

CELIČNA TEORIJA

- ↳ Od uporabe izraza "celica" do spoznanja, da so živa bitja iz celic je minilo kar 170 let. Leta **1838** je nemški botanik Matthias **Schleiden** dokazal, da so vse rastline iz celic, leto pozneje pa je zoolog Theodor **Schwann** pojasnil, da velja enako tudi za živali.
- ↳ Po nadaljnjih raziskavah je bilo jasno, da se celice razmnožujejo z delitvijo, vendar sta **mitozo** opisala na koncu sedemdesetih let 19. stoletja šele Eduard **Strasburger** (rastlinsko) in Walther **Flemming** (živalsko). Leta **1955** pa je **Van Beneden** opisal še **mejozo**.
- ↳ **Celična teorija** nam pove, da je celica osnovna gradbena in funkcionalna enota ter da delitev celic omogoča prenos dednih informacij iz materinske v hčerinsko celico.

ZGRADBA CELICE

<i>EVKARIONTSKA</i>		<i>PROKARIONTSKA</i>
<i>ŽIVALSKA</i>	<i>RASTLINSKA</i>	
celična membrana	celična membrana + celična stena	Celična membrana (plazmalema) in celična stena
jedro (z jedrno ovojnico in jedrnimi porami); znotraj je kromatin , ki se na začetku delitve oblikuje v kromosome; ter jedrce	jedro (z jedrno ovojnico in jedrnimi porami); znotraj je kromatin , ki se na začetku delitve oblikuje v kromosome; ter jedrce	nimajo jedra, DNK plava v citoplazmi; nimajo jedrne membrane
citoplazma (zrnata); tekoči del je citosol ; povezava med citoplazmami sosednjih celic je plazmodezma	citoplazma (zrnata); tekoči del je citosol ; povezava med citoplazmami sosednjih celic je plazmodezma	citoplazma
centriol (sodeluje pri delitvi celic)	vakuola (s celičnim sokom), membrana vakuole je tonoplast	ponavadi imajo bičke ali migetalke

	plastidi (s klorofilom so kloroplasti, brezbarvni so levkoplasti, s škrobom so amiloplasti).	
mitohondriji, endoplazmatski retikulum (gladki in zrnati), ribosomi, golgijev aparat	mitohondriji, endoplazmatski retikulum (gladki in zrnati), ribosomi, golgijev aparat	

- ↳ Zgradba **цитosola**: voda 75%; beljakovine 40-50% suhe snovi; lipidi; ogljikovi hidrati; nukletinske kisline (ATP – majhni paketki energije).
- ↳ Zgradba **celične stene**: osrednja lamela (iz pektina), primarna celična stena (do 25% celuloze, ostalo pektin, hemiceluloza in beljakovine), sekundarna celična stena (do 45% celuloze, 20-25% lignina, tudi suberina)
- ↳ **MEMBRANSKI ORGANELI**

- Zgrajeni so iz membran, ki delijo citoplazmo na številne med seboj ločene prostore, ki jih imenujemo predelki (kompartementi).
- **Endoplazmatski retikulum** delimo na **zrnati** in **gladki**. Je splet različno oblikovanih **cistern**, ki jih obdajajo membrane. Cistern je več in ležijo ena nad drugo, med seboj so povezane. Če so na površju **ribosomi**, je to **zrnati ER**.
- **Golgijev aparat** je zgrajen iz **cistern**, ki ležijo ena nad drugo, v njem poteka priprava končnih produktov, ki jih celica izloča, ter priprava beljakovin za obnavljanje celične membrane (tudi njihovo razvrščanje). Od njega se stalno odcepljajo **vezikli**. Večina snovi, ki jih celica izloča so **glikoproteini**. Beljakovine se sintetizirajo na ribosomih, nato pa potujejo od ER v veziklih do Ga. Tam se združijo s cisterno, ki je najbližje jedru. Povezava beljakovin z ogljikovimi hidrati poteka v GA. Iz GA se zopet beljakovine transportirajo preko veziklov iz celice s pomočjo eksocitoze.
- **Lizosomi** so vezikli, ki vsebujejo prebavne encime. Nastajajo z odcepljanjem od GA in sodelujejo pri **celični prebavi**. **Endocitotski vezikel** s snovmi iz okolja se zlije z lizosomom in nastane **prebavna vakuola** ali **sekundarni lizosom**. V njih se prebavijo tudi celične strukture, ki so poškodovane ali nerabne.
- **Mitohondrij** je organel jajčaste oblike, ki ima dve membrani. Zunanja membrana je gladka, notranja pa je močno nagubana. Navznoter usmerjene gube so **kriste** ali **tubuli**. V mitohondrijevemu **matriksu** (to je tekočina v osrednjem prostoru) so mitohondrijeve molekule DNK in ribosomi. Osnovna funkcija mitohondrija je celično dihanje, pri čemer se sintetizirajo molekule **ATP**.
- **Plastidi** so značilni za rastlinske celice. Ima dve membrani (zunanjo gladko in notranjo nagubano – strukture se imenujejo **tilakoide**).

Skladovnice tilakoid, ki ležijo ena nad drugo, imenujemo **granum**, vsebino med tilakoidami pa **stroma**. V stromi plava posebna DNK in ribosomi. Delimo jih na **kromatofore** (kloroplasti, kromoplasti – obarvanje rastlinskih struktur) in **levkoplaste**.

- o **Kloroplasti** so vrsta plastidov, ki vsebujejo fotosintetska barvila (klorofil), v njih poteka fotosinteza. V tilakoidnih membranah so tudi posebni encimi. **Klorofilna zrna** so kloroplasti lečaste oblike, lahko pa so tudi spiralasti, zvezdasti...
- o **Levkoplasti** so plastidi, v katerih celica shranjuje rezervne snovi. V tistih, kjer se kor rezervna snov nalaga škrob, imenujemo **amiloplasti**. Amiloplast vsebuje eno ali več škrobnih zrn, notranja membrana je slabo nagubana. Poznamo tudi proteinoplaste (proteini) in elaioplaste (maščobe).

↳ NITASTE CITOPLAZMATSKE STRUKTURE

- o Dajejo celicam obliko in sodelujejo pri gibanju (potovanja veziklov, premeščanje kromosomov med delitvijo jedra,...). Nitaste strukture gradijo tudi notranje ogrodje celice oziroma **цитоскелет**. Poznamo tri vrste: **mikrotubuli** (s premerom 25nm), **mikrofilamenti** (7nm) in **intermediarni filamenti** (10nm). Nastanejo z združevanjem manjših beljakovinskih molekul (mikrotubuli iz **tubulina** in mikrofilamenti iz **aktina**).
 - o Pri delitvi jedra se pojavi **delitveno vreteno**, ki je iz mikrotubulov, ob koncu delitve pa izgine.
 - o **Biček in migetalka** sta s celično membrano obdana skupina mikrotubulov. Zgradba bičkov in migetalk je enaka, razlikujejo se le po dolžini. Bički so maloštevilni in do dolgi do 100µm, migetalk pa je veliko in so dolge do 10 µm. Razporejenost mikrotubulov je $(9 \times 2) + 2$.
 - o **Bazalno telo** je zgrajeno iz mikrotubulov v razporejenosti $(9 \times 3) + 0$. Je nujno potrebno za razvoj bička ali migetalk, saj so z njim zasidrana v citoplazmo. Enako kot bazalno telo je zgrajen tudi **centriol**, ki je značilen le za živalske celice. V celici sta navadno dva (v obliki valjev) in ležita v bližini jedra, kjer pomagata pri celični delitvi.

↳ ZRNATI CELIČNI ORGANELI

- o **Ribosomi** so zgrajeni iz RNK in beljakovin ter omogočajo sintezo beljakovin. So prosti (v citoplazmi), najdemo pa jih ne endoplazmatskem retikulumu. Sestavni deli za ribosome se sintetizirajo v jedrcu.

↳ NASTANEK EVKARIONTSKE IN PROKARIONTSKE CELICE

- Prokariotske celice so se razvile prej kot evkariotske (to lahko sklepamo po njihovi preprostejši zgradbi).
- Notranje membranske strukture naj bi se razvile z uvihavanjem celične membrane.
- **Endosimbiotska hipoteza** govori, da so se nekateri prokariotski organizmi vključili v druge prokariote in začeli z njimi živeti v simbiozi. Mitohondriji in kloroplasti naj bi bili torej nekdanji samostojno živeči prokarioti. Do simbioze je prišlo zaradi razlikovanj v presnovnih procesih (nekateri so opravljali fotosintezo, nekateri so učinkovito izkoriščali energijo v organskih spojinah,...) v obliki endocitoze. **Dokazi:** velikost mitohondrijev in plastidov, dvojna membrana in lastni ribosomi ter DNK, paramocij in zeleni trdoživ (ki včasih živi v simbiozo z zeleno alga).

↳ VIRUSI

- **Velikost** je od 30 do 300µm, **oblike** pa so: poliedrični, paličasti in bakteriofag (glavica, repek, nitasti izrastki za pritrdjevanje)
- **Zgradba:** sestavljeni so iz beljakovinskih plaščev (**kapsid**).
- **Delijo** se na DNK in RNK viruse, glede na to katera jih gradi.
- Imajo tudi **rezervno transkriptazo** (encim), ki omogoča prepis RNK v DNK.

↳ JEDRO – INFORMACIJSKO SREDIŠČE CELICE

- **Jedrni ovoj** sestoji iz dveh membran in **objedrnega prostora** med njima. Zunanja membrana je povezana z membrano endoplazmatskega retikuluma, objedrni prostor pa s prostorom v ER. Na površini zunanje membrane so **ribosomi**. Nadzorovano izmenjavo snovi med jedrom in citoplazmo omogočajo **pore** v jedrnem ovoju.
- V jedrni DNK je večina dednega zapisa celice. Molekule DNK so povezane z jedrnimi beljakovinami – **histoni**. V jedru, ki se ne deli, so tanke in dolge molekule DNK povezane v **kromatin**. V začetku delitve se zvijejo v krajše in debelejšje strukture – **kromosome**.
- **Jedrce**, ki so ga znotraj jedra opazili že s svetlobnim mikroskopom je celična tvorba, v kateri se sintetizirajo sestavni deli za ribosome.
- **Vloga jedra** je, da usmerja dogajanje v celici. Te informacije se med delitvijo prenašajo v novonastale celice.
- **Nukleoplazma = karioplazma** (jedrna tekočina)

BIOTSKA MEMBRANA

- Celična membrana je **plazmalema** in ločuje celico od okolja.

- o **Endomembrane** so: jedrna, celična, Golgijev aparat, mitohondrij
- o Debelina: 7,5µm
- o Zgrajena je iz **lipidnega dvosloja** pri katerem so hidrofobni repi obrnjeni v notranjost dvosloja. Membrana je **model tekočega mozaika**, med lipidnim dvoslojem pa naj bi nekako plavali proteini. Gibljivi proteini opravljajo številne naloge (npr. transport).
- o Nekateri **proteini** ležijo na površini membrane (**periferni**) ali pa segajo skozi lipidni dvosloj (**integralni**) in nadzorujejo vstopanje snovi v celico in iz nje.
- o **Glikoproteini** so proteini z vezanimi sladkornimi verigami. Imajo pomembno vlogo pri celičnem prepoznavanju in imunskem odzivu. So tudi receptorji za hormone in živčne prenašalce.
- o **Glikolipidi** so na površini membran kot celični receptorji ali pa sodelujejo pri stabilizaciji membrane.
- o **Holesterol** prekine tesno povezavo med fosfolipidnimi molekulami in tako uravnava fluidnost membrane, kar je pomembno za njeno stabilnost.
- o **Vodni kanalčki** (akvaporini)

PREHAJANJE SNOVI SKOZI MEMBRANO

- ↳ Celična membrana snovi ne prepušča enako (nekatero lažje, za druge pomeni pravo oviro. Pravimo, da membrana **permeabilna** (prepustna), za nekatero snovi pa neprepustna (prepustnost je odvisna od velikosti in naboja molekul oz. ionov iz katerih so snovi, ter od lastnosti membrane). Rečemo tudi da so membrane v celici **selektivno permeabilne**. Membrana, ki je večinoma prepustna za eno vrsto snovi (za topilo) pa je **semipermeabilna** (umetne membrane).
- ↳ **Zlahka** se prebijejo majhne molekule glicerola, sečnine, O₂, CO₂ in N₂ (prodrejo skozi vrzeli med fosfolipidnimi molekulami). Lahko prehajajo tudi večje nepolarne molekule.
- ↳ **Zelo težko** pa prehajajo polarni delci (tudi majhni) – med te spadajo tudi različni ioni (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻,...). Najtežje pa prehajajo velike polarne molekule (monosaharidi, disaharidi, aminokisliline,...). Zato take snovi v celico prehajajo skozi prehode iz **beljakovin** (z njimi celica selekcionira, katere snovi preidejo skozi membrano in uravnava svojo kemijsko sestavo).
- ↳ **PASIVNI TRANSPORT:**
 - o Za nobeno od treh oblik transporta **ni potrebna dodatna energija** (prehajanje omogoča razlika v koncentraciji delcev med zunanostjo in notranostjo celice). Prehajanje se dogaja neposredno skozi lipidni dvosloj, skozi posebne pore v beljakovinah ali s pomočjo prenašalcev.
 - o **Difuzija** je usmerjeno gibanje, ki poteka zaradi razlike v koncentraciji snovi ter zaradi kinetične energije delcev topljenca v smeri padajočega koncentracijskega gradienta. Poteka, dokler delci topila in topljenca niso enakomerno porazdeljeni po prostoru in delci se zopet gibljejo neusmerjeno v vseh smereh.

- o **Neposredno skozi membrano** prehajajo (s pomočjo difuzije) delci, za katere je lipidni dvosloj prepusten (npr. v celico se neovirano prebija O₂, iz nje pa CO₂).
- o **Skozi odprtine kanalskih beljakovin** prehajajo številni anorganski ioni, saj so prehodi teh beljakovin hidrofilni in obloženi z vodnimi molekulami, kar omogoča prehajanje ionov. Kanalske beljakovine so **selektivno prepustne** (prepuščajo samo posamezne vrste ionov).
- o **Osmoza** je difuzija topila skozi polprepustne membrane. Topilo potuje iz manjše koncentracije topljenca proti večji, **Osmotski tlak** je sila, ki zaradi koncentracijskih razlik povzroči gibanje topila proti hipertoničnemu območju.
- o **Vodni potencial** je sila, ki zaradi kakršnihkoli razlogov omogoča vodni tok skozi membrano. Na strani, kjer so v topilu raztopljeni topljenci, ki topilo vežejo nase je nizek vodni potencial; kjer pa je topilo čisto je velik vodni potencial. Celica s tem dobi zmožnost, da sprejema oz. oddaja vodo.
- o V **hipertonični** raztopini je koncentracija vode zunaj celice nižja kot v celici, zato voda celico zapušča in celična membrana odstopi od stene (**plazmoliza**; nasprotje od nje je **deplazmoliza**). V **hipotonični** raztopini je koncentracija vode v okolici višja kot v citoplazmi, zato voda vstopa v celico in povzroči nabrekanje. Pojavi se **turgorski tlak** (pritisk stene na vsebino celice) in celica je **turgescenatna**. V skrajnem primeru lahko celica počni (**citoliza**) – če razpade eritrocit temu rečemo **hemoliza**. Če je celica v **izotoničnem** okolju pomeni, da imata okolje in celica enako koncentracijo vode.
- o Velik vodni potencial in osmotski tlak, hipotonično okolje (kjer je le voda), velik hidrostatski tlak, velik osmotski potencial, hipertonično okolje (kjer je raztopina). Osmoza poteka dokler se osmotski in hidrostatski tlak ne izenačita.
- o **Beljakovinski prenašalci** omogočajo pospešen prehod polarnih delcev v celico in iz nje, saj se nanje med prehajanjem delci začasno vežejo – to imenujemo **pospešena difuzija**. Ta poteka vedno le z mesta z višjo koncentracijo delcev proti mestu z nižjo. S pospešeno difuzijo potujejo tudi natrijevi in kalijevi ioni.

↳ **AKTIVNI TRANSPORT:** za transport snovi proti naraščajočemu koncentracijskemu gradientu potrebuje celica dodatno energijo (molekule **adenozin trifosfata ATP**, ki se sintetizirajo pri celičnem metabolizmu). Zanj so potrebne posebne prenašalne beljakovine, ki jih imenujemo **membranske črpalke**. Skozi steno krvnih kapilar snovi prehajajo izključno z endo in eksocitozo.

- o **Endocitoza** je proces, ko celica zajame večje količine snovi zunaj nje. Če pri tem zajame večje trdne delce imenujemo to **fagocitoza**, kadar pa zajame tekočino (s hranilnimi snovmi) imenujemo o **pinocitozi**. Na mestu endocitoze se membrana uviha, dokler popolnoma ne objame kapljice oziroma trdnega delca – nastane mehurček, ki se nato odcepi in postane **endocitotski vezikel**. Ta se združi s primarnim lizosomom v prebavno vakuolo (sekundarni lizosom), kjer poteka celična prebava (npr. bele krvničke, ki požirajo bakterije).

- o **Eksocitoza** je celično izločanje večje količine uporabnik snovi, ki so se v celici sintetizirale, ali nerabne razkrojke presnove, ki so zbrane v veziklih. Membrana vezikla se zlije z membrano pri čemer se vsebina izloči iz celice.

NUKLEINSKE KISLINE

- ↳ **Nukleotidi** se povezujejo v **polinukleotidno** verigo. Nukleotidi so sestavljeni iz treh delov: iz ostanka **fosforne kisline**, sladkorja **pentoze** (riboze ali deoksiriboze) in **organske dušikove baze** (heterociklične spojine, ki vsebujejo dušik). V nukleinskih kislinah nastopa pet različnih dušikovih baz: **adenin, gvanin, citozin, timin** in **uracil**. Po njih nukleotide tudi poimenujemo (npr. adenin nukleotid). Glede na to, katera pentoza je v nukleotidu ločimo **DNA** (deoksiribonukleinsko kislino) in **RNK** (ribonukleinsko kislino).
- ↳ **Komplementarni nukleotidi** so v molekuli DNK (**dvojne vijačnice**) združeni v pare. Osnovno ogrodje DNK tvorijo sladkorji in ostanki fosforne kisline, prečno pa sta verigi v rednih presledkih povezani z dušikovimi bazami. Baze so med seboj povezane s **šibkimi vodikovimi vezmi**. Adenin in timin sta povezana z **dvema** vodikovima vezema, gvanin in citozin pa s **tremi**.
- ↳ Molekule DNK različnih organizmov se med seboj razlikujejo po številu nukleotidov in njihovem zaporedju (zaporedje je značilno za vsak organizem).
- ↳ DNK je nosilka dednih lastnosti. **Podvojevanje** DNK je eden od osnovnih procesov, pri katerem se dedne lastnosti prenašajo od staršev na potomce. Pri podvojevanju se med vazami začnejo vezi trgati v zaporedju, verigi pa se začneta razpirati. Na baze se zaporedoma vežejo prosti (nasprotni) nukleotidi iz citoplazme. Na novo vezani nukleotidi se med seboj zaporedoma povezujejo s **fosfodiestrskimi** vezmi med sladkornimi in fosfatnimi skupinami. Tako nastaneta verigi (**komplementarni polinukleotidni**) popolnoma enaki tisti, kakršna je obstajala prej. Za podvojevanje so potrebni **energija** in posebna **encima (ligaza, DNK polimeraza)**, ki omogočata povezovanje sosednjih nukleotidov.
- ↳ Navodila za gradnjo celic so "skrita" v zaporedju dušikovih baz, pri branju teh navodil pa sodeluje več molekul RNK.
- ↳ Kateri peptid nastaja, je odvisno od zaporedja nukleotidov v verigi DNK. Vgradnjo vsake **aminokisline** v nastajajočo beljakovinsko molekulo določa zaporedje **treh** nukleotidov – temu zaporedju rečemo **kodogen**. Kodogeni se med seboj dejansko razlikujejo le po zaporedju baz. Zaporedje kodogenov na DNK (ki predstavlja zapis za sintezo ene beljakovine) imenujemo **gen**. Vse gene v celici imenujemo **genom**.
- ↳ Navodila za sintezo beljakovin se morajo iz DNK prenesti na ribosome. To vlogo ima **messenger RNK**, ki nastane ob delu verige DNK, ki ustreza enemu genu. Na tem mestu se dvojna vijačnica DNK odvijne in razpre, na prosta mesta na bazah pa se začnejo vezati komplementarni nukleotidi RNK. Razlika je le v tem, da se namesto **timina** veže **uracil**. Novovezani nukleotidi se s pomočjo RNK-polimeraze povežejo v enojno verigo RNK. Temu celotnemu procesu rečemo **transkripcija**. RNK se nato odcepi od DNK, preide skozi poro jedrne membrane v citoplazmo, kjer se veže na ribosome. Vezavo omogoča **ribosomska RNK**, ki je sestavni del kromosomov. Aminokisline, ki se na ribosomih povežejo v beljakovine, prinesejo **prenašalne RNK**. Prenašalna RNK na enem mestu veže določeno aminokislino, na drugi strani pa se pritrdi na

določeno mesto na mRNK (to mesto je komplementarno kodogenu in imenuje se **kodon** – na kodon pa se nato veže tRNK z **antikodonom**). Antikodon je pomensko enak kodogenu. Vse zapise skupaj, ki so kodirani v DNK, imenujemo **genski kod**.

- ↳ **Translacija** pa imenujemo proces, ko se kodirano sporočilo iz zaporedja nukleotidov prenaša v zaporedje aminokislin, pri čemer se prevede. Med nastajanjem peptida drsita mRNK in ribosom drug ob drugem, tako da kodoni zaporedoma potujejo skozi ribosom. V ustreznem zaporedju se nato povezujejo aminokisliline.

MUTACIJE

- ↳ **Mutacije** so dedne spremembe genoma, dejavnikom, ki jih povzročijo, pa pravimo **mutageni dejavniki**. Poznamo fizikalne (sevanja) in kemične (različne snovi). Bistvo mutacij je sprememba zgradbe in količine DNK. So redke in ponavadi škodljive, zato **mutanti** ponavadi propadejo. Delimo jih na **spontane** (ki v naravi nastanejo naključno) in **inducirane** (ki jih izzovemo umetno).
- ↳ Razlikujemo pa še več vrst mutacij: genske, kromosomske in genomske. **Genske mutacije** nastanejo zaradi kemijskih sprememb v zgradbi posameznega gena. Spremenita se lahko zaporedje ter število nukleotidov v molekuli DNK in s tem posamezen gen. Nukleotidi se lahko zamenjajo (**substitucija**) ali pa kakšen izpade (**delecija**), lahko pa se med obstoječe celo kakšen vrine (**insercija**). Sporočilo o sintezi polipeptida se spremeni in nastane drugačna beljakovina. (npr. anemija srpastih eritrocitov)
- ↳ **Kromosomske mutacije** so spremembe kromosomov, do katerih pride ponavadi med delitvijo celic. Pri ločevanju hčerinskih celic se kromosom lahko pretrga na dveh koncih in srednji košček izpade. Iz spojenih delov nastane krajši kromosom. Večkrat pa se pretrgani deli kromosoma zlepijo v napačnem zaporedju ali pa se del kromosoma prilepi na drug kromosom. Take mutacije imajo težke posledice za organizem. (**duplikacija, inverzija, translokacija, delecija**). Sindrom mačjega krika je delecija 5. kromosoma.
- ↳ **Genomske mutacije** so, ko se spremeni celoten genom. Lahko se pomnoži število vseh ali le nekaterih kromosomov v celici, lahko pa nekateri izpadejo. Če se v spolnih celicah med mejozo kromosomi ne ločijo in sta v njih prisotni dve garnituri kromosomov, so take spolne celice **diploidne**. Če se diploidna celica združi s **haploidno** celico, ki ima en sam komplet kromosomov, nastane **triploidna** celica. **Poliploidija** je skrajna oblika mutacije, pri kateri se pomnoži celotna garnitura spolnih kromosomov.
- ↳ **Trisomija** je **genomska** mutacija, pri kateri se v celičnem jedru organizma določen kromosom pojavlja trikrat ($2n+1$) in ne v paru, kot običajno. Poruši se ravnotežje, kar povzroči telesne ali duševne nepravilnosti ali celo smrt. 50% spontanih splavov pri človeku je posledica kromosomskih nepravilnosti. Poznamo tri zelo znane: **Downov (21), Edwardov (18) in Patauov (13)**.