

# FIZIOLOGIJA CELICE

***RAZMERJE MED HITROSTJO DIFUZIJE  
in VELIKOSTJO CELICE***

## UVOD

Celica, kateri smo se posvetili pri laboratorijskem delu, je osnovna gradbena enota vsakega živega bitja ali pa že ena sama predstavlja organizem (za primer lahko omenim paramecij). Takoj ko so znanstveniki odkrili povečevalno steklo in ustvarili mikroskop, so pričeli opazovati predmete, ki jih s prostim očesom ni mogoče videti. Robert Hook je opazoval pluto, ki je mrtvo tkivo, prostorčke odmrlih celic pa je poimenoval *celle*. Bil je prvi, ki je uporabil ime celica, kljub temu, da živih celic ni videl (le njihove stene). Z mikroskopiranjem so pričeli že v 16.stoletju in znanost se na tem področju le še razvija. Celico so danes že tako podrobno preučili, da poznamo skoraj vse njene funkcije in vloge. Je živ organizem, ki raste, se razmnožuje in za življenje potrebuje hranilne snovi in energijo. Za delovanje potrebne snovi celica prejme iz okolja in glede na to deluje kot odprt sistem. Skozi polprepustno membrano vstopajo vanjo razne molekule, ugotovili pa so, da lipidne plazemske membrane zlahka prepuščajo zelo majhne anorganske molekule in pa tudi nekatere večje, ki se raztapljajo v lipidih. Preko celične membrane prehajajo snovi na večih mestih v celico in iz nje. Zelo pomembne (za prehod različnih snovi) pa so tudi beljakovine, vgrajene v lipidni dvosloj. S pridobivanjem za življenje potrebnih snovi pa celica lahko opravlja svoje naloge in tudi raste. Rast celice pa je omejena! Ko celica doseže določeno mejo velikosti, se deli na dve manjši in rast se zopet nadaljuje.

Prehajanje snovi skozi celično membrano je lahko aktivno ali pasivno. Za **pasivno prehajanje** je značilno, da se ne porablja energija, primeri takega prehajanja pa so:

- **OSMOZA** – je prehajanje topila (vode) skozi polprepustno membrano iz mesta z višjo koncentracijo, na mesto z nižjo koncentracijo. Pri tem procesu se regulira koncentracija vode med celico in njenim okoljem. Če je v okolju celice več topljenca kot topila, pravimo, da je celica glede na to **HIPOTONIČNA**. Če pa je v celici več topljenca kot v njeni okolici, pa pravimo, da je celica **HIPERTONIČNA** glede na okolje. V tem zadnjem primeru bi pri osmozi vdiral voda v celico, saj je v njej koncentracija topila manjša.
- **DIFUZIJA** – je prehajanje / gibanje molekul snovi skozi membrano od predela, kjer je njihova koncentracija višja, v predele, kjer je nižja. Tu topljenec ali topilo nima posebne vloge. Prehajajo katerekoli snovi (primer je lahko prehajanja kisika in ogljikovega dioksida iz amebe).

- **POSPEŠENA DIFUZIJA** – je prav tako prehajanje snovi v smeri koncentracijskega gradienta (iz mesta z višjo k nižji koncentraciji neke snovi), vendar so tu v pomoč še prenašalne beljakovine. Le-te omogočajo hitrejšo prehajanje molekul ali raznih delcev skozi membrano, pri tem pa se ne spremenijo.

Za **aktivno prehajanje** snovi skozi membrano pa je značilno, da se porablja energija iz molekul ATP (molekula adenin trifosfat), prehajanje pa imenujemo **AKTIVNI TRANSPORT**. Snovi se gibljejo proti koncentracijskemu gradientu (kakor pri difuziji), za to dejavnost pa so potrebne posebne prenašalne molekule, ki jih imenujemo **membranske črpalke**.

Razvoj celice imenujemo tudi **celični cikel**, ki vključuje dve pomembni stopnji:

- **Celično rast**
- **Celično delitev**

Fazo celične rasti imenujemo **INTERFAZA**, faze celične delitve pa **MITOZA** (delitev celičnega jedra) in **CITOKINEZA** (delitev citoplazme).

Pri laboratorijskem delu smo se tokrat posvečali dejavnikom, ki omejujejo velikost in hitrost rasti celice.

Celice so v povprečju velike 20 - 100 $\mu$ m, seveda pa obstajajo tudi dosti večje (primer je živčna celica, ki je lahko dolga en meter ali več) in manjše (zelo majhne so bakterijske celice in virusi – okrog 50nm). Pojavljajo se v različnih oblikah (lahko so okrogle, zvezdaste, prizmatske ali ameboidne), ločimo pa jih tudi po notranji zgradbi. **PROKARIONTSKE** celice nimajo izoblikovanega jedra in zrastejo samo do 3 $\mu$ m, **EVKARIONTSKE** celice pa imajo izoblikovano jedro in so velike do 100 $\mu$ m.

# NAMEN VAJE

Namen vaje je:

- da bi spoznali pomen razmerja med površino in prostornino za procese v celici
- da bi razumeli celično absorbcijo, ekskrecijo, rast in razmnoževanje celice
- da bi spoznali in razumeli difuzijo kot način izmenjave snovi med celico in njenim okoljem

# HIPOTEZA

Naša hipoteza je, da **manjše celice hitreje prehranijo svojo notranjost, kot velike celice**. Velike celice imajo res večjo površino (skozi katero je omogočeno prehajanje snovi z difuzijo), a se prostornina v primerjavi s površino dosti bolj večja in mora velika celica v primerjavi z majhno prehraniti večjo vsebino.

# METODE DELA

Navodila za laboratorijsko delo, ki smo ga izvajali v biološki učilnici so bila sledeča:

- Najprej smo z britvico iz agar-fenolftalina izrezali kocke s stranicami 1cm, 2cm, 3cm in 0'1cm.
- Zatem smo jih hkrati dali v čaše z 4% raztopino NaOH. Kocke so bile 10 minut popolnoma potopljene v raztopini. Med tem smo jih pogosto obrnili, da bi vsi deli kocke prejeli enako količino raztopine.
- Med čakanjem smo se posvetili tudi preračunavanju. Izračunali smo površino in prostornino vsake kocke ter njuno razmerje.
- Po 10 minutah smo kocke vzeli iz raztopine in jih na ploščicah najprej osušili s papirnatimi brisačami.
- Vsako kocko (razen najmanjše) smo prerezeli na pol in izmerili obarvano področje (v raztopini so se kocke namreč obarvale s prehajanjem NaOH v notranjost agarja).
- Izmerili smo tudi neobarvano področje kocke – obseg difuzije (merjenje smo izpeljali natančno in brez zaokroževanj)

# MATERIAL

Pri izvajanju vaje smo uporabili naslednje pripomočke:

- 4 kocke 3% agar-fenolftaleina s stranicami 0'1cm, 1cm, 2cm, 3cm
- milimetrsko ravnilo
- 100ml 4% raztopine NaOH
- čašo s prostornino 250ml
- plastično žličko (za obračanje kock v raztopini)
- britvico in oster skalpel
- papirnate brisače
- steklene plošče
- ure (za merjenje časa)

## REZULTATI

Preden smo izrezane kocke dali v raztopino NaOH, smo izračunali njihovo površino, prostornino in razmerje med njima.

<b>VELIKOST STRANICE (CM)</b>	<b>POVRŠINA KOCKE (CM<sup>2</sup>)</b>	<b>PROSTORNIN A KOCKE (CM<sup>3</sup>)</b>	<b>RAZMERJE (MED P IN V)</b>
<b>0'1</b>	0'06	0'001	60:1
<b>1</b>	6	1	6:1
<b>2</b>	24	8	3:1
<b>3</b>	54	27	2:1

Ko smo po desetih minutah kocke vzeli iz čaše z raztopino NaOH, smo jih položili na stekleno ploščico in jih s papirnato brisačo osušili. S skalpelom smo vsako kocko prerezali na polovico. Z difuzijo je NaOH vstopila v kocke in absorbiran predel se je obarval. V globino smo izmerili obarvan in neobarvan del.

<b>VELIKOST STRANICE</b>	<b>OBARVAN ROB</b>	<b>NEOBARVAN DEL KOCKE</b>		
		<b>Površina</b>	<b>Prostornina</b>	<b>Razmerje P:V</b>
<b>0'1 cm</b>	Vsa je obarvana	/	/	/
<b>1 cm</b>	0,3 cm	2,94 cm <sup>2</sup>	0,343 cm <sup>3</sup>	1 : 8,57
<b>2 cm</b>	0,3 cm	17,34 cm <sup>2</sup>	4,913 cm <sup>3</sup>	1: 3,529
<b>3 cm</b>	0,3 cm	43,74 cm <sup>2</sup>	19,683 cm <sup>3</sup>	1 : 2,22

# DISKUSIJA

1. Razvrstite kocke agarja po velikosti od največje do najmanjše. Nato jih razvrstite po velikosti razmerja P in V. Kako sta si podobni ti dve razvrstitvi?

- Kocke agarja si sledijo po velikosti od največje do najmanjše v sledečem vrstnem redu: 3cm, 2cm, 1cm. V razvrstitvi po velikosti razmerja P in V pa v zaporedju: 1cm, 2cm, 3cm. Razporeditvi sta si ravno nasprotni. Večja kot je kocka, manjše je imela razmerje med površino in prostornino.

2. Izračunajte razmerje med P in V za kocko s stranico 0,001 cm.

DOLŽINA STRANICE /cm/	POVRŠINA /cm <sup>2</sup> /	VOLUMEN /cm <sup>3</sup> /	RAZMERJE POVRŠINA:VOLUMEN
0,01	0,0006	0,000001	600:1

3. Kaj ima večjo površino: kocka s stranico 3cm ali mikroskopsko majhna kocka, velika kot celica v luskolistu čebule? Katera ima večjo površino v razmerju s svojo prostornino?

- Razmerje med površino in prostornino kocke z robom 0,1 cm je bilo 1:60. Ta mikroskopsko majhna kocka, velika kot celica v luskolistu čebule, ima v primerjavi z veliko kocko (z robom 3 cm) manjšo površino. Če pa primerjamo površino v razmerju z njuno prostornino, pa ima manjša kocka večjo površino, saj se v tem razmerju prostornina veča veliko hitreje kot površina.

4. kaj dokazuje, da prodira raztopina NaOH v kocke agarja? Ali imamo dokaz, da je tudi kaj izhajalo iz teh kock? Razložite!

- Dokaz, da je potekla difuzija pri naši vaji, je obarvanost agar-fenolftaleinskih kock. Zaradi vstopa (*absorbicije*) raztopine NaOH so se kocke obarvale vijolično, iz kock pa je izhajal fenolftalein. Posledica *ekskrecije* (izločanja) fenolftaleina je obarvanost prozorne raztopine NaOH v vijolično barvo.

**5. Če bi bile kocke agarja žive celice in NaOH življenska snov, katera kocka bi imela najbolj učinkovito razmerje med P in V?**

- Ugotovili smo, da je obarvani pas v vseh kockah enako širok. Tako lahko sklepamo, da je za celico boljše, da je manjša, zaradi razmerja med površino in prostornino celice, saj bolj ko je celica majhna, bolj je preskrbljena s hranili, saj le ta bolj difundirajo vanjo iz okolja. Torej najbolj učinkovito razmerje bi imela kocka 1cm.

**6. Kaj se zgodi z razmerjem med P in V celice, ko ta raste?**

- Čim večje je razmerje med površino in prostornino, tem uspešneje celica pridobiva hranila iz okolja, kar pa je predpogoj za uspešno delovanje celice.

**7. Kakšna je prostornina male celice v primerjavi s prostornino velike, ko se kockasta celica razdeli na dva enaka dela? Ali se tudi površina spremeni v enakem razmerju? Razložite!**

- V primeru, ko je celica velika in mora prehraniti svojo veliko vsebino, ji to uspe v daljšem času v primerjavi z manjšo celico. Zato tudi počasneje raste. Šele delitev ji omogoči hitrejšo rast. Zato je delitev celic pomembna v njihovem življenjskem ciklusu.

**8. Izdelajte hipotezo, ki bo odgovorila na naslednji vprašanji: Zakaj postane rast celice počasnejša, ko se celica poveča? Kako vpliva delitev na sposobnost celice, da absorbira snovi za svojo rast?**

**Hipotezi:**

- celica je majhna, ker tako najlažje preživi in prehrani svojo vsebino
- celica se deli, ko doseže kritično mejo velikost (če se nebi delila, nebi preživela, saj ji nebi uspelo prehraniti svoje vsebine)

## INTERPRETACIJA REZULTATOV

Ugotovili smo, da je obarvani pas v vseh kockah enako širok. Obarvani pas je širok 0.5 centimetra. To pomeni, da je difuzija neodvisna od velikosti celice. Tako lahko sklepamo, da je za celico boljše, da je manjša, zaradi razmerja med površino in prostornino celice, saj bolj ko je celica majhna, bolj je preskrbljena s hranili, saj le ta boljše difundirajo vanjo iz okolja. Celice z večjo površino imajo tudi večjo prostornino kot pa tiste z manjšo površino, kar je tudi razvidno iz prve tabele. Čim večje je razmerje med površino in prostornino, tem uspešneje celica pridobiva hranila iz okolja, kar pa je predpogoj za uspešno delovanje celice.

Z difuzijo celica ne pridobiva le hranil iz okolja, temveč tudi regulira svojo rast in razvoj oz. delitev. Celica se deli, ko doseže svojo maksimalno velikost, pri kateri so notranji predeli celice še oskrbljeni. Tako se njeno razmerje skupaj z učinkovitostjo poveča. Difuzija je v našem poskusu potekala v obe smeri. V notranjost je vdiral NaOH, saj ga je bilo v okolju več kot v notranjosti kocke, iz kocke pa je difundiral fenolftalein, ki ga je bilo več v kocki kot pa v njeni okolici, kar se je dokazalo z obarvanjem prozorne raztopine NaOH, ki je postala ciklamna.

V 4% raztopino NaOH smo dali kocko, ta pa se je vijolično obarvala, kar pomeni, da je fenolftalein difundiral iz kock v raztopino. Zgodilo se je tudi obratno - NaOH v kocke, saj so se kocke obarvale vijolično. Ob primerjavi razmerij med seboj smo ugotovili, da je največje razmerje pri najmanjši kocki. Velika kocka ima površino večjo kot manjša, toda razmerje je vseeno manjše zaradi velike prostornine. Pri majhni celici pride na enoto prostornine več enot površine kot pri veliki, zato majhne celice hitreje rastejo. Dejstvo, da se je najmanjša kocka obarvala v celoti, govori o tem, da imajo najmanjše celice najbolj učinkovito difuzijo. Pri majhni celici je razmerje torej ugodno za njeno rast, z le-to pa se razmerje zmanjšuje in celica raste vedno bolj počasi ter se celo ustavi. Ko se njena prostornina razpolovi ob delitvi, je novo razmerje spet ugodno za rast, saj imata hčerinski celici večjo površino od materine polovice. Razmerje med prostornino in površino se poveča in je ugodno za hitrejšo rast. Delitev celice je torej ugodna za absorbcijo snovi celice.

## SKLEPI

Razmerje med površino in prostornino se z zmanjševanjem celic povečuje. Difuzija poteka enakomerno in enako hitro ne glede na velikost celic. Difuzija poteka v obe smeri: NaOH vdira v kocke, fenolftalein pa izhaja iz njih. Večje celice so zaradi slabšega razmerja slabše preskrbljene s hranili, manjše pa boljše. Fenolftalein je indikator za baze. Ob njihovi prisotnosti se obarva ciklamno.

Manjše celice imajo razmerje med površino in prostornino večje kot večje celice. Majhne celice tudi sprejmejo dovolj snovi in jih oddajo, da lahko hitro rastejo. Rast se ustavi, ko je površina v primerjavi s prostornino premajhna, da bi sprejela snovi iz okolja. Ko se celica deli na hčerinski, ti dve spet rasteta. Večje razmerje med površino in prostornino je ugodno za hitrejšo difuzijo a v našem primeru smo na podlagi rezultatov ugotovili, da hitrost difuzije ni odvisna od velikosti celice.

## LITERATURA

- P. Stušek, A. Podobnik, N. Gogala: Biologija 1, Celica, DZS, Ljubljana 1995
- J. Drašler, N. Gogala: Biologija – Navodila za laboratorijsko delo, 1.izd., 5.natis. – Ljubljana: DZS, 2001
- S. Pevec: Biologija – Laboratorijsko delo, 2.izd., 3.natis. – Ljubljana: DZS, 2001