

ԹԵՄԱ 2

Բջիջներ

Մանրադիտակներ

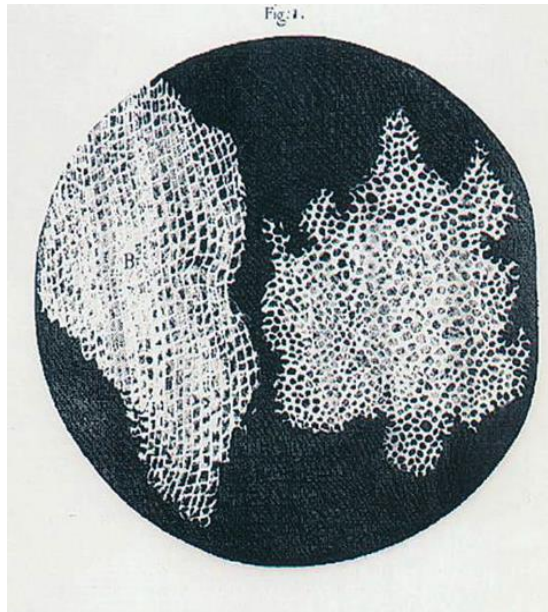
Դասագիրք

Ներածություն

Մանրադիտարկման վաղ տարիներին անգլիացի գիտնական Ռոբերտ Հուկը որոշեց ուսումնասիրել բուսական նյութերի բարակ շերտերը: Իր նմուշների թվում նա ընտրեց խցանը: Նայելով մանրադիտակով՝ Հուկն անսպասելիորեն տեսավ, որ կառուցվածքն ունի կանոնավոր տեսք, և 1665 թ. գրեց մի գիրք, որում ներառված էր նկ. 2.1-ում բերված գծանկարը:

Եթե ուշադիր դիտեք գծանկարը, ապա կտեսնեք «ծակոտու նմանվող» կանոնավոր կառուցվածքները, որոնց Հուկն անվանեց «բջիջներ»: Յուրաքանչյուր բջիջ հիշեցնում է դատարկ խորշ, որ բոլորափակված է պատով: Հուկը հայտնաբերեց ու նկարագրեց, առանց դա հասկանալու, բոլոր կենդանի օրգանիզմների հիմնարար տարրը:

Թեև այժմ գիտենք, որ խցանի բջիջները մեռած են, Հուկը և ուրիշ գիտնականներ հետագայում ուսումնասիրեցին կենդանի նյութերի բջիջները: Սակայն պետք է անցնենք գրեթե 200 տարի, մինչև որ բջջի ընդհանուր տեսությունը ծագեր երկու գերմանացի գիտնականների աշխատություններից: 1838 թ. բուսաբան Շլեյդենը ենթադրություն արեց, որ բոլոր բույսերը կազմված են բջիջներից, իսկ մեկ տարի անց կենդանաբան Շվանը նույն ենթադրությունն արեց կենդանիների վերաբերյալ: Բջջային տեսությունը պնդում է, որ բոլոր կենդանի օրգանիզմների կառուցվածքի և գործառույթի հիմնական տարրը բջիջն է: Այժմ՝ ավելի քան 170 տարի անց, այս գաղափարը կենսաբանության մեջ առավել հայտնի ու կարևոր տեսություններից է: Դրան ավելացել է 1855 թ. Վիրչովի տեսությունն այն մասին, որ բոլոր բջիջներն առաջացել են նախկինում գոյություն ունեցած բջիջներից բջջի բաժանման միջոցով:



Նկար 2.1 Խցանի բջիջների գծանկարը, որ հրապարակել է Ռոբերտ Հուկը 1665 թ.:

Ինչո՞ւ բջիջները

Բջիջը կարելի է պատկերացնել որպես բջջից դուրս գտնվող միջավայրից մասամբ առանձնացված մի պարկ, որտեղ հնարավորություն է ստեղծվել կյանքի քիմիական գործընթացների համար: Բոլոր բջիջները շրջապատող բարակ թաղանթը կենսական կարևորություն ունի բջջի և նրա շրջապատի միջև նյութափոխանակության կարգավորման համար: Այն ամուր պատնեշ է, սակայն հնարավոր է դարձնում նյութերի կարգավորված շարժումն իր միջով երկու ուղղությամբ: Հետևաբար այդ թաղանթը բնութագրվում է որպես մասնակի թափանցելի: Եթե այն ազատ թափանցելի լիներ, ապա կյանք գոյություն չէր ունենա, որովհետև բջջի քիմիական նյութերը պարզապես կխառնվեին շրջապատի քիմիական նյութերին դիֆուզիայի շնորհիվ:

Բջջային կենսաբանություն և մանրադիտակաբանություն

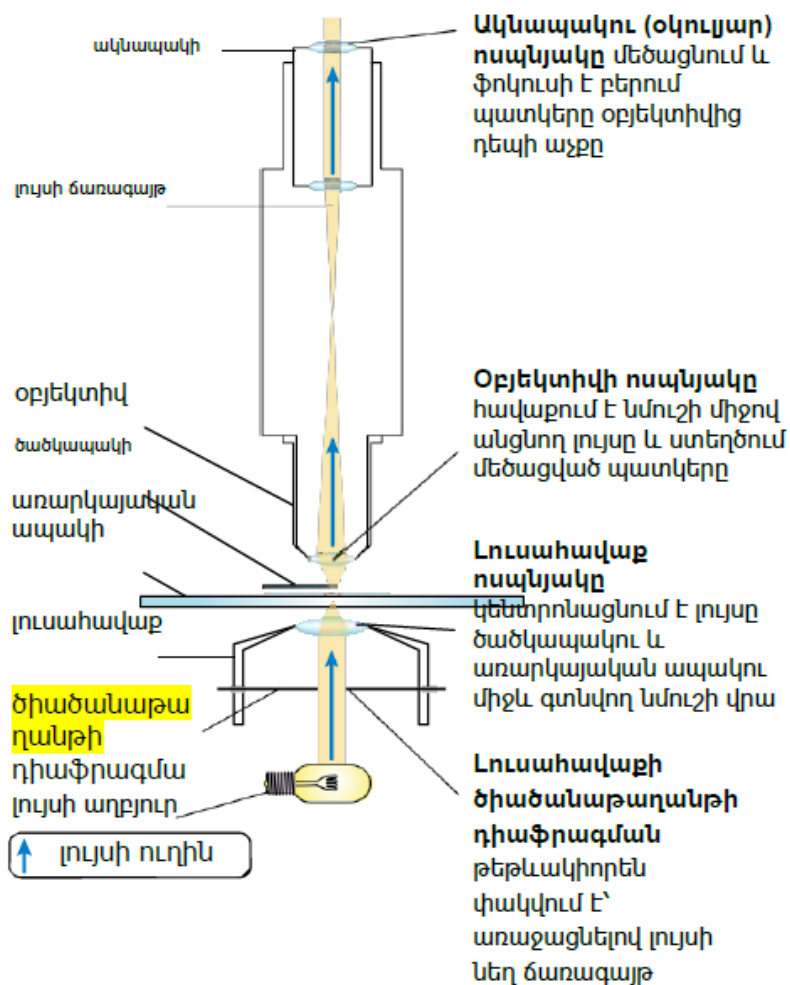
Բջիջների ուսումնասիրությունը սկիզբ դրեց կենսաբանության մի կարևոր ճյուղի, որը հայտնի է որպես բջջային կենսաբանություն: Բջիջներն այժմ բազմաթիվ եղանակներով կարելի է ուսումնասիրել, սակայն գիտնականները սկսել են դրանք պարզապես դիտելուց՝ օգտվելով տարբեր տեսակի մանրադիտակներից:

Այժմ կիրառվում է մանրադիտակի՝ սկզբունքորեն երկու տարբեր տեսակ՝ լուսային և էլեկտրոնային: Երկուսի հիմքում էլ ընկած է ճառագայթման մի ձև՝ ուսումնասիրվող նմուշի պատկերը ստանալու համար: Լուսային մանրադիտակի

համար ճառագայթման աղբյուրը լույսն է, իսկ էլեկտրոնային մանրադիտակի համար՝ էլեկտրոնները: Թե ինչու, կքննարկենք ավելի ուշ:

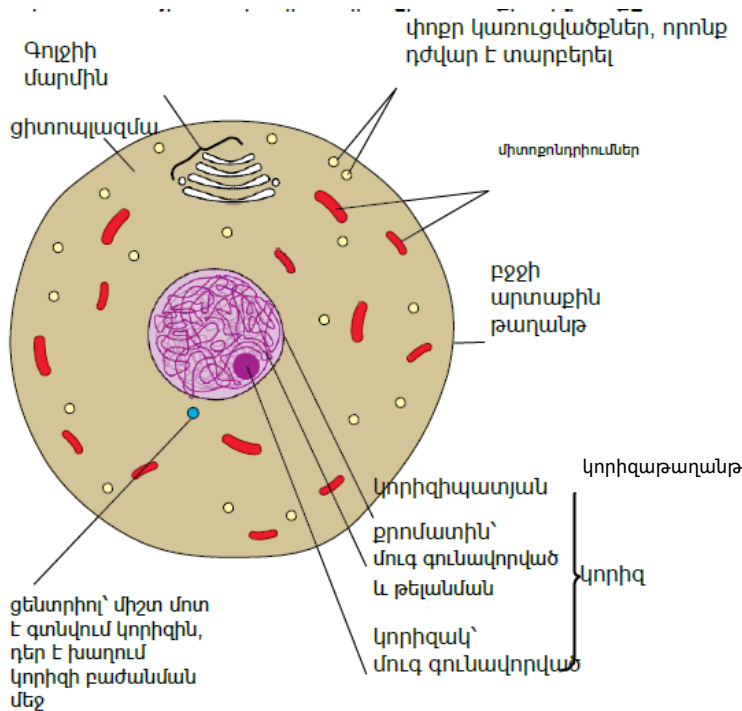
Լուսային մանրադիտակաբանություն

Լուսային մանրադիտակաբանության «ոսկեդարը», կարելի է ասել, 19-րդ դարն է: Մանրադիտակներ եղել են 17-րդ դարի սկզբից, բայց երբ 19-րդ դարի սկզբին լրջորեն բարելավվեց ապակե ոսպնյակների որակը, հետաքրքրությունը գիտնականների շրջանում համատարած դարձավ: Կենսաբանության բնագավառում բացված մանրադիտակային միկրոաշխարհի գրավչությունը խթանեց թե՛ մանրադիտակի կառուցվածքի, և թե՛ մանրադիտակով ուսումնասիրելու համար նյութերի պատրաստման (ինչը հավասարապես կարևոր է) առաջընթացը: Կենսաբանության այս ճյուղը հայտնի է որպես բջջաբանություն: Նկար 2.2-ում պատկերված է լուսային մանրադիտակը



Նկար 2.2 Լուսային մանրադիտակի աշխատանքի սկզբունքը

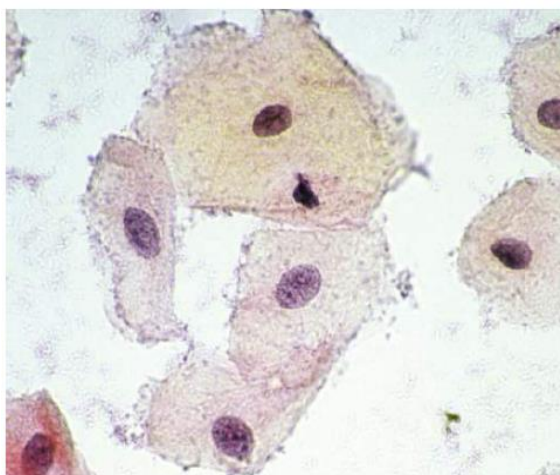
Արդեն 1900 թ., հայտնաբերվել էին նկար 2.3-ում և 2.4-ում պատկերված բոլոր կառուցվածքները: Նկար 2.3-ում պատկերված է ընդհանրացված կենդանական բջջի կառուցվածքը, իսկ նկար 2.4-ում՝ ընդհանրացված բուսական բջջի կառուցվածքը լուսային մանրադիտակով: (Ընդհանրացված բջիջում պատկերում են բոլոր կառուցվածքները, որոնք սովորաբար հայտնաբերվում են բջիջներում:) Նկար 2.5-ում պատկերված են մարդու մի քանի իրական բջիջներ, իսկ նկար 2.6-ում պատկերված է իրական բուսական բջիջ, որը վերցված է տերնից:



Նկար 2.3

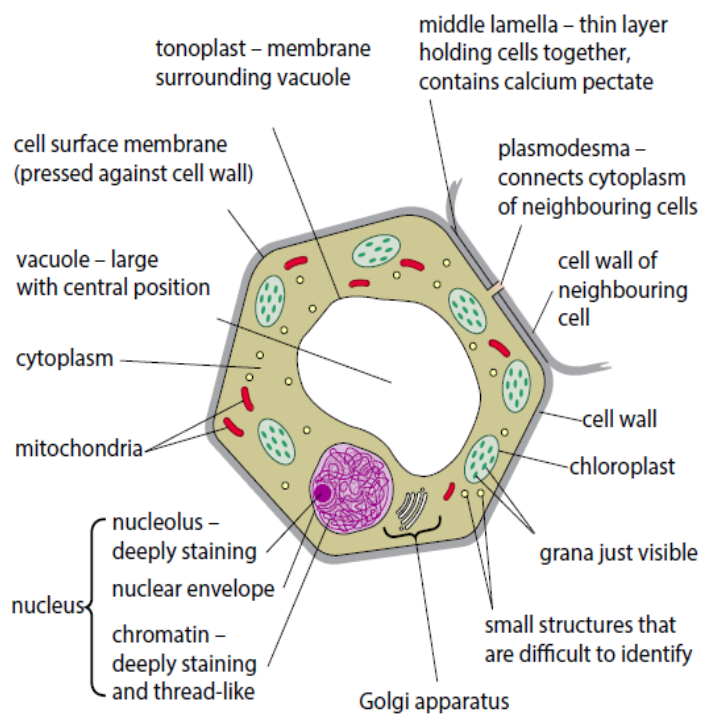
Ընդհանրացված կենդանական բջջի կառուցվածքը (տրամագիծը մոտ 20 մկմ) շատ բարձր որակի լուսային մանրադիտակով

Նկար 2.4 Ընդհանրացված բուսական բջջի կառուցվածքը (տրամագիծը մոտ 40 մկմ) շատ բարձր որակի լուսային մանրադիտակով



Նկար 2.5 Մարդու այտի բջիջներ (400x), որոնցից յուրաքանչյուրում երևում է կենտրոնական դիրք ունեցող բջջակորիզը, որը բնորոշ է կենդանական բջջին: Այս բջիջները մի հյուսվածքի մաս են, որը հայտնի է որպես եղջերացող (տափակ) էպիթել:

Նկար 2.6 Մամուռի տերևի բջիջներ (400x)



Չափման միավորներ

Մանրադիտակային աշխարհում առարկաները չափելու համար անհրաժեշտ է օգտվել չափման շատ փոքր միավորներից, որոնք մարդկանց մեծ մասին անձանոթ են: Միջազգային համաձայնությամբ պետք է կիրառել Միավորների միջազգային համակարգը (SI միավորները): Այս համակարգում երկարության հիմնական միավորը մետրն է (նշանը՝ մ): Լրացուցիչ միավորներ կարելի է կազմել հազար անգամ մեծ կամ փոքր բազմապատիկներով՝ կիրառելով ստանդարտ նախածանցները: Օրինակ՝ «կիլո-» նախածանցը նշանակում է 1000 անգամ: Այսպես, 1

կիլոմետրը հավասար է 1000 մետրի: Բջջի ուսումնասիրության հետ առնչվող երկարության միավորները բերված են Աղյուսակ 2.1-ում:

Մեկ մետրի մասերը	Միավոր	Նշան
մեկ հազարերորդական = $0,001 = 1/1000 = 10^{-3}$	միլիմետր	մմ
մեկ միլիոներորդական = $0,000001 = 1/1000\ 000 = 10^{-6}$	միկրոմետր	մկմ
մեկ միլիարդերորդական = $0,000000001 = 1/1000000000 = 10^{-9}$	նանոմետր	նմ

Աղյուսակ 2.1 Բջջի ուսումնասիրությանն առնչվող չափման միավորները. μ -ն հունական «մյու» տառն է, 1 միկրոմետրը միլիմետրի հազարերորդական մասն է, իսկ 1 նանոմետրը միկրոմետրի հազարերորդական մասն է:

Դժվար է պատկերացնել, թե որքան փոքր են այս միավորները, սակայն մանրադիտակով դիտելիս և բջիջները հստակ տեսնելիս չպետք է մոռանանք, թե զարմանալիորեն որքան փոքր են բջիջներն իրականում: Մարդկային աչքով տեսանելի ամենափոքր կառուցվածքն ունի մոտ 50-100 մկմ տրամագիծ: Քո օրգանիզմը պարունակում է մոտ 60 մլն բջիջ, որոնք տարբերվում են չափերով՝ մոտ 5 մկմ-ից մինչև 40 մկմ: Փորձիր պատկերացնել այնպիսի կառուցվածքներ, ինչպիսիք են միտոքոնդրոմները, որոնց միջին տրամագիծը 1մկմ է: Բջջի ամենափոքր օրգանոիդները, որոնց հետ գործ ենք ունենալու այս գրքում, ռիբոսոմներն են, որոնք ունեն ընդամենը մոտ 25 նմ տրամագիծ: Այս նախադասության վերջում դրված վերջակետի վրա կարող ես տեղավորել մոտ 20000 ռիբոսոմ:

Էլեկտրոնային մանրադիտակաբանություն

Ինչպես նշվեց, 1900 թ. արդեն հայտնաբերվել էին նկար 2.3-ում և 2.4-ում բերված գրեթե բոլոր կառուցվածքները: Դրան հետևեց գիտնականների համար հուսախաբության շրջան, որովհետև նրանք հասկացան, որ որքան էլ կատարելագործվեր լուսային մանրադիտակների կառուցվածքը, կար մի սահման, թե որքան է առհասարակ հնարավոր տեսնել լույսի օգնությամբ:

Սա հասկանալու համար անհրաժեշտ է իմանալ լույսի բնույթը և հասկանալ խոշորացման և տարրալուծման տարբերությունը:

Խոշորացում

Խոշորացումը ցույց է տալիս, թե պատկերը քանի անգամ է մեծացված առարկայի իրական չափի համեմատ:

$$\text{խոշորացում} = \frac{\text{պատկերի չափ}}{\text{իրական չափ}}$$

$$M = \frac{I}{A}$$

Այստեղ I -ը պատկերի չափն է (այսինքն այն, ինչը կարելի է չափել քանոնով), իսկ A -ն՝ իրական չափը (այսինքն փաստացի չափը, օրինակ՝ բջջի չափը նախքան այն խոշորացնելը):

Այս արժեքներից երկուսն ունենալու դեպքում կարելի է գտնել երրորդը: Օրինակ՝ եթե հայտնի է պատկերի չափը և

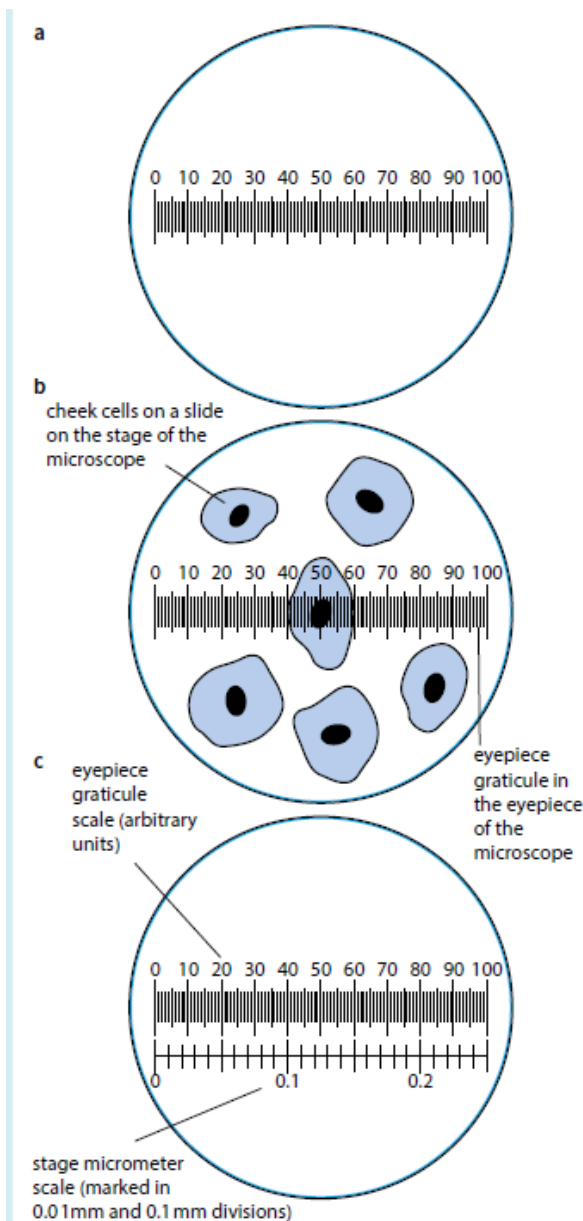
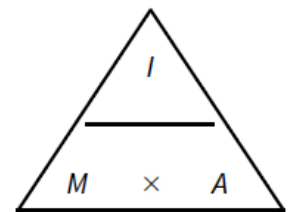
խոշորացումը,

ապա կարելի է գտնել իրական

չափը՝ $A = \frac{I}{M}$: Եթե բանաձևը գրվի

եռանկյունու տեսքով, ինչպես ցույց է տրված աջ կողմում, և փակվի այն արժեքը, որն անհրաժեշտ է գտնել, ապա պետք է, որ ակնհայտ դառնա ճիշտ հաշվարկն անելու ձևը:

Այժմ բերենք մի քանի օրինակ իրենց լուծումներով:



Օրինակ 1

Բջջիների չափում

Բջջիները և օրգանոիդները կարող են չափվել նաև մանրադիտակով օկուլյարի չափիչ սանդղակի միջոցով: Սա թափանցիկ սանդղակ է: Այն

սովորաբար ունի 100 բաժանումներ (նկար 2.7a): Օկույարի չափիչ սանդղակը տեղադրված է մանրադիտակի օկույարում այնպես, որ այն կարելի է տեսնել չափվող օբյեկտի հետ միաժամանակ (նկար 2.7b): Նկար 2.6b-ն ցույց է տալիս մասշտաբը մարդու այտի էպիթելային բջջի վրա: Բջջը ընկած է սանդղակի 40-60 բաժանումների միջև: Հետևաբար մենք ասում ենք, որ նրա տրամագիծը չափվում է օկույարի սանդղակի 20 բաժանումներով (60-ի և 40-ի տարբերությունը): Մենք չենք կարող իմանալ օկույարի մեկ բաժանման փաստացի չափը, քանի դեռ չենք հարմարացնի և ուղղի օկույարի չափիչ սանդղակը:

Որպեսզի հարմարացնենք օկույարի չափիչ սանդղակը, մանրադիտակի վրա ամրացված է և ֆոկուսի է բերված փոքր, թափանցիկ քանոն, որը կոչվում է միկրոմետրային սանդղակ կամ միկրոչափիչ: Այս սանդղակը կարող է քանդակված լինել ապակու վրա կամ տպված լինել թափանցիկ թղթի վրա: Այն հիմնականում ունենում է 0,1 մմ և 0,01 մմ բաժանումներ: Երկու սանդղակների նկարները գծված են նկար 2.7 c-ում:

Նկարում պատկերված օկույարի սանդղակում 100 բաժանումը համապատասխանում են 0,25 մմ-ին: Հետևաբար մեկ բաժանման արժեքը հավասար է $0,25/100 = 0,0025$ մմ, կամ 25 մկմ:

Նկար 2.7b-ում նշված բջջի տրամագիծը հավասար է օկույարի սանդղակի 20 բաժանման , այսինքն՝ դրա իրական չափը հավասար է $20 * 2,5$ մկմ = 50 մկմ:

Այս տրամագիծը մեծ է շատ մարդկային բջիջների տրամագծից, քանի որ հարթ էպիթելային բջիջ է:

Նկար 2.7-ի բացատրություն, Մանրադիտակային չափումներ

a օկույարի չափիչ սանդղակը, b. մարդու այտի հարթ էպիթելային բջիջները և օկույարի չափիչ սանդղակը, c. օկույարի չափիչ սանդղակը և միկրոմետրային սանդղակը

Օրինակ 2

Նկարի խոշորացման հաշվում

Նկարի M-խոշորացումը հաշվելու համար կարող ենք օգտվել հետևյալ մեթոդից: Նկար 2,8-ում ցույց է տրված նույն բջիջների երկու պատկեր: Եթե իմանանք

բուսական բջի իրական երկարությունը, կարող ենք հաշվել դրա խոշորացումը հետևյալ բանաձևով $M=I/A$: Բջի իրական երկարությունը 80 մկմ է

Առաջին քայլ: Չափել նկարում բջիջների երկարությունը մմ-ով քանոնի միջոցով: Ըստ նկարի պետք է ստանաս մոտ 60 մմ:

Երկրորդ քայլ: Միլիմետրը դարձրու միկրոմետր:

Այսպես 1 մմ = 1000 մկմ, հետևաբար, 60 մմ = 60×1000 մկմ = 60000 մկմ

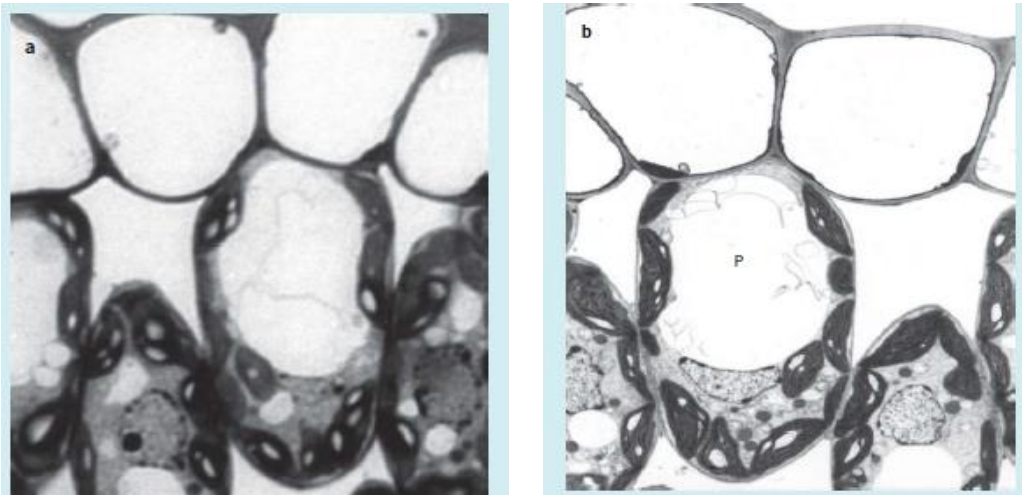
Քայլ երրորդ: Օգտագործիր հավասարումը խոշորացումը

$$M = \frac{I}{A}$$

հաշվելու համար

խոշորացումը = 60000 մկմ / 80 մկմ = $\times 750$:

\times նշանը նշանակում է այդքան անգամ խոշորացում:

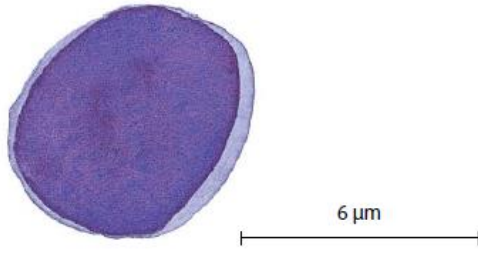


Նկար 2.8 Միևնույն տեսակի բուսական բջիջների նկարները. ա) լուսային մանրադիտակով, բ) էլեկտրոնային մանրադիտակով: Երկուսն էլ խոշորացված են մոտ 750 անգամ:

Օրինակ 3

Խոշորացման հաշվումը ըստ մասշտաբի սանդղակի

Նկար 2.9-ում պատկերված է լիմֆոցիտ:



Մենք կարող ենք հաշվել լիմֆոցիտի խոշորացումը պարզապես օգտագործելով մասշտաբների սանդղակը: Պետք է հաշվել մասշտաբի սանդղակի երկարությունը և հետո փոխարինել սա և այն երկարությունը, որը ներկայացված է հավասարման մեջ:

Քայլ 1: Հաշվիր սանդղակի երկարությունը: Այստեղ այն մոտ 36 մմ է:

Քայլ 2: Փոխարինիր մմ-ը մկմ-ով:

$$36 \text{ մմ} = 36 \times 1000 \text{ մկմ} = 36\,000 \text{ մկմ}$$

Քայլ 3: Օգտագործիր հավասարումը խոշորացումը հաշվելու համար:

$$\text{Խոշորացումը, } M = \frac{\text{Նկարի չափսը, } I}{\text{Իրական չափսը, } A} = \frac{36\,000 \text{ } \mu\text{մ}}{6 \text{ } \mu\text{մ}} = \times 6000$$

Օրինակ 4

Առարկայի իրական չափի որոշումը դրա խոշորացումից

A-ն՝ առարկայի իրական չափը հաշվելու համար պետք է կիրառել հետևյալ մեթոդը:

Նկար 2.16-ը ցույց է տալիս երեք բուսական բջիջներ, որոնք խոշորացված են 5600 անգամ: Նկարում պատկերված է քլորոպլաստ, որի դիմաց գրված է իր անվանումը՝ «chloroplast»: Ենթադրենք ուզում ենք իմանալ այդ քլորոպլաստի իրական երկարությունը:

Քայլ 1 - Քանոնով չափում ենք նկարում պատկերված քլորոպլաստի երկարությունը (մմ-ով): Մաքսիմալ երկարությունը 40 մմ է:

Քայլ 2 - Միլիմետրերը փոխում ենք միկրոմետրերի:

$$40 \text{ մմ} = 40 \times 1000 \text{ մկմ} = 40\,000 \text{ մկմ}$$

Քայլ 3 - Օգտագործում ենք տվյալ հաշվարկները՝ իրական երկարությունը հաշվելու համար:

Իրական չափսը, A=նկարի չափս/խոշորացում=40000/5600=7,1 մկմ (մեկ իմաստալից նիշի ճշտությամբ):

Ժամանակավոր մանրապատրաստուկի պատրաստումը

Կենսաբանական նյութը կարող է քննվել կենդանի կամ պահպանված տարբերակով: Պատրաստի մանրապատրաստուկները պարունակում են նյութեր, որոնք սպանվել և պահպանվել են կենդանի ձևին նման վիճակում: Այս նյութը հաճախ մասնատվում է բարակ բաժինների՝ հնարավորություն տալով լույսին անցնելու կառույցների միջով՝ լուսային մանրադիտակով նայելու համար: Բաժինները ներկված են և «տեղադրված» են ապակե մանրապատրաստուկի վրա՝ ձևավորելով մշտական պատրաստուկ:

Թարմ նյութի ժամանակավոր պատրաստուկներն ունեն առավելություն, քանի որ կարող են պատրաստվել արագ և օգտակար լինել արագ նախնական հետազոտությունների համար: Կարող են կտրատում և ներկում նույնպես իրականացվել, եթե պահանջվում է: Երբեմն փափկեցված նյութ կարող է օգտագործվել, օրինակ՝ փայտի կառուցվածքի ուսումնասիրության մեջ: Մի շարք ժամանակավոր ներկեր են հաճախ օգտագործվում: Օրինակ՝ կալիումի յոդիդի յոդը շատ օգտակար է բուսական նմուշների համար: Այն ներկում է օսլան կապույտ-սև, կարող է նաև խամրած դեղին ներկել կորիզը և բջջապատերը: Մեթիլեն կապույտի լուծույթը կարող է կիրառվել կենդանական բջիջների ներկման համար, ինչպիսիք են այտի բջիջները:

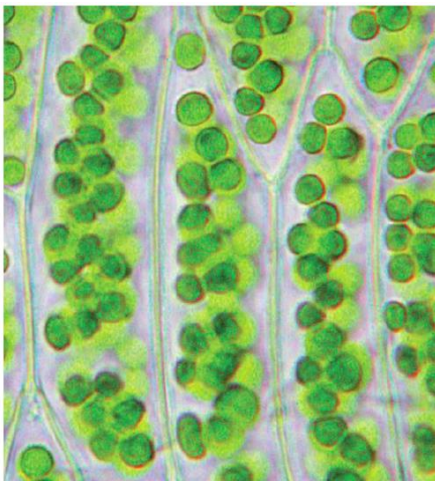
Նմուշներն ինքնուրույն, մանրադիտակի միջոցով ուսումնասիրելը օգնում է ավելի լիարժեք հասկանալու և հիշելու կառուցվածքները: Սա կարող է ամրապնդվել նկարելով թղթի վրա: Կարևոր է հիշել, որ միշտ պետք է նկարել այն, ինչ տեսնում եք, ոչ թե այն, ինչ կարծում եք, որ պետք է տեսնեք:

Նյութը տեղադրվում է մաքուր առարկայակիր ապակու վրա, ավելացվում են ներկի մեկ կամ երկու կաթիլ: Ծածկապակին զգուշորեն իջեցվում է նմուշի վրա օբյեկտիվը պաշտպանելու, նմուշի չորացումը կանխելու նպատակով: Ներկի հետ խառնած մի կաթիլ գլիցերինը կարող է նպաստել, որ չորացումը կանխվի:

Հարմար կենդանի նյութ՝ մարդու այտի բջիջներ, հարմար բուսական նյութ՝ սոխի էպիդերմիսի բջիջներ, հազարի էպիդերմիսի բջիջներ, քլորելլայի բջիջներ, մամուռի տերևներ:

Տարրալուծող ուժ

Կրկին նայիր 2.8 նկարին: 2.8a նկարը լուսային միկրոլուսանկար է (լուսանկար, որը ստացվել է լուսային մանրադիտակի օգնությամբ, նաև հայտնի է ֆոտոմիկրոգրաֆ անվամբ): 2.8b նկարը միկրոսկոպի նմուշի նույն խոշորացմամբ ստացված էլեկտրոնային միկրոլուսանկարն է (էլեկտրոնային միկրոլուսանկարը ստացվում է էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ): Դու կարող ես տեսնել, որ 2.8b լուսանկարը՝ էլեկտրոնային միկրոլուսանկարը, ավելի հստակ ու պարզորոշ է: Դրա պատճառը ավելի մեծ տարրալուծող ուժն է: Տարրալուծող ուժը կարող է սահմանվել որպես երկու առանձին կետերի տարբերակման հնարավորություն: Եթե



երկու կետերը չեն կարող տարրալուծվել, դրանք կերևան որպես մեկ կետ: Գործնականում տարրալուծման ուժը դետալների քանակն է, որը հնարավոր է տեսնել. որքան մեծ է տարրալուծման ուժը, այնքան ավելի շատ են դետալները:

Լուսային մանրադիտակի առավելագույն տարրալուծող ուժը 200 նմ է: Դա նշանակում է, որ եթե երկու կետ կամ օբյեկտ ավելի մոտ են, քան 200 նմ, չեն կարող տարբերակվել որպես առանձին մասեր:

Հնարավոր է վերցնել 2.8a նկարի նման լուսանկար և այն խոշորացնել (մեծացնել, լայնացնել), բայց մենք չենք տեսնի ավելի շատ դետալներ, այսինքն՝ չենք կարող բարելավել տարրալուծող ուժը, չնայած հաճախ խոշորացնում ենք լուսանկարները, քանի որ դրանք ավելի հեշտ է տեսնել, երբ ավելի մեծ են: Մանրադիտակի դեպքում խոշորացումը մինչև տարրալուծող ուժի սահմանագիծը կարող է բացահայտել լրացուցիչ դետալներ, բայց ցանկացած հետագա խոշորացում մեծացնում է պատկերի աղավաղումը, ինչպես նաև դրա չափերը:

Տարրալուծող ուժը իրար շատ մոտ գտնվող 2 օբյեկտների տարբերակման ունակությունն է: Որքան մեծ է պատկերի տարրալուծող ուժը, այնքան շատ են դետալները, որոնք հնարավոր է տեսնել:

Խոշորացումը ցույց է տալիս, թե քանի անգամ է պատկերը ավելի մեծ իրական օբյեկտից. խոշորացում = պատկերի չափ / օբյեկտի իրական չափ:

Տրանսմիսիոն և սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակներ

Երկու տեսակի էլեկտրոնային մանրադիտակներ են այժմ լայնորեն օգտագործվում: Տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրադիտակը կամ TEM-ը եղել է սկզբնական մշակվածը: Այստեղ էլեկտրոնների փունջն անցում է նմուշի միջով նախքան դիտվելը: Միայն այդ փոխանցվող (նմուշի միջով անցնող) էլեկտրոններն են, որ փոխանցվում են, տեսանելի են: Սա թույլ է տալիս մեզ տեսնել նմուշների բարակ շերտերը և այդպիսով տեսնել բջիջների ներսը: Սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակի դեպքում (SEM) էլեկտրոնային փունջն օգտագործվում է մակերեսների կառուցվածքների սկանավորման համար, և միայն արտացոլված փունջն է դիտվում: Սկանավորող էլեկտրոնային միկրոլուսանկարի օրինակ է ցույց տրված նկ 2.9-ում: Այս մանրադիտակի առավելությունն այն է, որ հնարավոր է տեսնել մակերեսի կառուցվածքները: Բացի այդ, նմուշի մեծ մասը գտնվում է ֆոկուսի մեջ միննույն ժամանակում, և հնարավոր է եռաչափ պատկեր ստանալ:

Նման մի նկար անհնար կլիներ ստանալ լուսային մանրադիտակով, նույնիսկ օգտագործելով նույն խոշորացումը և տարրալուծումը, քանի որ պետք է վեր ու վար անեք օբյեկտիվը՝ ֆոկուսացնելով, որպեսզի տեսնեք նմուշի տարբեր մասերը: SEM-ի թերությունն այն է, որ չունի նույն տարրալուծման ուժը, ինչ TEM-ը: SEM-ի տարրալուծող ուժը կազմում է 3-20 նմ:

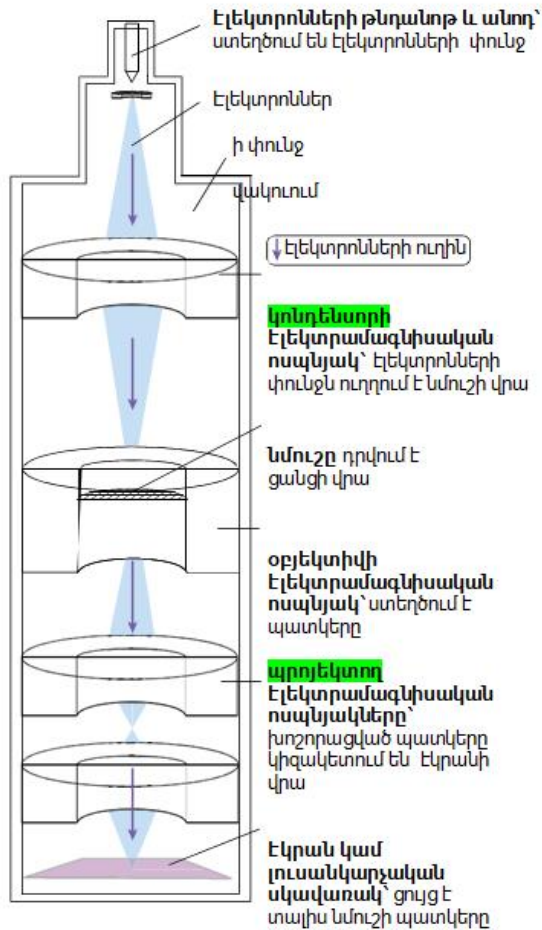


Նկար 2.9 Կատվի վրա ապրող լվի գլխի կեղծ գունավորված սկանավորող էլեկտրոնային մանրապատկեր(100X):

2.10 նկարում ցույց է տրվում, թե ինչպես է աշխատում էլեկտրոնային մանրադիտակը, իսկ 2.11-ը՝ դրանցից մեկը օգտագործման մեջ:

Էլեկտրոնների փունջը տեսնել հնարավոր չէ, ուստի պատկերը տեսանելի դարձնելու համար անհրաժեշտ է այն ֆլուորեսցենտ էկրանի վրա ուղղել: Այն տեղերը, որտեղ բախվել են էլեկտրոնները, պայծառ փայլում են՝ ստեղծելով ընդհանուր սև ու սպիտակ նկար: Էլեկտրոնային մանրադիտակ օգտագործելիս կենսաբանական նմուշների տարբերակումը բարելավելու համար կիրառվող ներկերը պարունակում են ծանր մետաղների ատոմներ, որոնք կասեցնում են էլեկտրոնների անցումը: Արդյունքում ստացվում է ռենտգենյան լուսանկարի նման նկար, որի վրա նմուշի ավելի մուգ գունավորված մասերը ավելի սև են երևում: Կեղծ գունավորված պատկերներ կարելի է ստանալ ստանդարտ սև ու սպիտակ պատկերը համակարգչի օգնությամբ գունավորելու միջոցով:

Ի լրումն էլեկտրոնային մանրադիտարկման դժվարություններին՝ էլեկտրոնների փունջը և, հետևաբար, նմուշն ու ֆլուորեսցենտ էկրանը պետք է գտնվեն վակուումի մեջ: Եթե էլեկտրոնները բախվեն օդի մոլեկուլներին, ապա կցրվեն՝ անհնար դարձնելով հստակ նկարի ստացումը: Բացի այդ, ջուրը վակուումում եռում է սենյակային ջերմաստիճանում, այնպես որ բոլոր նմուշները պետք է ջրազրկված լինեն նախքան մանրադիտակի մեջ դրվելը: Սա նշանակում է, որ կարելի է ուսումնասիրել միայն անկենդան նյութը: Ուստի մեծ ջանքեր են գործադրվում, որպեսզի նյութը փորձեն պահել կենդանի վիճակին մոտ վիճակում, երբ այն պատրաստում են էլեկտրոնային մանրադիտակով ուսումնասիրելու համար:



Նկար 2.10 Էլեկտրոնային մանրադիտակի (ԷՄ) աշխատանքը:

Նկար 2.11 Տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրադիտակը (ՏԷՄ) աշխատանքի ընթացքում:

Չափման համարժեքներ

1 մետր (մ) = 100 սմ = 1000 մմ = մոտավորապես 39,4 դյույմ

1 սանտիմետր (սմ) = 10^{-2} (1/100) մ = մոտավորապես 0,4 դյույմ

1 միլիմետր (մմ) = 10^{-3} (1/1000) մ = 1/10 սմ

1 միկրոմետր (մկմ) = 10^{-6} մ = 10^{-3} մմ

1 նանոմետր (նմ) = 10^{-9} մ = 10^{-3} մկմ

Տե՛ս հղումը՝

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-introduction-to-cells/a/microscopy>

Նախակորիզավոր բջիջներ

Դասագիրք

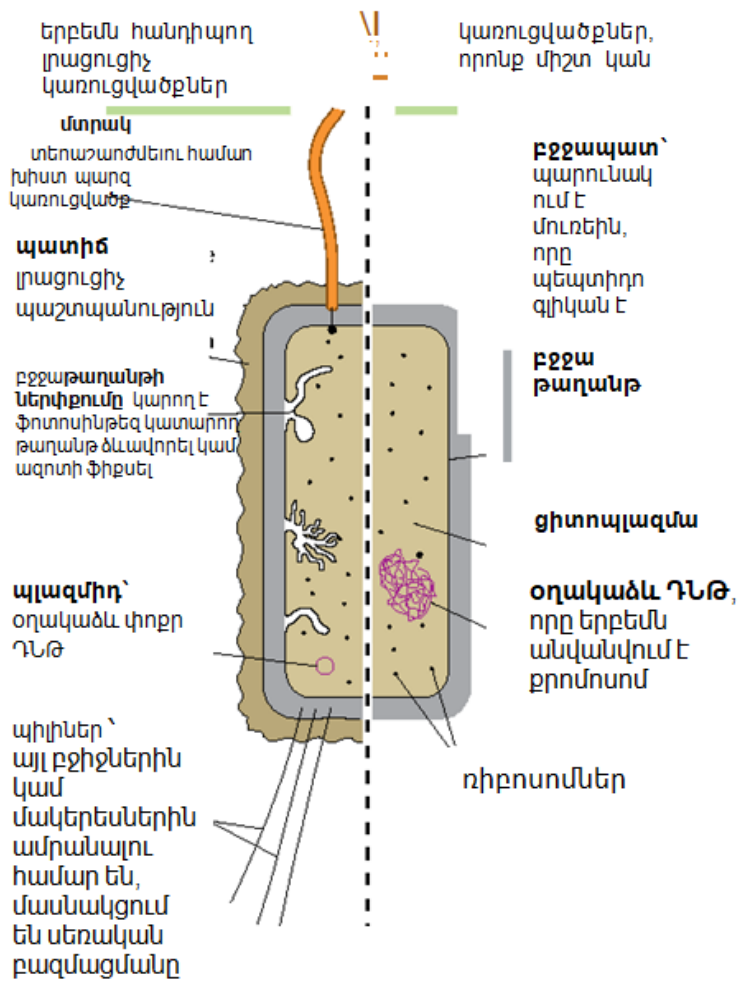
Բջջի երկու էապես տարբեր տեսակները

Մի ժամանակ ընդունված էր բոլոր կենդանի օրգանիզմները դասակարգել որպես կենդանիներ կամ բույսեր: Կենդանի օրգանիզմների մասին մեր գիտելիքների հարստացման շնորհիվ պարզ դարձավ, որ կենդանի աշխարհն այդքան էլ պարզունակ չէ: Օրինակ՝ սնկերն ու բակտերիաները խիստ տարբերվում են կենդանիներից, բույսերից և միմյանցից: Ի վերջո, բացահայտվեց, որ գոյություն ունեն բջիջների երկու սկզբունքորեն տարբեր տեսակներ: Այս տեսակների ամենաակնհայտ տարբերությունն այն է, որ մեկն ունի կորիզ, իսկ մյուսը՝ ոչ:

Օրգանիզմները, որոնք բջջակորիզ չունեն, կոչվում են նախակորիզավորներ («pro» նշանակում է նախա-, «karyos» նշանակում է կորիզ): Դրանք միջինը մոտ 1000-ից մինչև 10000 անգամ փոքր են ծավալով, քան բջջակորիզ ունեցող բջիջները, և ավելի պարզ կառուցվածք ունեն: Օրինակ՝ դրանց ԴՆԹ-ն ազատ վիճակում գտնվում է ցիտոպլազմայում:

Օրգանիզմները, որոնց բջիջներն ունեն բջջակորիզ, կոչվում են կորիզավորներ («eu» նշանակում է իսկական): Դրանց ԴՆԹ-ն գտնվում է բջջակորիզի մեջ: Կորիզավորների թվին են պատկանում կենդանիները, բույսերը, սնկերը և մի խումբ, որի մեջ մտնում է միաբջիջ կորիզավորների մեծ մասը, որոնք հայտնի են պրոտիստներ անվամբ: Կենսաբանների մեծ մասը կարծում է, որ կորիզավորներն առաջացել են նախակորիզավորներից, երկրի վրա առաջին անգամ դրանց հայտնվելուց 1500 միլիոն տարի հետո: Բոլոր կորիզավոր բջիջները որոշակի ընդհանուր գծեր ունեն:

Նկար 2.12-ում պատկերված է ընդհանրացված նախակորիզավոր բջիջ: Նախակորիզավոր և կորիզավոր բջիջների համեմատությունը բերված է աղյուսակ 1.2-ում:



Նկար 2.12 Ընդհանրացված բակտերիայի գծանկար, որտեղ երևում են նախակորիզավոր բջջի հատկանիշները

Պրոկարիոտներ (նախակորիզավոր)	Էուկարիոտներ (կորիզավոր)
Բջջի միջին տրամագիծը 0,5-5 մկմ է	Բջիջները սովորաբար մինչև 40 մկմ տրամագիծ ունեն և իրենց ծավալով 1000-10000 անգամ գերազանցում են պրոկարիոտ բջիջների ծավալը
ԴՆԹ-ն օղակաձև է և գտնվում է ցիտոպլազմայում՝ ազատ վիճակում	ԴՆԹ-ն օղակաձև չէ և գտնվում է կորիզում, որը շրջապատված է կրկնակի թաղանթով
ԴՆԹ-ն մերկ է	ԴՆԹ-ն կապված է սպիտակուցի հետ՝ ձևավորելով կառուցվածքներ, որոնք կոչվում են քրոմոսոմներ
Ունեն ավելի փոքր (70S) ռիբոսոմներ (մոտ 20 նմ տրամագծով), քան էուկարիոտները	Ունեն ավելի մեծ (80S) ռիբոսոմներ (մոտ 25 նմ տրամագծով), քան պրոկարիոտները
Գուներն էՑ	Ունեն էՑ, որին ռիբոսոմներ կարող են միանալ
Շատ քիչ օրգանոիդներ ունեն, չկան առանձին, թաղանթով շրջապատված հատվածներ, եթե միայն դրանք չեն առաջացել բջջաթաղանթի ներփքման արդյունքում	Ունեն բազմաթիվ օրգանոիդներ (արտահայտված կոմպարտմենտալիզացիա և աշխատանքի բաժանում) <ul style="list-style-type: none"> - որոշ օրգանոիդներ շրջապատված են մեկ թաղանթով, օրինակ՝ լիզոսոմները, Գուջի համակարգը, վակուոլները - որոշները շրջապատված են երկու թաղանթով (պատյան), օրինակ՝ կորիզը, միտոքոնդրիումը, քլորոպլաստը - որոշները չունեն թաղանթ, օրինակ՝ ռիբոսոմները, ցենտրիոլները, միկրոտուբուլակները
Ունեն բջջապատ, որը պարունակում է մուռեին պեպտիդոգլիկանը (ամֆիթաթթուների միացած բազմաշաքար)	Երբեմն ունեն բջջապատ, օրինակ՝ բույսերը և սնկերը, որը բույսերի մոտ պարունակում է թաղանթանյութ կամ լիգնին և խիտին (թաղանթանյութին նման, ազոտ պարունակող բազմաշաքար)՝ սնկերի մոտ

Աղյուսակ 1.2 Նախակորիզավոր և կորիզավոր բջիջների համեմատությունը

Վիրուսներ

1852 թ. ռուս գիտնականներից մեկը հայտնաբերեց, որ որոշ հիվանդություններ կարող են փոխանցվել հարուցիչներով, որոնք, ի տարբերություն բակտերիաների, կարող են անցնել ամենափոքր գոլիչների միջով: Սա վիրուսների՝ շատ փոքր «օրգանիզմների» գոյության մասին առաջին ապացույցն էր, որոնք բակտերիաներից ավելի փոքր են և գտնվում են օրգանիզմների՝ մեր պատկերացմամբ կենդանի և ոչ կենդանի բաժանման սահմանին: Ի տարբերություն նախակորիզավորների և կորիզավորների, վիրուսները բջջային կառուցվածք չունեն: Այլ կերպ ասած, դրանք շրջապատված չեն ցիտոպլազմա և ռիբոսոմներ պարունակող մասնակի թափանցելիություն ունեցող թաղանթով: Դրանք կառուցվածքով ավելի պարզ են: Մեծ մասը բաղկացած է միայն՝

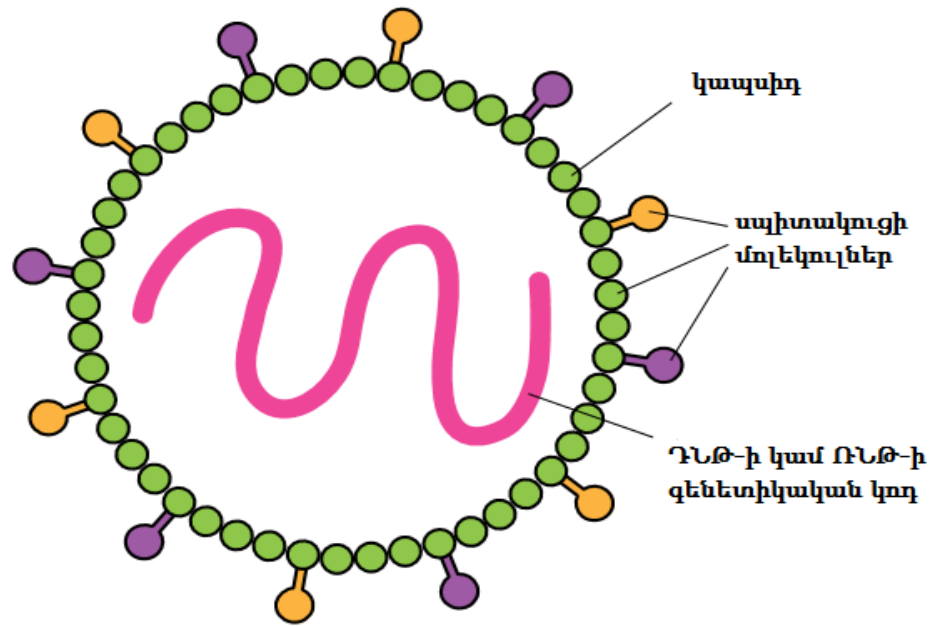
- ԴՆԹ-ի կամ ՌՆԹ-ի ինքնավերարտադրվող մոլեկուլից, որը գործում է որպես նրա գենետիկ կոդը,

- սպիտակուցի մոլեկուլների պաշտպանական շերտից:

Նկար 2.13-ում պատկերված է պարզ վիրուսի կառուցվածքը: Այն շատ համաչափ տեսք ունի: Նրա սպիտակուցային ծածկույթը (պատիճը) բաղկացած է սպիտակուցի առանձին մոլեկուլներից, որոնցից յուրաքանչյուրը կոչվում է կապսոմեր:

Վիրուսների չափերը տատանվում են մոտ 20-ից մինչև 300 նմ-ի սահմաններում (միջինը մոտ 50 անգամ ավելի փոքր են, քան բակտերիաները):

Բոլոր վիրուսները մակաբույծ են, որովհետև կարող են վերարտադրվել միայն վարակելով և տիրանալով կենդանի բջիջներին: Վիրուսի ԴՆԹ-ն կամ ՌՆԹ-ն տիրանում է տիրոջ սպիտակուցի սինթեզի մեխանիզմին, որի օգնությամբ այնուհետև արտադրվում են վիրուսային նոր մասնիկներ:



Նկար 2.13 Պարզ վիրուսի կառուցվածքը

Տե՛ս հղումը՝

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-prokaryotes-and-eukaryotes/a/prokaryotic-cells>

<https://www.youtube.com/watch?v=395OAULnHk&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=7Gr7FmzpnWY&feature=youtu.be>

Կորիզավոր բջիջներ

Դասագիրք

Կենդանական և բուսական բջիջներն ունեն ընդհանրություններ

Կենդանիների և բույսերի յուրաքանչյուր բջիջ շրջապատված է շատ բարակ բջջաթաղանթով: Այն երբեմն անվանում են նաև պլազմային թաղանթ:

Բջջի պարունակության մեջ շատ բաղադրիչներ անգույն են ու թափանցիկ, ուստի անհրաժեշտ է դրանք ներկել՝ տեսանելի դարձնելու համար: Ամեն բջիջ ունի բջջակորիզ՝ համեմատաբար խոշոր կառուցվածք, որը շատ լավ է ներկվում և, հետևաբար, լավ տեսանելի է: Բջջակորիզի նյութը, որը մուգ գույն է ստանում, կոչվում է քրոմատին և իրենից ներկայացնում է թույլ փաթաթված թելիկների զանգված:

Այս նյութը բջջակորիզի բաժանման ժամանակ մեկտեղվում է՝ առանձին տեսանելի քրոմոսոմներ կազմավորելու համար: Այն պարունակում է ԴՆԹ (դեօքսիռիբոնուկլեինաթթու), մոլեկուլ, որը կրում է բջջի գործունեությունը կառավարող հրահանգները: Կորիզի մեջ տեսանելի է նաև ավելի մուգ գույնի ներկվող մի մաս՝ կորիզակը, որը կազմված է մի քանի քրոմոսոմների ԴՆԹ-ների օղակներից: Կորիզակների թիվը փոփոխական է, կաթնասունների մոտ սովորաբար այն մեկից հինգն է:

Բջջակորիզի և բջջաթաղանթի միջև գտնվող նյութն անվանում են ցիտոպլազմա: Ցիտոպլազման հոսուն (ջրային) նյութ է, որը լինում է հեղուկից մինչև դոնդողանման թանձրության: Դրա մեջ կարելի է տեսնել բազմաթիվ փոքրիկ կառուցվածքներ: Սրանք նմանեցվել են փոքր օրգանների, ուստի հայտնի են որպես օրգանոիդներ: Օրգանոիդը կարող է բնորոշվել որպես բջջի՝ գործառական և կառուցվածքային միավոր: Օրգանոիդները հաճախ շրջապատված են լինում թաղանթով այնպես, որ նրանց գործունեությունն առանձնացվի շրջապատող ցիտոպլազմայից: Սա նկարագրվում է որպես կոմպարտմենտալիզացիա: Առանձին բաժիններ (կոմպարտմենտներ) ունենալը կենսականորեն կարևոր է կենդանական կամ բուսական բջջի նման բարդ կառուցվածքի արդյունավետ աշխատանքն ապահովելու համար: Քանի որ օրգանոիդների յուրաքանչյուր տեսակ ունի սեփական գործառույթը, ասել է թե՛ բջիջը աշխատանքի բաժանում է կատարում, մասնագիտացած տարբեր օրգանոիդներ բաժանում են իրենց մեջ աշխատանքը:

Լուսային մանրադիտակի տակ երևացող ամենամեծաքանակ օրգանոիդները սովորաբար միտոքոնդրիումներն են: Սրանք հազիվ տեսանելի են, սակայն կենդանի բջիջների մասին տեսաֆիլմերը, որոնք նկարվել են լուսային մանրադիտակի օգնությամբ, ցույց են տվել, որ կարող են տեղաշարժվել, փոխել ձևը և բաժանվել: Միտոքոնդրիումները մասնագիտացած են աերոբ շնչառություն կատարելու մեջ:

Արծաթ պարունակող հատուկ ներկերի օգտագործումը 1898 թ. առաջին անգամ Կամիլո Գոլջիին հնարավորություն տվեց երևան բերելու Գոլջիի համալիրը: Գոլջիի համալիրը բջջի ներսում ներքին տեսակավորման ու տարածման բարդ համակարգի մաս է: Այն երբեմն անվանվում է նաև Գոլջիի մարմին:

Կենդանական և բուսական բջիջների տարբերությունները

Կենդանական բջիջներում հանդիպող միակ կառուցվածքը, որը բացակայում է բուսական բջիջներում, ցենտրիոլն է: Բուսական բջիջները կենդանական բջիջներից նաև տարբերվում են նրանով, որ ունեն բջջապատեր, մեծ, մշտական վակուոլներ և քլորոպլաստներ:

Ցենտրիոլներ

Լուսային մանրադիտակի տակ ցենտրիոլը երևում է որպես բջջակորիզին մոտ գտնվող փոքրիկ կառուցվածք: Ցենտրիոլների մասին կլիտենք հետազայում:

Բջջապատեր և պլազմոդեմաներ

Լուսային մանրադիտակով ավելի լավ երևում են առանձին բուսական, քան կենդանական բջիջները, որովհետև դրանք սովորաբար ավելի մեծ են և, ի տարբերություն կենդանական բջիջների, դրանց բջջաթաղանթը արտաքինից շրջապատված է բջջապատով: Սա համեմատաբար ամուր է, որովհետև պարունակում է թաղանթանյութի թելեր: Սա բազմաշաքար է, որն ամրացնում է բջջապատը: Բջջապատը տալիս է որոշակի ձև բջջին: Այն թույլ չի տալիս, որ բջիջը պայթի, երբ ջուրը ներս է մտնում օսմոսի միջոցով՝ ներսում մեծ ճնշումներ առաջացնելով: Բջջապատերը կարող են ամրանալ նաև հավելյալ թաղանթանյութով կամ լիզին կոչվող պինդ նյութով՝ լրացուցիչ ամրության համար: Բջջապատերը ազատ թափանցելի են՝ թույլ տալով մոլեկուլների և իոնների ազատ տեղաշարժը բջջաթաղանթի միջով:

Բուսական բջիջները հարևան բջիջների հետ կապված են ցիտոպլազմայի բարակ թելիկներով՝ պլազմոդեմաններով, որոնք անցնում են բջջապատերի՝ ծակոտու նմանվող կառուցվածքներով: Ծակոտիների միջով տեղափոխությունը կարգավորվում է ծակոտիների կառուցվածքով:

Վակուոլներ

Թեև կենդանական բջիջները կարող են ունենալ փոքր վակուոլներ, ինչպես օրինակ՝ ֆագոցիտային վակուոլները, որոնք ժամանակավոր կառուցվածքներ են, հասուն բուսական բջիջները հաճախ ունենում են մեծ, մշտական, կենտրոնական վակուոլ: Բուսական վակուոլը շրջապատված է թաղանթով՝ տոնոպլաստով, որը կարգավորում է վակուոլի և ցիտոպլազմայի միջև նյութափոխանակությունը: Վակուոլի մեջ գտնվող հեղուկը գունանյութերի, ֆերմենտների, շաքարների և այլ օրգանական միացությունների (ներառյալ որոշ արգասիքներ), հանքային աղերի, թթվածնի և ածխաթթու գազի լուծույթ է::

Վակուոլներն օգնում են կարգավորելու բջիջների օսմոտիկ հատկությունները (ջրի հոսքը դեպի ներս և դեպի դուրս)՝ միաժամանակ ունենալով այլ գործառույթների լայն շրջանակ: Օրինակ՝ որոշակի ծաղիկների պսակաթերթերը կամ որոշ բանջարեղենների տարբեր հատվածերը գունավորող գունանյութերը, ինչպես օրինակ՝ բազուկի կարմիր գունանյութը, կարող է տեղակայված լինել վակուոլներում:

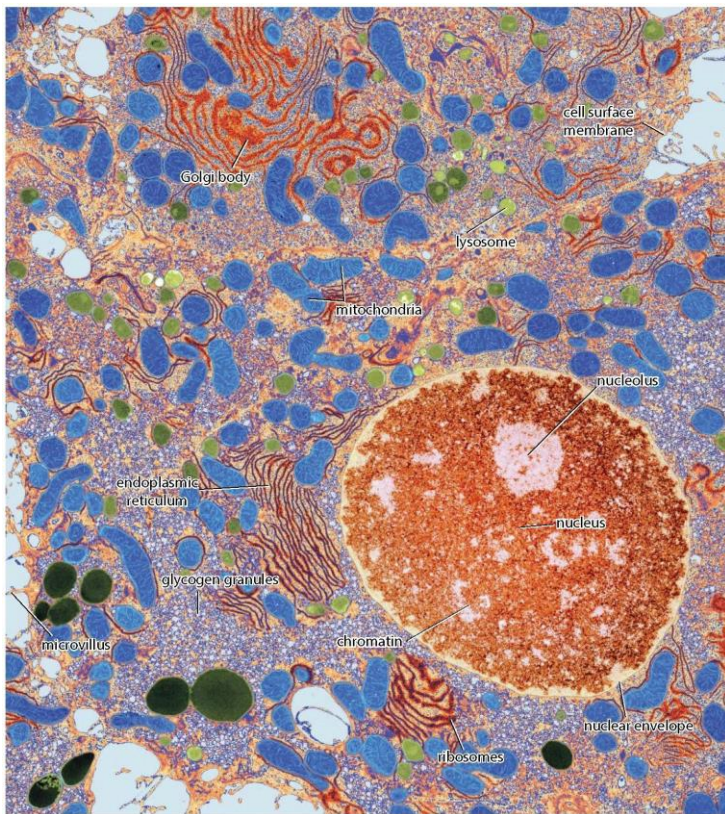
Քլորոպլաստներ

Քլորոպլաստները գտնվում են բույսի կանաչ հատվածներում, հիմնականում՝ տերևներում: Դրանք համեմատաբար մեծ օրգանոիդներ են, ուստի հեշտությամբ երևում են լուսային մանրադիտակով: Լուսային մանրադիտակի օգնությամբ նույնիսկ հնարավոր է տեսնել քլորոպլաստների ներսում գտնվող մանր «գրանները»՝ հատիկները: Սրանք քլորոպլաստի այն մասերն են, որոնք պարունակում են քլորոֆիլ՝ կանաչ գունանյութ, որը կլանում է լույսը ֆոտոսինթեզի ընթացքում: Դա քլորոպլաստների հիմնական գործառույթն է: Քլորոպլաստների մասին կխոսենք ավելի ուշ:

Կենդանական բջիջների ուլտրակառուցվածքը

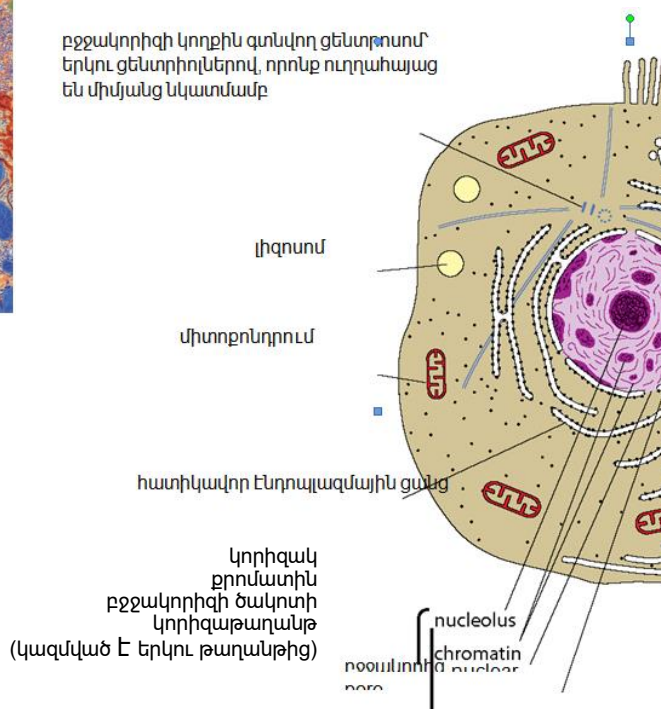
Բջջի ստույգ (մանրամասն) կառուցվածքը, որ բացահայտվում է էլեկտրոնային մանրադիտակով, կոչվում է ուլտրակառուցվածք:

Նկար 2.14-ում պատկերված է տիպիկ կենդանական բջջի արտաքին տեսքը էլեկտրոնային մանրադիտակով, իսկ նկար 2.15-ում բերված է բազմաթիվ այլ նման մանրանպատկերների հիման վրա արված գծանկար:



Նկար 2.14 Կենդանական բջիջների նմուշ ՏԷՄ-ով: Բջիջները վերցված են առնետի լյարդից (9600x): Բջջի մեջ հստակ երևում է բջջակորիզը:

բջջակորիզի կողքին գտնվող ցենտրոսոմը՝ երկու ցենտրիոլներով, որոնք ուղղահայաց են միմյանց նկատմամբ

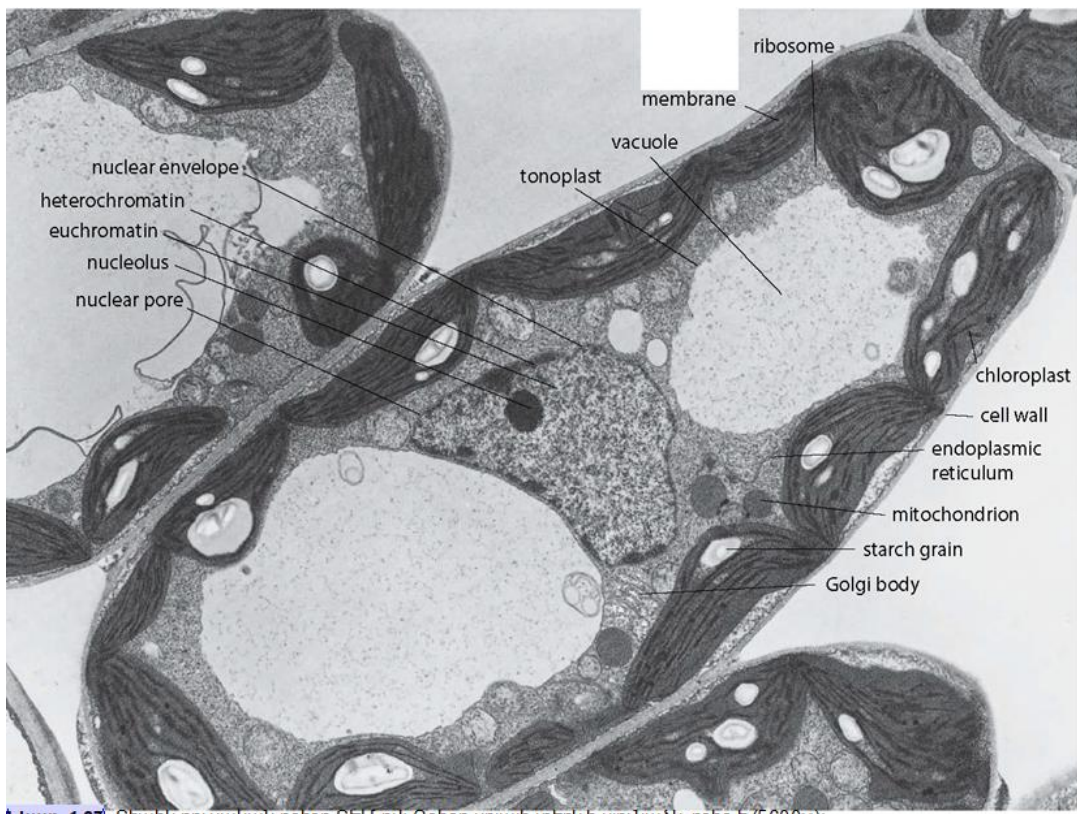


Նկար 2.15 Տիպիկ կենդանական բջջի ուլտրակառուցվածքը էլեկտրոնային մանրադիտակով: Իրականում ԷՅ-ն ավելի խոշոր է, քան պատկերված է, ինչպես նաև ազատ ռիբոսոմները կարող են ավելի մեծ լինել: Ցիտոպլազմայում երբեմն առկա են գլիկոգենի հատիկներ:

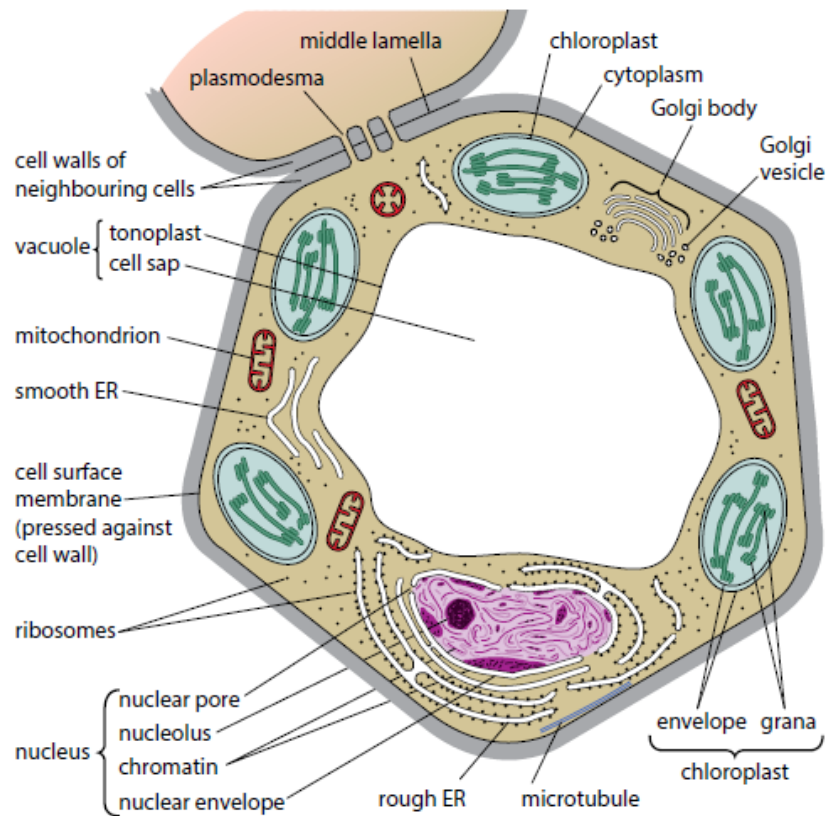
Հարց. Համեմատեք 2.14 և 2.15 նկարները: Անվանեք կենդանական բջջի այն կառուցվածքները, որոնք կարելի է տեսնել էլեկտրոնային, բայց ոչ լուսային մանրադիտակով:

Բուսական բջջի ուլտրակառուցվածքը

Կենդանական բջիջներում մինչև այժմ նկարագրված բոլոր կառուցվածքները հայտնաբերվում են նաև բուսական բջիջներում, բացառությամբ ցենտրիոլների և միկրոթավիկների: Բուսական բջջի կառուցվածքներից բջջապատը, մեծ կենտրոնական վակուոլը և քլորոպլաստները չեն հանդիպում կենդանական բջիջներում: Սրանք հստակ պատկերված են նկար 2.16-ում և 2.17-ում, իսկ բջջապատերի և վակուոլների կառուցվածքն ու գործառույթներն արդեն նկարագրվել են:



Նկար 2.16 Տիպիկ բուսական բջիջը ՏԷՄ-ով: Բջիջը սոյայի տերևի սյունաձև բջիջ է (5600x):



Նկար 2.17 Տիպիկ բուսական բջջի ուլտրակառուցվածքը էլեկտրոնային մանրադիտակով:

Տե՛ս հղումը

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-prokaryotes-and-eukaryotes/a/intro-to-eukaryotic-cells>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/tour-of-organelles/e/eukaryotic-cell-structures>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/cell-structures-and-their-functions/e/cell-structures-and-their-functions-Վարժույթուն>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/cell-size/e/cell-size-Վարժույթուն>

Պլազմային թաղանթ. կառուցվածքը և գործառույթները (3 ժամ)

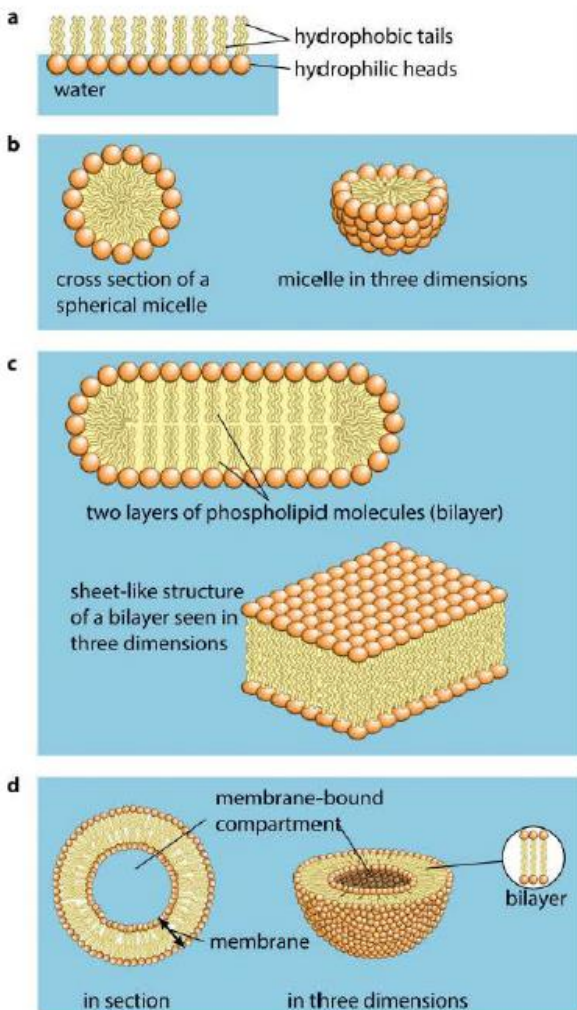
Դասագիրք

Դու տեսար, որ բոլոր կենդանի բջիջները շրջապատված են շատ բարակ թաղանթով՝ բջջաթաղանթով: Վերջինս կարգավորում է նյութերի, օրինակ՝

անդամայնության և արգասիքների փոխանակությունը բջջի և շրջապատող միջավայրի միջև: Բջջի ներսում կենսական նշանակություն ունի նաև օրգանոիդների բջջաթաղանթներով փոխադրման կարգավորումը: Բջջաթաղանթներն ունեն նաև այլ կարևոր գործառույթներ: Օրինակ՝ դրանք հնարավորություն են տալիս բջջի ներսում ընդունելու հորմոնային ազդանշաններ: Բջջաթաղանթների կառուցվածքն ուսումնասիրելը կարևոր է, եթե ցանկանում ենք հասկանալ, թե ինչպես են իրականացվում այդ գործառույթները:

Ֆոսֆոլիպիդներ

Բջջաթաղանթների կառուցվածքը հասկանալու համար նախ պետք է պատկերացում կազմենք ֆոսֆոլիպիդների կառուցվածքի մասին: Ֆոսֆոլիպիդները



կարող են ձևավորել փոքրիկ պարկեր, որոնց մեջ քիմիական նյութերը կարող են մեկուսացվել արտաքին միջավայրից: Այդ պարկերը բջջաթաղանթով պարփակված կոմպարտմենտներ են, որոնք մեզ հայտնի են որպես բջջի և օրգանոիդներ:

Նկար 2.18 ա-ում պատկերված է, թե ինչ է տեղի ունենում, երբ ֆոսֆոլիպիդի մոլեկուլները տարածվում են ջրի մակերևույթին: Դրանք կազմում են միակի շերտ, որտեղ գլխիկները գտնվում են ջրի մեջ, որովհետև բևեռային են (հիդրոֆիլ), իսկ պոչերը՝ ջրից դուրս, որովհետև ոչ բևեռային են (հիդրոֆոբ): «Բևեռային» եզրույթը վերաբերում է լիցքերի անհավասար բաշխվածությանը, ինչը պատահում է որոշ մոլեկուլներում:

Եթե ֆոսֆոլիպիդները ջրի հետ թափահարենք, ապա դրանք ջրում կարող են ձևավորել կայուն գնդաձև կառուցվածքներ, որոնք կոչվում են միցելներ (նկար 2.18 բ): Այստեղ բոլոր հիդրոֆիլ գլխիկները ջրի մեջ դեպի դուրս են ուղղված՝ պաշտպանելով հիդրոֆոբ պոչերը, որոնք դեպի ներս են ուղղված: Կամ, որպես այլընտրանք, կարող

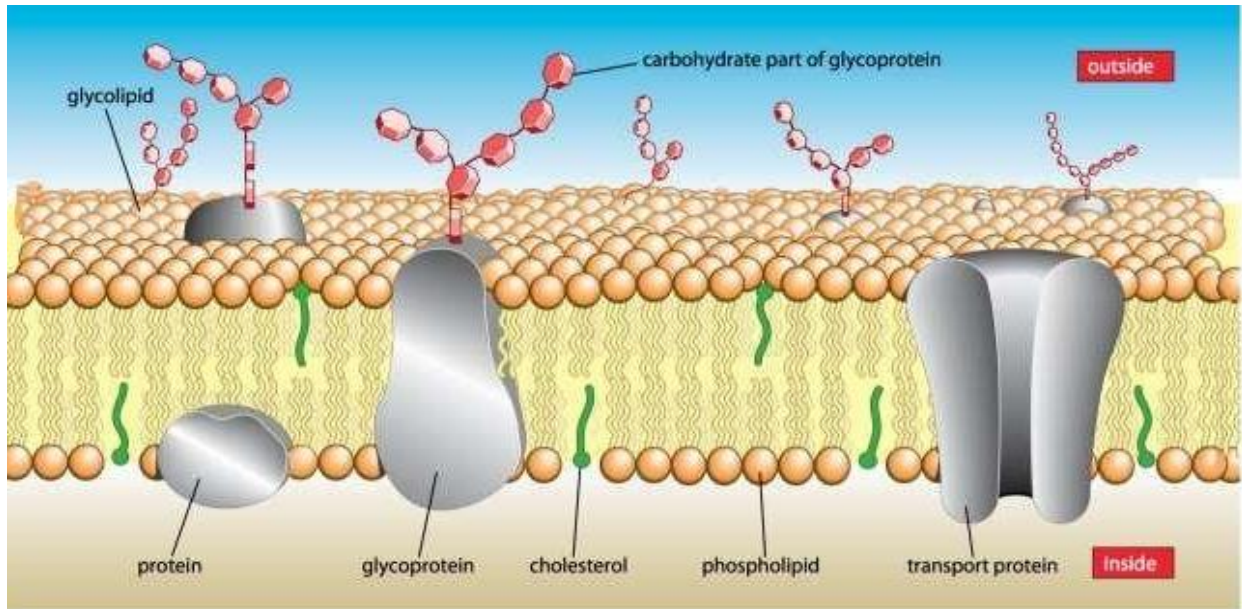
են ձևավորվել երկու շերտից բաղկացած երկշերտ անվանվող կառուցվածքներ, թերթերի տեսքով (նկար 2.18 գ): Այժմ հայտնի է, որ այս ֆոսֆոլիպիդային երկշերտը բջջաթաղանթի հիմնական կառուցվածքն է (նկար 2.18 դ):

Բջջաթաղանթի կառուցվածքը

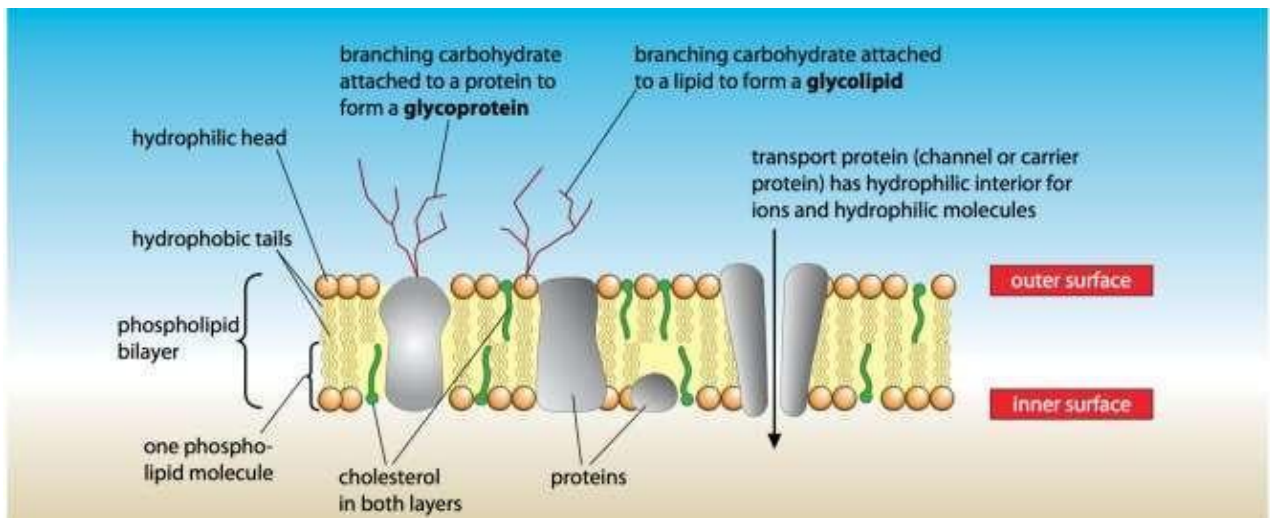
Ֆոսֆոլիպիդային երկշերտը տեսանելի է շատ մեծ՝ առնվազն 100 000× խոշորացում ունեցող էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ: Էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ երևացող երկշերտ սև երիզը համարվում է, որ երկու ֆոսֆոլիպիդային շերտերի հիդրոֆիլ գլխիկներն են, իսկ դրանց արանքում գտնվող բաց գույնի գոտին թաղանթի հիդրոֆոբ ներսի մասն է: Երկշերտը (թաղանթը) ունի մոտավորապես 7 նմ լայնություն: Թաղանթները պարունակում են նաև սպիտակուցներ: Դրանք կարելի է տեսնել որոշակի էլեկտրոնային մանրապատկերներում:

1972 թ. երկու գիտնական՝ Սինգերը և Նիկոլսոնը, օգտվելով բոլոր առկա փաստերից, առաջ քաշեցին թաղանթի կառուցվածքի մասին մի վարկած: Նրանք իրենց մոդելն անվանեցին հեղուկ խճանկարային մոդել: Այն բնութագրվում է որպես «հեղուկ», որովհետև ն՝ ֆոսֆոլիպիդները, ն՝ սպիտակուցները կարող են դիֆուզիայի միջոցով տեղաշարժվել: Ֆոսֆոլիպիդային երկշերտին բնորոշ հոսելիությունը կարող ենք զուգորդել ձիթապտղի ձեթի հետ: Ֆոսֆոլիպիդները տեղափոխվում են դեպի կողք, հիմնականում՝ սեփական շերտերում: Սպիտակուցի մոլեկուլների մի մասը նույնպես տեղաշարժվում է ֆոսֆոլիպիդային երկշերտի ներսում, ինչպես սառցաբեկորները ծովում: Մյուսները մնում են կառուցվածքներին ամրացած բջջի ներսում կամ դրսում: «Խճանկար» բառը բնութագրում է այն պատկերը, որ առաջացնում են սպիտակուցի ցրված մոլեկուլները, երբ թաղանթի մակերևույթին նայում ենք վերևից:

Նկար 2.19-ը և նկար 2.20-ը գծապատկերներ են, որոնք մեր պատկերացմամբ ցույց են տալիս թաղանթի տեսքը, եթե կարողանայինք տեսնել առանձին մոլեկուլները:



Նկար 2.19 Թաղանթի կառուցվածքի հեղուկ խճանկարային մոդելը նկարչի պատկերացմամբ:



ճյուղավորվող ածխաջրածին, որը միանում է սպիտակուցին՝ ձևավորելով գլիկոպրոտեին/
 ճյուղավորվող ածխաջրածին, որը միանում է լիպիդին՝ ձևավորելով գլիկոլիպիդ.
 փոխադրիչ սպիտակուցը ունի հիդրոֆիլ ներքին տարածք իոնների և հիդրոֆիլ մոլեկուլների համար

Նկար 2.20 Թաղանթի կառուցվածքի հեղուկ խճանկարային մոդելի գծապատկեր:

Հեղուկ խճանկարային մոդելի հատկանիշները

Բջջաթաղանթը ֆոսֆոլիպիդային մոլեկուլների կրկնակի շերտ է (երկշերտ): Առանձին ֆոսֆոլիպիդի մոլեկուլները դիֆուզիայի միջոցով տեղաշարժվում են սեփական միաշերտերի ներսում:

Ֆոսֆոլիպիդային պոչերն ուղղվում են դեպի ներս՝ միմյանց դեմ հանդիման և ձևավորում են ոչ բևեռային հիդրոֆոբ ներքին տարածքը: Ֆոսֆոլիպիդային գլխիկները շրջված են դեպի ջրային միջավայրը, որը շրջապատում է թաղանթները:

Ֆոսֆոլիպիդային որոշ պոչեր հագեցած են, իսկ մյուսները՝ չհագեցած: Որքան այդ պոչերը չհագեցած են, այնքան թաղանթը հոսելի է: Մա այն պատճառով է, որ չհագեցած ճարպաթթուների պոչերը ծոված են և, հետևաբար, կողքի կողքի ավելի ազատ են տեղավորվում: Հոսելիության վրա ազդում է նաև պոչի երկարությունը. որքան երկար է պոչը, այնքան ավելի քիչ հոսուն է թաղանթը: Ջերմաստիճանի նվազման հետ բջջաթաղանթի հոսունությունը նվազում է, սակայն որոշ օրգանիզմներ, որոնք չեն կարող կարգավորել սեփական ջերմաստիճանը, ինչպես օրինակ՝ բակտերիաները և խմորասնկերը, դրան արձագանքում են իրենց թաղանթներում չհագեցած ճարպաթթուների հարաբերակցությունը մեծացնելու միջոցով:

Ըստ թաղանթում իրենց տեղակայվածության, տարբերում ենք սպիտակուցների երկու տեսակ:

Սպիտակուցները, որոնք գտնվում են թաղանթի ներսում, ինչպես նկար 2.20-ում պատկերվածները, կոչվում են ներքին սպիտակուցներ (կամ ինտեգրալ սպիտակուցներ): Ներքին սպիտակուցները կարող են հայտնաբերվել ներքին շերտում, արտաքին շերտում կամ, սովորաբար, ամբողջ թաղանթով մեկ: Վերջին դեպքում դրանք հայտնի են որպես միջթաղանթային սպիտակուցներ: Այսպիսի սպիտակուցներում հիդրոֆոբ հատվածները, որոնք հատում են թաղանթը, հաճախ կազմված են մեկ կամ ավելի α -պարույր ունեցող շղթաներից:

Ներքին սպիտակուցներն ունեն հիդրոֆոբ և հիդրոֆիլ տեղամասեր: Այդ սպիտակուցները մնում են թաղանթում, որովհետև հիդրոֆոբ ամինաթթուներից կազմված հիդրոֆոբ տեղամասերը գտնվում են ճարպաթթուների հիդրոֆոբ պոչերի կողքին և վանվում են թաղանթի երկու կողմերում գտնվող ջրային միջավայրից: Հիդրոֆիլ ամինաթթուներից կազմված հիդրոֆիլ տեղամասերը վանվում են թաղանթի հիդրոֆոբ ներքին տարածքից և, հետևաբար, շրջվում են դեպի բջիջը

ներսից կամ դրսից շրջապատող ջրային միջավայրը կամ պատում թաղանթի միջով անցնող հիդրոֆիլ ծակոտիները:

Ներքին սպիտակուցների մոլեկուլների մեծ մասը շարժուն սառցաբեկորների նման լողում է ֆոսֆոլիպիդային շերտերում, չնայած կան այնպիսիք, որոնք կղզյակների նման ամրացած են բջջի ներսում կամ դրսում գտնվող կառուցվածքներին և չեն տեղաշարժվում:

Սպիտակուցային մոլեկուլների երկրորդ տեսակը արտաքին սպիտակուցներն են (կամ ծայրամասային սպիտակուցներ): Դրանք գտնվում են թաղանթի ներքին կամ արտաքին մակերևույթին: Շատերը կապված են ներքին սպիտակուցներին: Մի մասը պահվում են այլ ձևերով, օրինակ՝ կապվելով բջջի ներսում կամ դրսում գտնվող մոլեկուլներին կամ ֆոսֆոլիպիդներին:

Բազմաթիվ սպիտակուցներ և լիպիդներ ունեն կարճ, ճյուղավորվող ածխաջրածնային շղթաներ, որոնք միացած են մոլեկուլի՝ դեպի բջջաթաղանթի արտաքին կողմը շրջված մասին, այդպիսով ձևավորելով, համապատասխանաբար, գլիկոպրոտեիններ և գլիկոլիպիդներ:

Թաղանթի ընդհանուր հաստությունը միջինը մոտավորապես 7 նմ է: Թաղանթում են գտնվում նաև խուլեստերինի մոլեկուլները:

Բջջաթաղանթի բաղադրիչների դերերը

Ինչպես տեսանք, բջջաթաղանթները պարունակում են մոլեկուլների տարբեր տեսակներ: Դրանցից են լիպիդների երեք տեսակները՝ ֆոսֆոլիպիդները, խուլեստերինը և գլիկոլիպիդները: Կան նաև սպիտակուցներ և գլիկոպրոտեիններ: Դրանցից յուրաքանչյուրը հատուկ դեր է խաղում թաղանթի ընդհանուր կառուցվածքում և գործառույթում:

Ֆոսֆոլիպիդներ

Ինչպես բացատրեցինք, ֆոսֆոլիպիդները ձևավորում են երկշերտը, որը թաղանթի հիմնական կառուցվածքն է: Քանի որ ֆոսֆոլիպիդների պոչերը ոչ բևեռային են, բևեռային մոլեկուլների կամ իոնների համար դժվար է թաղանթի միջով անցնելը, ուստի դրանք հանդես են գալիս որպես պատնեշ ջրում լուծելի նյութերի մեծ մասի համար: Օրինակ՝ այնպիսի ջրալույծ մոլեկուլներ, ինչպիսիք են շաքարները, ամինաթթուները և սպիտակուցները, չեն կարող բջիջից դուրս հոսել, իսկ անցանկալի ջրալույծ մոլեկուլները չեն կարող բջջի մեջ մտնել:

Որոշ ֆոսֆոլիպիդներ կարող են քիմիապես փոփոխվել, որպեսզի հանդես գան որպես ազդանշանային մոլեկուլներ: Դրանք կարող են տեղաշարժվել ֆոսֆոլիպիդային երկշերտում՝ ակտիվացնելով այլ մոլեկուլներին, օրինակ՝ ֆերմենտներին: Մեկ ուրիշ դեպքում դրանք կարող են հիդրոլիզի ենթարկվել՝ առաջացնելով փոքր, ջրալույծ, գլիցերինի հետ կապված մոլեկուլներ: Սրանք տարածվում են ցիտոպլազմայի միջով և կապվում հատուկ ընկալիչներին: Մեկ այդպիսի համակարգի արդյունքում էՑ-ում գտնվող պահեստից արձակվում են կալցիումի իոններ, ինչն էլ իր հերթին հանգեցնում է մարսողական ֆերմենտների էկզոցիտոզին ենթաստամոքսային գեղձի բջիջներից:

Խոլեստերին

Խոլեստերինը համեմատաբար փոքր մոլեկուլ է: Ֆոսֆոլիպիդների նման, խոլեստերինի մոլեկուլներն էլ ունեն հիդրոֆիլ գլխիկներ և հիդրոֆոբ պոչեր, ուստի հանգիստ տեղավորվում են ֆոսֆոլիպիդային մոլեկուլների միջև՝ գլխիկները հանած թաղանթի մակերևույթի վրա: Կենդանական բջիջների բջջաթաղանթները պարունակում են գրեթե նույնքան խոլեստերին, որքան ֆոսֆոլիպիդ: Խոլեստերինը շատ ավելի քիչ է հանդիպում բուսական բջիջների բջջաթաղանթներում, իսկ նախակորիզավոր բջիջներում ընդհանրապես բացակայում է: Այդ օրգանիզմներում նույն գործառույթն իրականացնում են խոլեստերինին շատ նման այլ միացություններ:

Ցածր ջերմաստիճաններում խոլեստերինը մեծացնում է բջջաթաղանթի հոսունությունը՝ կասեցնելով դրա չափից դուրս կարծրացումը: Սա տեղի է ունենում այն պատճառով, որ խոլեստերինը թույլ չի տալիս, որ ֆոսֆոլիպիդային պոչերը միմյանց կիպ փաթաթվեն: Ավելի մեծ հոսունությունը նշանակում է, որ բջիջները կարող են գոյատևել ցածր ջերմաստիճաններում: Ֆոսֆոլիպիդային պոչերի փոխազդեցությունը խոլեստերինի մոլեկուլների հետ նպաստում է նաև բջիջների կայունության պահպանմանը բարձր ջերմաստիճաններում, երբ բջջաթաղանթն այլ կերպ կարող է չափից դուրս հոսուն դառնալ: Խոլեստերինը կարևոր է նաև թաղանթների մեխանիկական կայունության համար, քանի որ առանց դրա՝ թաղանթներն արագ թուլանում են, իսկ բջիջները պայթում են: Խոլեստերինի մոլեկուլների հիդրոֆոբ հասվածներն օգնում են կանխելու թաղանթի միջով իոնների կամ բևեռային մոլեկուլների անցումը: Սա հասկապես կարևոր է նյարդային բջիջների շուրջը եղած միելինային թաղանթում (որը կազմված է բջջաթաղանթների

բազմաթիվ շերտերից), որտեղ իոնների արտահոսքը կդանդաղեցնի նյարդային ազդակները:

Գլիկոլիպիդներ, գլիկոսպրոտեիններ և սպիտակուցներ

Բջջաթաղանթների արտաքին մակերևույթին գտնվող լիպիդների բազմաթիվ մոլեկուլներ և, թերևս, սպիտակուցի բոլոր մոլեկուլներն ունեն իրենց կցված ածխաջրածնային կարճ շղթաներ: Այս համակցված մոլեկուլները հայտնի են որպես, համապատասխանաբար, գլիկոլիպիդներ և գլիկոպրոտեիններ: Ածխաջրածնային շղթաները ալեհավաքների նման դուրս են գալիս բջիջը շրջապատող ջրային հեղուկների մեջ, որտեղ առաջացնում են ջրածնային կապեր ջրի մոլեկուլների հետ և դրանով նպաստում են բջջաթաղանթի կառուցվածի կայունացմանը: Ածխաջրածնային շղթաները բջի շուրջը ձևավորում են շաքարային ծածկույթ, որը հայտնի է որպես գլիկոկալիքս: Կենդանական բջիջներում գլիկոկալիքսը մեծ մասամբ կազմավորվում է գլիկոպրոտեիններից, բուսական բջիջներում այն գլխավորապես կազմված է գլիկոլիպիդներից:

Ածխաջրածնային շղթաներն օգնում են գլիկոպրոտեիններին և գլիկոլիպիդներին հանդես գալու որպես ընկալիչ մոլեկուլներ՝ կապվելով որոշակի նյութերի հետ բջի մակերևույթին: Տարբեր բջիջներ ունեն տարբեր ընկալիչներ՝ կախված նրանց գործառույթից: Կա ընկալիչների երեք մեծ խումբ:

Ընկալիչների խմբերից մեկը կարող ենք անվանել «ազդանշանային ընկալիչներ», որովհետև նրանք կազմում են բջիջների գործունեությունը համակարգող ազդանշանային համակարգի մի մասը: Ընկալիչները ճանաչում են տեղեկատու մոլեկուլներին, ինչպիսիք են հորմոնները և նեյրոտրանսմիտերները: (Նեյրոտրանսմիտերներն այն քիմիական նյութերն են, որոնք անցնում են սինապսներով՝ թույլ տալով, որ նյարդային ազդակներն անցնեն մեկ բջիջից մյուսը, դրանք քննարկվում են գլուխ 15-ում:) Երբ տեղեկատու մոլեկուլը կապվում է ընկալիչին, բջի ներսում տեղի են ունենում մի շարք քիմիական ռեակցիաներ: Ազդանշանային ընկալիչի օրինակ է գլյուկագոնի ընկալիչը լյարդի բջիջներում: Գլյուկագոնը չի ազդում այն բջիջների վրա, որոնք գլյուկագոնի ընկալիչներ չունեն: Ազդանշանի փոխանցումը քննարկվում է հաջորդ բաժնում:

Ընկալիչների երկրորդ խումբը մասնակցում է էնդոցիտոզին: Դրանք կապվում են այնպիսի կառուցվածքների մաս կազմող մոլեկուլներին, որոնք կլանվելու են բջջաթաղանթի կողմից:

Ընկալիչների երրորդ խումբը մասնակցում է բջիջները ուրիշ բջիջների հետ կապելուն (բջիջների ադեզիա) կենդանիների հյուսվածքներում և օրգաններում:

Որոշ գլիկոլիպիդներ և գլիկոպրոտեիններ հանդես են գալիս որպես բջջային ցուցանիշներ կամ հակաձիններ՝ հնարավոր դարձնելով բջիջ-բջիջ ճանաչումը: Բջջի յուրաքանչյուր տեսակ ունի հակաձնի սեփական տեսակը, տարբեր դրոշներ ունեցող երկրների նման: Օրինակ՝ արյան ABO խմբի հակաձինները գլիկոլիպիդներ և գլիկոպրոտեիններ են, որոնք ունեն ոչ մեծ տարբերություններ ածխաջրածնային հատվածներում:

Բազմաթիվ սպիտակուցներ հանդես են գալիս որպես փոխադրումային սպիտակուցներ: Սրանք ապահովում են հիդրոֆիլ խողովակներ կամ անցուղիներ, որպեսզի իոններն ու բևեռային մոլեկուլներն անցնեն թաղանթի միջով: Կա փոխադրող սպիտակուցների երկու տեսակ՝ անցուղիներ և փոխադրիչ սպիտակուցներ: Դրանց դերերը նկարագրվում են հետագայում: Յուրաքանչյուր փոխադրող սպիտակուց հատուկ նախատեսված է որոշակի տեսակի իոնի կամ մոլեկուլի համար: Հետևաբար կարելի է վերահսկել բջիջ մտնող կամ բջիջից դուրս եկող նյութերի տեսակները:

Թաղանթային սպիտակուցների թվում կարող են լինել ֆերմենտները, օրինակ՝ բարակ աղիների պատերի բջջաթաղանթներում գտնվող մարսողական ֆերմենտները: Դրանք կատալիզում են այնպիսի մոլեկուլների հիդրոլիզը, ինչպիսիք են երկշաքարները:

Բջջաթաղանթի ներսի կողմում գտնվող որոշ սպիտակուցներ կպած են բջջի ներքին սպիտակուցային թելիկների համակարգին, որը հայտնի է որպես բջջակմախք: Այդ սպիտակուցներն օգնում են բջջի ձևը պահելուն և որոշելուն: Դրանք կարող են մասնակցել նաև բջիջների ձևի փոփոխությանը, երբ բջիջները տեղաշարժվում են:

Սպիտակուցները կարևոր դեր են խաղում նաև օրգանոիդների բջջաթաղանթներում: Օրինակ՝ միտոքոնդրիումների և քլորոպլաստների բջջաթաղանթներում դրանք մասնակցում են շնչառության և ֆոտոսինթեզի գործընթացներին:

Տե՛ս հղումը

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Yv0RxSj6UMcAOuB1eDj_yEGaNm1OyF8A

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/prokaryotic-and-eukaryotic-cells/a/plasma-membrane-and-cytoplasm>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-the-cell-membrane/a/structure-of-the-plasma-membrane>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-the-cell-membrane/a/hs-the-cell-membrane-review>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/plasma-membranes/e/plasma-membranes-Վարժույթուն>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/membrane-permeability/a/fluid-mosaic-model-cell-membranes-Հոդված>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-the-cell-membrane/v/fluid-mosaic-model-of-cell-membranes>

Նյութերի փոխադրումը բջջաթաղանթով

Դասագիրք

Նյութերի տեղաշարժը բջիջներից ներս և դուրս

Ինչպես տեսանք, ֆոսֆոլիպիդային երկշերտը բջիջների շուրջը ստեղծում է չափազանց արդյունավետ պատնեշ, հատկապես՝ ջրալույծ մոլեկուլների և իոնների տեղաշարժման համար: Հետևաբար, կանխվում է բջջի ջրային պարունակության արտահոսքը: Սակայն բջջի և իր միջավայրի միջև որոշ նյութեր փոխանակելը էական նշանակություն ունի: Գոյություն ունի հինգ հիմնական մեխանիզմ, որոնց միջոցով այդ փոխանակությունն իրագործվում է՝ դիֆուզիա, հեշտացված դիֆուզիա, օսմոս, ակտիվ փոխադրում և մեծաքանակ փոխադրում:

Դիֆուզիա

Երբ բացում ես օձանելիքի սրվակը, շատ չանցած՝ բուրմունքի մոլեկուլները տարածվում են ամբողջ սենյակում (և հայտնաբերվում են, երբ համապատասխանում են քո քթի մեջ գտնվող բջջաթաղանթի ընկալիչներին): Դա տեղի է ունենում դիֆուզիայի միջոցով, նույնիսկ այն ժամանակ, երբ օդն անշարժ է: Դիֆուզիան

կարելի է սահմանել որպես մոլեկուլների կամ իոնների պատահական շարժման արդյունքում նյութի գումարային շարժ ավելի բարձր կոնցենտրացիայի տեղամասից դեպի ավելի ցածր կոնցենտրացիայի տեղամաս: Մոլեկուլները կամ իոնները տեղաշարժվում են կոնցենտրացիոն գրադիենտի նվազման ուղղությամբ: Պատահական տեղաշարժի պատճառ է մոլեկուլների կամ իոնների բնական կինետիկ էներգիան (շարժման էներգիան): Դիֆուզիայի արդյունքում մոլեկուլները կամ իոնները հակված են հասնելու մի հավասարակշռված վիճակի, որտեղ նրանք հավասարապես սփռված են լինում տարածության տվյալ ծավալում: Դիֆուզիայի երևույթը կարելի է հեշտությամբ ցուցադրել՝ օգտվելով անկենդան նյութերից, ինչպես օրինակ՝ գլյուկոզը, և Վիսկինգի խողովակներից (վանդակ 2.1) կամ բուսական հյուսվածքից (վանդակ 2.2):

Որոշ մոլեկուլներ կամ իոններ դիֆուզիայի միջոցով կարողանում են անցնել կենդանի բջիջների բջջաթաղանթներով: Եթե բուսական բջիջները ժամանակավորապես ներկենք, օրինակ՝ վերնամաշկի բջիջներին ավելացնենք յոդի լուծույթ, ապա կտեսնենք, որ դա հնարավոր է: Արագությունը, որով նյութը դիֆուզիայի է ենթարկվում թաղանթի միջով, կախված է մի շարք գործոններից, ներառյալ հետևյալը.

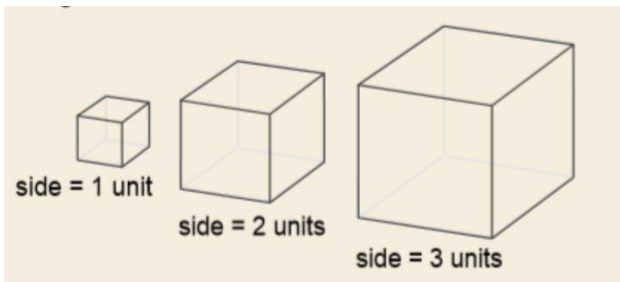
- Կոնցենտրացիոն գրադիենտի «կտրուկությունը/տարբերությունը», այսինքն նյութի կոնցենտրացիայի տարբերությունը մակերևույթի երկու կողմերում: Եթե, օրինակ, ավելի շատ մոլեկուլներ կան թաղանթի մի կողմում, քան մյուսում, ապա ամեն պահի ավելի շատ մոլեկուլներ կտեղաշարժվեն (միանգամայն պատահականորեն) այդ կողմից, քան մյուսից: Որքան մեծ է կոնցենտրացիաների տարբերությունը, այնքան ավելի մեծ է երկու ուղղությամբ շարժվող մոլեկուլների քանակի տարբերությունը և, հետևաբար, ավելի մեծ է դիֆուզիայի արագությունը:

- Ջերմաստիճանը: Բարձր ջերմաստիճաններում մոլեկուլները և իոններն ունեն ավելի մեծ կինետիկ էներգիա, քան ցածր ջերմաստիճաններում: Դրանք տեղաշարժվում են ավելի արագ, ուստի դիֆուզիան տեղի է ունենում ավելի արագ:

- Մակերևույթի մակերեսը, որտեղով դիֆուզիան տեղի է ունենում: Որքան մեծ է մակերևույթի մակերեսը, այնքան ավելի մեծ թվով մոլեկուլներ կամ իոններ կարող են հասնել, հետևաբար դիֆուզիան ավելի արագ կընթանա: Բջջաթաղանթի մակերևույթի մակերեսը կարող է մեծանալ ծալքեր առաջացնելու/արտափքումների միջոցով, ինչպես օրինակ՝ աղիներում կամ երիկամներում գտնվող

մանրաթավիկների կամ միտոքոնդրոմներում գտնվող կրիստալների դեպքում: Որքան մեծ է բջիջը, այնքան փոքր է դրա մակերևույթի մակերեսի և ծավալի հարաբերությունը: Սա կարելի է հեշտությամբ տեսնել՝ ուսումնասիրելով հարց 2.1-ում բերված գծապատկերը: Հաշվարկը հեշտացնելու համար բջիջները պատկերված են խորանարդների տեսքով, սակայն սկզբունքը նույնն է՝ չափերի մեծացման հետ ծավալը մեծանում է ավելի արագ, քան մակերևույթի մակերեսը (տե՛ս նաև վանդակ 2.3-ը):

ՀԱՐՑ 2.1



Գծապատկերում բերված է երեք

խորանարդ:

Հաշվի՛ր խորանարդներից

յուրաքանչյուրի մակերևույթի մակերեսը,

ծավալը և մակերևույթի մակերեսի ու

ծավալի հարաբերակցությունը:

Բջիջները կախում ունեն դիֆուզիայից մոլեկուլների ներքին փոխադրման համար: Դա առաջացնում է բջիջների չափերի սահմանափակում հետևյալ պատճառով: Երբ մոլեկուլն արդեն բջիջ ներսում է, ժամանակը, որը պահանջվում է դիֆուզիայի միջոցով որոշակի նշանակման վայր հասնելու համար, արագորեն մեծանում է անցած ճանապարհի հետ: Ի դեպ, արագությունը նվազում է ճանապարհի քառակուսուն ուղիղ համեմատական: Դիֆուզիան, հետևաբար, արդյունավետ է միայն չափազանց կարճ տարածությունների համար, ինչպես օրինակ՝ բջջաթաղանթի միջով անցնելու համար պահանջվող այդ 7 նմ-ը: Ամինաթթվի մոլեկուլը, օրինակ, մի քանի վայրկյանում կարող է անցնել մի քանի միկրոմետր ճանապարհ, սակայն պահանջվում է մի քանի ժամ, որպեսզի այն մեկ սանտիմետր դիֆուզիայի ենթարկվի: Աերոբ բջիջն արագ կգրկվի թթվածնից ու կմահանա, եթե չափազանց մեծ լինի: Բջիջների մեծ մասի տրամագիծը մոտ 50 մկմ-ից ավելի չէ:

Մակերևույթի մակերես-ծավալ հարաբերակցությունը փոքրանում է ցանկացած եռաչափ առարկայի չափերի մեծացման հետ:

■ Մոլեկուլների կամ իոնների բնույթը: Մեծ մոլեկուլներին անհրաժեշտ է ավելի շատ էներգիա տեղաշարժվելու համար, քան փոքր մոլեկուլներին, ուստի մեծ

մուլեկուլները հակված են ավելի դանդաղ դիֆուզիայի ենթարկվելու, քան փոքր մուլեկուլները: Ոչ բևեռային մուլեկուլները, օրինակ՝ գլիցերինը, սպիրտը և ստերոիդային հորմոնները, ավելի հեշտ են դիֆուզիայի ենթարկվում բջջաթաղանթների միջով, քան բևեռային մուլեկուլները, որովհետև նրանց ոչ բևեռային ֆոսֆոլիպիդային պոչերը լուծելի են:

Ներշնչվող և արտաշնչվող գազերը՝ թթվածինն ու ածխածնի երկօքսիդը, անցնում են թաղանթներով դիֆուզիայի միջոցով: Դրանք լիցք չունեն և ոչ բևեռային են, հետևաբար կարող են հատել ֆոսֆոլիպիդային երկշերտը ուղղակիորեն ֆոսֆոլիպիդների մուլեկուլների միջով: Ջրի մուլեկուլները, չնայած շատ բևեռային լինելուն, կարող են արագորեն դիֆուզվել ֆոսֆոլիպիդային երկշերտի միջով, որովհետև դրանք բավականաչափ փոքր են:

Դիֆուզիան մուլեկուլների կամ իոնների գումարային շարժն է ավելի բարձր կոնցենտրացիա ունեցող տեղամասից դեպի ավելի ցածր կոնցենտրացիա ունեցող տեղամաս գրադիենտի նվազման ուղղությամբ, մասնիկների պատահական շարժման արդյունքում:

ՎԱՆԴԱԿ 2.1 Դիֆուզիայի երևույթի ցուցադրումը Վիսկինգի խողովակների օգնությամբ

Վիսկինգի խողովակները (հայտնի են նաև որպես դիալիզի խողովակներ) իրենցից ներկայացնում են բջջանյութից կազմված մասնակի թափանցելի, անկենդան թաղանթ: Այն ունի մուլեկուլի չափերի ծակոտիներ, որոնք բավականաչափ փոքր են և կանխում են մեծ մուլեկուլների անցումը, օրինակ՝ օսլան և սախարոզը, սակայն գլյուկոզի նման ավելի փոքր մուլեկուլներին թույլ են տալիս անցնել դիֆուզիայի միջոցով:

Սա կարելի է ցուցադրել, եթե Վիսկինգի խողովակի մեջ (մոտ 15 սմ) լցնենք օսլայի և գլյուկոզի լուծույթների խառնուրդ: Եթե խողովակը որոշակի ժամանակով իջեցնես եռացող ջրով լի փորձանոթի մեջ, ապա օսլայի և գլյուկոզի առկայությունը խողովակից դուրս պարբերաբար կարող ես ստուգել, որպեսզի տեսնես՝ խողովակից դուրս դիֆուզիա տեղի ունեցե՞լ է, թե ոչ: Արդյունքները պետք է ցույց տան, որ խողովակից դուրս դիֆուզիայի ենթարկվում է գլյուկոզը, բայց ոչ օսլան:

Այդ փորձը կարող ես դարձնել ավելի քանակական: Հետաքրքիր կլինի, օրինակ, փորձել հաշվարկել գլյուկոզի կոնցենտրացիան յուրաքանչյուր

Ժամանակահատվածում՝ պատրաստելով առանձին խողովակներ, ամեն մեկը նախատեսված որոշակի ժամանակահատվածի համար, և ամեն անգամ կիրառել Բենեդիկտի կիսաքանակական փորձը: Դրա համար օգտակար կլինի գունաչափը: Որպես այլընտրանք՝ կարող ես պատրաստել գունային չափորոշիչների շարք: Կարող ես գրաֆիկորեն պատկերել՝ ցույց տալով, թե խողովակի ներսում ու դրսում կոնցենտրացիոն գրադիենտի փոփոխման հետ ինչպես է փոխվում դիֆուզիայի արագությունը:

Կարող ես շարունակել փորձերը Վիսկինգի խողովակում ավելացնելով սախարոզ և սախարոզը ճեղքող ֆերմենտ (սախարազ): Կարող ես նաև կատարել փորձեր ամիլազով, որը ճեղքում է օսլան:

ՎԱՆԴԱԿ 2.2 Դիֆուզիայի ցուցադրումը բուսական հյուսվածքում

Միջավայի գործոնների, օրինակ՝ քիմիական նյութերի և ջերմաստիճանի ազդեցությունը թաղանթների թափանցելիության վրա ցուցադրող փորձ կարող ես կատարել ճակնդեղով:

Ճակնդեղի կտորները կարող ես դնել տարբեր ջերմաստիճաններ ունեցող ջրի կամ տարբեր կոնցենտրացիաներով սպիրտի մեջ: Բջջաթաղանթի որևէ վնասվածքի դեպքում կարմիր գունանյութը, որը սովորաբար պարունակվում է կենտրոնական մեծ վակուոլում, դուրս է հոսում բջիջներից դիֆուզիայի միջոցով: Շրջապատող լուծույթի գույնի փոփոխությունները կարող ես վերահսկել որակապես կամ քանակապես: Ինչպես վանդակ 2.1-ում նկարագրված փորձի ժամանակ, այնպես էլ այս դեպքում, կարող ես օգտվել գունաչափից կամ գունային ստանդարտների շարքից: Որպես այլընտրանք՝ կարող ես փորձանոթները պարզապես դնել հերթականությամբ և պատրաստել գունային սանդղակ (օր՝ 0 - 10)՝ ընդունելով ջուրը որպես 0 և ամենամուգ լուծույթը որպես 10: Կարող ես նաև ինքնուրույն նախագծել փորձը:

Այն, ինչը տեսնում ես, իրենից ներկայացնում է կարմիր ներկի դիֆուզիա բարձր կոնցենտրացիայով տեղամասից՝ վակուոլներից դեպի ցածր կոնցենտրացիայով տեղամաս՝ ճակնդեղի կտորներից դուրս գտնվող լուծույթ: Դիֆուզիան սովորաբար կանխվում է բջջաթաղանթների մասնակի թափանցելի բնույթի պատճառով: Հասկանալով, թե ինչպես են մոլեկուլներն անցնում

թաղանթների միջով, թերևս կմտածես, թե նախ ներկը ինչպես է մտնում վակուոլների մեջ:

ՎԱՆԴԱԿ 2.3 Դիֆուզիայի վրա չափերի ազդեցության հետազոտությունը

Դիֆուզիայի վրա չափերի ազդեցությունը կարող ես հետազոտել տարբեր մեծության ազարների միջով իոնների դիֆուզիայի ժամանակը չափելով:

Համապատասխան տարաների մեջ (օրինակ՝ սառույցի խորանարդներ պատրաստելու տարաների) պատրաստում ես պինդ ազար: Եթե ազարը պարունակում է շատ նոսր նատրիումի հիդրօքսիդի լուծույթ և համընդհանուր (ունիվերսալ) հայտանյութ (ինդիկատոր), ապա այն ներկվում է մանուշակագույն: Կարող ես ազարից կտրել պահանջվող չափերով խորանարդներ (օրինակ՝ 2 սմ × 2 սմ, 1 սմ × 1 սմ, 0.5 սմ × 0.5 սմ նիստերով), տեղադրել տարայի մեջ և ծածկել դիֆուզիոն լուծույթով, օրինակ՝ նոսր աղաթթվով: (Թթուն պետք է ունենա ավելի բարձր մոլային կոնցենտրացիա, քան նատրիումի հիդրօքսիդը, որպեսզի հնարավոր լինի դիտել դիֆուզիան և ստուգել ինդիկատորի գույնի փոփոխությունը: Մեկ այլ դեպքում ազարը կարող ես պատրաստել միայն ունիվերսալ ինդիկատորով, չնայած դրա գույնի վրա կազդի օգտագործված ջրի pH-ը:)

Կարող ես չափել կա՛մ ժամանակը, որը պահանջվում է, որպեսզի թթուն ամբողջովին փոխի ազարի կտորներում գտնվող ինդիկատորի գույնը, կա՛մ տվյալ ժամանակամիջոցում (օրինակ՝ 5 րոպեում) թթվի անցած ճանապարհը ազարի կտորում: Ժամանակը կարող ես վերածել արագության:

Ի վերջո, գրաֆիկի վրա կարող ես կառուցել դիֆուզիայի արագությունը (գույնի փոփոխության արագությունը)՝ կախված մակերևույթի մակերեսի և ծավալի հարաբերակցությունից:

Օգտվելով նույն մեթոդներից՝ կարող ես մշակել լրացուցիչ փորձեր: Օրինակ՝ կարող ես ուսումնասիրել կոնցենտրացիոն գրադիենտի «կտրուկության /տարբերության» ազդեցությունը դիֆուզիայի արագության վրա:

Հեշտացված դիֆուզիա

Խոշոր բևեռային մոլեկուլները, օրինակ՝ գլյուկոզն ու ամինաթթուները, չեն կարող դիֆուզիայի ենթարկվել ֆոսֆոլիպիդային երկշերտի միջով: Չեն կարող նաև նատրիումի (Na^+) կամ քլորի (Cl^-) նման իոնները: Դրանք թաղանթով կարող են

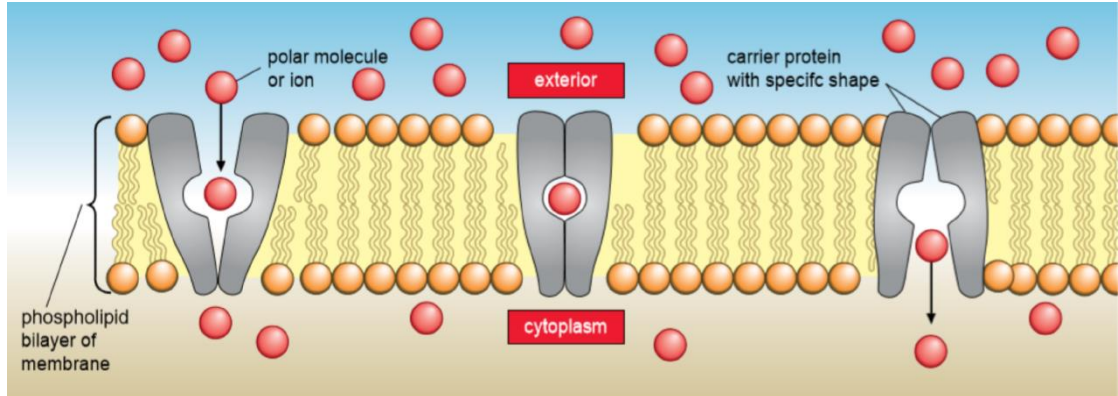
անցնել միայն որոշակի սպիտակուցային մոլեկուլների օգնությամբ: Այս ձևով տեղի ունեցող դիֆուզիան կոչվում է հեշտացված դիֆուզիա: «Հեշտացված» նշանակում է՝ դիֆուզիան հնարավոր է դառնում սպիտակուցների օգնությամբ:

Այդ գործընթացին մասնակցում է երկու տեսակի սպիտակուց անցուղի սպիտակուց և փոխադրիչ սպիտակուց: Երկուսն էլ շատ յուրահատուկ են և թույլ են տալիս, որ մոլեկուլների կամ իոնների միայն մեկ տեսակ անցնի թաղանթի միջով:

Անցուղի առաջացնող սպիտակուցները ջրով լցված ծակոտիներ են: Դրանց օգնությամբ լիցքավորված նյութերը, սովորաբար՝ իոնները, դիֆուզիայի են ենթարկվում թաղանթի միջով: Անցուղի առաջացնող սպիտակուցների մեծ մասը «դարպաս» ունի: Սա նշանակում է, որ թաղանթի ներսի կողմում սպիտակուցի մոլեկուլի մի մասը կարող է շարժվել՝ բացելով կամ փակելով ծակոտին դարպասի նման: Սա թույլ է տալիս կարգավորել իոնափոխանակությունը: Այսպիսի դարպաս ունեցող սպիտակուցի երկու օրինակ են նյարդային բջիջների բջջաթաղանթներում գտնվող սպիտակուցները: Դրանցից մեկը ներս է թողնում նատրիումի իոններին, ինչը տեղի է ունենում գործողության պոտենցիալի առաջացման ժամանակ: Մյուսը հնարավոր է դարձնում կալիումի (K⁺) իոնների ելքը վերականգնման փուլի ընթացքում, որը հայտնի է որպես վերաբևեռացում: Որոշ անցուղիներ հանդիպում են մեկ սպիտակուցի մեջ, մյուսները ձևավորվում են մի քանի սպիտակուցների մասնակցությամբ:

Ի տարբերություն անցուղի սպիտակուցների, որոնք ունեն կայուն ձև, փոխադրիչ սպիտակուցները կարող են մի ձևից անցնել մեկ այլ ձևի (նկար 2.21): Արդյունքում կապող հատվածը մերթ փոքրում է թաղանթի մի ծայրում, մերթ՝ մյուսում: Եթե մոլեկուլները դիֆուզիայի միջոցով հատում են թաղանթը, ապա տեղաշարժման ուղղությունը սովորաբար կախված է լինում դրանց հարաբերական կոնցենտրացիայից թաղանթի յուրաքանչյուր կողմում: Դրանք տեղաշարժվում են կոնցենտրացիոն գրադիենտի նվազման ուղղությամբ՝ ավելի բարձր կոնցենտրացիա ունեցող մասից դեպի ավելի ցածր կոնցենտրացիա ունեցող մասը: Սակայն դիֆուզիայի արագության վրա ազդում է թաղանթում եղած անցուղի կամ փոխադրիչ սպիտակուցների թիվը, իսկ անցուղի սպիտակուցների դեպքում՝ դրանց բաց կամ փակ լինելը: Օրինակ՝ ցիստիկ ֆիբրոզ հիվանդությունն առաջանում է անցուղի սպիտակուցի վնասման պատճառով: Այդ սպիտակուցը պետք է առկա լինի որոշակի բջիջների բջջաթաղանթներում, ներառյալ թոքերը պատող բջջաթաղանթները, և

սովորաբար թույլ է տալիս, որ քլորի իոնները դուրս գան բջիջներից: Եթե անցուղի առաջացնող այդ սպիտակուցի դիրքը ճիշտ չլինի բջջաթաղանթում կամ եթե այն չբացի քլորի անցուղին ինչպես և երբ այդ անհրաժեշտ է, ապա քլորի իոնները դուրս գալ չեն կարող:



Նկար 2.20 փոխադրիչ սպիտակուցի ձևի փոփոխությունը հեշտացված դիֆուզիայի ժամանակ: Այստեղ՝ բջիջի մեջ, տեղի է ունենում մոլեկուլների կամ իոնների գումարային շարժ կոնցենտրացիոն գրադիենտի նվազման ուղղությամբ:

Հեշտացված դիֆուզիան նյութի դիֆուզիան է բջջաթաղանթում գտնվող փոխադրող սպիտակուցների օգնությամբ: Սպիտակուցներն ապահովում են հիդրոֆիլ ուղիներ, որոնք թույլ են տալիս, որ մոլեկուլները կամ իոններն անցնեն թաղանթի միջով, որը հակառակ դեպքում նրանց համար կլիներ նվազ թափանցելի:

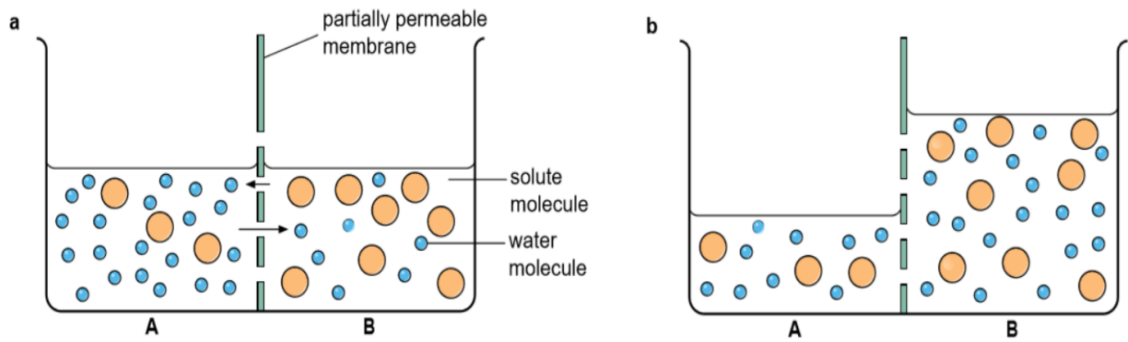
Օսմոս

Օսմոսը դիֆուզիայի հատուկ տեսակ է, որին մասնակցում են միայն ջրի մոլեկուլները: Հետագա բացատրությունը կարդալիս հիշի՛ր, որ՝

$$\text{լուծվող նյութ} + \text{լուծիչ} = \text{լուծույթ}$$

Շաքարի լուծույթում, օրինակ, լուծվող նյութը շաքարն է, իսկ լուծիչը՝ ջուրը:

Նկար 2.22-ում պատկերված է մասնակի թափանցելի թաղանթով առանձնացված երկու լուծույթ: Դա մի թաղանթ է, որն իր միջով թույլ է տալիս անցնել միայն որոշակի մոլեկուլների, ճիշտ կենդանի բջիջների բջջաթաղանթների նման: Նկար 2.22ա-ում պատկերված դեպքում Բ լուծույթում լուծված նյութի կոնցենտրացիան ավելի մեծ է, քան Ա լուծույթում:



Նկար 2.22 Մասնակի թափանցելի թաղանթով առանձնացված երկու լուծույթ:

ա) Նախքան օսմոսը: Լուծվող նյութի մոլեկուլները չափազանց մեծ են թաղանթի ծակոտիներով անցնելու համար, բայց ջրի մոլեկուլները բավականաչափ փոքր են:

բ) Ինչպես ցույց են տալիս սլաքները, ավելի մեծ թվով ջրի մոլեկուլներ են տեղաշարժվել Ա-ից դեպի Բ, քան Բ-ից դեպի Ա, այնպես որ գումարային շարժը տեղի է ունեցել Ա-ից դեպի Բ՝ բարձրացնելով լուծույթի մակարդակը Բ-ում և նվազեցնելով Ա-ում:

Բ լուծույթը բնութագրվում է որպես ավելի խիտ, քան Ա լուծույթը, և հակառակը՝ Ա լուծույթն ավելի նոսր է, քան Բ լուծույթը:

Նախ, պատկերացրո՛ւ, թե ինչ տեղի կունենար, եթե չլիներ թաղանթը: Ե՛վ լուծված նյութի, և՛ ջրի մոլեկուլներն ազատ կլինեին՝ տեղաշարժվելու լուծույթներում ցանկացած ուղղությամբ: Քանի որ նրանց շարժումը պատահական է, և՛ ջրի, և՛ լուծվող նյութի մոլեկուլները հակված կլինեին դիֆուզիայի միջոցով հավասարապես բաշխվելու եղած ամբողջ տարածքում:

Այժմ դիտարկի՛ր այն դեպքը, երբ կա մասնակի թափանցելի թաղանթ, ինչպես ցույց է տրված նկար 2.22-ում: Լուծվող նյութի մոլեկուլները չափազանց մեծ են թաղանթի միջով անցնելու համար: Միայն ջրի մոլեկուլները կարող անցնել դրա միջով: Լուծվող նյութի մոլեկուլները պատահականորեն տեղաշարժվում են, սակայն թաղանթին հասնելով՝ պարզապես հետ են մղվում: Լուծված նյութի մոլեկուլների քանակը թաղանթի երկու կողմերում կմնա նույնը: Ջրի մոլեկուլները նույնպես տեղաշարժվում են պատահականորեն, սակայն դրանք կարող են տեղաշարժվել և՛ Ա-ից դեպի Բ, և՛ Բ-ից դեպի Ա: Ժամանակի ընթացքում ջրի մոլեկուլները հակված կլինեն հավասարաչափ տարածվելու Ա և Բ տարածքներում:

Սա նշանակում է, որ, ի վերջո, Ա-ում կմնան ավելի քիչ քանակով ջրի մոլեկուլներ, այնպես որ լուծույթում կբարձրանա լուծված նյութի կոնցենտրացիան,

իսկ Բ-ում կավելանա ջրի մոլեկուլների քանակը, այնպես որ այն կնստանա: Կտեսնենք նաև, որ Բ-ում կմեծանա հեղուկի ծավալը, քանի որ այն այժմ կպարունակի նույն քանակով նյութի մոլեկուլներ, սակայն ավելի մեծ թվով ջրի մոլեկուլներ:

Ջրի մոլեկուլների այս տեղաշարժը նոսր լուծույթից դեպի խիտ լուծույթ մասնակի թափանցելի թաղանթի միջով կոչվում է օսմոս:

Ջրի պոտենցիալը

«Ջրի պոտենցիալ» եզրույթը խիստ կարևոր է օսմոսը դիտարկելիս: Այն կարող ենք նշանակել հունական ψ փսի տառով՝ ψ :

Ջրի պոտենցիալը կարող էս պատկերացնել որպես ջրի՝ լուծույթից դուրս գալու հակվածություն: Սա կախված է երկու գործոնից՝

- որքան է լուծույթում պարունակվող ջրի հարաբերությունը լուծվող նյութի նկատմամբ և

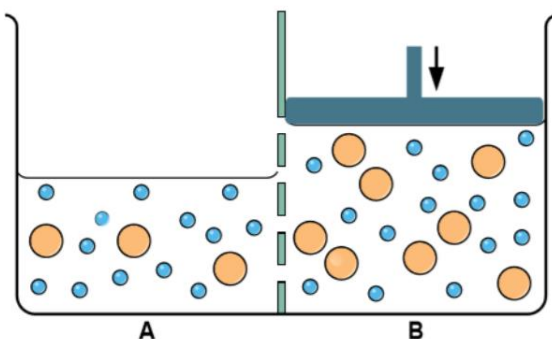
- որքան ճնշում է դրա վրա գործադրվում:

Ջուրը մշտապես տեղաշարժվում է բարձր ջրային պոտենցիալով տեղամասից դեպի ցածր ջրային պոտենցիալով տեղամաս: Ասում ենք, որ ջուրը միշտ տեղաշարժվում է ջրային պոտենցիալի գրադիենտի նվազման ուղղությամբ: Սա տեղի է ունենում այնքան ժամանակ, մինչև որ ջրային պոտենցիալը հավասարվում է ամբողջ համակարգում: Այդ կետում կարող ենք ասել, որ հաստատվել է հավասարակշռություն:

Օրինակ՝ մեծ քանակությամբ ջուր պարունակող լուծույթը (նոսր լուծույթ) ունի ավելի մեծ ջրային պոտենցիալ, քան քիչ ջուր պարունակող լուծույթը (խիտ լուծույթ): Նկար 2.22ա-ում պատկերված Ա լուծույթն ունի ավելի մեծ ջրային պոտենցիալ, քան Բ լուծույթը, որովհետև Ա լուծույթն ավելի նոսր է, քան Բ լուծույթը: Ահա թե ինչու ջրի մոլեկուլների գումարային շարժը տեղի է ունենում Ա-ից դեպի Բ:

Այժմ նորից վերադարձի՛ր նկար 2.22բ-ին: Ի՞նչ տեղի կունենար, եթե

կարողանայինք մեծ ճնշում գործադրել Բ կողմի վրա (նկար 2.23):



Նկար 2.23 Լուծույթի վրա ճնշում գործադրելիս մեծանում է ջրի՝ լուծույթից

դուրս գալու հակվածությունը, այսինքն՝ մեծանում է լուծույթի ջրային պոտենցիալը: Այստեղ ջրի մոլեկուլները շարժվում են Բ-ից դեպի Ա:

Հնարավոր կլինի ջրի մի մասը նորից հետ «մղել» դեպի Բ, եթե մեծացնենք հեղուկի վրա ճնշումը Բ-ում, կմեծացնա ջրի դուրս գալու հակվածությունը, այսինքն՝ կմեծանա դրա ջրային պոտենցիալը, մինչև որ այն ավելի բարձր կլինի, քան ջրային պոտենցիալն Ա-ում: Հեղուկի վրա գործադրած ճնշումը մեծացնում է ջրային պոտենցիալը:

Ըստ սահմանման, մաքուր ջրի ջրային պոտենցիալը մթնոլորտային ճնշման պայմաններում 0 է: Սա նշանակում է, որ լուծույթը (ջուրը, որի մեջ լուծված է նյութ կամ նյութեր) պետք է ունենա 0-ից ցածր ջրային պոտենցիալ, այսինքն՝ բացասական արժեք:

Օսմոսը մասնակի թափանցելի թաղանթի միջով ջրի մոլեկուլների գումարային շարժն է ավելի բարձր ջրային պոտենցիալով տեղամասից դեպի ավելի ցածր ջրային պոտենցիալով տեղամաս իրենց պատահական շարժման արդյունքում (դիֆուզիա):

Լուծված նյութի պոտենցիալը և ճնշման պոտենցիալը

Մենք տեսանք, որ կա լուծույթի ջրային պոտենցիալը որոշող երկու գործոն՝ լուծույթի կոնցենտրացիան և լուծույթի վրա կիրառված ճնշումը:

Լուծույթի կոնցենտրացիայի նպաստելը ջրային պոտենցիալին կոչվում է լուծված նյութի պոտենցիալ: Լուծված նյութի պոտենցիալը կարող ենք համարել որպես այն չափը, որով լուծված նյութի մոլեկուլները նվազեցնում են լուծույթի ջրային պոտենցիալը: Որքան ավելի մեծ է լուծված նյութի քանակը, այնքան ավելի փոքր է ջրի՝ լուծույթից դուրս գալու հակվածությունը:

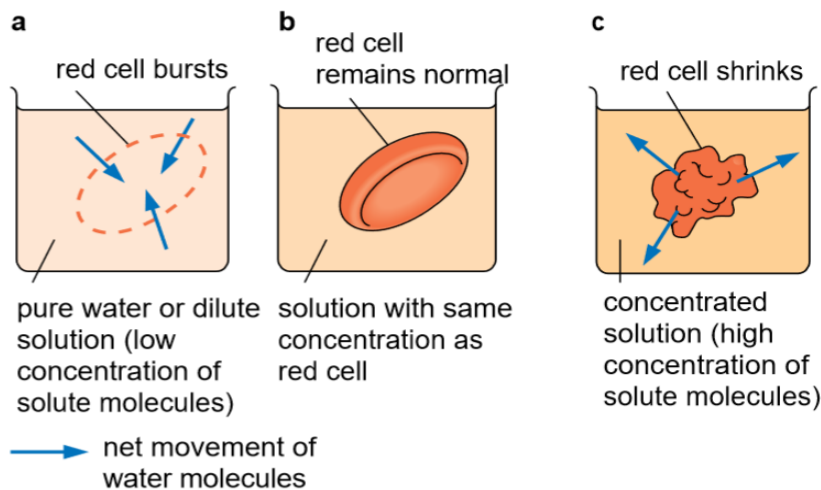
Ինչպես ջրային պոտենցիալը, այնպես էլ լուծված նյութի պոտենցիալը հավասար է 0 մաքուր ջրի համար և ունի բացասական արժեք լուծույթի համար: Լուծույթի մեջ նյութի քանակն ավելացնելիս նվազում է դրա ջրային պոտենցիալը: Այսպիսով, որքան մեծ է լուծված նյութի կոնցենտրացիան, այնքան ավելի բացասական է լուծված նյութի պոտենցիալի արժեքը: Լուծված նյութի պոտենցիալը կարող ենք նշանակել «փսի» տառով, սակայն այս անգամ «s» ստորին ինդեքսով՝ ψ_s :

Ճնշման նպաստելը լուծույթի ջրային պոտենցիալին կոչվում է ճնշման պոտենցիալ: Նկար 2.23-ում կարող ենք տեսնել, որ մեծացնելով ճնշումը F տեղամասի վրա՝ մեծանում է այնտեղից ջրի դուրս գալու հակվածությունը, այսինքն՝ ճնշումը մեծացնում է լուծույթի ջրային պոտենցիալը: Ճնշման պոտենցիալը կարելի է նշանակել ψ նշանով:

Օսմոսը կենդանական բջիջներում

Նկար 2.24-ում պատկերված է օսմոսի ազդեցությունը կենդանական բջջի վրա: Գործնական աշխատանքի ժամանակ ուսումնասիրության համար կենդանական բջջի հարմար տեսակ է արյան կարմիր բջիջը: Առարկայակիր ապակու վրա թարմ արյունը մանրադիտակով դիտելիս կտեսնես մեծ քանակությամբ արյան կարմիր բջիջներ:

Արյան տարբեր նմուշները կարելի է խառնել տարբեր ջրային պոտենցիալ ունեցող լուծույթներին: Նկար 2.24ա-ում երևում է, որ եթե բջիջը շրջապատող լուծույթի ջրային պոտենցիալը չափազանց բարձր է, բջիջը ուռչում է և պայթում: Եթե այն չափազանց ցածր է, ապա բջիջը կնճռոտվում է (նկար 2.24գ): Սա պատճառներից մեկն է, թե ինչու է կարևոր կենդանիների օրգանիզմներում հաստատուն ջրային պոտենցիալ պահպանելը:



<p>ա կարմիր բջիջը պայթում է մաքուր ջուր կամ նոսր լուծույթ (լուծված նյութի մոլեկուլների ցածր կոնցենտրացիա) ջրի մոլեկուլների գումարային շարժ</p>	<p>բ կարմիր բջիջը մնում է նորմալ լուծույթ, որի կոնցենտրացիան նույնն է, ինչ որ կարմիր բջիջինը</p>	<p>գ կարմիր բջիջը կնճռոտվում է խիտ լուծույթ (լուծված նյութի մոլեկուլների բարձր կոնցենտրացիա)</p>
---	---	---

Նկար 2.24 Օսմոսի միջոցով ջրի տեղաշարժը արյան կարմիր բջիջների մեջ կամ դրանցից դուրս տարբեր կոնցենտրացիա ունեցող լուծույթներում:

Օսմոսը բուսական բջիջներում

Ի տարբերություն կենդանական բջիջների՝ բուսական բջիջները շրջապատված են բջջապատերով, որոնք շատ ամուր և կարծր են: Պատկերացրո՛ւ, որ բուսական բջիջը տեղադրում ես մաքուր ջրում կամ նոսր լուծույթում (նկար 2.25ա): Ձուրը կամ լուծույթն ունի ավելի բարձր ջրային պոտենցիալ, քան բուսական բջիջը, հետևաբար օսմոսի միջոցով ջուրը մտնում է բջիջ դրա մասնակի թափանցելի բջջաթաղանթի միջով: Ճիշտ, ինչպես կենդանական բջջի դեպքում, այստեղ էլ բջջի ծավալը մեծանում է, սակայն բուսական բջջի բջջապատը հակառակ ճնշում է գործադրում ընդարձակվող պրոտոպլաստի վրա (բջջի բջջապատից ներս գտնվող կենդանի մասը), և ճնշումն սկսում է արագորեն աճել: Սա ճնշման պոտենցիալն է, որը մեծացնում է բջջի ջրային պոտենցիալը, մինչև որ բջջի ներսում ջրային պոտենցիալը հավասարվում է բջջից դուրս գտնվող ջրային պոտենցիալին, և ստեղծվում է հավասարակշռություն (նկար 2.45բ): Բջջապատը չափազանց ոչ առաձգական է, ուստի ջրի քիչ ներթափանցում է պահանջվում դրան հասնելու համար: Բջջապատը չի թողնում, որ բջիջը պայթի, ի տարբերություն մաքուր ջրում կամ նոսր լուծույթում գտնվող կենդանական բջջի: Երբ բուսական բջիջն ամբողջովին հագնում է ջրով, այն բնութագրվում է որպես լրիվ տուրգորային վիճակում գտնվող: Բուսական բջիջների համար, ուրեմն, ջրային պոտենցիալը լուծված նյութի պոտենցիալի և ճնշման պոտենցիալի համադրությունն է: Սա կարելի է արտահայտել հետևյալ հավասարմամբ՝

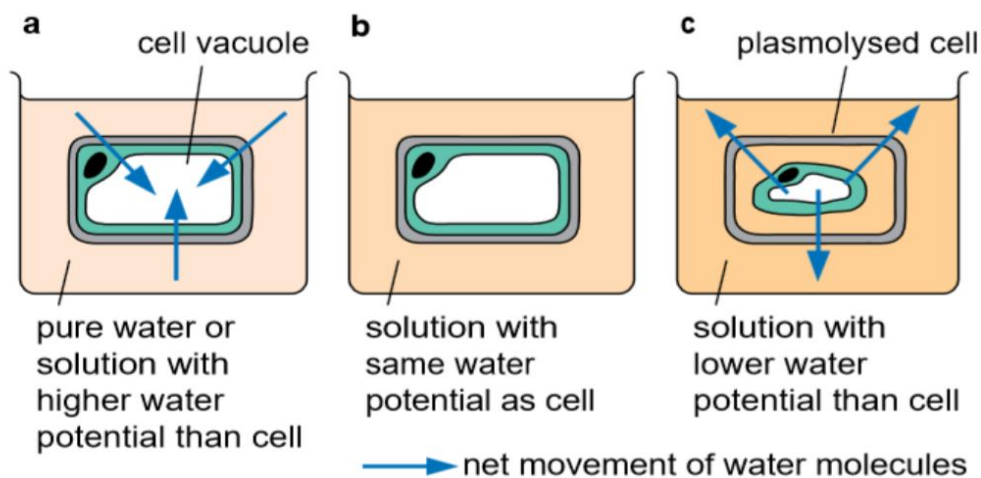
$$\psi = \psi_s + \psi_p$$

Նկար 2.45գ-ում պատկերված է այն դեպքը, երբ բուսական բջիջը գտնվում է ավելի ցածր ջրային պոտենցիալ ունեցող լուծույթում: Որպես օրինակ կարող է ծառայել սախարոզի խիտ լուծույթը:

Այդպիսի լուծույթում ջուրը բջջից դուրս է գալիս օսմոսի միջոցով: Դուրս գալու ընթացքում պրոտոպլաստն աստիճանաբար փոքրանում է, մինչև որ այլևս ճնշում չի գործադրում բջջապատի վրա: Այդ կետում ճնշման պոտենցիալը հավասարվում է զրոյի, ուստի բջջի ջրային պոտենցիալը հավասարվում է լուծված նյութի պոտենցիալին (տե՛ս վերևում հավասարումը): Ե՛վ լուծված նյութի մոլեկուլները, և՛

արտաքին լուծույթի ջրի մոլեկուլները կարողանում են անցնել ազատ թափանցելի բջջապատով, և այդ կերպ արտաքին լուծույթը կապի մեջ է մնում փոքրացող պրոտոպլաստի հետ: Երբ պրոտոպլաստը փոքրանում է, այն սկսում է հեռանալ բջջապատից (նկար 2.46): Այդ գործընթացը կոչվում է պլազմոլիզ, իսկ բջիջը, որում սա տեղի է ունեցել, ասում ենք, որ ենթարկվել է պլազմոլիզի (նկար 2.45գ և նկար 2.46): Այն կետը, որում ճնշման պոտենցիալը հավասարվում է զրոյի և արդեն պետք է տեղի ունենա պլազմոլիզ, կոչվում է սկզբնական պլազմոլիզ: Ի վերջո, ինչպես կենդանական բջիջների դեպքում, ձեռք է բերվում հավասարակշռություն, երբ բջջի ջրային պոտենցիալը նվազելով հավասարվում է արտաքին լուծույթի ջրային պոտենցիալին:

Նկարագրված փոփոխությունները կարելի է հեշտությամբ դիտել լուսային մանրադիտակով՝ օգտագործելով խավարծիլի ցողունից կամ սոխի գլխի ուռած պահեստային տերևներից վերցված վերնամաշկի շերտերը, որոնք դրվել են սախարոզի տարբեր կոնցենտրացիաներ ունեցող մի շարք լուծույթներում (նկար 2.47):

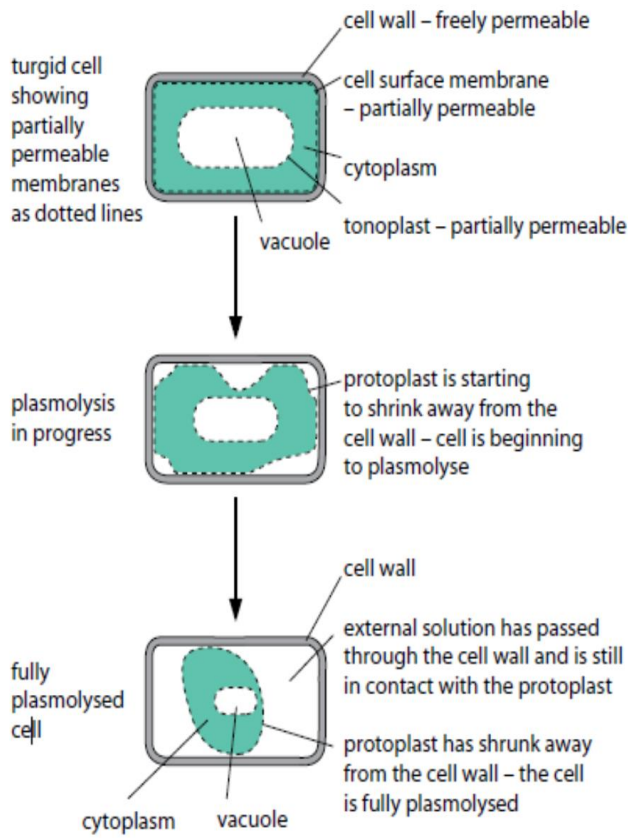


բջջի վակուոլ

պլազմոլիզի ենթարկված բջիջ

a մաքուր ջուր կամ լուծույթ, որի ջրային պոտենցիալն ավելի բարձր է, քան բջջինը
 b լուծույթ, որի ջրային պոտենցիալը հավասար է բջջի ջրային պոտենցիալին
 c լուծույթ, որի ջրային պոտենցիալն ավելի ցածր է, քան բջջինը
 ջրային մոլեկուլների գումարային շարժը

Նկար 2.45 Տարբեր ջրային պոտենցիալ ունեցող լուծույթներում գտնվող բուսական բջջի օսմոտիկ փոփոխությունները:



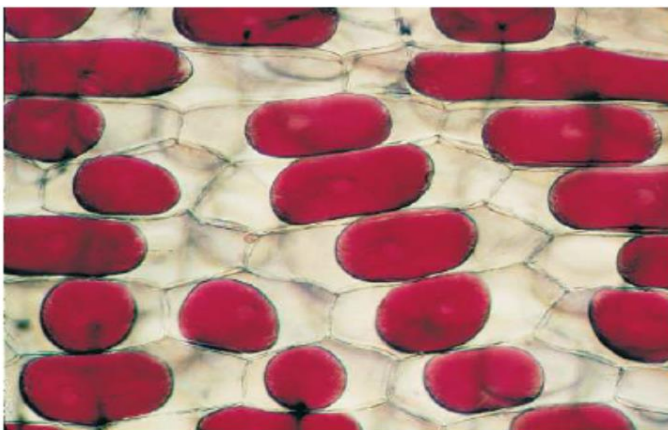
տուրգորային վիճակում գտնվող բջիջ, որի վրա կետագծերով երևում են մասնակի թափանցելի

պլազմոլիզն ընթացքի մեջ պրոտոպլաստն սկսում է փոքրանալով հեռանալ բջջապատից՝ բջիջն սկսում է պլազմոլիզի ենթարկվել

ամբողջովին պլազմոլիզի ենթարկված բջիջ արտաքին լուծույթն անցել է բջջապատի միջով և շարունակում է շփման մեջ մնալ պրոտոպլաստի հետ պրոտոպլաստը փոքրանալով հեռացել է բջջապատից, բջիջն ամբողջովին ենթարկվել է պլազմոլիզի

ունենում պլազմոլիզը:

Նկար 2.46 Ինչպես է տեղի



Նկար 2.47

Պլազմոլիզի ենթարկված կարմիր սոխի բջիջների լուսային մանրապատկեր (100 x):

ՎԱՆԴԱԿ 2.4 Օսմոսի հետազոտումը բուսական բջիջներում

1. Օսմոսի դիտումը բուսական բջիջներում

Վերնամաշկի շերտերն օգտակար նյութ են պլազմոլիզը դիտելու համար, իսկ գունավորված բուսահյութը ավելի հեշտացնում է այն: Նմուշ վերցնելն առավել

հարմար է կարմի սոխի գլխի մսալի պահեստային տերևների, խավարծիլի ցողունների և կարմիր կաղամբի ներքին մակերևույթներից:

Վերնամաշկի շերտերը կարող ես տեղադրել սախարոզի տարբեր մոլարություն ունեցող մի շարք լուծույթներում (մինչև 1.0 մոլ դմ-3) կամ նատրիումի քլորիդի մինչև 3%-անոց լուծույթներում: Այնուհետև այդ շերտերից փոքր կտորներ կարող ես դնել առարկայակիր ապակու վրա, տեղադրել համապատասխան լուծույթում և դիտել մանրադիտակով: Պլազմոլիզի համար կարող է պահանջվել մի քանի րոպե, եթե այն տեղի ունենա:

2. Բուսական հյուսվածքի ջրային պոտենցիալի որոշումը

Այս փորձի սկզբունքն այն է, որ գտնենք հայտնի ջրային պոտենցիալ ունեցող մի լուծույթ, որը ո՛չ կավելացնի, ո՛չ էլ կնվազեցնի ջրի քանակն ուսումնասիրվող բուսական հյուսվածքում: Նախ պետք է թույլ տալ, որ հյուսվածքի, օրինակ՝ կարտոֆիլի նմուշները հասնեն հավասարակշռության տարբեր ջրային պոտենցիալներ ունեցող մի շարք լուծույթների հետ (օրինակ՝ սախարոզի լուծույթներ), ապա պետք է գրանցել զանգվածի կամ ծավալի փոփոխությունները: Արդյունքները գրաֆիկի վրա պատկերելու միջոցով հնարավորություն կունենաս որոշելու, թե որ լուծույթը չի առաջացնում զանգվածի կամ ծավալի փոփոխություն: Այդ լուծույթը կունենա նույն ջրային պոտենցիալը, ինչ բուսական հյուսվածքը:

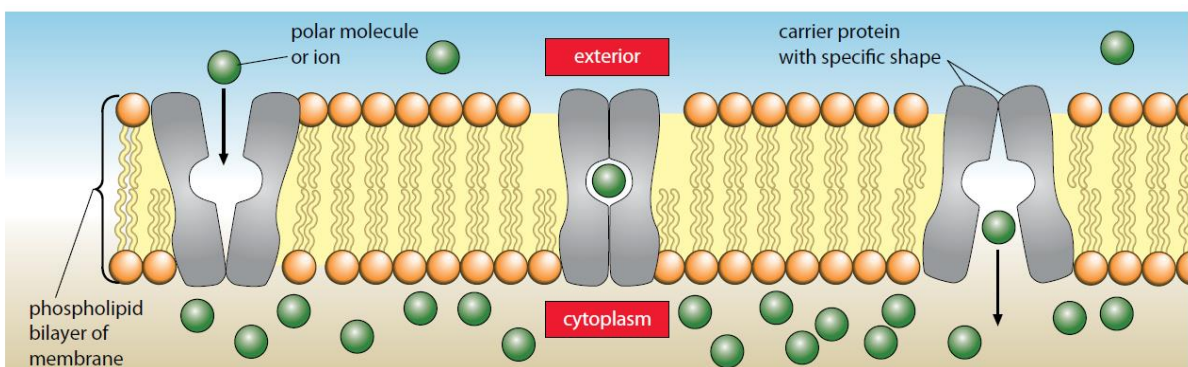
Ակտիվ փոխադրում

Երբ որոշակի իոնների, օրինակ՝ կալիումի և քլորի կոնցենտրացիան չափում ենք բջիջների ներսում, հաճախ տեսնում ենք, որ դրանց կոնցենտրացիան 10–20 անգամ ավելի մեծ է ներսում, քան դրսում: Այլ կերպ ասած, գոյություն ունի կոնցենտրացիոն գրադիենտ, որտեղ ավելի ցածր կոնցենտրացիան բջիջ դուրս է, իսկ ավելի բարձր կոնցենտրացիան՝ բջիջ ներսում: Բջիջ ներսում գտնվող իոնները սկզբնապես եկել են արտաքին լուծույթից, հետևաբար դիֆուզիան չի կարող լինել այդ գրադիենտի պատճառը, որովհետև, ինչպես տեսանք, իոնները դիֆուզիայի են ենթարկվում բարձր կոնցենտրացիայից դեպի ավելի ցածր կոնցենտրացիան: Իոնները, հետևաբար, պետք է որ կուտակվեն կոնցենտրացիոն գրադիենտին հակառակ:

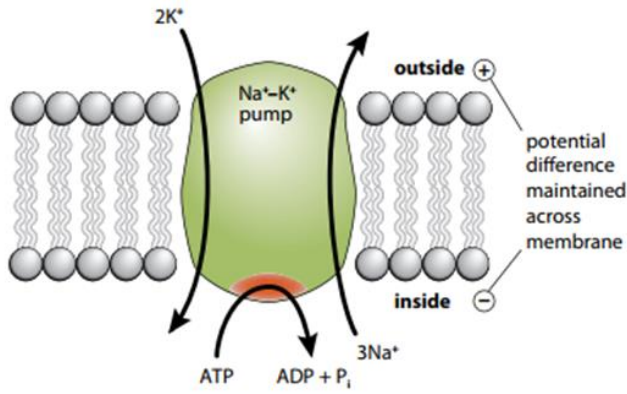
Այդ գործընթացը կոչվում է ակտիվ փոխադրում: Ակտիվ փոխադրումն իրականացնում են կրող սպիտակուցները, որոնցից ամեն մեկը յուրահատուկ է մոլեկուլների կամ իոնների որոշակի տեսակի համար: Սակայն, ի տարբերություն հեշտացված դիֆուզիայի, ակտիվ փոխադրման համար պահանջվում է էներգիա, որովհետև շարժը տեղի է ունենում կոնցենտրացիոն գրադիենտի աճման ուղղությամբ: Այդ էներգիան մատակարարում է ԱԵՖ մոլեկուլը (ադենոզին եոֆոսֆատ), որն արտադրվում է բջջում շնչառության ժամանակ: Էներգիայի օգնությամբ կրող սպիտակուցը փոխում է իր ձևը՝ այդ ընթացքում մոլեկուլներն ու իոնները տեղափոխելով բջջաթաղանթի միջով (նկար 2.48):

Ակտիվ փոխադրման համար օգտագործվող կրող սպիտակուցի օրինակ է նատրիում-կալիումական ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$) պոմպը (նկար 2.49): Նման պոմպեր գտնվում են բոլոր կենդանական բջիջների բջջաթաղանթներում: Բջիջների մեծ մասում դրանք անընդհատ աշխատում են, և ըստ հաշվարկների, դրանք օգտագործում են բջջի էներգիայի միջինը 30%-ը (70%-ը՝ նյարդային բջիջներում):

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -ական պոմպի դերը բջջից նատրիումի երեք իոն դուրս հանելն է, միննույն ժամանակ թույլ տալով, որ կալիումի երկու իոն մտնեն բջիջ ԱԵՖ-ի ամեն մի օգտագործվող մոլեկուլի դեպքում: Երկու իոնն էլ ունեն դրական լիցք, այնպես որ վերջնական արդյունքում բջջի ներքին միջավայրը դառնում է ավելի բացասական, քան արտաքին միջավայրը, ստեղծվում է պոտենցիալների տարբերություն բջջաթաղանթի երկու կողմում: Սրա կարևորությունը նյարդային բջիջներում քննարկվում է հետագայում:



Նկար 2.48 Փոխադրիչ սպիտակուցի ձևի փոփոխությունները ակտիվ փոխադրման ժամանակ: Այստեղ մոլեկուլները կամ իոնները պոմպի միջոցով անցնում են բջիջ՝ կոնցենտրացիոն գրադիենտին հակառակ:



Պոտենցիալների տարբերությունը պահպանվում է բջջաթաղանթի երկու կողմում

Նկար 2.49 Na⁺ – K⁺-ական պոմպ

Նկար 2.49-ում կարող ես տեսնել, որ պոմպն իր ներքին մակերևույթին ունի ընկալիչ տեղամաս ԱԵՖ-ի համար: Այն հանդես է գալիս որպես ԱԵՖ-ազ ֆերմենտ՝ հիդրոլիզի միջոցով ԱԵՖ-ից առաջացնելով ԱԿՖ (ադենոզին կրկնաֆոսֆատ) և ֆոսֆատ էներգիայի անջատման համար:

Ակտիվ փոխադրումը, հետևաբար, կարող ենք սահմանել որպես մոլեկուլների կամ իոնների բջջաթաղանթի միջով կոնցենտրացիոն գրադիենտին հակառակ (ցածր կոնցենտրացիայից դեպի բարձր կոնցենտրացիա), որի համար էներգիա է պահանջվում: Այդ էներգիան մատակարարում է ԱԵՖ-ը՝ բջջային շնչառությունից: Ակտիվ փոխադրում կարող է տեղի ունենալ կա՛մ դեպի բջիջ, կա՛մ բջջից դուրս:

Ակտիվ փոխադրումը կարևոր է երիկամներում հետներծծման ժամանակ, որտեղ որոշակի օգտակար մոլեկուլներ և իոններ երիկամային խողովակներում ֆիլտրվելուց հետո պետք է նորից ներծծվեն արյան մեջ: Այն նաև մասնակցում է աղիներից մարսողության որոշ արգասիքների ներծծմանը: Բույսերի մոտ ակտիվ փոխադրման միջոցով շաքարը տերևների ֆոտոսինթեզող բջիջներից ներթափանցում է ֆլոեմի հյուսվածքի մեջ բույսի ներսում տեղափոխման համար: Նույն ձևով հողից արմատամազիկների մեջ են փոխադրվում անօրգանական իոնները:

Մեծաքանակ փոխադրում

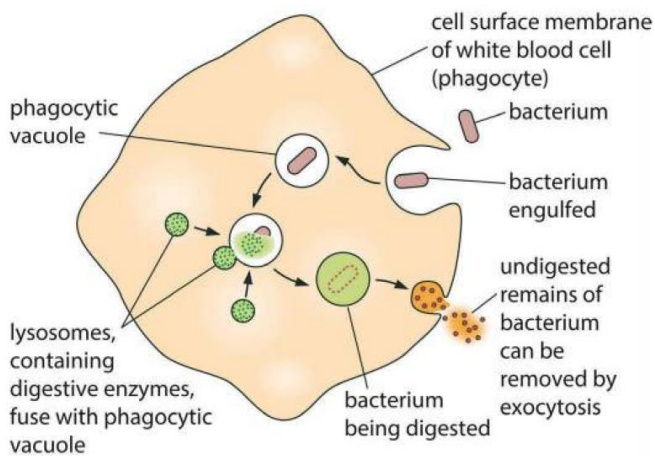
Մինչև այժմ դիտարկում էինք, թե ինչ եղանակներով են առանձին մոլեկուլները կամ իոնները անցնում բջջաթաղանթի միջով: Գոյություն ունեն նաև մեխանիզմներ նյութերի մեծ քանակներ բջիջների մեջ (էնդոցիտոզ) կամ բջիջներից դուրս (էկզոցիտոզ) փոխադրելու համար: Բջջաթաղանթի միջով կարող են փոխադրվել խոշոր մոլեկուլներ, օրինակ՝ սպիտակուցներ կամ բազմաշաքարներ,

բջջի մասեր կամ նույնիսկ ամբողջ բջջիներ: Դրա համար պահանջվում է էներգիա, ուստի այն ակտիվ փոխադրման ձև է:

Էնդոցիտոզի ժամանակ բջջաթաղանթը կլանում է նյութը՝ ձևավորելով փոքրիկ պարկ կամ «էնդոցիտոզային վակուոլ»: Այն տեղի է ունենում երկու ձևով:

■ Ֆագոցիտոզը կամ բջջիների «ուտելու գործընթացը» պինդ նյութի զանգվածային կլանումն է: Սրանում մասնագիտացած բջջիները կոչվում են ֆագոցիտներ: Գործընթացը կոչվում է ֆագոցիտոզ, իսկ վակուոլները՝ ֆագոցիտային վակուոլներ: Այդպիսի օրինակ է բակտերիաների կլանումը արյան որոշ սպիտակ բջջիների կողմից (նկար 2.50):

■ Պինոցիտոզը կամ բջջիների «խմելու գործընթացը» մեծ քանակությամբ հեղուկի կլանումն է: Ձևավորված վակուոլները (բշտիկները) հաճախ չափազանց փոքր են լինում: Այդ դեպքում գործընթացը կոչվում է միկրոպինոցիտոզ:

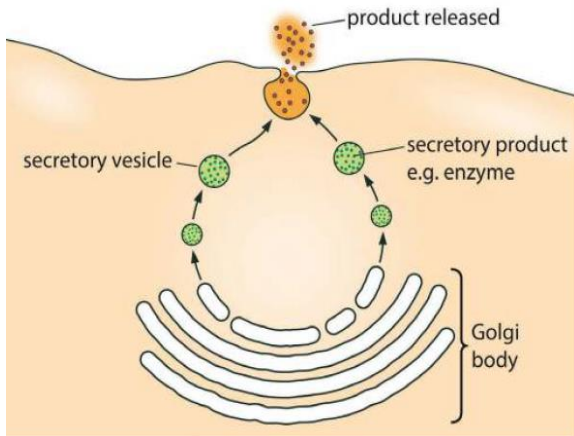


Ֆագոցիտային վակուոլ լիզոսոմները, որոնք պարունակում են մարսողական ֆերմենտներ, ձուլվում են ֆագոցիտային վակուոլին՝ արյան սպիտակ բջջի՝ ֆագոցիտի բջջաթաղանթը բակտերիան կլանվելիս բակտերիայի չմարսված մնացորդները կարող են հեռացվել էկզոցիտոզի միջոցով բակտերիան մարսման է ենթարկվում

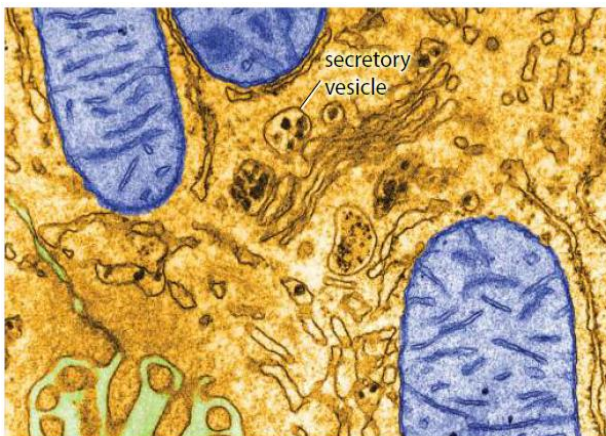
Նկար 2.50 Արյան սպիտակ բջջի կողմից բակտերիայի ֆագոցիտոզի փուլերը:

Էկզոցիտոզը էնդոցիտոզի հակառակ գործընթացն է, որի միջոցով նյութերը հեռացվում են բջջիներից (նկար 2.51):

Սա տեղի է ունենում, օրինակ, ենթաստամոքսային գեղձի բջջիներից մարսողական ֆերմենտների արտազատման ժամանակ (նկար 2.52): Գոլջիի համալիրի արտազատական բշտիկները փոխադրում են ֆերմենտները մինչև բջջի մակերևույթ և այնտեղ բաց են թողնում իրենց պարունակությունը: Բուսական բջջիներն օգտվում են էկզոցիտոզից իրենց բջջապատերը կառուցող նյութերը բջջաթաղանթից դուրս տանելու համար:



Նկար 2.51



Ֆերմենտների արտազատմանը:

Էկզոցիտոզը արտազատական բջջում: Եթե արտազատվող նյութը սպիտակուց է, ապա Գոլջիի համալիրը հաճախ մասնակցում է արտազատվելուց առաջ այդ սպիտակուցը քիմիապես փոփոխելուն: Սա նման է ենթաստամոքսային գեղձով մարսողական

Նկար 2.52

Ենթաստամոքսային գեղձի սպիտակուց արտազատող աջինուսային բջջի տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրպատկեր: Բջջի արտաքին մասը գունավորված է կանաչ գույնով: Կարելի է տեսնել Գոլջիի (արտազատական) բշտիկները՝ իրենց մուգ ներկված պարունակություններով, որոնք Գոլջիի համալիրից ճանապարհ են ընկել դեպի բջջաթաղանթ:

Ակտիվ փոխադրումը փոխադրող սպիտակուցների միջոցով մոլեկուլների կամ իոնների տեղաշարժն է դեպի բջջաթաղանթի մյուս կողմը, իրենց կոնցենտրացիոն գրադիենտին հակառակ, օգտագործելով ԱԵՖ-ի էներգիան:

Էնդոցիտոզը հեղուկ (պինոցիտոզ) կամ պինդ նյութերի (ֆագոցիտոզ) մեծաքանակ տեղաշարժն է բջջի մեջ բջջաթաղանթի ներփքման միջոցով, որի արդյունքում առաջանում են նյութը պարունակող բշտիկներ: Էնդոցիտոզը ԱԵՏ պահանջող ակտիվ գործընթաց է:

Էկզոցիտոզը հեղուկ կամ պինդ նյութերի մեծաքանակ տեղաշարժն է բջջից դուրս նյութը պարունակող բշտիկների՝ բջջաթաղանթի հետ միաձուլվելու միջոցով: Էկզոցիտոզը ԱԵՏ պահանջող ակտիվ գործընթաց է:

Տե՛ս հղումը

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1QWLFmK0xBMiQ0PajSjVtDESpuuwI2D3->

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/diffusion-and-osmosis/a/osmosis>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/mechanisms-of-transport-tonicity-and-osmoregulation/e/mechanisms-of-transport--tonicity-and-osmoregulation-Վարժություն>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/diffusion-and-osmosis/e/diffusion-and-osmosis>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/passive-transport/a/diffusion-and-passive-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/a/hs-passive-transport-review>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/facilitated-diffusion/e/facilitated-diffusion>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/passive-transport/e/passive-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/active-transport/a/active-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/a/hs-active-transport-review>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/membrane-transport/e/membrane-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/active-transport/e/active-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/bulk-transport/a/bulk-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/bulk-transport/e/bulk-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/membrane-permeability/e/membrane-permeability-ψαρδουρjηι>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/v/diffusion-video>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/v/concentration-gradients>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-osmosis-and-tonicity/v/osmosis>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-osmosis-and-tonicity/v/hypotonic-isotonic-and-hypertonic-solutions-tonicity>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/diffusion-and-osmosis/v/diffusion-and-osmosis>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/passive-transport/v/passive-transport-and-selective-permeability>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/passive-transport/v/facilitated-diffusion>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/v/sodium-potassium-pump-video>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/active-transport/v/electrochemical-gradient-and-secondary-active-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/active-transport/v/uniporters-symporters-and-antiporters>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/bulk-transport/v/endocytosis-phagocytosis-and-pinocytosis>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport/bulk-transport/v/exocytosis>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/plasma-membranes/v/cell-membrane-proteins>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/membrane-permeability/v/cell-membrane-introduction>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/membrane-permeability/v/cell-membrane-overview-fluid-mosaic-model>

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-passive-and-active-transport/v/introduction-to-passive-and-active-transport>

<http://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/mechanisms-of-transport-tonicity-and-osmoregulation/v/water-potential-example>

Բջջակորիզ

Դասագիրք

Բջջակորիզ

Բջջակորիզը (նկար 2.53) բջջի ամենամեծ օրգանոիդն է: Այն շրջապատված է կրկնակի թաղանթով, որը հայտնի է որպես կորիզաթաղանթ: Կորիզաթաղանթի արտաքին թաղանթը էնդոպլազմային ցանցի շարունակությունն է:

Կորիզաթաղանթի վրա բազմաթիվ մանր ծակոտիներ կան, որոնք կոչվում են բջջակորիզի ծակոտիներ: Սրանք հնարավոր են դարձնում և կարգավորում են բջջակորիզի ու ցիտոպլազմայի միջև նյութափոխանակությունը: Ծակոտիների միջով կորիզից դուրս եկող նյութերից են սպիտակուցի սինթեզի համար անհրաժեշտ տՌՆԹ-ները և ռիբոսոմները: Բջջակորիզի ծակոտիների միջով մտնող նյութերից են սպիտակուցները, որոնք նպաստում են ռիբոսոմների, նուկլեոտիդների, ԱԵՖ-ի (ադենոզին եռֆոսֆատ) և որոշ հորմոնների, օրինակ՝ վահանաձև գեղձի T3 հորմոնի առաջացմանը:

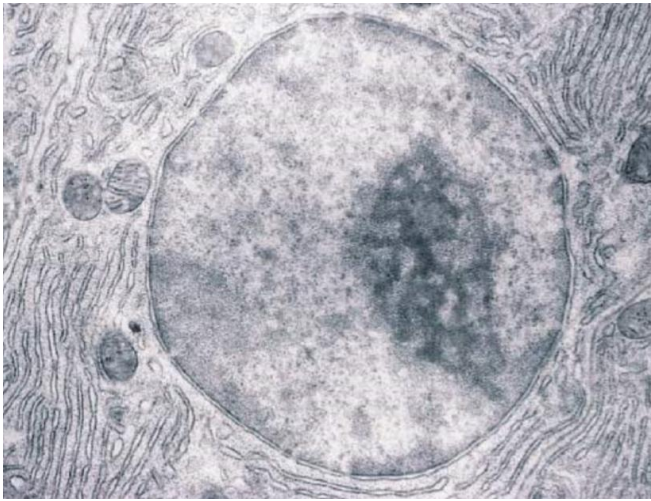
Կորիզի ներսում քրոմոսոմները գտնվում են թույլ փաթեթավորված վիճակում, ինչը հայտնի է որպես քրոմատին (բայց ոչ բջջակորիզի բաժանման ժամանակ, գլուխ 5): Քրոմոսոմները պարունակում են ԴՆԹ, որը բաղկացած է գործառնական միավորներից՝ գեններից: Գեները կարգավորում են բջջի գործունեությունը և ժառանգականությունը, ուստի կորիզը կառավարում է բջջի գործունեությունը: Երբ բջջի պետք է բաժանվի, սկզբում բաժանվում է բջջակորիզը, որպեսզի յուրաքանչյուր

նոր բջիջ սեփական բջջակորիզն ունենա: Նաև կորիզի ներսում կորիզակը ստեղծում է ռիբոսոմներ՝ օգտվելով սեփական ԴՆԹ-ում եղած տեղեկությունից:

Նկար 2.53

Չղջիկի ենթաստամոքսային գեղձի բջջի բջջակորիզի տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրապատկեր (7500x): Շրջանաձև բջջակորիզը շրջապատված է կրկնակի կորիզաթաղանթով, որի վրա բջջակորիզի ծակոտիներ կան: Կորիզակն ավելի մուգ գույնով է ներկված: Շրջապատող ցիտոպլազմայում տեսանելի է հատիկավոր էՑ-ն:

Տե՛ս հղումը



https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1txxvWCMb_SlY2W5Yk432AQrk8TqwggeA

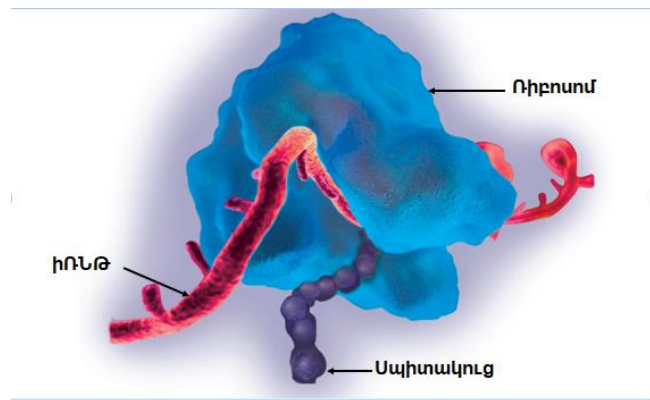
<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/prokaryotic-and-eukaryotic-cells/a/nucleus-and-ribosomes>

Օրգանոիդներ

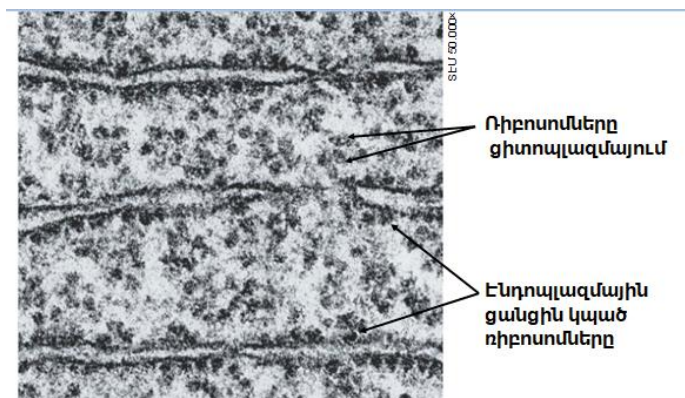
Դասագիրք

Ռիբոսոմներ

Ինչպես կտեսնես հետագայում, ռիբոսոմները պատասխանատու են սպիտակուցի սինթեզի համար (**նկար 2.54**): Կորիզավոր բջիջներում ռիբոսոմների բաղադրիչները սինթեզվում են բջջակորիզում, այնուհետև բջջակորիզի ծակոտիների միջով տեղափոխվում ցիտոպլազմա: Ցիտոպլազմայում ռիբոսոմները սկսում են իրենց աշխատանքը: Որոշ ռիբոսոմներ ցիտոպլազմային հեղուկում կախույթի ձևով են գտնվում՝ սինթեզելով սպիտակուցներ, որոնք մնում են հեղուկում (**նկար 2.55**): Մյուսները տեղակայված են էնդոպլազմային ցանց կոչվող օրգանոիդի արտաքին մակերևույթին՝ սինթեզելով սպիտակուցներ, որոնք ներկառուցվում են թաղանթների մեջ կամ արտազատվում են բջջից: «Կենսաբանությունը և հասարակությունը» բաժնից վերհիշիր, որ բակտերիաների և կորիզավորների ռիբոսոմների միջև գոյություն ունեն որոշ կարևոր կառուցվածքային տարբերություններ, ինչը նրանց հակաբիոտիկային դեղամիջոցների համար լավ թիրախ է դարձնում:



Նկար 2.54. Սպիտակուց սինթեզող ռիբոսոմի համակարգչային մոդելը

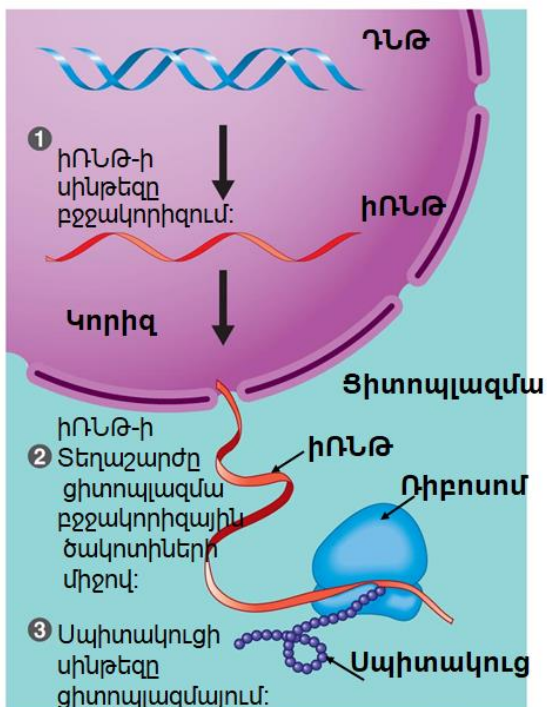


Նկար 2.55. Ռիբոսոմների տեղակայումը:

Ինչպե՞ս է ԴՆԹ-ն վերահսկում սպիտակուցի արտադրությունը

Ինչպե՞ս է բջջակորիզում գտնվող ԴՆԹ-ից կազմված «գործադիրը» ղեկավարում ցիտոպլազմայի «աշխատողներին»: Կորիզավոր բջջում իրադարձությունների հաջորդականությունը պատկերված է **նկար 2.56**-ում (ԴՆԹ-ն և այլ կառուցվածքները բջջակորիզի համեմատությամբ անհամաչափորեն մեծ են պատկերված):

- 1 ԴՆԹ-ն ծրագրավորում է ցիտոպլազմայում սպիտակուցի արտադրությունը՝ իր ծածկագրված տեղեկատվությունը փոխանցելով ինֆորմացիոն ՌՆԹ (իՌՆԹ) կոչվող մոլեկուլին: Միջին մենեջերի նման՝ իՌՆԹ մոլեկուլն այնուհետև «կառուցիր այս տեսակի սպիտակուց» կարգադրությունը բջջակորիզից փոխադրում է ցիտոպլազմա:
- 2 իՌՆԹ-ն կորիզաթաղանթի ծակոտիների միջով դուրս է գալիս և տեղաշարժվում դեպի ցիտոպլազմա, որտեղ կապվում է ռիբոսոմներին:
- 3 Երբ ռիբոսոմը շարժվում է իՌՆԹ-ի երկայնքով, գենետիկական հաղորդագրությունը թարգմանվում է որոշակի ամինաթթվային հաջորդականությամբ սպիտակուցի:



Նկար 2.56. ԴՆԹ – ՌՆԹ – Սպիտակուց: Բջջակորիզում ժառանգված գեները ղեկավարում են սպիտակուցի արտադրությունը և, հետևաբար, նաև բջջի գործունեությունը:

Տե՛ս հղումը

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/prokaryotic-and-eukaryotic-cells/a/nucleus-and-ribosomes>

Էնդոպլազմային ցանց և Գոլջիի համալիր

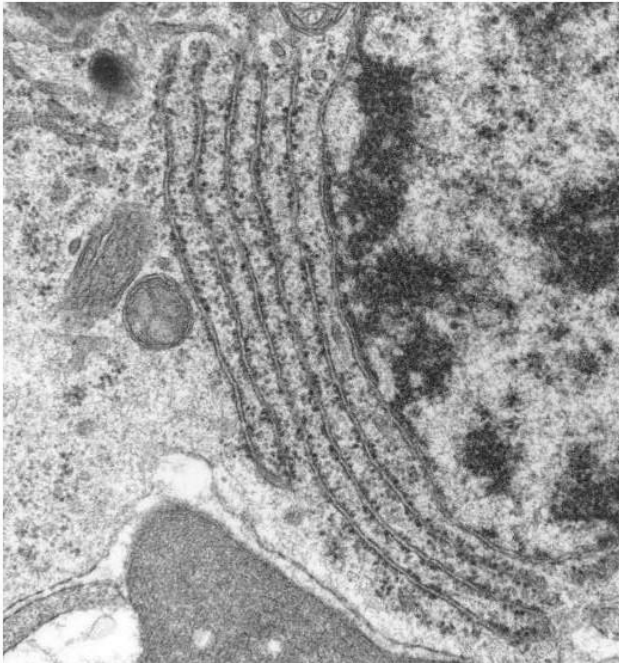
Դասագիրք

Էնդոպլազմային ցանց և ռիբոսոմներ

Երբ բջիջներն առաջին անգամ տեսանելի դարձան էլեկտրոնային մանրադիտակով, կենսաբանները զարմացան՝ այդքան մանրամասն կառուցվածք տեսնելով: Դրա մեծ մասի գոյության մասին նրանք չէին էլ ենթադրել: Սա հատկապես վերաբերում է թաղանթների ընդարձակ համակարգին, որն անցնում է ցիտոպլազմայի միջով և հայտնի է որպես Էնդոպլազմային ցանց (ԷՑ, նկար 2.53, 2.57): Թաղանթները ձևավորում են մի ընդարձակ համակարգ, որը բաղկացած է ամբողջ բջջով մեկ տարածվող հարթ բաժանմունքներից՝ խորշերից: Այդ խորշերի ներսում, ցիտոպլազմայից առանձնացված, կարող են գործընթացներ տեղի ունենալ: Այս խորշերը կարող են փոխկապակցված լինել՝ ստեղծելով մի ամբողջական համակարգ (ցանց): Այդ կապերը համեմատվել են այն բանի հետ, թե ինչպես են մեքենաների կայանատեղիում տարբեր մակարդակները միմյանց հետ կապվում թեքահարթակների միջոցով: ԷՑ-ն հանդիսանում է կորիզաթաղանթի արտաքին թաղանթի շարունակությունը (նկար .2.15):

Գոյություն ունի ԷՑ-ի երկու տեսակ՝ հատիկավոր ԷՑ և հարթ ԷՑ: Հատիկավոր ԷՑ-ն այդպես է կոչվել, քանի որ այն պատված է բազմաթիվ մանր օրգանոիդներով, որոնք կոչվում են ռիբոսոմներ: Նկար 2.53-ում և 2.57-ում դրանք երևում են սև կետերի տեսքով: Մեծ խոշորացման տակ կարելի է տեսնել, որ դրանք բաղկացած են երկու ենթաբաժնից՝ մեծ և փոքր: Ռիբոսոմներն այն տեղն են, որտեղ կատարվում է սպիտակուցի սինթեզը: Դրանք կարող են ազատ վիճակում գտնվել ցիտոպլազմայում, ինչպես նաև հատիկավոր Էնդոպլազմային ցանցի վրա, շատ փոքր են՝ ընդամենը մոտ 25 նմ տրամագծով, կազմված են ՌՆԹ-ից (ռիբոնուկլեինաթթու) և սպիտակուցից: Հատիկավոր ԷՑ-ի վրա գտնվող ռիբոսոմների սինթեզած սպիտակուցներն անցնում են խորշերի մեջ ու շարժվում դրանց միջով: Իրենց ճամփորդության ընթացքում սպիտակուցները հաճախ այս կամ այն փոփոխության են ենթարկվում: Փոքր խորշերը, որոնք կոչվում են բշտիկներ, կարող են պոկվել ԷՑ-ից և իրար միանալով՝ ձևավորել Գոլջիի համալիրը: Դրանք արտազատական ուղու մաս են կազմում, որովհետև սպիտակուցները կարող են բջջից արտահանվել Գոլջիի բշտիկների միջոցով:

Հարթ ԷՑ-ն, որն այդպես է կոչվում, որովհետև չունի ռիբոսոմներ, միանգամայն այլ գործառույթ է կատարում: Այն արտադրում է լիպիդներ և ստերոիդներ, օրինակ՝ խոլեստերոլ և վերարտադրողական հորմոններ՝ էստրոգեն ու տեստոստերոն:

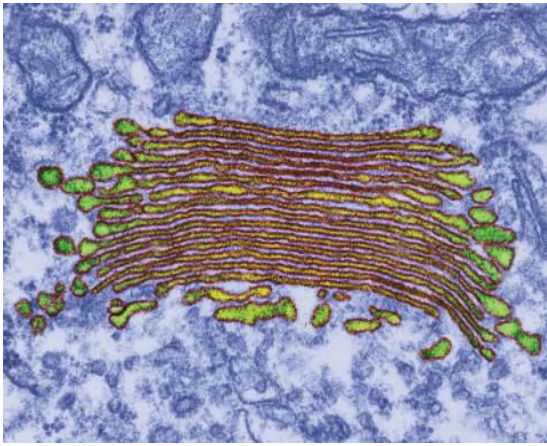


Նկար 2.57 Ռիբոսոմներով (սև կետեր) պատված հատիկավոր ԷՑ-ի տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրապատկեր (17000x): Չախ կողմում ցիտոպլազմայի մեջ երևում են որոշ ազատ ռիբոսոմներ:

Գոլջիի համալիր

Գոլջիի համալիրը հարթ խորշերի ամբողջություն է (նկար 2.58): Բջջում կարող է մեկից ավելի Գոլջիի համալիր լինել: Այդ ամբողջությունը մի ծայրում անընդհատ ձևավորվում է բշտիկներից, որոնք պոկվում են ԷՑ-ից, իսկ մյուս ծայրում մասնատվում է՝ կազմավորելու Գոլջիի բշտիկներ: Այս խորշերի ամբողջությունը բշտիկների հետ միասին կոչվում է Գոլջիի համալիր:

Գոլջիի համալիրը հավաքում, մշակում և տեսակավորում է մոլեկուլները (հատկապես հատիկավոր ԷՑ-ից եկող սպիտակուցները), որոնք պատրաստ են Գոլջիի բշտիկներում տեղափոխվել բջջի ներսում այլ մասեր կամ բջջից դուրս (արտազատում): Գոլջիի համալիրում սպիտակուցի մշակման երկու օրինակ են սպիտակուցներին շաքարների ավելացումը, որի արդյունքում առաջանում են գլիկոպրոտեիններ կոչվող մոլեկուլներ, և նոր արտադրված սպիտակուցներից առաջին ամինաթթվի՝ մեթիոնինի հեռացումը, որի արդյունքում առաջանում է գործող սպիտակուց: Բույսերի մոտ Գոլջիի համալիրի ֆերմենտների միջոցով շաքարները փոխարկվում են բջջապատի բաղադրիչների: Գոլջիի բշտիկներն օգտագործվում են նաև լիզոսոմների արտադրության մեջ:



Նկար 2.58 Գոլջիի համալիրի տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրապատկերը: Կարելի է տեսնել ավսեաձև խորշերի կենտրոնական կույտը, որից դուրս են գալիս Գոլջիի մանր բշտիկներ (կանաչ): Սրանք կարող են ձևավորել արտազատական բշտիկներ, որոնց պարունակությունը կարող է արտազատվել

բջջի մակերևույթին էկզոցիտոզի եղանակով:

Տե՛ս հղումը

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/tour-of-organelles/a/the-endomembrane-system>

<https://www.youtube.com/watch?v=-TovoocJip4&feature=youtu.be>

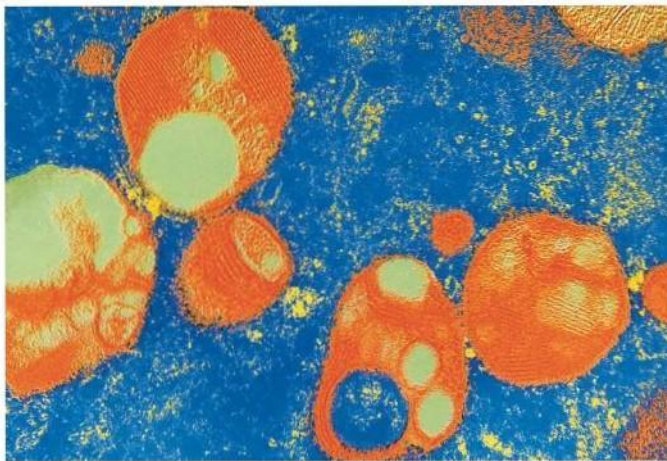
<https://www.youtube.com/watch?v=l7bgk4-ZSAo&feature=youtu.be>

Լիզոսոմներ և վակուոլներ

Դասագիրք

Լիզոսոմներ

Լիզոսոմները (նկար 2. 59) գնդաձև պարկեր են, որոնք շրջապատված են մեկ թաղանթով և չունեն ներքին կառուցվածք: Սովորաբար դրանց տրամագիծը 0,1 – 0,5 մկմ է: Դրանք պարունակում են մարսողական (հիդրոլիտիկ) ֆերմենտներ, որոնք պետք է առանձնացված լինեն բջջի մնացած մասից, որպեսզի վնաս չպատճառեն: Լիզոսոմները պատասխանատու են անցանկալի կառուցվածքների, օրինակ՝ կաթնարտադրությունից (կրծքով կերակրում) հետո կաթնագեղձերում ծեր օրգանոիդները կամ նույնիսկ ամբողջական բջիջները քայքայելու (մարսելու) համար: Արյան սպիտակ բջիջներում լիզոսոմները մասնակցում են բակտերիաների մարսմանը: Ֆերմենտները երբեմն արտազատվում են բջջից դուրս, օրինակ՝ աճի ընթացքում աճառը ոսկրով փոխարինելու ժամանակ: Սերմնաբջիջների գլխիկներում պարունակվում է հատուկ լիզոսոմ՝ ակրոսոմը, որը ճանապարհ է հարթում դեպի ձվաբջիջ:



Նկար 2.59 Լիզոսոմները (նարնջագույն) մկան երիկամի բջիջում (55000x): Պարունակում են, մարսման գործընթացի մեջ գտնվող բջջային կառուցվածքներ և բշտիկներ (կանաչ): Ցիտոպլազման ներկված է կապույտ գույնով:

Վակուոլներ

Չնայած նրան, որ կենդանական բջիջները կարող են ունենալ փոքր վակուոլներ, ինչպիսիք են ֆագոցիտային վակուոլները, որոնք ժամանակավոր կառույցներ են, հասուն բուսական բջիջները հաճախ ունեն մեծ, մշտական, կենտրոնական վակուոլ: Բուսական վակուոլը շրջապատված է թաղանթով՝ տոնոպլաստով, որը վերահսկում վակուլի և ցիտոպլազմայի միջև փոխանակությունը: Վակուոլում առկա հեղուկը գունանյութեր, ֆերմենտներ, շաքարներ եւ այլ օրգանական միացություններ (այդ թվում, որոշ թափոններ), հանքային աղեր, թթվածին և ածխածնի երկօքսիդ պարունակող լուծույթ է:

Վակուոլները օգնում են կարգավորել բջիջի օսմոտիկ հատկությունները (ջրի հոսքը ներս և դուրս), ինչպես նաև ունեն բազմաթիվ այլ գործառույթներ: Օրինակ, պարունակում են պիգմենտներ, որոնք ապահովում են ծաղիկների ու որոշ բանջարեղենի գունավորումը (կարմիր բողկի գունանյութը գտնվում է վակուոլներում):

Քլորոպլաստներ և միտոքոնդրիումներ

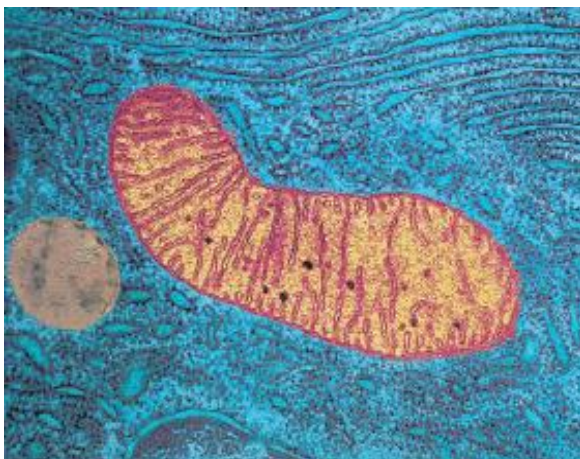
Դասագիրք

Միտոքոնդրիումներ

Կառուցվածքը

Միտոքոնդրիումի կառուցվածքը էլեկտրոնային մանրադիտակով պատկերված է նկար 2.60-ում: Միտոքոնդրիումները սովորաբար մոտ 1 մկմ տրամագիծ ունեն և կարող են տարբեր ձևերի լինել, հաճախ՝ նրբերշիկի նման: Նրանք շրջապատված են կրկնակի թաղանթով: Ներքին թաղանթը ծալքեր է առաջացնում՝ ձևավորելով մատնանման կրիստալներ, որոնք բացվում են ներքին լուծույթի՝ մատրիքսի մեջ: Երկու թաղանթների միջև եղած տարածությունը կոչվում է միջթաղանթային տարածություն: Արտաքին թաղանթը պարունակում է պորին կոչվող փոխադրող սպիտակուցը, որը ձևավորում է լայն ջրային ուղիներ, ինչը հեշտացնում է շրջապատող ցիտոպլազմայից փոքր, ջրալույծ մոլեկուլների անցումը միջթաղանթային տարածություն: Ներքին թաղանթը շատ ավելի ընտրողական պատնեշ է և հստակ վերահսկում է, թե ինչ իոններ և մոլեկուլներ կարող են մատրիքս մտնել:

Միտոքոնդրիումների քանակը բջջում խիստ փոփոխական է: Քանի որ դրանք պատասխանատու են աերոբ շնչառության համար, զարմանալի չէ, որ էներգիայի մեծ պահանջ ունեցող բջիջները, օրինակ՝ լյարդի և մկանների բջիջները, պարունակում են մեծ թվով միտոքոնդրիումներ: Լյարդի բջիջը կարող է պարունակել մինչև 2000 միտոքոնդրիում: Եթե կանոնավոր մարզվես, քո մկաններն ավելի մեծ թվով միտոքոնդրիումներ կարտադրեն:



Նկար 2.60

Միտոքոնդրիումը (նարնջագույն) իր կրկնակի թաղանթով (պատյան), ներքին թաղանթը ծալքավոր է՝ առաջացնելով կրիստալներ (20000x):

Միտոքոնդրիումները բջջի աերոբ շնչառության վայրն են:

Միտոքոնդրիումների գործառույթը և ԱԵՖ-ի դերը

Ինչպես տեսանք, միտոքոնդրիումների հիմնական դերն անբոք շնչառություն իրականացնելն է, չնայած նրանք ունեն նաև այլ գործառույթներ, օրինակ՝ լիպիդների սինթեզը: Շնչառության ժամանակ մի շարք ռեակցիաներ են տեղի ունենում, որոնց ընթացքում էներգիայով հարուստ մոլեկուլներից, ինչպիսիք են շաքարներն ու ճարպերը, էներգիա է անջատվում: Այդ էներգիայի մեծ մասը փոխանցվում է ԱԵՖ-ի մոլեկուլներին: ԱԵՖ-ը (ադենոզին եոֆոսֆատ) էներգիա կրող մոլեկուլ է, որը կա բոլոր կենդանի բջիջներում: Այն հայտնի է որպես էներգիայի ունիվերսալ կրող:

Շնչառության ռեակցիաները տեղի են ունենում մատրիքսի լուծույթում և ներքին թաղանթում (կրիստաներ): Մատրիքսի լուծույթում պարունակվում են ֆերմենտներ, այդ թվում՝ Կրեբսի ցիկլի ֆերմենտները, որոնք էլ մատակարարում են կրիստաներում տեղի ունեցող ռեակցիաների համար անհրաժեշտ ջրածինը և էլեկտրոնները: Կրիստաների թաղանթներում կանոնավոր դասավորությամբ տեղադրված էլեկտրոնների փոխադրիչների երկայնքով էլեկտրոնների հոսքն ապահովում է ԱԵՖ-ի մոլեկուլներ՝ անհրաժեշտ էներգիան արտադրելու համար, ինչպես բացատրվում է հետագայում: Կրիստաների ծալքերը մեծացնում են շնչառության արդյունավետությունը, որովհետև այդ կերպ մեծանում է այս ռեակցիաների տեղի ունենալու համար պահանջվող մակերեսը:

Ստեղծվելուց հետո ԱԵՖ-ը թողնում է միտոքոնդրիումը և քանի որ փոքր, լուծվող մոլեկուլ է, կարողանում է արագ տարածվել բջջի բոլոր այն մասերում, որտեղ էներգիայի կարիք կա: Մոլեկուլի էներգիան արձակվում է, երբ ճեղքվում է ԱԿՖ-ի (ադենոզին կրկնաֆոսֆատ): Սա հիդրոլիզի ռեակցիա է: Այնուհետև ԱԿՖ-ն կարող է ցիկլը նորից կրկնել միտոքոնդրիումում՝ անբոք շնչառության ժամանակ փոխարկվելով ԱԵՖ-ի:

Էնդոսիմբիոզի տեսություն

1960-ական թվականներին հայտնաբերվեց, որ միտոքոնդրիումները և քլորոպլաստները պարունակում են ռիբոսոմներ, որոնք քիչ ավելի փոքր են, քան ցիտոպլազմայում գտնվող ռիբոսոմները, բայց չափով հավասար են բակտերիաների մեջ գտնվողներին: Ռիբոսոմները չափվում են «Տ միավորներով»,

որոնք ցույց են տալիս նրանց նստեցման (սեղիմենտացիայի) արագությունը ցենտրիֆուգում: Յիտոպլազմայում գտնվող ռիբոսոմները 80S են, մինչդեռ բակտերիաներինը, միտոքոնդրիումներինը և քլորոպլաստներինը՝ 70S է: 1960-ական թվականներին հայտնաբերվեց նաև, որ միտոքոնդրիումները և քլորոպլաստները պարունակում են փոքր, օղակաձև ԴՆԹ-ի մոլեկուլներ, որոնք նման են բակտերիաներում հայտնաբերված ԴՆԹ-ի մոլեկուլներին: Ավելի ուշ ապացուցվեց, որ միտոքոնդրիումներն ու քլորոպլաստները, ըստ էության, հնագույն բակտերիաներ են, որոնք այժմ ապրում են կենդանիներին և բույսերին բնորոշ ավելի մեծ բջիջներում (տե՛ս նախակորիզավոր և կորիզավոր բջիջներ): Սա հայտնի է որպես էնդոսիմբիոզի տեսություն: «Էնդո» նշանակում է «ներսում», իսկ «սիմբիոնտ»-ը օրգանիզմ է, որն ապրում է մեկ այլ օրգանիզմի հետ փոխշահավետ հարաբերությամբ: Միտոքոնդրիումների և քլորոպլաստների ԴՆԹ-ն և ռիբոսոմները դեռևս ակտիվ են և պատասխանատու են կենսական նշանակություն ունեցող առանձին սպիտակուցների կոդավորման և սինթեզի համար, սակայն միտոքոնդրիումներն ու քլորոպլաստներն ինքնուրույն ապրել այլևս չեն կարող:

Նկար 2.60-ում միտոքոնդրիումային ռիբոսոմները միտոքոնդրիումի մատրիքսում երևում են որպես փոքրիկ, մուգ նարնջագույն կետեր:

Քլորոպլաստներ

Քլորոպլաստի կառուցվածքը էլեկտրոնային մանրադիտակով պատկերված է նկար 2.16, 2.17, 2.61-ում: Քլորոպլաստները սովորաբար ունեն երկարավուն տեսք և մոտ 3-ից մինչև 10 մկմ տրամագիծ (համեմատի՛ր միտոքոնդրիումների 1 մկմ տրամագծի հետ): Սրանք, միտոքոնդրիումների նման, շրջապատված են կրկնակի թաղանթով և ինքնուրույն վերարտադրվում են բջջի բաժանումից անկախ՝ երկու մասի կիսվելով:

Քլորոպլաստների հիմնական գործառույթը ֆոտոսինթեզի իրականացումն է: Քլորոպլաստները գործառույթին կառուցվածքի համապատասխանության հիանալի օրինակ են, ուստի նրանց գործառույթի մասին սեղմ պատկերացումը կօգնի հասկանալու դրանց կառուցվածքը:

Ֆոտոսինթեզի առաջին փուլում (լուսային փուլում) լույսի էներգիան կլանվում է ֆոտոսինթետիկ գունանյութերով, մասնավորապես՝ կանաչ

գունանյութ քլորոֆիլով: Այս էներգիայի մի մասն օգտագործվում է ԱԿՖ-ից ԱԵՖ արտադրելու համար, որում մեծ նշանակություն ունի ջրի քայքայումը ջրածնի և թթվածնի: Ջրածինն օգտագործվում է որպես վառելիք, որի օքսիդացման արդյունքում առաջացած էներգիան ծախսվում է ԱԵՖ արտադրելու համար: Այս գործընթացի համար պահանջվում է թաղանթներով էլեկտրոնների փոխադրում, ինչպես միտոքոնդրիումներում: Սա բացատրում է, թե ինչու են քլորոպլաստները թաղանթների բարդ համակարգ պարունակում:

Թաղանթային համակարգը շատ կազմակերպված է: Այն բաղկացած է հեղուկով լցված պարկերից, որոնք կոչվում են թիլակոիդներ և թերթիկների նման տարածվում են երեք հարթություններով: Տեղ-տեղ թիլակոիդներն առաջացնում են հարթ, սկավառակաձև կառույցներ, որոնք, իրար վրա մետաղադրամների նման դասավորվելով, ստեղծում են բազմաշերտ սյունանման կառուցվածքներ՝ գրաններ (լուսային մանրադիտակի տակ երևացող նրանց տեսքից, «գրան» նշանակում է «հատիկ»): Այս թաղանթները պարունակում են ֆոտոսինթետիկ գունանյութեր և էլեկտրոնի փոխադրիչներ, որոնք անհրաժեշտ են ֆոտոսինթեզի լուսային փուլի համար: Ե՛վ թաղանթները, և՛ ամբողջական քլորոպլաստները կարող են բջջի ներսում իրենց դիրքը փոխել լույսի առավելագույն քանակը ստանալու համար:

Ֆոտոսինթեզի երկրորդ փուլում (մթնային փուլ) ածխաթթու գազը շաքարների վերածելու համար օգտագործվում է առաջին փուլի ընթացքում առաջացած էներգիան և վերականգնման կարողությունը: Սրա համար պահանջվում է ֆերմենտներով վերահսկվող ռեակցիաների մի ցիկլ, որը կոչվում է Կալվինի ցիկլ և տեղի է ունենում ստրոմայի հեղուկում (համարժեք է միտոքոնդրիումների մատրիքսին): Արտադրված շաքարները կարող են պահեստավորվել ստրոմայում օսլայի հատիկների տեսքով (նկար 2.16): Լիպիդների կաթիլները, որոնք էլեկտրոնային մանրանկարներում երևում են ստրոմայում գտնվող սև գնդիկների տեսքով (նկար 2.61), պահեստավորված լիպիդներ են, որոնք մասնակցում են թաղանթների առաջացմանը, կամ քլորոպլաստում թաղանթների քայքայման արդյունք են:

Միտոքոնդրիումների նման, քլորոպլաստներն ունեն սպիտակուցներ սինթեզելու սեփական մեխանիզմը, այդ թվում՝ 70S ռիբոսոմներ և օղակաձև ԴՆԹ: Էլեկտրոնային մանրապատկերներում ռիբոսոմները կարելի է տեսնել որպես

ստրոմայում գտնվող փոքրիկ, սև կետեր: ԴՆԹ-ի թելիկները նույնպես երբեմն կարելի է տեսնել ստրոմայի ոչ մեծ, պարզ տեղամասերում: Ցույց է տրվել, որ միտոքոնդրիումների նման, քլորոպլաստներն առաջացել են որպես էնդոսիմբիոզ կատարող բակտերիաներ, տվյալ դեպքում՝ որպես ֆոտոսինթետիկ կապտականաչ բակտերիաներ:



Նկար2.61 Քլորոպլաստներ (16000x): Թիլակոիդները (դեղին) տարածված են ստրոմայում (մուգ կանաչ) և տեղ-տեղ կուտակվելով՝ ձևավորել են գրաններ: Թիլակոիդների մեջ գտնվող սև շրջանակները լիպիդի կաթիլներ են:

Տե՛ս հղումը

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-prokaryotes-and-eukaryotes/a/chloroplasts-and-mitochondria>

<https://www.youtube.com/watch?v=U9Znh-CieKY&feature=youtu.be>

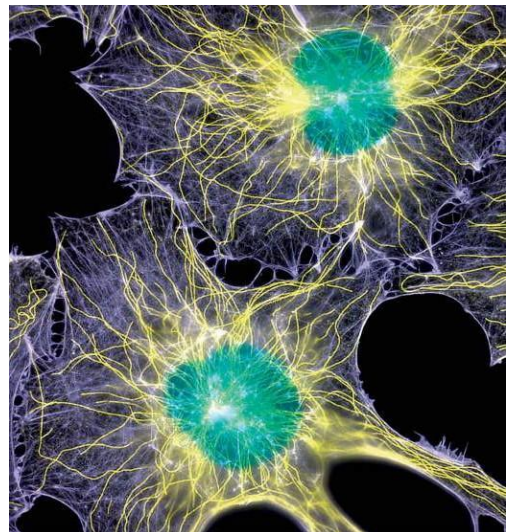
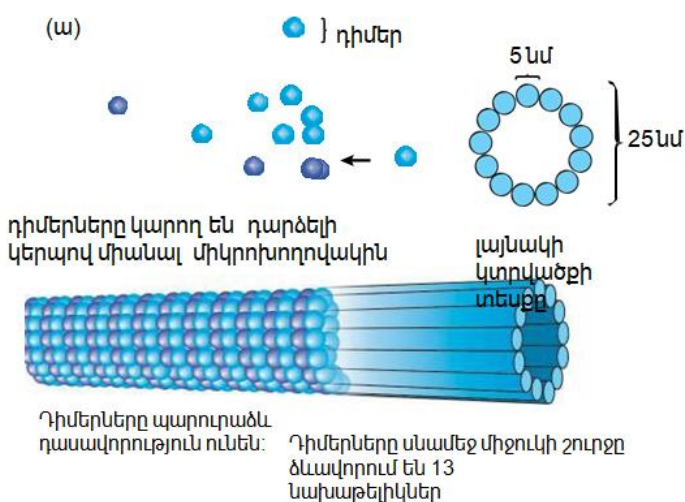
Բջջակմախք, բջջային կենսորոն

Դասագիրք

Միկրոխողովակներ և միկրոխողովակներ հավաքող կենսորոններ (ՄՀԿ)

Միկրոխողովակները երկար, ամուր, սնամեջ գլաններ են, որոնք գտնվում են ցիտոպլազմայում: Դրանք շատ փոքր են՝ մոտ 25 նմ տրամագծով: Ակտինի թելիկների և միջանկյալ թելիկների հետ միասին (որոնց մասին այս գրքում չի խոսվում) նրանք ձևավորում են բջջակմախքը՝ բջիջների առանցքային կառուցվածքային բաղադրիչը, որը նպաստում է բջջի ձևը որոշելուն:

Միկրոխողովակները կազմված են տուբուլին կոչվող սպիտակուցից: Տուբուլինն ունի երկու ձև՝ α -տուբուլին (ալֆա-տուբուլին) և β -տուբուլին (բետա-տուբուլին): α - և β -տուբուլինի մոլեկուլները միանալով կազմում են դիմերներ (կրկնակի մոլեկուլներ): Այնուհետև այս դիմերները միանում են իրենց ծայրերով՝ առաջացնելով երկար «նախաթելիկներ»: Սա պոլիմերացման օրինակ է: Այնուհետև տասներեք նախաթելիկներ շրջանաձև շարվում են կողք կողքի և սնամեջ գլան են կազմում: Այդ գլանը միկրոխողովակն է: Նկար 2.62-ում ցույց է տրված հարևան α - և β -տուբուլինի մոլեկուլների ձևավորած պարուրաձև պատկերը:



Նկար 2.62 ա) Միկրոխողովակի կառուցվածքը և բ) միկրոխողովակների դասավորվածությունը երկու բջջում: Միկրոխողովակները գունավորված են դեղին գույնով:

Բացի մեխանիկական հենարանի դեր կատարելուց, միկրոխողովակներն ունեն մի շարք այլ գործառույթներ: Արտագատող բշտիկները և մյուս օրգանոիդներն ու բջջի բաղադրիչները կարող են տեղաշարժվել միկրոխողովակների արտաքին մակերևույթով՝ ձևավորելով ներբջջային փոխադրման համակարգ: Թաղանթ ունեցող օրգանոիդներն իրենց տեղում են պահվում բջջակմախքի միջոցով: Կորիզի կիսման ժամանակ, քրոմատոիդները կամ քրոմոսոմները իրարից բաժանող իլիկը կազմված է միկրոխողովակներից: Միկրոխողովակները նաև ցենտրիոլների կառուցվածքի մաս են կազմում:

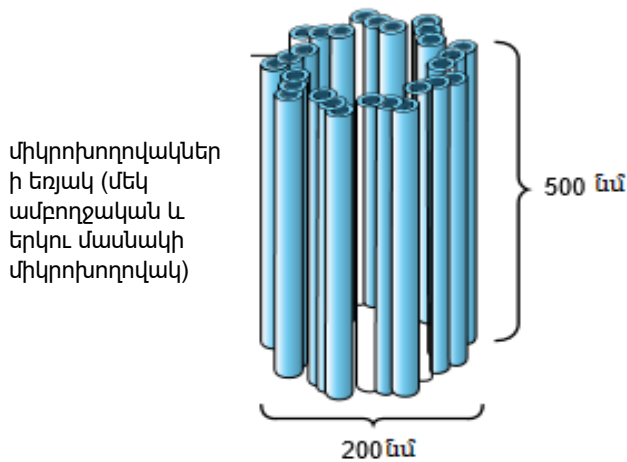
Տուբուլինի մուլեկուլներից միկրոխողովակների հավաքումը վերահսկվում է բջջում հատուկ տեղամասերից, որոնք կոչվում են միկրոխողովակներ հավաքող կենտրոններ (ՄԽՀԿ): Այս կենտրոնների մասին լրացուցիչ խոսվում է հաջորդ՝ ցենտրիոլներին վերաբերող բաժնում: Իրենց պարզ կառուցվածքի շնորհիվ միկրոխողովակները հեշտությամբ կարող են, ըստ անհրաժեշտության, ստեղծվել և քանդվել ՄԽՀԿ-ներում :

Ցենտրիոլներ և ցենտրոսոմներ (բջջային կենտրոն)

Էլեկտրոնային մանրադիտակի հավելյալ տարրալուծման շնորհիվ երևում է, որ կենդանական բջիջներում բջջակորիզից անմիջապես դուրս իսկապես երկու ցենտրիոլ կա, ոչ թե մեկ, ինչպես երևում է լուսային մանրադիտակով (նկար 2.15): Դրանք գտնվում են իրար մոտ և միմյանց նկատմամբ ուղղահայաց են: Այս մասը հայտնի է որպես ցենտրոսոմ: Բուսական բջիջների մեծ մասում ցենտրիոլներն ու ցենտրոսոմը բացակայում են: Ցենտրիոլը մոտ 500 նմ երկարությամբ սնամեջ գլան է, որն առաջացել է կարճ միկրոխողովակների օղակից: Ամեն մի ցենտրիոլ պարունակում է միկրոխողովակների ինը եռյակ (նկար 2.63 և 2.64): Ցենտրիոլների գործառույթը շարունակում է անհայտ մնալ: Մինչև վերջերս կարծում էին, որ դրանք գործում են որպես բջջակորիզի բաժանման ժամանակ իլիկը ձևավորող միկրոխողովակների հավաքման ՄԽՀԿ-ներ: Այժմ հայտնի է, որ դա արվում է ցենտրոսոմով, սակայն ցենտրիոլները դրան չեն մասնակցում:

Թարթիչների և մտրակների հիմքում գտնվող ցենտրիոլները, որտեղ նրանք հայտնի են որպես հիմքային մարմիններ, իրենց պահում են ՄԽՀԿ-ների նման: Հիմային մարմիններից դեպի թարթիչներն ու մտրակները ձգվող

միկրոխողովակները շատ կարևոր նշանակություն ունեն այս օրգանոիդների թափահարող շարժումների համար:



Նկար 2.63 Ցենտրիոլի կառուցվածքը: Այն կազմված է եռյակներով դասավորված միկրոխողովակների ինը խմբից:



Նկար 2.64 Ցենտրիոլների լայնակի և երկայնակի կտրվածքը (86000×): Չափս կողմում երևում է ցենտրիոլի լայնակի կտրվածքը, որտեղ հստակ երևում են միկրոխողովակների կառուցվածքը ձևավորող ինը եռյակները:

Տե՛ս հղումը՝

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/cytoskeleton-junctions-and-extracellular-structures/a/the-extracellular-matrix-and-cell-wall>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/cytoskeleton-junctions-and-extracellular-structures/a/cell-cell-junctions>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/cytoskeleton-junctions-and-extracellular-structures/e/extracellular-structures-and-intercellular-junctions>

<http://www.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/cytoskeleton-junctions-and-extracellular-structures/v/extracellular-matrix>

Թարթիչներ և մտրակներ

Դասագիրք

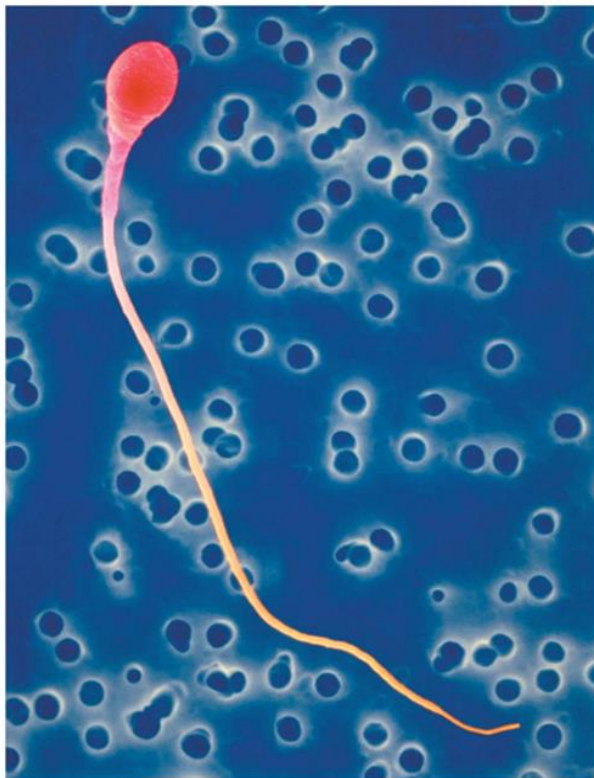
Թարթիչներ և մտրակներ

Որոշ կորիզավոր բջիջներում միկրոխողովակների յուրահատուկ դասավորությունը ապահովում է մտրակների և թարթիչների թափահարումը: Թարթիչներն ու մտրակները շարժուն հավելվածներ են՝ բջջային էլուստներ, որոնք օգնում են շարժմանը: Կորիզավորների մտրակներն ալիքաձև մտրականման շարժումներով բջիջն առաջ են մղում: Բջիջը հաճախ ունենում է մեկ մտրակ, ինչպես մարդկանց և այլ կենդանիների սպերմատոզոիդը (նկար 2.65ա): Թարթիչները հիմնականում ավելի կարճ են և ավելի շատ են, քան մտրակները և նպաստում են համակարգված առաջ և հետ շարժմանը, ինչպես ութ անդամանի նավակազմի համատեղ թիավարումը: Թարթիչները և մտրակները տարբեր պրոտիստների թույլ են տալիս շարժվել ջրում (նկար 2.65բ): Չնայած թարթիչներն ու մտրակները տարբերվում են երկարությամբ, մեկ բջջում իրենց քանակությամբ և թափահարման ձևով, դրանք հիմնականում ունեն նույն կառուցվածքը՝ միկրոխողովակային առանցք՝ փաթաթված պլազմային թաղանթի էլուստով: (Չնայած կորիզավորային մտրակները տեսքով շատ նման են նախակորիզավորային մտրակներին, դրանց ներքին կառուցվածքը տարբեր է:)

Որոշ թարթիչներ ձգվում են հյուսվածքային շերտի մաս կազմող չշարժվող բջիջներից: Այնտեղ դրանք հյուսվածքային մակերևույթի վրայով շարժում են հեղուկը: Օրինակ՝ քո շնչափողի թարթիչավոր մակերևույթն օգնում է մաքրելու շնչառական համակարգը՝ լորձի միջոցով թոքերից հանելով լորձաթաղանթին կպած մասնիկները (նկար 2.65գ): Ծխախոտի ծուխը կարող է ճնշել կամ վնասել այս թարթիչները՝ խաթարելով այս բնական մաքրման մեխանիզմը և թույլ տալով, որ թույնով հարուստ ծխի ավելի շատ մասնիկներ հասնեն թոքեր: Հաճախակի հազալը, որ սովորական է մոլի ծխողների համար, օրգանիզմի՝ շնչառական համակարգը մաքրելու հնարքն է:

Քանի որ սպերմատոզոիդները շարժվում են մտրակներով, դժվար չէ հասկանալ, թե ինչու են մտրակների հետ կապված խնդիրները հանգեցնում

տղամարդկանց անպտղության: Վատ գործող մտրակներով սպերմատոզոիդները ձվաբջիջը բեղմնավորելու համար չեն կարող տեղափոխվել կանացի վերարտադրողական տրակտով: Հետաքրքիր է, որ որոշ տղամարդիկ, ովքեր տառապում են ժառանգական անպտղության այդ տեսակով, բողոքում են նաև շնչառական համակարգի խնդիրներից: Դա պայմանավորված է մտրակների (հայտնաբերվում է սպերմատոզոիդների մոտ) և թարթիչների (պատում են շնչառական համակարգը) նմանությամբ: Քանի որ թերությունը նրանց մտրակների և թարթիչների կառուցվածքում է, նրանց սպերմատոզոիդները չեն լողում (անպտղաբերության պատճառ դառնալով), իսկ թարթիչները լորձը չեն հեռացնում թոքերից (պատճառ դառնալով կրկնվող շնչառական վարակների):



(ա) Մարդու սպերմատոզոիդի մտրակը:

© 2010 Pearson Education, Inc.



Պարամեթիս ՄԷՄ 500x

(բ) Պարամեթիսի թարթիչները:



Պարամեթիս ՄԷՄ 3,000x

(գ) Շնչառական համակարգը պատող թարթիչները:

Նկար 2.65. Մտրակներ և թարթիչներ:

Տե՛ս հղումը

<http://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-cells/hs-basic-cell-structures/v/introduction-to-cilia-flagella-and-pseudopodia>

