

# Pomen oblike in velikosti organizma pri izmenjavi snovi z okoljem

*Karin Ljubič, Iztok Fister mlajši*

Organizmi oziroma celice, ki so njihovi osnovni gradniki, so odprti sistemi, kar pomeni, da nenehno sprejemajo, pretvarjajo, izkoriščajo, shranjujejo in oddajajo energijo, ki jo potrebujejo za življenjske procese. Za uspešno oskrbo in sprotno izločanje odpadnih snovi je pomembno ustrezno veliko razmerje med površinami, skozi katere poteka izmenjava, in prostornino celice oziroma organizma. Razmerje namreč vpliva na velikost in obliko organizma. Na podlagi pridobljenih rezultatov bomo skušali racionalno sklepati, zakaj so celice majhne, ter hkrati ugotoviti, kako toplotno okolje vpliva na velikost in obliko organizma.

Vemo namreč, da se na primer polarna in puščavska lisica med seboj precej razlikujeta. Obe sta z velikostjo in obliko telesa prilagojeni na temperaturno okolje, v katerem živita. Za živali vročih predelov je tako značilno, da imajo dolge noge, dolg rep in dolg smrček. Prav nasprotno pa so živali hladnih predelov precej bolj okrogle, imajo krajši rep, krajše noge in krajši smrček.

Za oblikovanje različnih geometrijskih teles smo uporabili agar. Z dodanim fenolftaleinom lahko na podlagi obarvanosti spremljamo smer in obseg difuzije v bazičnem okolju, saj se fenolftalein v območju, kjer je vrednost pH višja od osem, obarva rdečevijoličasto. Pod to vrednostjo je brezbarven. Osnovni proces prehajanja je difuzija. Gre za proces porazdeljevanja, pri katerem delci plina (molekule in atomi) ali raztopljene snovi (molekule, ioni, koloidni delci) napolnijo celotni prostor, ki je na razpolago. Pri tem se delci zaradi trkov premikajo cikcaka-sto po določenih fizikalnih zakonih, in sicer vedno z mesta z višjo koncentracijo na mesto z nižjo koncentracijo. Za hitrost difuzije je zelo pomembna temperatura.

V drugem delu poskusa pa smo agarju dodali sol in na podlagi prevodnosti okoliške tekočine primerjali hitrost prehajanja soli. Za delovno hipotezo smo predpostavili, da se s povečevanjem velikosti kocke manjša učinkovitost difuzije in da ima valj z največjim razmerjem med površino in prostornino ( $P : V$ ) največjo prevodnost.

## Namen in cilji poskusa

- Spoznati pomen razmerja med površino in prostornino za procese v celici.
- Razumeti celično absorpcijo, sekrecijo (izločanje), rast in razmnoževanje.
- Spoznati in razumeti difuzijo kot način izmenjave snovi med celico in okoljem.
- Razumeti, zakaj postane rast celice počasnejša, ko se celica poveča.
- Spoznati pomen delitve celic.
- Dokazati, da je difuzija dvosmeren proces.
- Na podlagi prevodnosti ugotoviti pomen razmerja med površino in prostornino pri izmenjavi snovi med celico oziroma organizmom ter okoljem.
- Na podlagi rezultatov sklepati, kako toplotno okolje vpliva na obliko in velikost organizma.
- Opredeliti prilagoditve organizma na temperaturno okolje.

## Metode dela

### Prvi del poskusa

- Izrežemo 4 kocke agar-fenolftaleina s stranicami 1 centimeter, 2 centimetra in 3 centimetre ter jih v posodi prelijemo z raztopino natrijevega hidroksida (NaOH), tako da bodo kocke popolnoma prekrite.
- Med namakanjem kock izračunamo površino (P), prostornino (volumen, V) ter razmerja med površino in prostornino posameznih kock.
- Po desetih minutah vzamemo kocke agarja iz raztopine natrijevega hidroksida, jih položimo na ravno podlago in osušimo s papirnato brisačo. Kocke prerežemo na dve polovici in izmerimo v centimetrih globino obarvanega območja - to je obseg difuzije. Izmerimo ali izračunamo tudi neobarvano območje.

Za potrebe prvega dela poskusa smo pripravili tabelo, v kateri so navedene velikosti agarjevih kock, izračun prostornine, površine in razmerja med površino in prostornino posameznih kock. Imamo torej tri kocke agarja različnih velikosti in z različnimi razmerji med površino in prostornino. Ugotavljamo torej pomen velikosti organizma na izmenjavo snovi z okoljem.

Velikost stranice (cm)	Površina (cm <sup>2</sup> )	Prostornina (cm <sup>3</sup> )	Razmerje
3	54	27	2 : 1
2	24	8	3 : 1
1	6	1	6 : 1

Tabela 1: Površine, prostornine ter razmerja med površino in prostornino za kocke agarja.

### Drugi del poskusa

- Predpriprava: Ustrezni količini agarja po navodilih proizvajalca dodamo kuhinjsko sol - 1g/100 ml. Enake količine (isto prostornino) slanega agarja nalijemo v ustrezne modele. Ob ohlajanju agar prehaja iz sol v gel stanje. Pustimo, da se povsem strdi. Za modele lahko uporabimo čaše različnih velikosti.
- Vsem trem valjem izmerimo premer in višino.
- V 250-mililitrsko čašo nalijemo 100 mililitrov destilirane vode in vanjo potopimo valj z najvišjo višino.
- Čašo postavimo na magnetno mešalo in izvajamo meritve z elektronskim merilnikom prevodnosti, ki ga priključimo preko vmesnika na računalnik.
- Na namizju kliknemo na ikono Logger Pro in program zazna merilni instrument.

V drugem delu poskusa imamo torej valje agarja enakih prostornin, a različno oblikovane. Imajo torej različna razmerja med površino in prostornino. Ponazarjajo na eni strani vitke

in na drugi strani čakate organizme. Ugotavljamo torej pomen oblikovanosti organizma na izmenjavo energije z okoljem.

## Razprava ob pridobljenih rezultatih

### Vpliv velikosti telesa na izmenjavo snovi z okoljem

Po končanem prvem delu poskusa, in sicer ugotavljanju razmerja med hitrostjo difuzije in velikostjo celice, smo prišli do naslednjih ugotovitev. V osnovi se s povečevanjem dolžine stranice povečujeta površina in prostornina kocke, obratno pa se dogaja z razmerjem med površino in prostornino. Osnovna ugotovitev je torej ta, da se z velikostjo manjša razmerje med površino in prostornino. V podkrepitev tega dejstva so usmerjeni tudi podatki iz tabele 2. Gledano s stališča vsake kocke posebej je v tej tabeli njena stranica zmanjšana za dvakratnik širine obarvanega dela. Površina in prostornina neobarvanega dela kocke sta v primerjavi s površino in prostornino celotne kocke seveda manjši, nasprotno pa velja za razmerje med površino in prostornino, ki je seveda večje.

Naslednja ugotovitev je vezana na obarvani rob, ki kaže na obseg difuzije. Ugotovimo, da je obseg difuzije pri vseh kockah enak, in sicer znaša širina obarvanega roba 0,3 centimetra. V tem pasu je agar z indikatorjem fenolftaleinom prišel v stik z bazo natrijev hidroksid, kar je imelo za posledico obarvanje v rdečevijoličasto barvo. Skratka, obseg difuzije je v enakih temperaturnih razmerah pri vseh treh kockah enak. Glede na to, da smo obarvanost zasledili znotraj kock agarja in prav tako v okolici, torej v natrijevem hidroksidu, lahko ugotovimo, da je difuzija dvosmerni proces. Do obarvanja znotraj kocke je namreč prišlo zaradi prehajanja natrijevega hidroksida, hkrati pa je iz kocke izhajal fenolftalein, ki je povzročil rdečevijoličasto barvo v natrijevem hidroksidu.

Pri kateri kocki je učinkovitost difuzije največja? To lahko ugotovimo vizualno in računsko. Pri najmanjši kocki namreč obarvani del obsega največji del njene prostornine.

Neobarvani del kocke			Obarvani rob
Površina (cm <sup>2</sup> )	Prostornina (cm <sup>3</sup> )	Razmerje P in V	cm
34,56	13,82	2,5 : 1	0,3
11,76	2,74	4 : 1	0,3
0,96	0,064	15 : 1	0,3

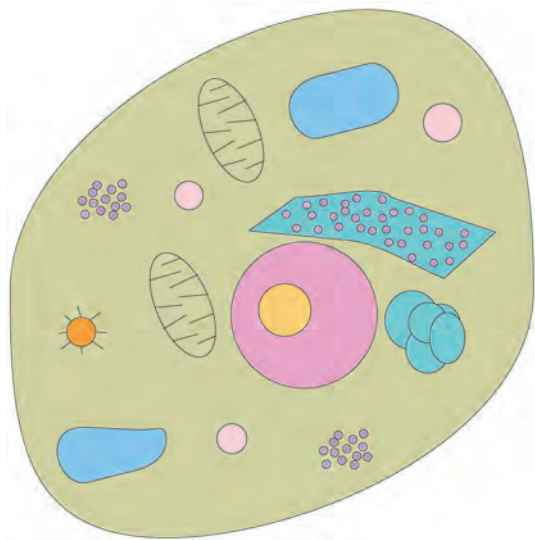
Tabela 2: Površina, prostornina in razmerje med površino in prostornino neobarvanega dela kocke.

Sedaj pa je treba rezultate razložiti z vidika celice, ki skozi svojo površino izmenjuje energijo z okoljem. Večja ko je celica, večja je njena prostornina in večje so tudi njene potrebe. A rezultati kažejo, da z večanjem velikosti pada razmerje med površino in prostornino, torej enaki prostornini pripada vedno manjši delež površine za izmenjavo energije z okoljem. Sprejemanje snovi je torej dejavnik, ki omejuje velikost celice. Samo po sebi se zastavlja vprašanje, zakaj se v evoluciji niso razvile velike celice, ki bi problem površine reševale z

nagubanostjo membrane. Ne nazadnje imajo veliki organizmi številne prednosti pred manjšimi, ena je že ta, da se večji organizmi večinoma hranijo z manjšimi. A pokaže se, da velikost celice omejuje tudi odnos med jedrom in citoplazmo. Jedro namreč nadzira in usmerja dogajanje v citoplazmi. Če je količina citoplazme prevelika, je seveda vpliv jedra vedno manjši.

Poznamo sicer mnogojedrne organizme (nekatero alge, glive, živali), ki lahko dosežejo velikost tudi do nekaj decimetrov, a vendarle je za celice kot take učinkovitejše povezovanje v mnogocelične strukture, saj zaradi diferenciacije in specializacije prihranijo veliko energije. Zgraditev kompleksnega mnogoceličarja res zahteva več energije, vendar je prihranek energije zaradi gospodarnega delovanja mnogo večji kakor pa začetni vložek.

Delitev celice ima torej pomemben vpliv na sposobnost celice za absorpcijo snovi za svojo rast. Če se na primer kockasta celica razdeli na dva enaka dela, ima vsaka na novo nastala celica polovično prostornino materske celice in hkrati večje razmerje med površino in prostornino. Torej ima manj potreb in več površine za izmenjavo snovi. Razmerje med površino in prostornino tudi zaviralno vpliva na rast celice, ko se ta poveča. Zopet zaradi enakega razloga, saj zmora večja celica zadovoljiti manj svojih potreb kakor manjša. Velikost celice znaša od 1 do 10 mikrometra (prokariotska) oziroma od 10 do 100 mikrometra (evkariotska).



*Slika 1: Shematični prikaz evkariotske celice z zapleteno organizacijo celičnih organelov. Velikost celice je omejujoč dejavnik pri izmenjavi snovi z okoljem. Zato je za celice smiselnejše povezovanje v večcelične organizme kakor pa večanje velikosti celice same. Avtor: Dušan Fišter.*

### Vpliv oblike telesa na izmenjavo snovi z okoljem

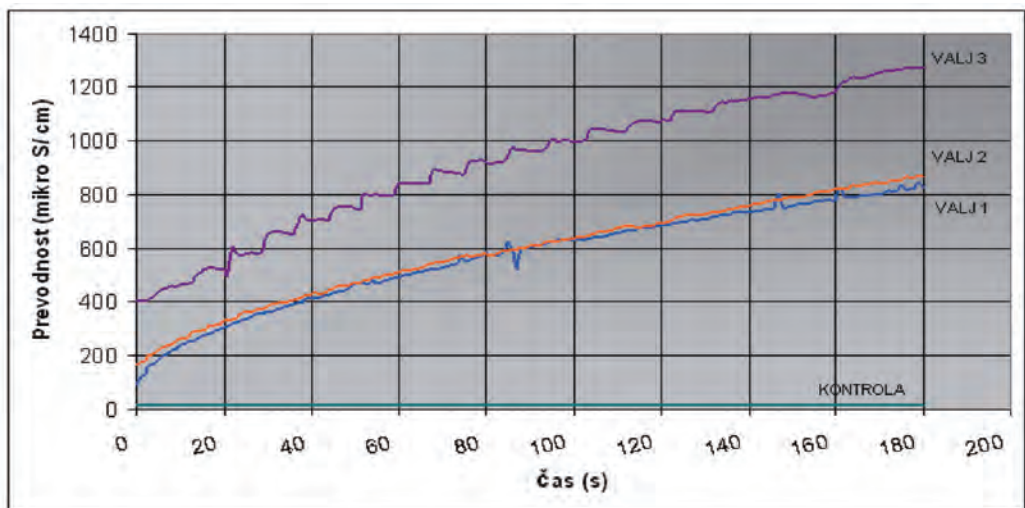
V drugem delu poskusa pa smo večji pomen dodelili sami obliki, saj smo kot osnovo postavili enako prostornino valjev in jim s spreminjanjem polmera in višine določevali različno površino in s tem razmerje med površino in prostornino. Bistvena spremenljivka je torej površina.

Zap. št.	Premer valja (cm)	Višina valja (cm)	Površina (cm <sup>2</sup> )	Prostornina (cm <sup>3</sup> )	Razmerje P : V
1	3,1	3,1	14,415π	7,44775π	1,9 : 1
2	4,6	1,5	17,48π	7,935π	2,2 : 1
3	6,2	0,9	24,8π	8,649π	2,9 : 1

Tabela 3: Razmerje med površino in prostornino pri valjih različnih oblik.

Ugotovili smo, da ima valj številka 3 največje razmerje med površino in prostornino. Torej enoti prostornine pripada največji delež površine. Premer je približno 7-krat daljši od višine. Posledično je oblika valja precej sploščena oziroma vitka. Površina osnovne ploskve je zelo velika v primerjavi s ploščino plašča. Valj številka 1 pa ima najmanjše razmerje med površino in prostornino. Premer je enak višini, kar pomeni, da gre za enakostranični valj. Sama oblika je bolj »čokata« oziroma zavaljena. Valj številka 2 se po razmerju med površino in prostornino uvršča med že omenjena valja.

Sedaj pa omenjene ugotovitve primerjajmo s prevodnostjo. Ravno prevodnost je v tem primeru pokazatelj hitrosti difuzije. Ta je največja pri valju z največjim razmerjem med površino in prostornino, ki je v našem primeru tudi valj z največjo površino, oziroma največjim razmerjem med premerom in višino.



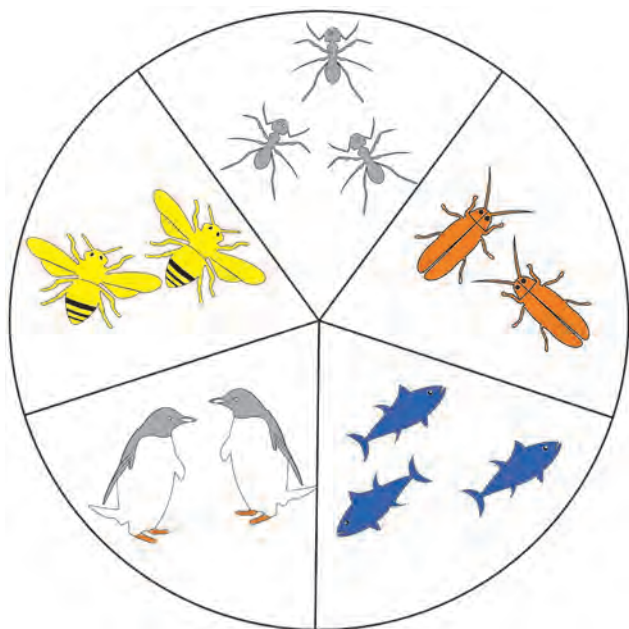
Graf 1: Prevodnosti tekočine z vnesenimi valji različnih površin.

S povečevanjem razmerja med površino in prostornino se povečuje hitrost difuzije in s tem količina soli v vodi, kar vpliva na povišanje prevodnosti. S povečevanjem razmerja med površino in prostornino se namreč povečuje delež površine, ki pripada enoti prostornine. Zopet pa seveda lahko rezultate povežemo z velikostjo in obliko živih bitij. Na izmenjavo

toplote med živaljo in okoljem vplivata telesna velikost in njena oblika. Telesna velikost določa prostornino (večja prostornina, več proizvedene toplote), telesna oblika pa določa delež površine, ki je v stiku z medijem (zrak, voda). Bistvenega pomena je torej razmerje med površino in prostornino. Na zvezo med telesno velikostjo endotermnih živali in toplotnimi razmerami v okolju je prvi opozoril nemški anatom in fiziolog C. Bergmann. Domneval je, da oddajajo toplokrvne živali v enakih zunanjih razmerah enako količino toplote na površinsko in časovno enoto. V mrzlem okolju se torej majhen sesalec mnogo hitreje ohladi kakor velik. Ravno zato osebkii populacij severnih območij kažejo večje telesne mere od osebkov populacij na južnih mejah razširjenosti vrste. J. A. Allen pa je preučeval telesno obliko živali v povezavi s fizikalnim dejavnikom toplote. Poudaril je soodvisnost med štrlečimi deli telesa in podnebnimi razmerami.

Za populacije mrzlih predelov je značilno bolj okroglo telo s kratkimi nogami, smrčkom in repom. Telo ima torej majhno razmerje med površino in prostornino in ga lahko grobo primerjamo z valjem številka 1. Organizmi mrzlih predelov problem temperature rešujejo tudi z zimskim spanjem, ki jim omogoča preživetje najbolj mrzlih delov leta, ter s podkožno rjavo maščobo, kjer z energijskim razklopom nastaja toplota. Prav nasprotno pa je za populacije vročih predelov nujno veliko razmerje med površino in prostornino, kar dosežejo z daljšimi okončinami, daljšim repom in smrčkom. Prilagojene so tudi tako, da so dejavne ponoči in se med letom selijo.

Seveda obstajajo tudi izjeme, ki ne potrjujejo Bergmannovega pravila. Vzemimo na primer afriškega slona, ki kot največji kopenski sesalec in prebivalec toplih tropskih območij ne potrjuje omenjenega pravila. Zaradi svoje velikosti proizvede veliko toplote. Živi pa v stalno vročih predelih, kjer bi seveda pričakovali nekoliko drugačno obliko telesa. A težave rešuje z velikimi uhlji (Allenovo pravilo), ki za eno tretjino povečajo telesno površino, telo ni pretirano dlakavo (dlake delujejo kot toplotni izolator), poleg tega pa se večinoma zadržuje v senci.



Slika 2: Različni organizmi se različno prilagajajo na razmere v okolju. Oblika telesa je v tesni povezavi z razmerami v okolju.

Avtor: Dušan Fister.



Potrditev Bergmannovega pravila pa kažejo na primer različni pingvini in njihova zemljepisna razširjenost. Cesarski pingvin, ki prebiva na Antarktiki, doseže velikost 115 centimetrov in tehta približno 30 kilogramov. V primerjavi z galapaškim pingvinom, ki pri višini 53 centimetrov tehta 2,2 kilograma, je torej približno 15-krat težji in približno 2-krat večji.

Prav nasprotno velja za ektotermne živali. Največje med njimi prebivajo v toplem tropskem in subtropskem podnebnju (veliki krokodil, udavi in pitoni). Čez dan akumulirano toploto ponoči počasi izgubljajo. V hladnejših zmernih širinah pa preživijo le vrste z manjšo postavbo. Takšne so na primer naše kuščarice in kače. Pred mrazom se morajo skriti in zimo preživeti v otrplosti. Vzrok, da ni plazilcev v polarnem območju, je ta, da ne morejo vzpostaviti toplotnega ravnovesja v lastnem telesu.

#### Slovarček:

**Agar.** Želatinozna substanca, pridobljena iz alg.

**Difuzija.** Pasivni prenos snovi iz območja z višjo v območje z nižjo koncentracijo.

**Ektotermni organizmi.** Organizmi, ki uravnavajo svojo telesno temperaturo preko zunanjih načinov. Veliko ektotermnih organizmov sodi med hladnokrvne organizme.

**Endotermni organizmi.** Organizmi, ki lahko nadzirajo svojo temperaturo, navadno z vzdrževanjem stalne telesne temperature.

**Evkariotski organizmi.** Organizmi z večinoma večcelično zgradbo, kompleksnejšo celično organizacijo in strukturo.

**Fenolftalein.** Uporablja se za ločevanje kislega od bazičnega. Na sobni temperaturi je v tekočem stanju. Pri mešanju s kislim medijem ostane brezbarven, medtem ko se pri mešanju z bazičnim medijem obarva vijolično.

**Prokariotski organizmi.** Skupina enoceličnih organizmov z značilno enostavno celično zgradbo.

#### Literatura:

Podobnik, A., Devetak, D., 1998: *Biologija 4 in 5, raznolikost živih bitij*. Ljubljana: DZS.

Podobnik, A., Stušek, P., Gogala, N., 1997: *Biologija 1, Celica*. Ljubljana: DZS.

Strgar, J., 2002: *Biologija. Tematski leksikon*. Ljubljana: Učila.

Tarman, K., 1992: *Osnove ekologije in ekologija živali*.

Ljubljana: DZS.

Ornitologija • Prvič ugotovljen v Sloveniji: rubinasti slavec (*Luscinia calliope*)

## Prvič ugotovljen v Sloveniji: rubinasti slavec (*Luscinia calliope*)

Dare Šere, Iztok Vreš

Zanimanje za ptiče je v Sloveniji veliko in še vztrajno narašča. Številni opazovalci se vsako leto srečajo s kakšno še posebej zanimivo vrsto, ki je od drugod priletela k nam, mogoče celo prvič. Treba je omeniti, da pri nas delujejo številni obročkovalci, ki letno ujamejo v mreže in obročkajo kar približno 120.000 raznovrstnih ptičev. In v mreže se lahko ujamejo ptiči, ki jih do sedaj nismo poznali pri nas, kar je razlog za še posebej veliko veselje.

Pobljše si oglejmo rod slavcev (*Luscinia*), od katerih smo do sedaj v Sloveniji poznali tri vrste.

Najbolj poznan med njimi je mali slavec (*L. megarhynchos*), ki v Sloveniji gnezdi, dokaj pogost pa je tudi ob selitvi. Manj poznan je veliki slavec (*L. luscinia*), ki pri nas ne gnezdi, zanimivo pa je, da v Sloveniji nalletimo nanj samo v času jesenske selitve. Tretji predstavnik je modra taščica (*L. svecica*), ki se pojavlja pri nas ob selitvi.

Čakalo pa nas je veliko presenečenje: 24.