molekule in ioni prehajajo skozi membrano z difuzijo**

**- DIFUZIJA:** smerjeno gibanje delcev v smeri padajočega **koncentracijskega gradienta**. Molekule iz okolja sprejmejo toplotno energijo in jo pretvorijo v kinetično, ki omogoča nenehno gibanje.

- Difuzija poteka dokler delci topljenca in topila niso enako razporejeni oz. ko ni več koncentracijske razlike.

- Je temeljni način transporta skozi membrane.

**Osmoza – posebna vrsta difuzije**

- Voda (topilo) za celico potrebna.

- Prehaja c celico skozi celično membrano, ni nujno, da pa tudi topljenci v njej.

- Membrana, ki je večinoma prepustna za eno vrsto snovi = **POLPREPUSTNA**.

- Selektivna difuzija = **OSMOZA**, ko prehaja skozi membrano samo topilo, sila, ki nastane zaradi koncentracijskih razlik = **OSMOTSKI TLAK**.

- **VODNI POTENCIAL CELICE** je sila, ki omogoča vodni tlak skozi membrano, oz. zmožnost, da celica z difuzijo sprejema oz. oddaja vodo.

**Plazmolica, trugor in citoliza so odraz osmotskih pojavov**

- Celica v zelo **HIPOTONIČNEM** (raztopina z manjšo koncentracijo različnih snovi kot v celici) okolju, kot je čista voda, vdira voda v celico še hitreje. Živalska lahko zaradi nežne celične membrane, tako nabrekne, da poči. Ta pojav je **CELIČNI RAZPAD** ali **CITOLIZA**.

- Da se to ne zgodi, so zunanje telesne površine zaščitene z vodoodpornim ogrodjem, ter število osmotsko aktivnih delcev raztopljenih v medceličnini je enako številu istih delcev v citoplazmi = **IZOTONIČNO OKOLJE**.

- Ko dežuje, je koncentracija topljencev nizka, zaradi snovi raztopljene v citoplazmi je notranjost rastlinske celice **HIPERTONIČNA** glede na okoliško tekočino. To je **TRUGORSKI TLAK** ali **TRUGOR**. Nastane zaradi osmoze, ko v celico doteka voda, tlak na celično steno se pa poveča. Omogoča nabreknjenost celic in rastline se držijo pokonci, če celice izgubljajo vodo, ki czdržuje TRUGOR, rastlina veni.

- Ko je koncentracija topljenca zunaj celice višja, kot znotraj nje. Začne celica zaradi osmotskih procesov izgubljati vodo – se manjša. Lahko se tako skrči, da celična membrana odstopi od celične stene = **PLAZMOLIZA**, če se celice prenesene v HIPOTONIČNO okolje = obraten proces, **NABREKNJENJE (DEPLAZMOLIZA)**.

**Za transport snovi proti naraščajočemu koncentracijskemu gradientu potrebuje celica dodatno energijo**

- Celica mora za transportirati mnoge molekule in ione iz notranjosti ven ali obratno. V smeri višje koncentracije.

- črpanje delcev skozi membrane proti višjemu koncentracijskemu gradientu poteka z dotokom dodatne energije. Celica aktivno usmerja delce proti višjemu konc. gra. = **AKTIVNI TRANSPORT**. Zanj so potrebne posebne prenašalne beljakovine = **MEMBRANSKE ČRPALKE**, katerih energijski vir so molekule **adenozin trifosfat (ATP),** ki se sintetizirajo pri celičnem metabolizmu. Tak transport zato samo v živih celicah.

**Večje količine snovi prehajajo skozi membrano z endocitozo in eksocitozo**

- **ENDO** in **EKSOCITOZA** je aktiven proces, ki potrebuje energijo iz ATP.

ENDOCITOZA: zajame snovi zunaj nje – ko zajame velike trde delce = **FAGOCITOZA** ali **CELIČNO POŽIRANJE**, ko pa zajame tekočino = **PINOCITOZA** ali **CELIČNO PITJE**.

- Pri sprejemanju in izločanju sodeluje membrana.

- Membrana objame kapljico ali trdi delček, nastane mehurček, ki se odcepi in nato notranji mehurček = **vakuola** ali **endocitotski vezikel**. Združi se s primarnim lizosomom v **prebavno vakuolo** (sekundarni lizosom), kjer poteka celična prebava (intenzivna endocitoza v belih krvničkah, ki požira bakterije).

EKSOCITOZA: nastane od endocitoze.

- Izloča se večje količine uporabnih snovi, ki so se v celici sintetizirale in nerabne razkrojke presnove (metabolite), ki so zbrani v izločalnih mehurčkih = **sekrecijskih vakuolah** ali **veziklih**.

- V stenah kapilar je način prenosa snovi samo z ENDO in EKSOCITOZO.

**Organizem kot energijski sistem**

**Organizmi izkoriščajo pretvarjanje ene oblike energije v drugo za biotsko delo**

- Organizmi so **ENERGIJSKO ODPRIT SISTEM**, ki nenehno sprejemajo, pretvarjajo, shranjujejo in oddajajo energijo, ki jo nujno potrebujejo za življenjske procese oz. ohranjanje življenja.

- Za življenjske procese rabijo le tisto energijo, ki jo lahko porabijo za celično delo, preostala se sprosti kot toplota.

- Deli, ki poteka v organizmih = **BIOTSKO DELO**.

Več vrst: prenos molekul skozi membrane, osmotsko nabrekanje celic, sinteze večjih molekul,…

- Energijo v različnih oblikah iz okolja pretvarjajo v kemijsko. Shranjujejo jo s sintetiziranjem v večje organske molekule v celici. Molekule, ki vsebujejo energijo = **kemijska potencialna energija**. Iz njih sprostijo energijo, ko jo potrebujejo za delo, pri tem jo pretvarjajo v druge oblike in opravljajo delo.

- **PROSTA ENERGIJA** – tisti del, ki se pri pretvorbi lahko izkoristi za opravljanje dela.

- Pri pretvorbi kemijske energije v mehansko = delo mišice, pri pretvorbi v električno pa živčno tkivo.

- Za opravljanje biotskega dela se nikoli ne izrabi vsa energija, precejšen del uide kot toplota.

- Ta se zaradi posebnih mehanizmov, ki omogočajo postopno pretvarjanje kemijske energije v primarno obliko za opravljanje biotskega dela, sprošča postopno.

- Ko molekule sprejmejo toploto = večja hitrost in hitreje potekajo kemijske reakcije, pri katerih se odvija pretvorba kemijske energije. TOREJ: del toplotne energije izkoristijo za pospeševanje kemijskih reakcij.

- Pri nizkih temperaturah reakcije počasneje potekajo ali pa sploh ne.

**Avtotrofen in heterotrofen način pridobivanja energije**

- **AVTOTROFNI:** sposobni sami sintetizirati organske snovi iz anorganskih s pomočjo svetlobe ali z oksidacijo nekaterih organskih snovi. To so RASTLINE in nekatere PROKARIONTE.

- **BIOSINTEZA:** procesi, pri katerih se v organizmu sintetizirajo snovi z višjo energijsko vrednostjo od izhodnih snovi oz. z več proste energije.

- Najpomembnejša je **FOTOSINTEZA**, njen končni produkt je veliko proste energije (sladkorji, škrob, olja). Dovolj je je tudi za sintezo drugih molekul, potrebnih za gradnjo in delovanje celic. Prosta energija shranjena v vezeh, ki se sprošča, ko se molekule razgrajujejo v osnovne spojine.

- Organske molekule, ki jih sintetizirajo avtotrofi, so vir energije HETERITROFNIM ORGANIZMOM, ki tega se pomočjo svetlobe,… niso zmožni narediti. Energijo dobijo z zaužitjem energijsko bogatih molekul.

- Dotok in poraba morata biti usklajena

- Dotok večji od porabe = energijske zaloge v obliki založnih snovi.

- Dotok manjši od porabe = izrablja energija iz rezervnih snovi ali pa organizem propade.

**Hiter pritok energije za celično delo omogočajo energijsko bogate fosfatne vezi v ATP**

- Za sprotno shranjevanje potencialne kemijske energije so najboljše spojine s fosfatnimi vezmi, najbolj uporabne, ATP, ki potujejo na mesta, kjer je potrebna energija za delo in se tam cepijo.

- S tem organizmu omogoči, da se energija sprošča postopoma in v dovolj veliki količini.

**Med presnovo se prosta energija veže ali sprošča**

- **Presnova**, procesi kjer potekajo snovne energijske pretvorbe v organizmu.

- Pri presnovi se ene stvari pretvarjajo v druge, kar je povezano s sproščanjem energije.

- Presnovni procesi potekajo na določenih mestih ib po določenem zaporedju = **METABOLNIH POTEH**, pri katerih potekajo kemijske spremembe v številnih zaporedjih in spojinah.

- Pri vsaki stopnji se nekaj energije sprosti, ki se porabi za delovanje ali tvorbo mnogih organskih molekul.

- 2 SKUPINI METABOLNIH POTI:

**1.** spadajo vse biokemijske reakcije, pri katerih se večje molekule postopoma razgrajujejo – se energija sprošča = **RAZGRAJEVANJE**.

**2.** iz manjših molekul nastajajo večje = **IZGRAJEVANJE**, za njihovo sintezo je potrebna energija. Osnovni vir avtotrofov je SVETLOBA ali kemijska energija iz anorganskih molekul. Heterotrofi pa dobijo energijo s katabolizmom.

- Katabolne in anaerobne reakcije so povezane, večinoma pa ne potekajo v istih delih celice.

- Pri rastlinah – ANABOLIZEM ogljikovih hidratov v kloroplastih, KATABOLIZEM pa v citoplazmi in mitohondrijih.

**Za začetek vsake metabolne reakcije je potrebna aktivacijska energija**

- Molekule udeležene v metabolnih procesih, pri običajnih temperaturah prapočasne, da bi med seboj reagirale (premalo kinetične energije) in premagale **ENERGIJSKO PREGRADO**, potrebno za začetek biokemijske reakcije.

- **AKTIVACIJSKA ENERGIJA** = energija, ki jo molekule dodatno potrebujejo, da vstopijo v kemijsko reakcijo.

- Dobijo jo pri metabolnih reakcijah ali iz okolja v obliki toplote.

- Zvišanje temperature pospeši metabolne reakcije.

- Pri mnogih primerih je v organizmih dovolj kinetične energije za premagovanje energijske pregrade pri običajnih temperaturah, pri številnih pa bi potrebovali zelo visoko temperaturo, pri čemer bi beljakovine v organizmih razpadle.

- Da bi to preprečili imamo katalizatorje, ki omogočajo oz. imajo zmožnost zniževanja energijske pregrade, da poteče reakcija – reakcija lahko poteče pri nizkih temperaturah.

- **KATALIZATOR** sodeluje v reakciji, vendar se pri tem ne spremeni, niti porablja. Veže se na regirajočo molekulo, zniža njeno aktivacijsko negijo, da se reakcija lahko začne. Takoj po tem se katalizatorska molekula sprosti in veže z naslednjo regirajočo molekulo.

- Katalizator ne vpliva na smer reakcije, le na hitrost.

**Encimi – vrsta katalizatorjev v živih bitjih**

- Katalizatorji v živih bitjih = **BIOKATALIZTORJI**.

- Najvžnejši so **ENCIMI**, ki delujejo v notranjosti celic, nekateri zunaj (v prebavnem traktu), (encimi AMILAZA v slini, razgrajuje škrob).

- Encimi povečajo hitrost reakcij, posledično se hitreje sprošča energija za delo, temperatura se poviša. Oboje prispeva k premagovanju energijske pregrade.

- **PODLAGA (SUBSTRAT)** = snov, s katero encim reagira.

- Encimska molekula se združi z molekulo substrata in nastane KOMPLEKS ENCIM – SUBSTRAT. Njuno delo se prostorsko sklada, lahko primerjamo s skladnostjo ključa in ključavnice.

- Pri taki vezavi se aktivacijska energija zmanjša in reakcija zlahka poteče, za tem encim odcepi od nove molekule in se veže z naslednjo molekulo SUBSTRATA.

- **AKTIVNO MESTO** ali **AKTIVACIJSKI CENTER** = tisti del encimske molekule, ki se prostorsko prilega substratni molekuli.

- Posamezni encimi delujejo le na eno vrsto subtrata, drugi na več, če so si substrati kemijsko zelo podobni.

- Številni encimi vsebujejo poleg beljakovinskega dela še nebeljakovinski del – KOENCIM, ki je sestavni del aktivnega mesta.

- Vlogo koencima imajo tudi vitamini (B-kompleks), mikroelementi (železo, baker, kolbat).

- Na encimsko aktivnost polek temperature vplivajo še mnogi dejavniki. Npr.: **antibiotiki** zavirajo delovanje bakterijskih encimov. Na vretenčarske encime pa ne delujejo, pH, koncentracija substrata in encima.

- Če je pH nizek je na encimu več prostih pozitivnih nabojev. Nekateri v kislem okolju bolje, kot v alkalnem, zlasti, če je na substratni molekuli več negativnih nabojev. Tudi v različnih delih prebavne poti, kjer pH ni enak, se delovanje encimov razlikuje.

**IMENIVANJE:**

- encimi, ki cepijo ogljikove hidrate = KARBOHIDRAZE

- encimi, ki cepijo maščobne molekule ali lipide = LIPAZE

- encimi, ki cepijo škrob = AMILAZE

- encimi, ki cepijo nukleinske kisline = NUKLEAZE

- Pogosto imenujemo po vezeh na katere delujejo. Npr. na peptidno vez delujejo PEPTIDAZE.

**Hitrost presnove lahko določamo**

- Najmanjša hitrost metabolizma, ki organizem še ohranja pri življenju = **BAZALNI METABOLIZEM**.

- Sprošča se le toliko energije kolikor je telo potrebuje za preživetje.

- Bitja z višjo telesno organizacijo rabijo več energije, kot nižje razviti organizmi.

- Pri nizkih temperaturah encimi ne morejo več hitro zniževati aktivacijske energije, zato so se razvile toplokrvne živali, katerih telesna temperatura je višja od okolice, lahko pa se zaradi vpliva okolja podhladijo ali pregrejejo.

- Pri fizičnem delu se sprosti veliko toplotne energije, ki se mora odvesti iz telesa. Če se to ne zgodi, se lahko poškodujejo živčne celice v možganih, ki so najbolj občutljive na visoko temperaturo.

- MRZLOKRVNE ŽIVALI: njihova telesna temperatura in energijski procesi odvisni od okolja.

**Snovne in energijske pretvorbe v celici – celični metabolizem**

**Preden celica lahko izkoristi molekule za sproščanje energije, jih mora razgraditi na manjše enote**

- Celica za obstoj potrebuje energijo, ki se sprošča iz energijsko bogatih snovi. Enostavnejše: enostavni sladkorji, maščobne kisline in aminokisline, lahko celice dobijo z aktivnim transportom iz okolja. Za to potrebujejo energijo, ki pa jo dobijo več z razgradnjo teh molekul.

- Večje molekule: polisaharidi in beljakovine, katere encimi razgradijo v monosaharide in beljakovine v aminokisline, katere potem celica sprejme, ker uni ne morejo čez membrano.

- Kadar celica dobi več enostavnih energijsko bogatih snovi, kot jih lahko porabi, nastajajo iz njih kompleksnejše, vendar organizmu lastne snovi, ki se kopičijo v celicah.

- Energijo večjih energijsko bogatih molekul lahko celica izkoristi šele tedaj, ko jih razgradi c manjše.

**V organizmih se energija sprošča v oksidoredukcijskih procesih**

- Večina energije se sprosti iz organskih molekul pri cepitvi vezi med vodikovimi in ogljikovimi atomi. Iz enostavnih energijsko bogatih molekul se odcepljata s pomočjo posameznega encima po 2 vodikova atoma hkrati. Vežeta se na končni prejemnik, ki je pri večini organizmov kisik. Pri tem nastane voda, znaten del sproščene energije se izkoristi za delo.

- Snov, ki pri reakciji elektron odda = **REDUCENT**, snov, ki ga sprejme pa **OKSIDANT**.

- **OKSIDOREDUKCIJSKE REAKCIJE** so reakcije, pri katerih prehajajo elektroni z reducenta na oksidant.

- Lažje se snov sprejme, močnejši je oksidant, za reducente velja obratno.

- V celici so prvi prenašalci vodikovih protonov (in elektronov) molekule **DINUKLEOTIDE** (najpomembnejša NIKODINAMID ADENIN DINUKLEOTID – NAD+).

- Nastane iz vitamina, nikotinska kislina.

- NAD+ prenaša od energijsko bogatih molekul vodikove protone in vezne elektrone z enega mesta v celici na drugo oz. iz enega procesa v drugega.

**Energijski metabolizem je del metabolizma, pri katerem se sprošča energija za delo**

- Za sproščanje energije iz glukoze so se razvile posebne metabolne poti.

- Ta del metabolizma **ENERGIJSKI METABOLIZEM**.

- Glukoza je dobila vlogo osrednje energijsko bogate snovi, najvažnejši vir vir energije za večino organizmov.

- Začetni del glukoze je povsod enak. V začetnem delu poteka razgradnja sladkorja = **GLIKOLIZA**.

- Tu se sprosti zelo malo energije. Iz te osnovne stopnje se je razvilo več različnih procesov, ki sledijo glikolizi, ki se razlikujejo po tem, katere snovi so končni sprejemnik elektronov in protonov. Če je končni prejemnik vodikovih elektronov in protonov organska spojina = **CELIČNO DIHANJE**.

- Vrenje vedno brez O2, celično dihanje pri redkih organizmih brez O2,  večinoma z O2.

- Zaporedje metabolnih procesov brez O2 = **ANAEROBNE METABOLNE POTI**, s udeleženjem kisika = **AEROBNE METABOLNE POTI**.

- Koliko energije se sprosti iz energijsko bogate molekule je odvisno od končnega prejemnika vodikovih protonov in elektronov.

- Pri anaerobnih poteh končni prejemnik, kisik in glukoza ne oksidirajo popolnoma. Na koncu ostanejo manjše molekule, ki imajo še večino proste energije (etanol, mlečna kislina). Organizem ne izkoristi vse energije.

- Med aerobnimi procesi, nastajata CO2 in voda, ki vsebujeta malo energije = **večji energijski izkoristek**.

**Vrenje in celično dihanje se začneta z glikolizo**

- Glikoliza je encimski proces, med katerim se heksoza (glukoza) razgradi na dve triozi (piruvata). Sprosti se nekaj energije.

- Glikoliza poteka v citoplazmi v več stopnjah:

**1.** molekula glukoze postane čim manj stabilna, da jo encimi lahko začnejo lažje razgrajevati = SE GLUKOZA AKTIVIRA.

- Pri tem sodelujejo dve molekuli ATP iz katerih se na glukozno molekulo vežeta z energijsko bogatima vezema dve fosfatni skupini (PO43-) = **FOSFORILACIJA**.

**2.** Nestabilna glukozna molekula se razcepi na dve molekuli sladkorja GLICERALDEHIDA, ki sta triozi, vsaka od njiju ima po eno fosfatno skupino.

**3.** Od vsakega GLICEROLALDEHIDA se nato odcepita po dva vodikova atoma s čimer TRIOZI izgubita del proste energije.

- Med glikozo se elektrona in protona vodikovih atomov preneseta na dve molekuli prenašalca NAD+ → nastaneta **2 NADH + H+**. Čeprav NAD+ prevzame od dveh vodikovih atomov oba elektrona in en proton, drugi proton pa se sprosti v citoplazmo, govorimo o **PRENAŠALCU VODIKOV**.

- Pri odcepu vodikov od molekule trioze se nekaj energije sprosti in deloma porabi za vezavo fosfatne skupine na vsako triozo. Ti fosfatni skupini pa izvirata izmed prostih fosfatnih skupin, ki se nahajajo v citozolu. Ko sta na vsako triozo vezani dve fosfatni skupini, sta s tem triozni molekuli aktivirani.

- Nazadnje se obe fosfatni skupini odcepita od trioz in pripojita molekuli ATP, pri čemer se energija prenese v novo nastale molekule ATP.

- Med glikozo nastanejo 4 molekule ATP, ker se dve molekuli porabita za aktivacijo naslednje molekule glukoze pri nadaljnji glikolizi.

- Del energije vezan tudi v dveh molekulah NADH + H+. na koncu glikolize nastaneta dve molekuli **piruvata** s po tremi ogljikovimi atomi.

- Piruvat nastaja med razgradnjo sladkorjev in med razgradnjo maščob in glicerola in nekaterih aminokislin.

- **PIRUVAT** = končni produkt GLIKOLIZE.

- Procese, ki sledijo glikolizi razlikujemo glede na vsto končnega oksidanta – snovi, ki nazadnje sprejme visokoenergijske elektrone in protone.

- Molekule NADH + H+ delujejo v večini celic kot energijske transportne snovi, ki prenašajo vodikove atome z visoko energijskimi elektroni na druge oksidante.

- Če prenos elektrona in protona z NADH + H+ nebi potekal, bi molekule NAD+ zasitile in glikoliza bi se ustavila.

**Pri vrenju je končni prejemnik elektronov piruvat**

 - **VRENJE** = biokemijski proces, med katerim sproščajo celice energijo iz energijsko bogtih snovi na anaerobni način.

- Kadar v vodi ni močnejših oksidantov je piruvat pri vrenju končni oksidant. Ko sprejme od NADH + H+ visokoenergijske elektrone in protone, se pretvori v mlečno kislino. Zaradi večjega deleža vodika vsebuje ta kislina več energije kot piruvat.

- Metabolna pot, kjer glikolizi sledi nastajanje mlečne kisline = **MLEČNIKISLINSKO VRENJE**. Poteka v bakterijah mlečnokislinskega vrenja in mišicah, ko primanjkuje kisika.

- Pri **ALKOHOLNEM VREJU** kvasovke spreminjajo glukozo v etanol. Tu se odcepi poseben encim od piruvata CO2. Ostane spojina z dvema CO2-jema(acetilaldehid), ki sprejme dva vodika in se pretvori v etanol (C2H5OH).

- Energijski izkupiček pri vrenju je shranjen v dveh molekulah ATP.

- Kemijska energija se iz energijsko bogatih molekul v celicah prenese na molekule ATP, primerne za dovajanje energije za vse druge celične procese. Pri vrenju od celotne energije glukozne molekule sprosti in izrabi približno 5% energije. Preostala v obliki potencialne kemijske energije shranjena v mlečni kislini ali alkoholu.

**Celično dihanje se začne z Krebsovim ciklom**

**- CELIČNO DIHANJE** = dokončna oksidacija snovi v celicah, kjer se iz organskih snovi sprošča energija = zaporedje oksidacij in redukcij.

- Pri ANAEROBNEM DIHANJU (najbolj razširjen tip) sprejme na koncu elektrone kisik, nato se veže še s protoni in nastane voda. Vodikovi atomi se s pomočjo encimov postopno cepijo od preostankov glukoze in se vežejo na prenašalce vodika. Največkrat so to molekule NAD+ (a ne edine).

- 1. prenašalci prenesejo vodikove atome do drugih, ti pa po večiniprenašajo naprej le elektrone.→ Kisik ne dobi elektronov in protonov neposredno od molekule NADH + H+, ampak preko mnogih prenašalcev.

- Te molekule sestavljajo ustaljeno zaporedje = **DIHALNA VERIGA**. Vsaka naslednja molekula v tej verigi je boljši oksidant od prejšnje. Zato elektroni s protoni ali pa sami prehajajo z enega prenašalca na drugega, pri tem se energija postopno sprošča. Molekule dihalne verige so na notranji strani membran mitohondrijev.

- Do tja prenašajo vodik pretežno molekule NADH + H+.

- **Da lahko NAD+ in drugi prenašalci prevzamejo vodikove atome in jih prenesejo do dihalne verige, mora potekati KREBSOV CIKEL.**

- Celično dihanje poteka v mitohondrijih. Piruvat prihaja iz citoplazme v mitohondrije skozi njihove membrane. Nadaljni metabolni procesi potekajo v dveh stopnjah:

 **1.** - **Nastajanje aktivirane ocetne kisline**

 **2. - Krebsov ciklus**

**1.** Aktivirana ocetna kislina nastaja v mitohondrijih tako, da s posebnimi encimi od piruvata odcepijo CO2 in dva vodikova atoma, ki se vežeta na NAD+. Produkt tega procesa = **aktivirana ocetna kislina**, ta vstopa v 2. metabolni proces…

**2.** Krebsov cikel, kjer med drugim nastaja citronska kislina. Aktivirana ocetna kislina vsebuje visoko energijske elektrone, vstopi v Krebsov cikel. Združi se z oksalacetatom, ki je vedno prisoten v celicah. Nastane spojina s 6-imi ogljikovimi atomi, citrat. Od nje se encimi postopno odcepljajo po en CO2 in dva vodika. Najprej nastane spojina s 5-imi ogljikovimi atomi, kasneje s 4-imi. Ta se združi z novo aktivirano ocetno kislino in metabolni krog se sklene.

- Bistvo krebsovega cikla je prenos energije iz preostanka sladkorne molekule na molekulo NAD+. Del te energije se pozneje porabi za sintezo molekul ATP.

- Pri evkarionskih celicah poteka glikoliza v citoplazmi, nastajanje ocetne kisline in Krebsov cikel pa v mitohondrijih. Zato piruvat, ki nastaja med glikolizo, prehaja iz citosola v mitohondrije.

- Tudi v Krebsovem ciklu se med razgrajevanjem ostankov glukoze sprošča CO2, ki prehaja skozi membrane z difuzijo in se izloča iz celic. Iz ene molekule piruvata se sprostijo 3 molekule CO2-ja: ena med nastankom aktivirane ocetne kisline iz piruvata, dve pa v Krebsovem ciklu. Od 8-ih odcepljenih vodikovih atomov, se jih 6 veže na NAD+ (nastane NADH + H+), 2 pa na drug prenašalec FAD (nastane FADH2).

- Ker pri glikolizi nataneta 2 molekuli piruvata, ki se pretvori v 2 molekuli aktivirane ocetne kisline, se za njuno razgradnjo Krebsov cikel zavrti **2X**.

**Elektroni se prenašajo na kisik s prenašalci v dihalni verigi**

- Energija iz glukoze se v precejšnji meri prenese na PRENAŠALCE VODIKOV.

- Gre za prenos elektronov in protonov z NADH + H+ in FADH2 na kisik. Pri končnem delu aerobnega dihanja se sprosti največ energije. Reakcija spajanja vodika in kisika v vodo = **ekotermna**.

- V tej verigi prenašalcev s elektroni prenašajo ločeno od protonov zato so to PRENAŠALCI ELEKTRONOV, ki so vgrajeni v notranjo membrano mitohondrija.

- Vodikovi atomi se potem, ko jih od NADH + H+ prevzemejo drugi prenašalci, razcepijo c protone in elektrone. Prenašalci nato sprejemajo in oddajajo samo elektrone, protoni pa ostanejo prosti ob membrani. Med prehajanjem elektronov z enega prenašalca na drugega, v dihalni verigi tečejo oksiredukcijski procesi, kjer se sprošča energija. Zato govorimo o oksidoredukcijski verigi.

- Elektroni se prenašajo po strogem zaporedju do kisika. Energija, ki se sprošča se porabi za sintezo ATP.

- **CITOKROMI-** najbolj znani prenašalci elektronov. Zadnji iz skupine citokronov odda elektrone kisikovemu atomu, ki hkrati sprejme tudi protona iz membranske tekočine in nastane molekula vode:

 2e- + 2H + 1/2O2 → H2O

- Z nastankom vode v dihalni verigi končajo procesi sproščanja energije.

- Nekatere snovi kot CIANID preprečujejo prehod elektrona na kisik, zato prenašalci ne morejo oddati elektronov in tok elektrona se ustavi. Postane podobno, kot če bi zmanjkalo kisika- če se ustavi tok elektronov, se ustavi dihalna veriga → osebek izgubi energijo za vzdrževanje procesov in umre zaradi notranje zadušitve.

- ATP nastane tako, da se na molekulo ADP s pomočjo energije veže anorganski fosfat = FOSFORILACIJA.

- Pri aerobnem dihanju fosforilacijo omogoči kisik = OKSIDATIVNA FOSFORILACIJA.

- Kot posledica oksidacije ene molekule glukoze, vsak od 10 NADH + H+ ustvari koncentracijsko razliko, ki omogoči sintezo treh molekul ATP, vsak od dveh FADH2 da 2 molekuli ATP. Skupaj je to **34 molekul ATP**, če prištejemo še 4 molekule ATP, nastale pri glikolizi in Krebsovem ciklu je skupaj 38 molekul ATP.

FORMULA SPLOŠNE AEROBNE REAKCIJE:

 **C6H1206 + 6O2 + 6H2O → 6CO2 + 12H2O + energija za sintezo 38 molekul ATP**

**Energija v ATP shranjena v visokoenergijskih fosfatnih vezeh**

- V celicah je najpogostejša molekula ATP, ki s pomočjo encimov posreduje končno fosfatno skupino mnogim večjim organskim molekulam (sladkornim, aminokislinskim, nukleotidnim)

- Končna fosfatna skupina je vezana z energijsko bogato vezjo, zato se z vezavo fosfata na druge molekule nanje prenese tudi energija. Tako se molekuli zviša prosta energija in lažje reagirajo.

- Molekula ATP je nukleotid, sestavljen iz organske baze (adenina), sladkorja (riboze) in treh fosfatnih skupin. Večina proste energije je shranjene v vezeh med fosfatnimi skupinami. Fosfatne skupine v milekulah ATP imajo negativno nabite kisikove atome, ki se med seboj odbijajo. Potrebna je sila, da vezi držijo ta del molekul skupaj. Za delo potrebno za zbliževanje posameznih fosfatnih skupin porablja precej energije.

- Ko se v ATP prekine ena fosfatna vez, se sprosti več energije kot pri odcepitvi naslednje fosfatne skupine. **Pri 1. reakciji nastaneta adenozin difosfat (ADP) + fosfatni ostanek.**

- **Če pa se odcepi še druga fosfatna skupina, dobimo adenozin monofosfat (AMP).**

 ATP → ADP + P ; ATP → AMP + 2P

- Da nastane med adenozin difosfatom in dodatnim fosfatom visokoenergijska vez, je potrebno veliko energije.

**Organizmi shranjujejo energijo kratko- ali dolgotrajno**

- Zaloge ATP v celicah zadostujejo le za kratek čas.

- Celice ne proizvajajo toliko molekul ATP, da bi imele energijske zaloge. ATP, čigar energija je potrebna za različna dela, se v skladu s sprotnimi potrebami nenehno sintetizirajo.

- Organizmi lahko po potrebi sintetizirajo molekule ATP, energija teh pa se porablja sproti. Pri večji mišični aktivnosti = pospešeno nastajanje ATP.

- Molekule ATP niso primerne za shranjevanje energije, ker bi količina vplivala na povečanje osmotskega tlaka. Zato shranjujejo celice energijo v velikih polimerih (polisaharidih) in maščobah, ki jo s katabolizmom hitro sprostijo.

- Hkrati pa je njihovo ogljikovo ogrodje osnova za snovi, potrebne pri nastajanju novih celičnih struktur ali popravilo starih. Te molekule ne vplivajo na osmotski tlak v celicah.

- Rastlinake celice shranjujejo energijo v škrobu, ki se v amiloplastih rezervnih tkiv plastovito nalaga, da nastanejo škrobna zrna.

- V živalskih celicah se prvotno energija shranjuje v obliki oljnih kapljic, v mišičnih celicah pa v obliki glikogena v glikogenskih zrnih.

**Fotosinteza**

-Organizmi potrebujejo za procese presnove energijo, dobljene s hrano.

**HETERITROFNE:** organizmi, ki pridobivajo energijo za življenjske procese z razgradnjo organskih snovi drugih organizmov (živali, glive, nekatere bakterije)

**AVTOTROFNE:** organizmi, ki so sposobni zgraditi za življenje potrebne organske molekule iz preprostih anorganskih spojin (voda, CO2) s pomočjo svetlobne ali kemične energije. (nekatere skupine bakterij, modrozelene cepljivke, vse rastline z asimilacijskimi barvili)

- Energijo za avtotrofno asimilacijo dobijo od Sonca-fotosinteza-sinteza s pomočjo svetlobe. Energija lahko nastaja tudi v kemičnih reakcijah (oksidacija žveplovega dioksida-**kemosinteza**), to zmožnost imajo žveplove bakterije.

- Avtotrofna asimilacija je življenjsko pomembna za vse organizme na Zemlji. Zelene rastline pridelujejo hrano tudi za druge heterotrofne organizme.

**Kratek pregled fotosinteze**

- je proces, pri katerem rastline pretvarjajo svetlobno energijo v kemično, ki omogoči pretvorbo CO2-ja in vode v sladkor.

- Pri fotosintezi nastajajo organske snovi iz anorganskih.

Poenostavljena enačba: **6CO2 + 12H2O → C6H12O6 + 6H2O + 6O2**

**-** Energija potrebna za fotosintezo, prihaja v obliki **FOTONOV**. To je našemu očesu nevidna bela svetloba, ki jo sestavljajo različne barve.

- Fotoni sončne svetlobe imajo različno energijo. Za fotosintezo pomembni fotoni **rdeče** in **modre** svetlobe. Energijo rastline shranijo v energijsko bogatih snoveh. Svetlobno energijo pretvorijo v kemično. **Adenozin trifosfat (ATP)**, je energijsko bogata snov in je vsestranski shranjevalec in prenašalec energije. Energijo lahko vnaša v druge kemične procese, ne da bi sam postal del njihovih končnih produktov. Del fotosinteze torej sprememba energije. Za to spremembo potrebna svetloba = **svetlobne reakcije fotosinteze**. K tem prištevamo tudi cepitev vode. Kisik se izloča, vodik pa se veže na nikotinamid adenin dinukleotid fosfat (**NADP**), pri čemer nastane NADPH + H+, ki je eno najmočnejših redukcijskih sredstev v živi celici. ATP in ADPH + H+ nujno potrebna za vezavo CO2-ja v sladkor. Za vezavo svetloba ni več potrebna, reakcije lahko potekajo tudi v temi = **temotne reakcije fotosinteze**. Svetlobne in temotne reakcije potekajo v kloroplastih.

**Kloroplasti**

- **ZGRADBA:** središče fotosintetskih reakcij so kloroplasti. Kloroplast je fotosintetski aparat rastlin. Navzven omejen z dvema membranama, v notranjosti pa so sploščene membranske vrečke = **TILAKOIDI**. Ležijo v brezbarvni **STROMI** ali **MATRIKSU**. V tilakoidnih membranah so molekule **asimilacijskih barvil** razporejene v skupkih = **fotosintetske enote**. Te enote vsebujejo molekule klorofila a in b. Razmerje 3 : 1.

- Poleg klorofila še druga barvila-oranžni karoten in rumeni ksanitifili. Nekatere alge tudi drugačna barvila rdeče-fikoeritrin. Vsaka fotosintetska enota vsebuje dva fotosistema = **fotosistem 1** in **2**. Ločimo ju po glavnem barvilu v **reakcijskem centru fotosistema**. Absorbcijski vrh pove, katero valovno dolžino svetlobe klorofil absorbira v rdečem delu spektra. Absorbira tudi modro svetlobo.

- Druga asimilacijska barvila absorbirajo svetlobo drugih valovnih dolžin. Zelene rastline nimajo barvil za absorbcijo zelene svetlobe. **V tilakoidnih membranah potekajo svetlobne reakcije, v matriksu kloroplasta pa so encimi, potrebni za potek temotnih reakcij.**

**Svetlobne reakcije fotosinteze**

- Ko svetloba obseva kloroplast, določen elektron klorofilne molekule prevzame energijo svetlobnega fotona.

- Nato se elektron prenaša prek sprejemnih in oddajnih molekul v tilakoidni membrani = **fotoelektronska transportna veriga**. Končni sprejemnik elektronov je molekula NADP,ki se zato reducira v NADPH + H+. V klorofilni molekuli pa izpraznjeno mesto nadomesti elektron, sproščen ob cepitvi vode. V elektronski transportni verigi sodelujeta oba fotosistema, ki s sprejeto svetlobno energijo poganjata elektronsko transportno verigo. V transportni verigi, ki omogoči cepitev vode in nastanek NADOH + H+ pravimo **neciklična transportna veriga**.

- Končna produkta neciklične transportne verige torej NADPH +H+ in ATP. Zaradi cepitve vode izhaja kisik. Ker pa rastlina za vezavo CO2 potrebuje več molekul ATP, poteka v tilakoidni membrani še **ciklična transportna veriga**. Elektron glavnega pigmenta v fotosistemu 1, ki je sprejel sončno svetlobo, se prek prenašalnih molekul vrne h klorofilni molekuli, njegova energija pa se porabi za nastanek ATP. **Proizvod cikličnega transporta elektronov je le ATP.**

- Svetlobne reakcije omogočajo nastanek ATP in NADPH + H+. Pri tem razpade voda in se sprosti kisik. Svetlobna energija se je pretvorila v kemično. ATP in NADPH + H+ sta nujno potrebna za nastanek sladkorja v temotnih reakcijah fotosinteze.

**Temotne reakcije fotosinteze**

- Za vezavo CO2 svetloba ni več potrebna. Potrebni pa so posebni encimi, ki vezavo omogočajo. Raztopljeni so v matriksu kloroplasta.

- CO2 se je vezal na sladkor s petimi C atomi (ribulozo), ki je povezan z dvema molekulama fosforja. Nastaneta dve molekuli s tremi C atomi. Iz molekul s tremi C atomi nastane molekula s šestimi C atomi. Za njen nastanek se porabljata ATP in NADPH + H+, ki sta nastala pri svetlobni reakciji fotosinteze.

- Sladkor fruktoza je prvi proizvod fotosinteze. Vsaka šesta molekula sladkorja zapusti cikel, ostale pa se prek različnih ogljikovih hidratov pretvorijo nazaj v ribulozabifosfat, za kar je spet potreben ATP. Ves proces = **CALVINOV CIKEL**.

- Pozneje nastane iz fruktoze tudi glukoza. S povezovanjem molekule nastane v kloroplastu škrob. Proizvodi fotosinteze kloroplast tudi zapustijo kot triozafosfati. V citoplazmi iz njih nastanejo sladkorji. Iz glukoze in fruktoze nastane saharoza, ki lahko potuje po rastlini v druge dele, se tam shranjuje ali porabi pri dihanju. Shranjuje se lahko kot saharoza ali pa se pretvori v rezervni škrob. Vmesne snovi Calvinovega cikla so tudi izhodiščne snovi za sintezo aminokislin in maščobnih kislin ter s tem za nastanek beljakovin in maščob.

**Vpliv zunanjih dejavnikov na fotosintezo**

- Svetloba, koncentracija CO2 in temperatura so glavni dejavniki, ki vplivajo na fotosintezo. Na njen potek vplivajo tudi voda in minerali. Pri nižjih osvetlitvah fotosinteza narašča z intenzivnostjo svetlobe, premočna svetloba pa lahko poškoduje asimilacijska barvila. Svetlobna jakost, pri kateri je fotosinteza enaka dihanju = **svetlobna kompenzacijska točka**. Pri višjih osvetlitvah od te jakosti, rastline ne proizvajajo več kisika, kot ga porabijo. Ta točka ni enaka za vse rastline. Spreminja se z razvojem rastline in letnim časom. Poznamo tudi sončne in senčne rastline, ki niso enako občutljive za svetlobo. Pri senčnih rastlinah je svetlobna kompenzacijska točka pri nižji svetlobni jakosti. Z večanjem koncentracije CO2 v ozračju fotosinteza narašča. Pri visokih temperaturah koncentracija CO2 manjša.

- Temperatura vpliva tudi na hitrost delovanja encimov Calvinovega cikla. Pri polarnih in visokogorskih rastlinah poteka fotosinteza še pod 0°C. V tropskih krajih pa so prilagojene visokim temperaturam. Tudi do 55°C in več. Alge v vročih termalnih vrelcih, asimilirajo še pri 70°C.

**Tudi rastlina diha**

- V koreninskih celicah poteka samo dihanje. Ponoči celotna rastlina samo diha in porablja kisik. Celično dihanje v glavnem poteka enako kot v živalskih celicah, ko z razgradnjo glukoze v vodo in CO2 nastanejo energijsko bogate vezi (ATP) in se razvije toplota.

- Seme ob kalitvi močno diha. V tem razvojnem stanju je rastlina heterotrofna. Ko se razvijejo listi s kloroplasti v celicah, pride do fotosinteze-rastlina postane avtotrof.

**Delitev celice**

**Prokarionske celice se razmnožujejo s cepitvijo**

- Iz **MATERINSKE CELICE** nastaneta dve **HČERINSKI**, kateri imata po koncu delitve enake vse dedne informacije materinske celice oz. vse znanje, kako je zgrajena in kako deluje (sta enaki kot materinska).

- Pomeni, da se je dedni material materinske celice moral pred delitvijo **PODVOJITI**, nato deliti in razporediti na dve hčerinski.

- Preprosta zgradba prokarionskih celic omogoča preprosto delitev. Bakterijski kromosom se pritrdi na celično membrano in se začne podvojevati. Ko se podvoji, začne celična membrana med njima rasti → posledica: kromosoma se razmakneta. S postopno rastjo proti sredini in tvorbo vmesne celične stene se kromosoma zapreta v ločeni celici = **CEPITEV**.

**Mitoza omogoča, da imata hčerinski jedri enak dedni zapis kot materinsko jedro**

- Dedne informacije se podvojijo (razporejene na več kromosomih) in se pravilno porazdelijo na dve hčerinski celici.

- Taka delitev zagotavlja, da sta kvaliteta in kvantiteta dednega materiala enaka dvema hčerinskima celicama.

- Delitev evkarionskih celice sestoji iz delitve jeder in delitev citoplazme. Delitev pri kateri sta hčerinski celici enaki materinski = **MITOZA** in poteka v več zaporednih fazah (stopnjah). Med dvema mitozama je celica v **INTERFAZI**.

- **1. stopnja =** **PROFAZA:** preplet dolgih tankih nerazločnih niti se začne prepletati (KROMATIN) oz. tvoriti **KROMOSOMI**, ki se med to fazo krajšajo in debelijo = večkratno zaporedno zvijanje (najprej v vijačnico, nato še nekajkrat v zanke) = **SPIRALIZACIJA**. Kromosomi v profazi so zgrajeni iz dveh enakih vzdolžnih delov = **KROMATIDI** sta dvokromatidni, vsako tvori ena molekula DNK. Med seboj sta povezani na mestu **CENTROMER**, ki je na vsakem kromosomu na drugem mestu, zato se kromosomi med seboj razlikujejo.

(v celici s centrioli so ti že v interfazi podvojeni = v vsaki celici po dva para)

- V profazi po dva in dva odpotujeta proti nasprotnima poloma celice. V citoplazmi se začnejo v bližini centriola oblikovati mikrotuboli nastajajočega delitvenega vretena, ki se podaljšujejo proti nasprotnemu polu. Območje citoplazme v območju centriolov = **ORGANIZACIJSKI CENTER MIKROTUBULOV** (podoben center tudi celice višjih rastlin, samo centiolov ni)

- V pozni profazi = **PROMETAFAZA**, razpade jedrni ovoj na membranske mešičke, niti delitvenega vretena se tako lahko podaljšajo do kromosomov in se nanje pritrdijo niti z obeh polov delitvenega vretena.

- V pozni profazi jedrce postopno izgine.

- **2. stopnja = METAFAZA:** povlečejo niti delitvenega vretena kromosome v ekvatorialno ravnino. Kromosomi so najkrajši in najdebelejši = najlažje prešteti in opazovati njihovo obliko.

- Človek v svojih telesnih celicah po 46 kromosomov.

- **3. stopnja = ANAFAZA:** tu se kromatidi ločita pri tem materinski dvokromatidni kromosom razdeli na enokromatidnega, ki ju niti delitvenega vretena potegnejo proti nasprotnima poloma. Anafaza je faza razdelitve in potovanja kromosomov.

- **4. stopnja = TELOFAZA:** začetek telofaze, ko so kromosomi na nasprotnih polih. Delitveno vreteno postopno izgine, okrog vsake skupine kromosoma se začne oblikovati jederni ovoj. Kromosomi se razmotavajo = DESPIRALIZACIJA = postanejo tanjši in daljši → kromatin. Znotraj jedra se oblikuje jedrce.

**- Pri mitozi nastaneta dva jedra s haploidnim številom dvokromatidnih kromosomov.**

**Citoplazma se razdeli na različne načine**

- Delitev citoplazme se začne med anafazo mitoze, konča med telofazo. Ko se delitev jedra konča se konča tudi delitev citoplazme. REZULTAT: dve ločeni hčerinski celici.

- Pri živalskih celicah se citoplazma deli z **DELITVENO BRAZDO**. Celična membrana se začne v predelu evkarionske ravnine delitvenega vretena ugrezati in se zažemati proti njenemu središču, dokler celici nista ločeni.

- Pri rastlinskih celicah se v evkarionski ravnini delitvenega vretena začnejo zbirati vezikli (izvirajo iz golgijevega aparata). Ti se združujejo v **CELIČNO PLOŠČO**, ki se širi od središča celice proti celični membrani in se na koncu združi. Vezikli vsebujejo snovi, ki gradijo **OSREDNJO LAMELO** celične stene. Nastaneta dve z membrano ločeni celici, med katerima še nastaja vmesna celična stena.

- Če celična plošča celic ne loči popolnoma, ostane citoplazma obeh celic povezana skozi pore v celični plošči. Te povezave imenujemo **PLAZMODEZME**.

- Na osrednjo lamelo celične stene se pozneje naložijo plesti **primarne** in **sekundarne celične stene**. Kjer do tega ne pride, citoplazmi razmejuje samo osrednja lamela = **PIKNJE**. Skoznje poteka izmenjava snovi med sosednjima celicama.

**Med dvema zaporednima delitvama**

- V interfazi se dedni zapis podvoji (nekatere se ne delijo več).

- Enokromatidni kromosomi se v telofazi despiralizirajo in pretvorijo v kromatin. Kromosomi, ki se v profazi naslednje mitoze izoblikujejo iz kromatina pa so iz dveh kromatid.

- Torej: V interfazi poteče podvojitev DNK enokromatidnih kromosomov in s tem podvojitev dednega zapisa. Dedni zapis imajo molekule DNK = zato najpomembnejši del kromosomov. Natančna podvojitev teh molekul je bistveni del podvojitve kromosomov.

- Kromatidi dvokromatidnega kromosoma v profazi in metafazi mitoze sta nastali s podvojitvijo DNK enokromatidnega kromosoma, vidnega v anafazi in telofazi predhodne mitoze.

**- Interfaza ima več stopenj:**

1. **FAZA G1:** nastajajo nove celične strukture, zato poteka intenzivna sinteza snovi, ki gradijo celice.

2. **FAZA S:** dedni zapis se podvoji.

3. **FAZA G2:** predstavlja pripravo na novo mitotsko delitev.

- Ena delitev in ena interfaza = **CELIČNI CIKEL**.

**Mejoza – delitev pri kateri se količina dednega materiala razpolovi**

- Za spolno razmnoževanje značilno = nov osebek se razvije iz celice, nastale z združitvijo dveh spolnih (**HAPLOIDNIH**) celic, pri čemer je bistvena združitev jeder. ( + = **ZIGOTA (SPOJEK)** )

- Brez procesa, pri katerem se pred združitvijo dveh jeder zmanjša količina dednega materiala na polovico, bi jedra po nekaj generacijah vsebovala ogromno število dednega materiala.

- Proces, ki omogoča ohranjanje enake količine dednega materiala, je delitev jedra = **MEJOZA = REDUKCIJSKA DELITEV**, ker se v 1. mejotski delitvi število kromosomov zmanjša na pol. Z diploidnega na haploidnega.

- V kromosomih spolnih celic so dedni zapisi za vse lastnosti organizma. Položaj zapisov na kromosomih je stalen, pomeni, da je določen dedni zapis vedno na določenem mestu vzdolž določenega kromosoma. Zato sta oblika in velikost kromosomov stalni.

- Jedro spolne celice vsebuje en komplet kromosomov = **HAPLOIDNA CELICA**. Jedro spojka vsebuje dva na videz enaka kompleta kromosomov, s tem tudi po dva dedna zapisa za vsako lastnost. Celica z dvema kromosomskima kompletoma = **DIPLOIDNA CELICA**.

- V diploidni celici so kromosomi v parih. Kromosoma istega para sta enake oblike, velikosti in imata istovrstne dedna zapise v enakem zaporedju. Kromosomi, ki se ujemajo v navedenih značilnostih = **HOMOLOGNI KROMOSOMI**.

- Združitev dveh spolnih celic je prehod s haploidnega na diploidno število kromosomov, mejoza omogoča obratno.

**Mejoza poteka v dveh korakih**

- značilni sta dve zaporedni delitvi: **1.** in **2. mejotska delitev**

**- V profazi 1. mejoze kot pri mitozi:**

- Kromatin se preoblikuje v kromosome

- Jedrni ovoj se razkroji, jedrce izgine in izoblikuje se delitveno vreteno.

RAZLIKA: homologni kromosomi se razvrstijo v pare, tako da sta dva po dva homoligna kromosoma drug ob drugem. Dvojico združenih homolognih kromosomov imenujemo **BIVALENT = KROMATIDNA TETRADA**.

- Med kromosomoma v bivalentu se izmenjajo istovrstni deli kromatid. Poteka tako, da se kromatidi, ki pripadata različnima kromosomoma na enakih mestih prekineta in se navzkrižno povežeta z ustreznim delom druge kromatide.

- Nastaneta dve kromatidi z kombiniranim dednim materialom dveh kromosomov = **PREKRIŽANJE = crossingover**.

- Dedni zapis enega kromosoma je kombiniran z dednim zapisom drugega.

- V **metafazi 1. mejotske delitve** se bivalenti, ki jih gradijo popolnoma spirilizirani kromosomi, s pomočjo delitvenega vretena uredijo v ekvatorialno ravnino.

- V **anafazi** se homologna kromosoma vsakega bivalenta ločita in niti delitvenega vretena ju potegnejo proti nasprotnima poloma.

- Ne potujejo posamezne kromatide kot pri mitozi, ampak celotni dvokromatidni kromosomi. Proti vsakemu polu potuje pol kromosoma.

- V **telofazi** se kromosomi despirilizirajo, oblikuje se jedrni ovoj in poteče tudi delitev citoplazme.

- **Po 1. mejotski** delitvi nastaneta dve jedri oz. celici s haploidnim številom dvokromatidnih kromosomov.

- Med 1. in 2. mejotsko delitvijo je kratka interfaza – **brez faze S**. Dedni material se ne podvoji.

- **2. mejotska delitev = mitozi**

**Profaza:** oblikovano se delitveno vreteno povleče v metafazi dvokromatidne kromosome v ekvatorialno ravnino.

V začetku anafaze se vsak dvokromatidni kromosom razdeli na dva enokromatidna kromosoma, ki ju delitveno vreteno potegne na nasprotna pola.

V telofazi se kromosomi popolnoma despiralizirajo, oblikuje se jedrce in jedrni ovoj.

- **Pri mejozi nastanejo 4 jedra, vsako s haploidnim številom enokromatidnih kromosomov.**