

**ԹԵՄԱ 4**  
Բջջային ցիկլ  
(18 ժամ)

**ԽԱՉՎՈՂ ՀԱՄԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

**Պատճառ և հետևանք**

Բջիջների չվերահսկված բաժանման հետևանքով կարող են ձևավորվել ուռուցքներ:

**Նպատակ**

1. **Ընդլայնել** բջջային ցիկլի վերաբերյալ պատկերացումները և բացատրել բջջային ցիկլի խախտման հնարավոր հետևանքները:
2. **Բացատրել** բջջի բաժանման նշանակությունը միաբջիջ և բազմաբջիջ օրգանիզմներում, խորացնել բջջի բաժանման վերաբերյալ միջին դպրոցում ձեռք բերված գիտելիքները:
3. **Խորացնել** միտոզի և մեյոզի գործընթացների վերաբերյալ գիտելիքները:
4. **Քննարկել** ալկոհոլամոլության, ծխամոլության և այլ վնասակար սովորությունների ազդեցությունը բջջային ցիկլի խախտման հետ կապված հիվանդությունների զարգացման գործընթացում:

Սովորողը պետք է կարողանա.

- **Նկարագրել** բջջի բաժանման դերը կենդանի օրգանիզմներում գենետիկորեն նույնական բջիջների առաջացման, աճի, վերականգնման, անսեռ և սեռական բազմացման համար:
- Ընդհանուր գծերով **նկարագրել** բջջային ցիկլի փուլերը, ներառյալ ինտերֆազը, միտոզն ու ցիտոկինեզը:
- **Բացատրել**, թե ինտերֆազում ԴՆԹ-ն ինչպես է կրկնապատկվում կիսապահպանողական եղանակով:
- Գծանկարների միջոցով **բացատրել** միտոզի գլխավոր փուլերի ընթացքում տեղի ունեցող գործընթացները:
- **Համեմատել** ցիտոկինեզը բուսական և կենդանական բջիջներում:
- Բացատրել *հսպլոնիդ* և *դիպլոնիդ* եզրույթների իմաստը և սեռական բազմացման ժամանակ քրոմոսոմների թվի կրճատման անհրաժեշտությունը:

- **Նկարագրել** մեյոզի փուլերը, համեմատել միտոզը և մեյոզը:
- **Բացատրել**, թե ինչպես բջջի չկարգավորված բաժանումը կարող է հանգեցնել ուռուցքի ձևավորման, և մատնանշել այն գործոնները, որոնք կարող են մեծացնել ուռուցքի աճի հավանականությունը:
- **Պարզաբանել** ակոհոլամոլության, ծխամոլության և թմրամոլության դերն ու նշանակությունը չարորակ նորագոյացությունների զարգացման գործընթացում:

10-րդ դասարան, թեմատիկ պլանավորում (կենսաբանության չափորոշիչի և օրինակելի ծրագրի նախագծի հիման վրա)

<b>ԱՌԱՐԿԱ – Կենսաբանություն</b>		
<b>ԴԱՍԱՐԱՆ - 10-րդ</b>	<b>ՈւՍ.ՏԱՐԻ -2020-2021</b>	<b>ԿԻՍԱՄՅԱԿ - II</b>
<b>ԹԵՄԱ – ԲՋՋԱՅԻՆ ՑԻԿԼ</b>		
<b>ԺԱՄ – 20 ժամ</b>		
<b>ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓՈՐՈՇՉԱՅԻՆ ՎԵՐՋՆԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ</b>	<p><b>Կ-ԱԴ-ՍՕ-Բ.8</b> Մոդելների, նկարների և սխեմաների միջոցով բացատրել գոյություն ունեցող բջիջներից նոր բջիջների առաջացման գործընթացը:</p> <p><b>Կ-ԱԴ-ՍՕ-ԲԱԶ.1</b> Բացատրել բջջի բաժանման (միտոզի և մեյոզի) և տարբերակման նշանակությունը բազմաբջիջ օրգանիզմների անսեռ և սեռական բազմացման, աճի և առողջ կենսագործունեության ապահովման մեջ:</p> <p><b>Կ-ԱԴ-ՍՕ-ԿԳ.3</b> Քննարկել միջավայրի գործոնների և կենսակերպի ազդեցությունը մարդու առողջության, վերարտադրողականության, աճի և զարգացման վրա:</p>	
<b>ԸՆԴՀԱՆՐԱԿԱՆ ԽԱԶՎՈՂ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ</b>	<b>Պատճառ և հետևանք</b>	
	Բջիջների չվերահսկված բաժանման հետևանքով կարող են ձևավորվել ուռուցքներ:	
<b>ՄԻՋԱՌԱՐԿԱՅԱԿԱՆ ԿԱՊԵՐ</b>	<p><b>Հայոց լեզու</b></p> <p>Մովորողը պետք է կարողանա քննադատաբար կարդալ ու վերլուծել վնասակար սովորություններին առնչվող տեքստը, հասկանա տեքստի հիմնական գաղափարը, գտնի կարևոր մանրամասները և բացատրի, թե ինչպես են դրանք աջակցում հիմնական գաղափարին:</p>	

		Սովորողը պետք է կարողանա օգտագործել կենսաբանության մասին գիտելիքը բջջային ցիկլին առնչվող գծապատկերներից և նկարներից ստացված տեղեկությունը գրագետ ներկայացնելու համար:				
N	ԴԱՍԻ ԹԵՄԱ / ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ	Ժ/ք  ԱՄՍԱԹ ԻՎ	ՆՊԱՏԱԿ	ՎԵՐՋՆԱՐԴՅՈՒՆՔ	ԲՆԱԳԻՏԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿԱՆԵՐ	ԱՆՀՐԱԺԵՇՏ ՌԵՍՈՒՐՍ ԵՐ
1	Բջջի բաժանման նշանակությունը	1	Բացատրել բջջի բաժանման նշանակությունը միաբջիջ և բազմաբջիջ օրգանիզմներում, խորացնել բջջի բաժանման վերաբերյալ միջին դպրոցում ձեռք բերած գիտելիքները:	Նկարագրել բջջի բաժանման դերը կենդանի օրգանիզմներում գենետիկորեն նույնական (իդենտիկ) բջիջների առաջացման, աճի, վերականգնման, անսեռ և սեռական բազմացման մեջ:  Բացատրել <i>հապլոիդ</i> և <i>դիպլոիդ</i> եզրույթների իմաստը և սեռական բազմացման ժամանակ քրոմոսոմների թվի		Campbell Essential Biology with Physiology, E. Simon, J. Reece, J. Dickey, 3rd edition, (ISBN 10: 0-13- 137505-9; ISBN 13: 978- 0-13-1375-5- 5)  Cambridge International AS and A Level Biology, M. Jones, R. Fosbery, J.

				կրճատման անհրաժեշտությունը:		Gregory, D. Taylor, Coursebook, 4th edition (ISBN 978-1- 107-63682-8)  <a href="https://learning.hccs.edu/faculty/stephen.henry/biol1406/campbell-powerpoints-biology-in-focus-second-edition-2016/chapter-9-cell-cycle/view">https://learning.hccs.edu/faculty/stephen.henry/biol1406/campbell-powerpoints-biology-in-focus-second-edition-2016/chapter-9-cell-cycle/view</a>  <a href="file:///C:/Users/aiid/Downloads/09_Lecture_Presentation.pdf">file:///C:/Users/aiid/Downloads/09_Lecture_Presentation.pdf</a>  <a href="https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-">https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-</a>
--	--	--	--	--------------------------------	--	---

						<p><a href="#">reproduction-and-cell-division/hs-the-cell-cycle-and-mitosis/a/hs-the-cell-cycle-and-mitosis-review</a></p> <p><a href="https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-reproduction-and-cell-division">https://www.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-reproduction-and-cell-division</a></p> <p><a href="https://openstax.org/books/biology-2e/pages/10-2-the-cell-cycle">https://openstax.org/books/biology-2e/pages/10-2-the-cell-cycle</a></p> <p><a href="https://study.com/academy/topic/cell-division-for-high-school-biology-">https://study.com/academy/topic/cell-division-for-high-school-biology-</a></p>
--	--	--	--	--	--	---

						<a href="#">lesson-plans.html</a>
2.	Բջջային ցիկլ	2	<p><b>Քննարկել</b> բջջային ցիկլի փուլերը, <b>բացատրել</b> յուրաքանչյուր փուլի նշանակությունը:</p> <p><b>Ընդլայնել</b> բջջային ցիկլի վերաբերյալ պատկերացումները և բացատրել բջջային ցիկլի խախտման հնարավոր հետևանքները:</p>	<p>Ընդհանուր գծերով <b>նկարագրել</b> բջջային ցիկլի փուլերը, ներառյալ ինտերֆազը, միտոզի և ցիտոկինեզը:</p> <p><b>Նկարագրել</b> ինտերֆազի փուլերը և <b>նկարագրել</b> յուրաքանչյուր փուլում տեղի ունեցող գործընթացները:</p>		
3.	Քրոմոսոմներ և քրոմոսոմային քարտեզագրում	2	<p><b>Ընդլայնել</b> քրոմոսոմների մասին գիտելիքները:</p>	<p><b>Նկարագրել</b> քրոմոսոմների կառուցվածքը, հիստոնների դերը ԴՆԹ-ի փաթեթավորման գործում և <b>բացատրել</b> թելոմերների դերը և նշանակությունը:</p>	Գծապատկերների միջոցով բացատրել քրոմոսոմների վարքը միտոզի և մեյոզի տարբեր փուլերում:	<p><a href="https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/heredity/non-mendelian-genetics/a/linkage-mapping">https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/heredity/non-mendelian-genetics/a/linkage-mapping</a></p> <p><a href="https://www.khanacademy.org">https://www.khanacademy.org</a></p>

						<a href="http://rg/science/biology/classical-genetics/chromosomal-basis-of-genetics/e/recombination-frequency-and-gene-mapping">rg/science/biology/classical-genetics/chromosomal-basis-of-genetics/e/recombination-frequency-and-gene-mapping</a>  <a href="https://dnalc.cshl.edu/resources/3d/27-chromosome-map.html">https://dnalc.cshl.edu/resources/3d/27-chromosome-map.html</a>
4.	ԴՆԹ-ի կրկնապատկում	1	<b>Շնորհաբեր</b> ԴՆԹ-ի կրկնապատկման մասին գիտելիքները:	<b>Բացատրել</b> , թե ինտերֆազում ԴՆԹ-ն ինչպես է կրկնապատկվում կիսապահպանողական եղանակով:		<a href="https://www.goodscience.com.au/year-10-biology/cell-division-dna-replication-mitosis-and-meiosis/">https://www.goodscience.com.au/year-10-biology/cell-division-dna-replication-mitosis-and-meiosis/</a>
5.	Ինքնուրույն աշխատանք Ձևավորող գնահատում	2	<b>Ամփոփել</b> բջջի բաժանման նշանակության, բջջային ցիկլի, քրոմոսոմների և քրոմոսոմային	<b>Քննարկել</b> և <b>վերլուծել</b> անհասկանալի հարցերը, լրացնել բացթողումները:		



			քարտեզագրման, ԴՆԹ-ի կրկնապատկման մասին գիտելիքները:			
	Միտոզ	3	<p><b>Խորացնել</b> միտոզի վերաբերյալ գիտելիքները:</p> <p><b>Քննարկել և բացատրել</b> միտոզի կենսաբանական նշանակությունը:</p> <p><b>Քննարկել</b> միտոզի գործընթացի խախտումները և դրանց հետևանքները: Քննարկել միտոզի կարգավորման անհրաժեշտությունը:</p>	Գծանկարների միջոցով <b>բացատրել</b> միտոզի գլխավոր փուլերի ընթացքում տեղի ունեցող գործընթացները և յուրաքանչյուր փուլում տեղի ունեցող փոփոխությունները բջջում:	<b>Մոդելավորել</b> միտոզի փուլերը՝ ցույց տալով բջջում տեղի ունեցող փոփոխությունները:	
6.	Մեյոզ	3	<p><b>Խորացնել</b> մեյոզի գործընթացների վերաբերյալ գիտելիքները:</p> <p><b>Քննարկել</b> մեյոզը որպես սեռական</p>	<p><b>Նկարագրել</b> մեյոզի փուլերը, համեմատել միտոզը և մեյոզը:</p> <p><b>Քննարկել</b> մեյոզի 1-ին պրոֆազում տեղի ունեցող</p>	<b>Մոդելավորել</b> մեյոզի փուլերը՝ ցույց տալով բջջում տեղի ունեցող փոփոխությունները:	

			<p>բազմացման հիմք:</p> <p><b>Բացատրել</b>, թե ինչ է գամետների պատահական բեղմնավորումը:</p>	<p>տրամախաչման երևույթը և <b>բացատրել</b> տրամախաչման կենսաբանական նշանակությունը:</p> <p><b>Ճանաչել</b> քրոմոսոմների ոչ նորմալ թվով պայմանավորված որոշ հիվանդություններ, <b>բացատրել</b> դրանց առաջացման հնարավոր պատճառները՝ <b>քննարկելով</b> խանգարումները մեյոզի 1-ին և 2-րդ փուլերում:</p> <p><b>Բացատրել</b> սեռական ճանապարհով բազմացող կենդանիների կենսացիկլը:</p>	<p>ըբ:</p>	
7.	Միտոզի և մեյոզի համեմատությունը	1	<b>Բացատրել</b> մեյոզի և միտոզի	<b>Նկարագրել</b> քրոմոսոմների	<b>Օգտագործել</b> միտոզի և մեյոզի՝	

			<p>նմանությունները և տարբերությունները:</p>	<p>անկախ բաշխումը և <b>Բացատրել</b> դրան նշանակությունը:</p> <p><b>Բացատրել</b>, թե ինչ է գենետիկ փոփոխականությունը:</p>	<p>արդեն պատրաստված մոդելները:</p>	
8.	<p>Տիզիկաքիմիական տարբեր գործոնների, ինչպես նաև վնասակար սովորությունների նշանակությունը քաղցկեղի զարգացման գործում</p>	1	<p><b>Քննարկել</b> ալկոհոլամոլության, ծխամոլության և այլ վնասակար սովորությունների նշանակությունը բջջային ցիկլի խախտման հետ կապված հիվանդությունների զարգացման գործընթացում:</p>	<p><b>Բացատրել</b>, թե ինչպես բջջի չկարգավորված բաժանումը կարող է հանգեցնել ուռուցքի ձևավորման, և մատնանշել այն գործոնները, որոնք կարող են մեծացնել ուռուցքի աճի հավանականությունը:</p> <p><b>Տարբերակել</b> բարորակ և չարորակ գոյացությունները:</p> <p><b>Պարզաբանել</b> ալկոհոլամոլության, ծխամոլության,, թմրամոլության դերն</p>	<p><b>Ուսումնասիրել</b> ուռուցքների առաջացման պատճառների վերաբերյալ ժամանակակից պատկերացումները:</p>	

				ու նշանակությունը չարորակ նորագոյացություննե րի զարգացման գործընթացում:		
<b>10.</b>	Ինքնուրույն աշխատանք Ձևավորող գնահատում	<b>2</b>	<b>Ամփոփել</b> միտոզի և մեյոզի վերաբերյալ գիտելիքները:	<b>Քննարկել</b> և <b>վերլուծել</b> անհասկանալի հարցերը, լրացնել բացթողումները:	Թեմայի վերաբերյալ տիպային վարժությունների և խնդիրների լուծում:	<a href="https://www.versitytutors.com/high_school_biology_help/understanding-stages-of-the-cell-cycle">https://www.versitytutors.com/high_school_biology_help/understanding-stages-of-the-cell-cycle</a>
<b>11.</b>	Ամբողջ թեմայի ստուգիչ աշխատանք Ամփոփիչ գնահատական	<b>1</b>	<b>Ամփոփել</b> թեմայի վերաբերյալ գիտելիքները:	<b>Չափել</b> թեմայի վերաբերյալ աշակերտների ստացած գիտելիքը:		

## Բջջի բաժանման նշանակությունը (1 ժամ)

### Սովորողին տրվող նյութ

#### Ինչու ծերանալ

Արդյոք օգտակա՞ր է մարդկային կյանքը երկարացնելը: Ժամանակակից քիմիկոսների նախնիները՝ ալքիմիկոսները, մտածում էին՝ այո (նկար 5.1): Նրանք ունեին երկու հիմնական նպատակ. նախ՝ կարողանալ ոչ ազնիվ մետաղները, օրինակ՝ կապարը, ազնիվ մետաղ (ոսկի և արծաթ) դարձնել, և երկրորդ՝ հայտնաբերել կյանքի բուժահեղուկը, որը կնվիրեր հավերժական երիտասարդություն:

Մինչև 20-րդ դարի սկիզբը գիտնականներն այս նպատակները համարում էին անհավանական երազանքներ: Այժմ, սակայն, մեկ անգամ ևս վիճարկում ենք այն գաղափարը, որ ծերանալու գործընթացն անխուսափելի է:

Ինչո՞ւ են օրգանիզմները ծերանում և մահանում: Հետաքրքրությունը ծերանալու գործընթացի նկատմամբ նորից արթնացավ 1978 թ. թելոմերների հայտնաբերման շնորհիվ: Սրանք նուկլեոտիդների պաշտպանական հատվածներն են, որոնք գտնվում են քրոմոսոմների ծայրերին և կարճանում են ամեն անգամ, երբ բջիջը բաժանվում է: Տեղի է ունենում օրգանիզմի աստիճանական կազմափոխություն, որի հետևանքով այն ծերանում է:

Որոշ բջիջներ ի վիճակի են համալրելու իրենց թելոմերները թելոմերազ ֆերմենտի օգնությամբ: Ենթադրվում է, որ այդպես կարող են անել քաղցկեղի բջիջները, այդ պատճառով էլ դրանք անմահ են: Հետևաբար թերևս հնարավոր լինի կանխել նորմալ բջիջների ծերանալը թելոմերազ ֆերմենտն ակտիվ պահելու միջոցով:

Եթե ծերացման գործընթացը հնարավոր լինի դանդաղեցնել կամ կանխել, ապա դա կբարձրացնի որոշ կարևոր բարոյական և էթիկական հարցեր: Արդյոք բուժումը պե՞տք է հասանելի լինի բոլորին: Եթե ոչ, ապա ո՞վ պետք է օգտվի: Իսկ ի՞նչ կլինի, եթե կարողանայիր ապրել 600 տարի: Արդյոք պե՞տք է իրավունք ունենաս այդքան տարի առողջ ապրելու, քանի դեռ չի դադարեցվել դեղերի ընդունումը: Արդյոք դա չի/ նպաստի դեղի սև շուկայի առաջացմանը:

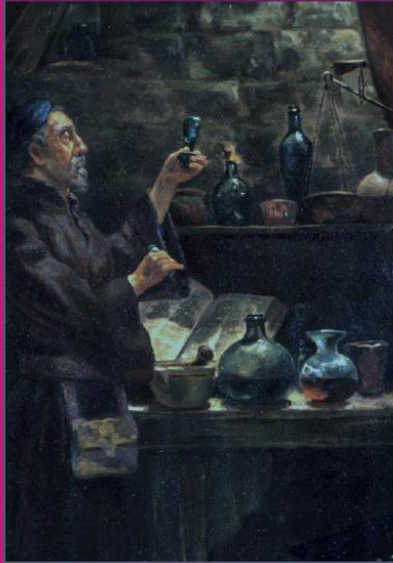


Figure 5.1 A 19th century oil painting showing an alchemist at work.

Նկար 5.1. 19-րդ դարի յուղանկար, որում պատկերված է ալքիմիկոսն աշխատելիս:

## Բջջային ցիկլ (2 ժամ)

### Սովորողին տրվող նյութ

Բոլոր կենդանի օրգանիզմներն աճում և վերարտադրվում են: Քանի որ կենդանի օրգանիզմները բաղկացած են բջիջներից, դա նշանակում է, որ բջիջները պետք է ունակ լինեն աճելու և վերարտադրվելու: Բջիջները վերարտադրվում են բաժանվելու և իրենց գեների կրկնօրինակները «դուստր» բջիջներին փոխանցելու միջոցով:

Այս գործընթացը պետք է մեծ ճշգրտությամբ կառավարվի, որպեսզի կենսական կարևորություն ունեցող որևէ գենետի տեղեկություն չկորչի: Գլուխ 6-ում քննարկելու ենք, թե ինչպես է ԴՆԹ-ն կարողանում ճշգրտորեն ինքնակրկնապատկվել: Այս գլխում դիտարկելու ենք, թե ինչպես են նույն բանն անում ամբողջական բջիջները:

Էուկարիոտ բջիջներում առավել աչքի ընկնող կառուցվածքներից մեկը կորիզն է: Դրա կարևորությունն ակներև դարձավ այն ժամանակվանից ի վեր, երբ պարզ դարձավ, որ կորիզը միշտ կիսվում է բջջի կիսվելուց առաջ: Դուստր բջիջներից յուրաքանչյուրը, հետևաբար, պարունակում է սեփական կորիզ: Սա կարևոր է, որովհետև կորիզը կառավարում է բջջի գործունեությունը: Կորիզը դա անում է

գենետիկ նյութի՝ ԴՆԹ-ի միջոցով, որն ի վիճակի է հանդես գալու որպես կյանքի վերաբերյալ հրահանգների հավաքածու կամ կոդ (Գլուխ 6):

Այսպիսով, կորիզի բաժանումը, զուգակցված բջջի բաժանման հետ, թույլ է տալիս բջիջներին և, հետևաբար, ամբողջ օրգանիզմներին վերարտադրվել: Դա նաև թույլ է տալիս, որ բազմակորիզ օրգանիզմներն աճեն: Քո օրգանիզմի բոլոր բջիջները, օրինակ, գենետիկորեն նույնական են (բացի գամետներից՝ վերարտադրողական բջիջներից). բոլորն առաջացել են մեկ բջջից՝ զիգոտից, որը ծնողներից երկու գամետների միաձուլման շնորհիվ առաջացած բջիջն է:

## Քրոմոսոմներ և քրոմոսոմային քարտեզագրում (2 ժամ)

### Սովորողին տրվող նյութ

#### Քրոմոսոմներ

Էուկարիոտ բջջի բաժանվելուց անմիջապես առաջ կորիզում աստիճանաբար սկսում են տեսանելի դառնալ մի շարք թելանման կառուցվածքներ, որոնք կոչվում են քրոմոսոմներ: Դրանք հեշտությամբ դառնում են տեսանելի, որովհետև հագեցած գույն են ստանում որոշակի նյութերով ներկելիս: Դրանց սկզբնապես տրվեց «քրոմոսոմներ» անվանումը, որովհետև «chromo» նշանակում է գունավոր, իսկ «somes» նշանակում է մարմիններ:

Քրոմոսոմների թիվը տեսակների համար բնորոշ է: Օրինակ՝ մարդու բջիջներում կա 46 քրոմոսոմ, իսկ դրոզոֆիլ պտղաճանճի մոտ դրանք միայն ութն են: Նկար 5.2-ը մարդու բջջի կորիզում գտնվող քրոմոսոմների հավաքածուի լուսանկարն է:



Նկար 5.2. Տղամարդու քրոմոսոմների լուսանկար, որն արված է բջջի բաժանումից անմիջապես առաջ: Յուրաքանչյուր քրոմոսոմ բաղկացած է երկու քրոմատիդից, որոնք պահվում են ցենտրոմերով: Ուշադրություն դարձրո՛ւ քրոմոսոմների տարբեր

Figure 5.2 Photograph of a set of chromosomes in a human male, just before cell division. Each chromosome is composed of two chromatids held at the centromere. Note the different sizes of the chromosomes and the different positions of the centromeres.

չափերին և ցենտրոմերների տարբեր դիրքերին:

### Քրոմոսոմների կառուցվածքը

Նախքան կորիզի բաժանումն ուսումնասիրելը անհրաժեշտ է մի փոքր պատկերացում կազմել քրոմոսոմների կառուցվածքի մասին: Նկար 5.3-ը քրոմոսոմի կառուցվածքի պարզեցված գծապատկերն է բջջի բաժանումից անմիջապես առաջ: Կարող ես տեսնել, որ քրոմոսոմն այս փուլում կրկնակի կառուցվածք ունի: Այն բաղկացած է իրար միացած երկու նույնական կառուցվածքներից, որոնք կոչվում են քրոմատիդներ: Սա այն պատճառով է, որ կորիզի բաժանումների միջև ընկած ժամանակահատվածում, որը հայտնի է որպես ինտերֆազ, կորիզում գտնվող ԴՆԹ-ի յուրաքանչյուր մոլեկուլ ստեղծում է իր պատճենը (գլուխ 6): Յուրաքանչյուր քրոմատիդ պարունակում է ԴՆԹ-ի այդ պատճեններից մեկը, իսկ երկու քրոմատիդները միասին պահվում են մի նեղ «գոտիով», որը կոչվում է ցենտրոմեր՝ ձևավորելով քրոմոսոմը: Ցենտրոմերը կարող է գտնվել քրոմոսոմի երկարությամբ ցանկացած հատվածում, սակայն բնորոշ դիրք ունի տվյալ քրոմոսոմի համար:

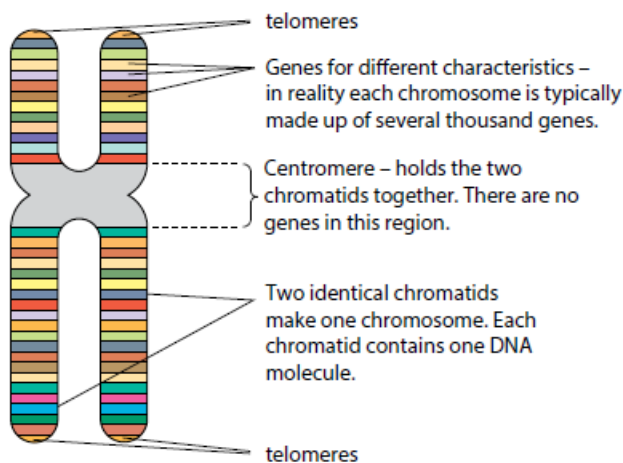


Figure 5.3 Simplified diagram of the structure of a chromosome.

Յուրաքանչյուր քրոմատիդ պարունակում է ԴՆԹ-ի մեկ մոլեկուլ:

ԴՆԹ-ն ժառանգականության մոլեկուլն է և բաղկացած է մի շարք գեներից: Յուրաքանչյուր գեն ժառանգականության մեկ միավոր է, որը կոդավորում է օրգանիզմի գործունեության որոշակի փուլում ներգրավված մեկ պոլիպեպտիդ: Այն փաստը, որ քույր քրոմատիդներում

գտնվող ԴՆԹ-ի երկու մոլեկուլները և, հետևաբար, նրանց գեները, նույնական են, կորիզի ճշգրիտ բաժանման բանալին է: Երբ բջիջները բաժանվում են,



քրոմատիդներից ամեն մեկն անցնում մեկ դուստր բջջի մեջ՝ դուստր բջիջները դարձնելով գենետիկորեն նույնական:

ԴՆԹ-ում այնքան շատ տեղեկություն է պահվում, որ այն պետք է չափազանց երկար մոլեկուլ լինի: ԴՆԹ-ն ընդամենը 2 նմ լայնություն ունի, իսկ ընդհանուր երկարությունը մեծահասակ մարդու բջջի 46 քրոմոսոմներում մոտ 1.8 մետր է: Դա պետք է տեղավորվի կորիզում, որն ունի ընդամենը 6 մկմ տրամագիծ: Սա համարժեք է նրան, որ փորձենք 18 կմ երկարություն ունեցող լարը տեղավորել 6 սմ տրամագիծ ունեցող գնդակի մեջ: Հանգույցներով չխճճվելու համար ԴՆԹ-ն հենվում է սպիտակուցի մոլեկուլներից կազմված ճշգրիտ հենարանի վրա՝ պարուրվելով այդ սպիտակուցային մոլեկուլների շուրջը: ԴՆԹ-ի և սպիտակուցների համադրությունն ավանում ենք քրոմատին:

Քրոմոսոմները կազմված են քրոմատինից: Քիմիայի լեզվով ասած, սպիտակուցների մեծ մասը հիմնային է (ի տարբերություն թթվայինի) և պատկանում է մի տեսակի, որը հայտնի է որպես հիստոն: Քանի որ դրանք հիմնային են, հեշտությամբ կարող են փոխազդեցության մեջ մտնել ԴՆԹ-ի հետ, որը թթվային է:

Քրոմատինի կառուցվածքի ճշգրիտ մանրամասերը բարդ են, դրանք մտապահելու կարիք չկա, սակայն այդ մանրամասերը քեզ կտան օգտակար ընդհանուր գիտելիքներ: ԴՆԹ-ի տեղավորման խնդիրը լուծվում է նրա փաթեթավորման միջոցով: Պարույրներն իրենք կարող են ոլորվել՝ ձևավորելով «գերպարույրներ», որոնք հետո կարող են կծկվել, ոլորվել կամ ծավլել այնպիսի ճշգրիտ ձևերով, որոնք դեռևս ամբողջովին հասկանալի չեն: Սակայն պատկերացում ունենք կառուցվածքի հիմնական միավորի մասին: Այն կոչվում է նուկլեոսոմ (նկար 5.4): (Թեպետ քեզ անհրաժեշտ չէ իմանալ նուկլեոսոմների մասին, սա քեզ կօգնի պատկերացնելու, թե ինչպես է ԴՆԹ-ն ձևավորում քրոմոսոմներ:) Նուկլեոսոմը տեսքով գլանաձև է, մոտավորապես 11 նմ լայնությամբ, 6 նմ երկարությամբ: Այն կազմված է հիստոնի ութ մոլեկուլից: ԴՆԹ-ն փաթաթվում է նուկլեոսոմի շուրջը դրսի կողմից՝ կազմելով  $1\frac{2}{3}$  պտույտ (147 հիմնային զույգերին համարժեք) նախքան հաջորդ նուկլեոսոմի հետ կապվելը: Նուկլեոսոմների միջև գտնվող ԴՆԹ-ն (կապող ԴՆԹ, 53 հիմնական զույգ լայնությամբ) նույնպես տեղում պահվում է հիստոնի մոլեկուլի օգնությամբ: Նուկլեոսոմները շարվում են ուլունքների շարանի նման՝ ձևավորելով 10 նմ լայնությամբ թելիկ: Այս շարանը լրացուցիչ կարող է ոլորվել կամ ընդունել գերպարույրի տեսք՝ ներգրավելով որոշ ոչ հիստոնային սպիտակուցներ:

Խտացման աստիճանը տարբերվում է բջջային ցիկլի ժամանակ, որը բջջի մի բաժանումից մինչև մյուսն ընկած ժամանակահատվածն է: Կորիզի բաժանումից

անմիջապես առաջ քրոմոսոմներն իրենցից ներկայացնում են ԴՆԹ-ի առավել խիտ ձևը: Կորիզի բաժանումների միջև տեղի է ունենում փաթեթավորման որոշակի թուլացում: Ի դեպ, քրոմատինը գոյություն ունի երկու ձևով՝ էուքրոմատին և հետերոքրոմատին: Էուքրոմատինը թույլ կծիկի տեսքով է, մինչդեռ հետերոքրոմատինը ամուր կծկված ձևով է, ինչպես կորիզի բաժանման ժամանակ դիտված քրոմոսոմներում: Բաժանումների միջև ընկած ժամանակահատվածում (ինտերֆազ) դրանց մեծամասնությունը էուքրոմատինի ձևով է: Ահա այստեղ էլ տեղակայված են ակտիվ գեները: Հետերոքրոմատինում գտնվող գեները հիմնականում ակտիվ չեն: Քրոմատինը հեշտությամբ ներկվում է և որքան ավելի ամուր է կծկված, այնքան ավելի լավ է ներկվում: Հետևաբար հեշտ է քրոմատինը տեսնել լուսային մանրադիտակով (կորիզները հեշտ են ներկվում), իսկ էլեկտրոնային մանրադիտակով հստակ երևում են քրոմատինի երկու ձևերն էլ: Սա ակնհայտ է, օրինակ, նկար 1.27-ում:

Քրոմատինն իր ամենախիտ ձևով քրոմոսոմներում լինում է միտոզի մետաֆազի փուլում (միտոզի փուլերն ավելի ուշ այս գլխում քննարկվում են): Այն, որ բջջի ամբողջ տեղեկությունը լավ խտացված է, հեշտացնում է տեղեկության բաժանումը երկու նոր բջիջների միջև: Սա քրոմոսոմների հիմնական գործառույթներից մեկն է: Քրոմոսոմներն ունեն նաև երկու այլ հատկություն, որոնք շատ կարևոր են բջջի բարեհաջող բաժանման համար: Դրանք են ցենտրոմերները և թելոմերները: Ցենտրոմերները տեսանելի են նկար 5.2-ում և նկար 5.3-ում, իսկ թելոմերները երևում են, եթե քրոմոսոմները համապատասխան ձևով ներկված են (նկար 5.5): Ցենտրոմերները քննարկվում են միտոզի հետ էջ 100-ում, իսկ թելոմերների նշանակությունը քննարկվում է էջ 104-ում:

## Միտոզ

Միտոզը կորիզի բաժանումն է, որի ժամանակ առաջանում են գենետիկորեն նույնական երկու դուստր կորիզներ, որոնցից ամեն մեկը պարունակում է այնքան քրոմոսոմ, որքան ծնողական կորիզը: Միտոզը մաս է կազմում հստակ կարգավորվող մի գործընթացի, որը կոչվում է բջջային ցիկլ:

## ԴՆԹ-ի կրկնապատկում (2 ժամ)

### Սովորողին տրվող նյութ

## Բջջային ցիկլ

Բջջային ցիկլն այն իրադարձությունների կանոնավոր հաջորդականությունն է, որոնք տեղի են ունենում բջջի մի բաժանումից մյուսն ընկած ժամանակահատվածում: Այն ունի երեք փուլ՝ **ինտերֆազ**, **կորիզի բաժանում** և **բջջի բաժանում**: Դրանք պատկերված են նկար 5.6-ում:

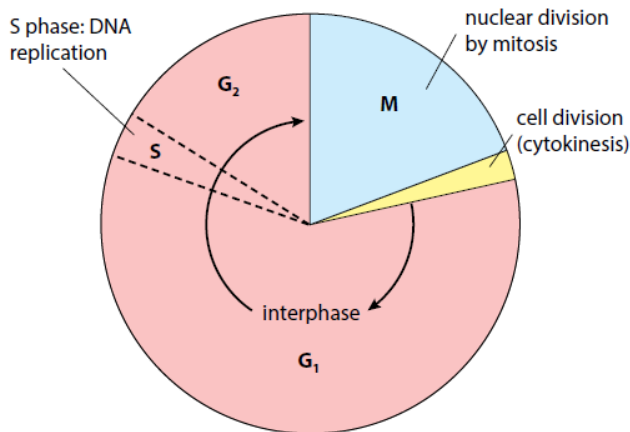


Figure 5.6 The mitotic cell cycle. DNA replication takes place during interphase, the period between cell division and the next nuclear division: S = synthesis (of DNA); G = gap; M = mitosis.

S փուլ՝ ԴՆԹ կրկնապատկում

կորիզի բաժանում միտոզի եղանակով

բջջի բաժանում (ցիտոկինեզ)

ինտերֆազ

G<sub>1</sub> S G<sub>2</sub> M

Նկար 5.6. Բջջային ցիկլի միտոտիկ փուլը: ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը տեղի է ունենում ինտերֆազի

ժամանակ, որը բջջի բաժանման և կորիզի հաջորդ բաժանման միջև ընկած ժամանակահատվածն է՝ S = սինթեզ (ԴՆԹ-ի), G = փուլ, M = միտոզ:

Բաժանումից հետո բջջի ինտերֆազի ժամանակ մեծանում է՝ հասնելով իր նորմալ չափերին և իրականացնում է իր բնականոն գործառույթները՝ սինթեզելով բազմաթիվ նյութեր, հատկապես սպիտակուցներ: Ինտերֆազի ժամանակ որոշակի կետում կարող է ստացվել ազդանշան, որ բջջի ղեկավարը է նորից բաժանվի: Եթե դա տեղի է ունենում, ապա կորիզում գտնվող ԴՆԹ-ն կրկնապատկվում է, այնպես որ յուրաքանչյուր քրոմոսոմ բաղկացած է լինում երկու նույնական քրոմատիդներից: Բջջային ցիկլի այս փուլը կոչվում է **S փուլ**, որտեղ S-ը նշանակում է սինթեզ (ԴՆԹ-ի): Սա համեմատաբար կարճ փուլ է: Բջջի բաժանման և S փուլի միջև ընկած ժամանակահատվածը կոչվում է **G<sub>1</sub> փուլ** (G-ն անգլերեն «gap» բառի սկզբնատառն է, որը նշանակում է բացատ, արանք): S փուլի և բջջի բաժանման միջև եղած ժամանակահատվածը կոչվում է **G<sub>2</sub> փուլ**: Հետևաբար, ինտերֆազը բաղկացած է G<sub>1</sub>, S և G<sub>2</sub> փուլերից: G<sub>1</sub> փուլի ընթացքում բջջին արտադրում է ԴՆԹ, ֆերմենտներ և աճի համար անհրաժեշտ ուրիշ սպիտակուցներ: G<sub>1</sub>-ի վերջում բջջին արդեն սկսում է բաժանվել:

G2 փուլի ընթացքում բջիջը շարունակում է աճել: Նոր ԴՆԹ-ն ստուգվում է, և որևէ թերություն լինելու դեպքում այն սովորաբար շտկվում է: Նաև բջիջը պատրաստվում է բաժանման գործընթացը սկսելու համար: Օրինակ՝ կտրուկ աճում է տուբուլին սպիտակուցի արտադրությունը, որն անհրաժեշտ է միտոտիկ իլիկի համար միկրոխողովակներ ստեղծելիս:

Ինտերֆազին հաջորդում է կորիզի բաժանումը: Սա կարող ենք անվանել **M փուլ** (M նշանակում է միտոզ): Միտոզի ընթացքում աճը ժամանակավորապես դադարում է: M փուլից հետո, երբ կորիզը բաժանված է լինում երկու կեսի, բաժանվում է ամբողջ բջիջը՝ առաջացնելով գենետիկորեն նույնական երկու բջիջ:

Բջջային ցիկլի տևողությունը շատ փոփոխական է՝ կախված միջավայրային պայմաններից և բջջի տեսակից: Միջինում սոխի արմատի ծայրապատյանի բջիջները բաժանվում են ամեն 20 ժամը մեկ, մարդու աղիների էպիթելային բջիջները՝ ամեն 10 ժամը մեկ:

Կենդանական բջիջներում բջջի բաժանման ժամանակ ցիտոպլազման սեղմվում է երկու նոր կորիզների արանքում, մի գործընթաց, որն անվանում ենք **ցիտոկինեզ**: Բուսական բջիջներում բջջի բաժանման ժամանակ երկու նոր կորիզների միջև ձևավորվում է նոր բջջապատ:

### ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը

Այս գլխի սկզբում ասացինք, որ «գենետիկ մոլեկուլի» առանձնահատկություններից մեկը պետք է լինի բազմաթիվ անգամ կատարելապես **պատճենահանվելու կարողությունը**:

Միայն 1953 թվականին էր, որ Ջեյմս Ուոթսոնը և Ֆրենսիս Կրիկը (նկար 6.6), օգտվելով Ռոզալինդ Ֆրանկլինի (նկար 6.7) և ուրիշների աշխատանքների արդյունքներից, մշակեցին ԴՆԹ-ի մոլեկուլի հիմնական կառուցվածքը, որը հենց նոր դիտարկեցինք (նկար 6.8): Նրանց համար անմիջապես պարզ դարձավ, թե այդ մոլեկուլը ինչպես կարող է կրկնապատկվել կատարելապես, կրկին ու կրկին:

Վաթսոնն ու Կրիկը ենթադրեցին, որ ԴՆԹ-ի մոլեկուլի երկու շղթաները կարող են միմյանցից հեռանալ: Նոր նուկլեոտիդները, այնուհետև, կարող են շարվել յուրաքանչյուր շղթայի երկայնքով, իրենց համապատասխան գույրնկերների դիմաց, և միանալ՝ ձևավորելով կոմպլեմենտար շղթաներ սկզբնական մոլեկուլի ամեն մի կեսի երկարությամբ: ԴՆԹ-ի նոր մոլեկուլները կլինեն ճիշտ հենրի նման, որովհետև յուրաքանչյուր հիմք գույգ կկազմի իր կոմպլեմենտարի հետ: Հետո գույգ

շղթաներից յուրաքանչյուրը կարող է նորից ուրվել և դառնալ կրկնակի պարույր, ճիշտ բնօրինակի նման:

Այդ գաղափարը պարզվեց, որ ճիշտ է: Գործընթացը պատկերված է նկար 6.9-ում, էջ 116: Պատճենահանման այս եղանակը կոչվում է կիսապահպանողական կրկնապատկում, որովհետև սկզբնական մոլեկուլի կեսը պահվում է (պահպանվում) նոր մոլեկուլներից յուրաքանչյուրում:

Կիսապահպանողական կրկնապատկման գործընթացի փորձնական ապացույցը նկարագրված է վանդակ 6.1-ում, էջ 117:

ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը տեղի է ունենում այն ժամանակ, երբ բջիջը չի բաժանվում: Էուկարիոտ բջիջների մոտ սաինտերֆազի փուլն է (գլուխ 5):

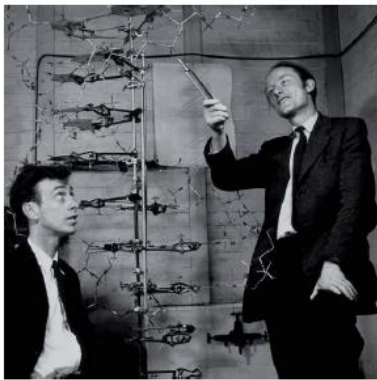


Figure 6.6 James Watson (left) and Francis Crick with their model of DNA.

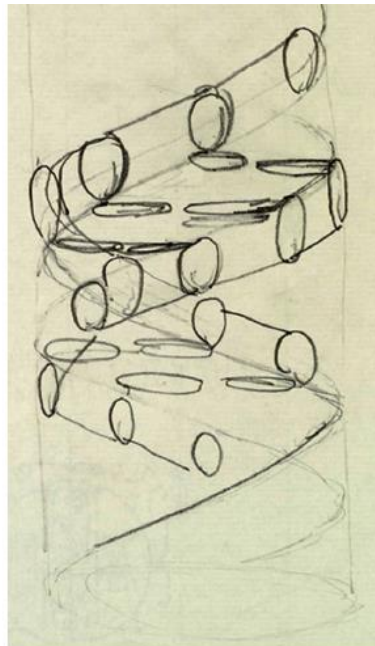


Figure 6.8 Crick's original sketch of the structure of DNA, made in 1953.



Figure 6.7 Rosalind Franklin, whose X-ray diffraction images of DNA gave important clues to its structure.

Նկար 6.6. Ջեյմս Ուոթսոնը (ձախից) և Ֆրենսիս Կրիկը ԴՆԹ-ի իրենց մոդելով:

Նկար 6.7. Ռոզալինդ Ֆրանկլինը, որի ռենտգենյան դիֆրակցիոն պատկերները կարևոր տեղեկություններ տվեցին ԴՆԹ-ի կառուցվածքի մասին:

Նկար 6.8. Կրիկի՝ ԴՆԹ-ի կառուցվածքի էսքիզի բնօրինակը՝ արված է 1953 թ.:

Նկար 6.9. ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը:

1. ԴՆԹ-ի կրկնակի պարույրը քանդվում է և «ճարմանդի» նման բացվում, երբ հիմքերի միջև ջրածնային կապերը ճեղքվում են:

2. Կորիզում կան նուկլեոտիդներ, որոնց ավելացել է ֆոսֆատի երկու լրացուցիչ մոլեկուլ: Ֆոսֆատի լրացուցիչ մոլեկուլներն ակտիվացնում են նուկլեոտիդները՝ դրանց հնարավորություն տալով մասնակցելու հետևյալ ռեակցիաներին:

3 Ակտիվացված նուկլեոտիդների հիմքերից ամեն մեկը գույգ է կազմում իր կոմպլեմենտար հիմքի հետ, որը գտնվում է ԴՆԹ-ի հին պարույրներից յուրաքանչյուրի վրա: ԴՆԹ պոլիմերագ ֆերմենտը միայնաց է կապում հարևանությամբ գտնվող նուկլեոտիդների շաքարը և ամենախորքում գտնվող ֆոսֆատային խմբերը: Ֆոսֆատի երկու լրացուցիչ մոլեկուլները պոկվում և ազատ են արձակվում կորիզի մեջ:

ԴՆԹ պոլիմերագը մոտեցող նուկլեոտիդը կապում է նոր աճող շղթային միայն այն դեպքում, երբ այն փոխլրացնող է հին պարույրի վրա գտնվող հիմքի համար: Ուստի սխալների թիվը խիստ փոքր է լինում, միգուցե շուրջ մեկը ամեն 10<sup>8</sup> հիմնային գույգում:

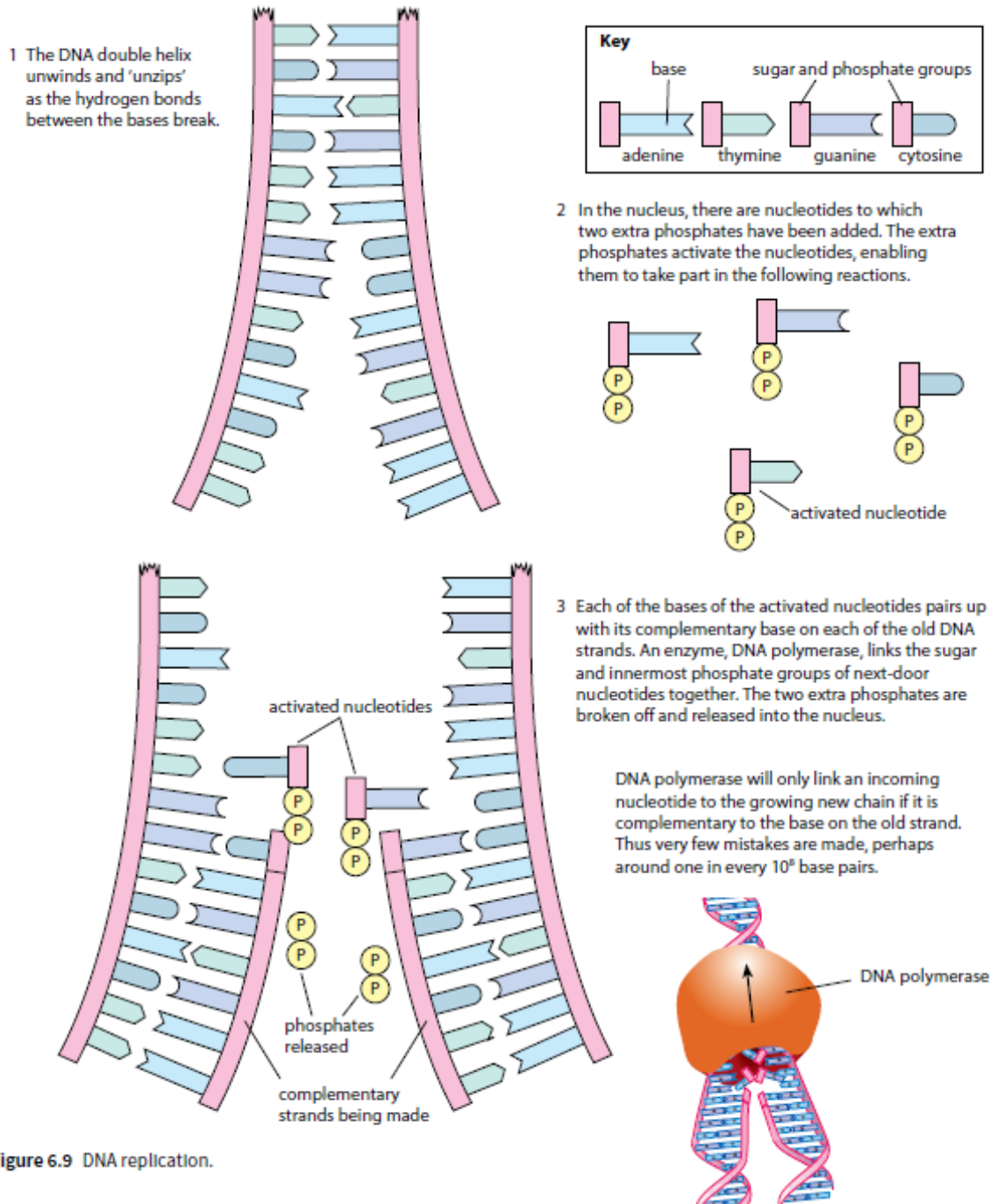


Figure 6.9 DNA replication.

## ՀԱՐՑ

6.1. ա. Բացի նուկլեոտիդներից, մոլեկուլների ուրիշ ի՞նչ տեսակներ են անհրաժեշտ, որ ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը տեղի ունենա: (Օգտվի՛ր նկար 6.9-ից, որը կօգնի պատասխանել այս հարցին:) Ի՞նչ է անում այդ մոլեկուլներից յուրաքանչյուրը:

Բ. Էուկարիոտ բջջի  $n$  ը մասում է տեղի ունենում ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը:

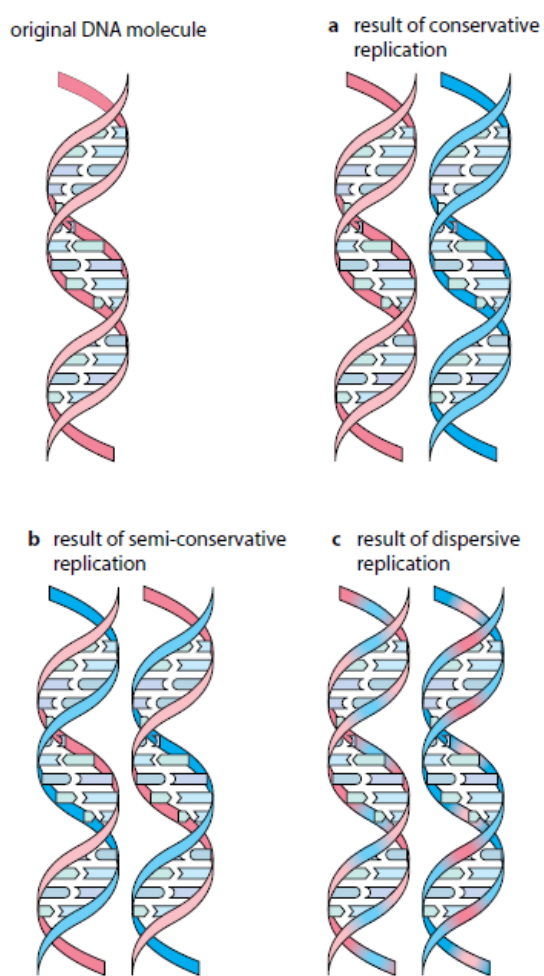
**Վանդակ 6.1. ԴՆԹ-ի կիսապահպանողական կրկնապատկման փորձնական ապացույց:**

1950-ական թվականներին ոչ ոք չգիտեր, թե ԴՆԹ-ն ինչպես է կրկնօրինակվում: Առաջարկվեց երեք հնարավոր տարբերակ՝

- պահպանողական կրկնապատկում, երբ հին պարույրից ստեղծվում է մեկ՝ բոլորովին նոր կրկնակի պարույր (նկար 6.10ա):
- կիսապահպանողական կրկնապատկում, երբ յուրաքանչյուր նոր մոլեկուլ պարունակում է մեկ հին և մեկ նոր պարույր (նկար 6.10բ):
- դիսպերսիվ կրկնապատկում, երբ յուրաքանչյուր նոր մոլեկուլ ստեղծվում է հին և նոր կտորներից, որոնք պատահականորեն ցրված են մոլեկուլների միջև (նկար 6.10գ):

ա. պահպանողական կրկնապատկման արդյունքը

բ. կիսապահպանողական կրկնապատկման արդյունքը



գ. դիսպերսիվ կրկնապատկման արդյունքը

Նկար 6.10. ԴՆԹ-ի կրկնապատկման մեթոդի երեք առաջարկված տարբերակները:

Գիտնականների մեծ մասը կարծում էր, որ առավել հավանական է կիսապահպանողական կրկնապատկումը, որովհետև կարողանում էին պատկերացնել դրա աշխատանքի սկզբունքը: Սակայն համոզվելու համար Ամերիկայում Մեթյու Մեզելսոնն ու Ֆրանկլին Սթալը 1958 թ. փորձեր կատարեցին:

Figure 6.10 Three suggestions for the method of DNA replication.



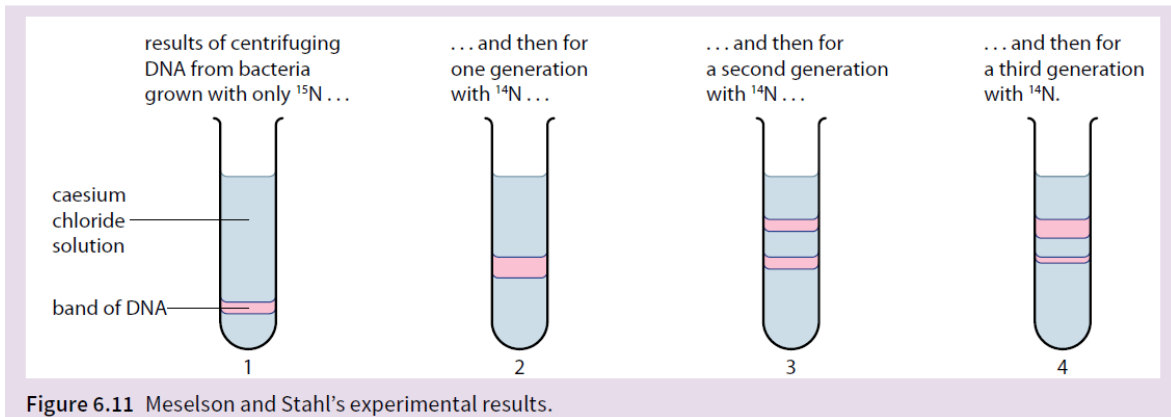
Նրանք վերցրին *Escherichia coli* բակտերիան (կարձ՝ *E. coli*), որը հասարակ, սովորաբար անվնաս բակտերիա է և ապրում է մարդու աղեստամոքսային ուղիում: Նրանք այդ բակտերիայի պոպուլյացիաներ աճեցրին սննդային միջավայրում, որը, որպես ազոտի աղբյուր, պարունակում էր ամոնիումի քլորիդ:

Փորձը հիմնված էր ազոտի ատոմների կառուցվածքի փոփոխության վրա: Ազոտի բոլոր ատոմները պարունակում են յոթ պրոտոն, սակայն նեյտրոնների թիվը կարող է տարբերվել: Ազոտի ատոմների մեծ մասն ունի յոթ նեյտրոն, այնպես որ դրանց հարաբերական ատոմային զանգվածը (բոլոր պրոտոնների և նեյտրոնների ընդհանուր զանգվածն ատոմում) հավասար է 14-ի: Ազոտի որոշ ատոմներ ունեն ութական նեյտրոն, այնպես որ դրանց հարաբերական ատոմային զանգվածը 15 է: Ասում ենք, որ այդ երկու ձևերը ազոտի իզոտոպներն են:

Ամոնիումի քլորիդը, որով Մեզելսոնն ու Սթալը սնուցում էին բակտերիաները, պարունակում էին ազոտի ատոմների ծանր իզոտոպներ՝ ազոտ 15 ( $^{15}\text{N}$ ): Բակտերիաներն օգտագործեցին այդ  $^{15}\text{N}$ -ը իրենց ԴՆԹ-ն ստեղծելու համար: Դրանք բավականաչափ երկար պահվեցին ամոնիումի քլորիդի լուծույթում, որպեսզի բաժանվեն բազմաթիվ անգամ: Ուստի նրանց գրեթե ամբողջ ԴՆԹ-ն պարունակում էր միայն  $^{15}\text{N}$  ատոմներ և ոչ թե ազոտ 14 ( $^{14}\text{N}$ ): Այդ ԴՆԹ-ն ավելի ծանր է, քան  $^{14}\text{N}$  պարունակող ԴՆԹ-ն: Հետո այդ բակտերիաների մի մասը տեղափոխվեց սննդային միջավայր, որտեղ ազոտի բոլոր ատոմները  $^{14}\text{N}$  էին: Որոշ բակտերիաներ այնտեղ թողեցին զուտ այնքան ժամանակ, որ դրանց ԴՆԹ-ն մեկ անգամ կրկնապատկվի, այսինքն՝ մոտ 50 րոպե: Մյուսները պահվեցին այնքան, որ դրանց ԴՆԹ-ն կրկնապատկվի երկու, երեք կամ ավելի անգամ:

Այնուհետև բակտերիաների յուրաքանչյուր խմբից ԴՆԹ անջատվեց: Այդ նմուշները տեղադրվեցին ցեզիումի քլորիդի լուծույթում և պտտեցվեցին ցենտրիֆուգում: Որքան ավելի ծանր է ԴՆԹ-ն, այնքան փորձանոթի հատակին ավելի մոտ է այն հավաքվում:

Նկար 6.11-ում (էջ 118) պատկերված են Մեզելսոնի և Սթալի փորձի արդյունքները:



1. միայն  $^{15}\text{N}$ -ի միջավայրում աճեցված բակտերիաների ԴՆԹ-ն ցենտրիֆուգում պտտեցնելու արդյունքները
2. ...իսկ հետո  $^{14}\text{N}$ -ի միջավայրում աճեցված մեկ սերնդի ԴՆԹ-ն ...
3. ...այնուհետև  $^{14}\text{N}$ -ի միջավայրում աճեցված երկրորդ սերնդի ԴՆԹ-ն...
4. ...և  $^{14}\text{N}$ -ի միջավայրում աճեցված երրորդ սերնդի ԴՆԹ-ն:

ցեզիումի քլորիդի լուծույթ

ԴՆԹ-ի շերտ

Նկար 6.11. Մեզելսոնի և Սթալի փորձի արդյունքները:

**ՀԱՐՑ**

6.2 Նայի՛ր նկար 6.11-ը:

- ա. Ենթադրելով, որ ԴՆԹ-ն վերարտադրվել է կիսապահպանողական եղանակով, բացատրի՛ր, թե ինչու ԴՆԹ-ի շերտն ավելի բարձր է 2-րդ փորձանոթում, քան 1-ին փորձանոթում:
- բ. Ի՞նչ կարելի էր սպասել 2-րդ փորձանոթում, եթե ԴՆԹ-ն կրկնապատկված լիներ պահպանողական եղանակով:
- գ. Ի՞նչ կարելի էր սպասել 2-րդ փորձանոթում, եթե ԴՆԹ-ն կրկնապատկված լիներ դիսպերս տարբերակով:
- դ. Փորձանոթներից ո՞րն է պարունակում առաջին ապացույցը, որ ԴՆԹ-ն վերարտադրվել է կիսապահպանողական եղանակով:

## Միտոզ (3 ժամ)

### Սովորողին տրվող նյութ

#### Միտոզ

Միտոզի գործընթացը լավագույնս նկարագրված է նկար 5.7-ում բերված գծապատկերներում, որոնց կից կան բացատրություններ: Չնայած իրականում գործընթացը շարունակական է, սովորաբար հարմարության համար այն բաժանում են չորս հիմնական փուլի, ինչպես կինոնկարից արված վայրկենական չորս լուսանկար: Այդ չորս փուլերն են **պրոֆազը, մետաֆազը, անաֆազը** և **թելոֆազը**:

Կորիզների մեծ մասը պարունակում է բազմաթիվ քրոմոսոմներ, սակայն նկար 5.7-ում բերված գծապատկերներում պատկերված բջիջը հարմարության համար պարունակում է միայն չորս քրոմոսոմ: Գույները ցույց են տալիս քրոմոսոմների իզական կամ արական ծնողից լինելը: Որպես օրինակ օգտագործվել է կենդանական բջիջը:

Քրոմոսոմների վարքագիծը բուսական բջջում նման է դրանց վարքագծին կենդանական բջիջում: Սակայն բուսական բջիջները ցենտրոսոմներ չեն պարունակում, և բջջի բաժանումից հետո պետք է նոր բջջապատ ձևավորվի դուստր բջիջների կորիզների միջև: Սակայն **քրոմոսոմների** վարքագիծն է, որ հատկապես կարևոր է: Նկար 5.7-ում ամփոփ ներկայացված է միտոզի գործընթացը գծապատկերների միջոցով: Նկար 5.8-ում (կենդանական) և նկար 5.9-ում (բուսական) բերված են այդ գործընթացի լուսանկարները, ինչպես դրանք երևացել են լուսային մանրադիտակի միջոցով:

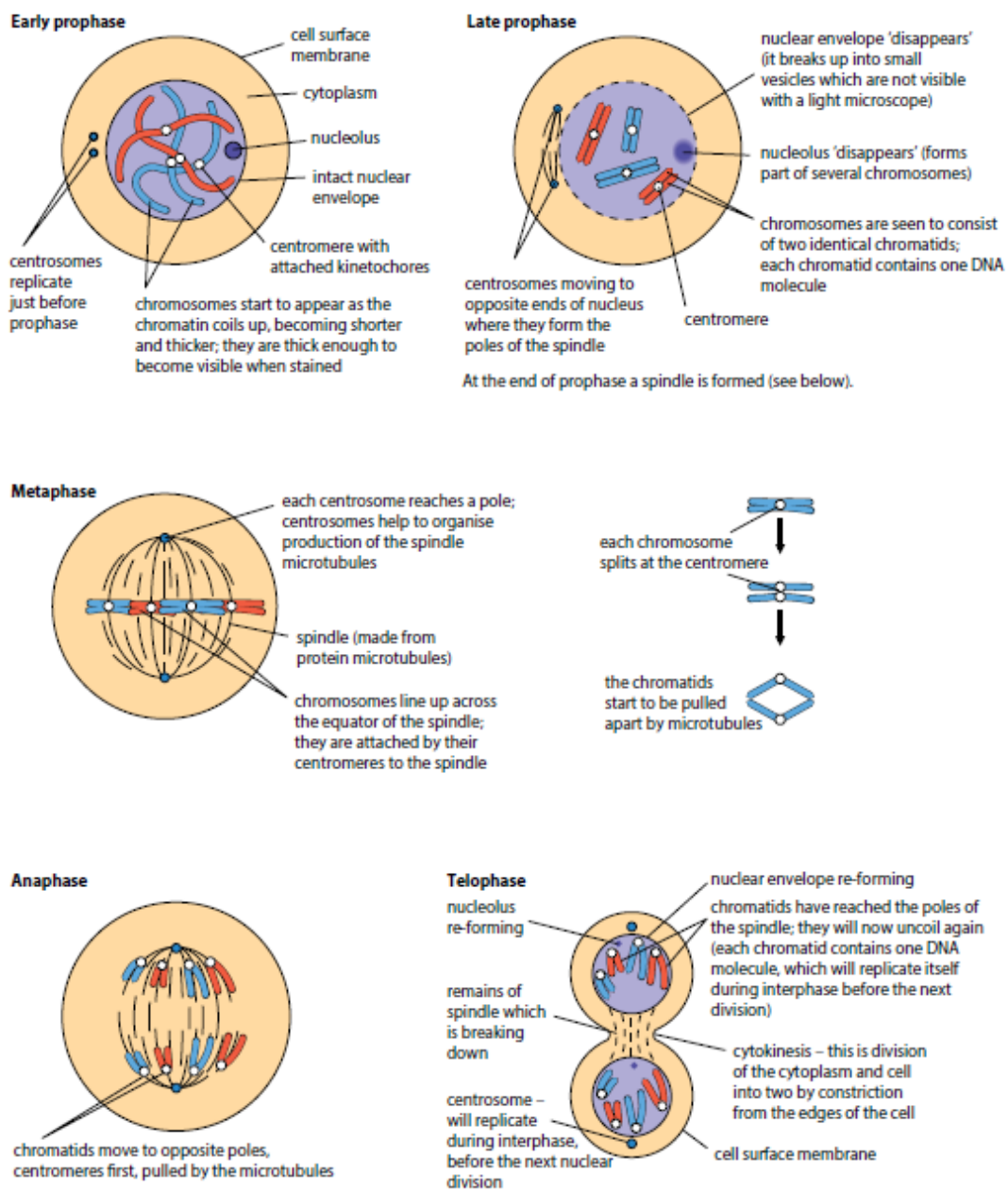


Figure 5.7 Mitosis and cytokinesis in an animal cell.

Վաղ պրոֆազ  
 բջջաթաղանթ  
 ցիտոպլազմա  
 կորիզակ  
 անփոփոխ կորիզաթաղանթ  
 ցենտրոմերը՝ իրեն կցված կինետոխորներով

քրոմոսոմները սկսում են երևալ, երբ քրոմատինը պարուրվում է՝ դառնալով ավելի կարճ ու հաստ, դրանք բավականաչափ հաստ են և տեսանելի են դառնում, երբ ներկվում են

ցենտրոսոմները կրկնապատկվում են անմիջապես նախքան պրոֆազը

### **Ուշ պրոֆազ**

ցենտրոսոմները տեղաշարժվում են դեպի կորիզի հակառակ ծայրերը, որտեղ դրանք ձևավորում են իլիկի բևեռները

կորիզաթաղանթն «անհետանում է» (այն քայքայվում է փոքր բշտիկների, որոնք տեսանելի չեն լուսային մանրադիտակով)

կորիզակն «անհետանում է» (կազմում է մի քանի քրոմոսոմների մասը)

տեսնում ենք, որ քրոմոսոմները բաղկացած են երկու նույնական քրոմատիդներից յուրաքանչյուր քրոմատիդ պարունակում է ԴՆԹ-ի մեկ մոլեկուլ

ցենտրոմեր

Պրոֆազի վերջում ձևավորվում է իլիկը (տե՛ս ստորև):

### **Մետաֆազ**

յուրաքանչյուր ցենտրոսոմ հասնում է բևեռ, ցենտրոսոմներն օգնում են իլիկի միկրոխողովակների արտադրությունը կազմակերպելուն

իլիկ (կազմված սպիտակուցային միկրոխողովակներից)

քրոմոսոմները շարվում են իլիկին ուղղահայաց հարթության վրա և իրենց ցենտրոմերներով միացած են իլիկին

յուրաքանչյուր քրոմոսոմ կիսվում է ցենտրոմերի մասում

քրոմատիդները սկսում են իրարից հեռանալ միկրոխողովակների միջոցով

### **Անաֆազ**

քրոմատիդները տեղաշարժվում են դեպի հակադիր բևեռներ, ցենտրոմերներն առաջ են ուղղված, որոնց ձգում են միկրոխողովակները

### **Թելոֆազ**

կորիզակը կրկին ձևավորվում է

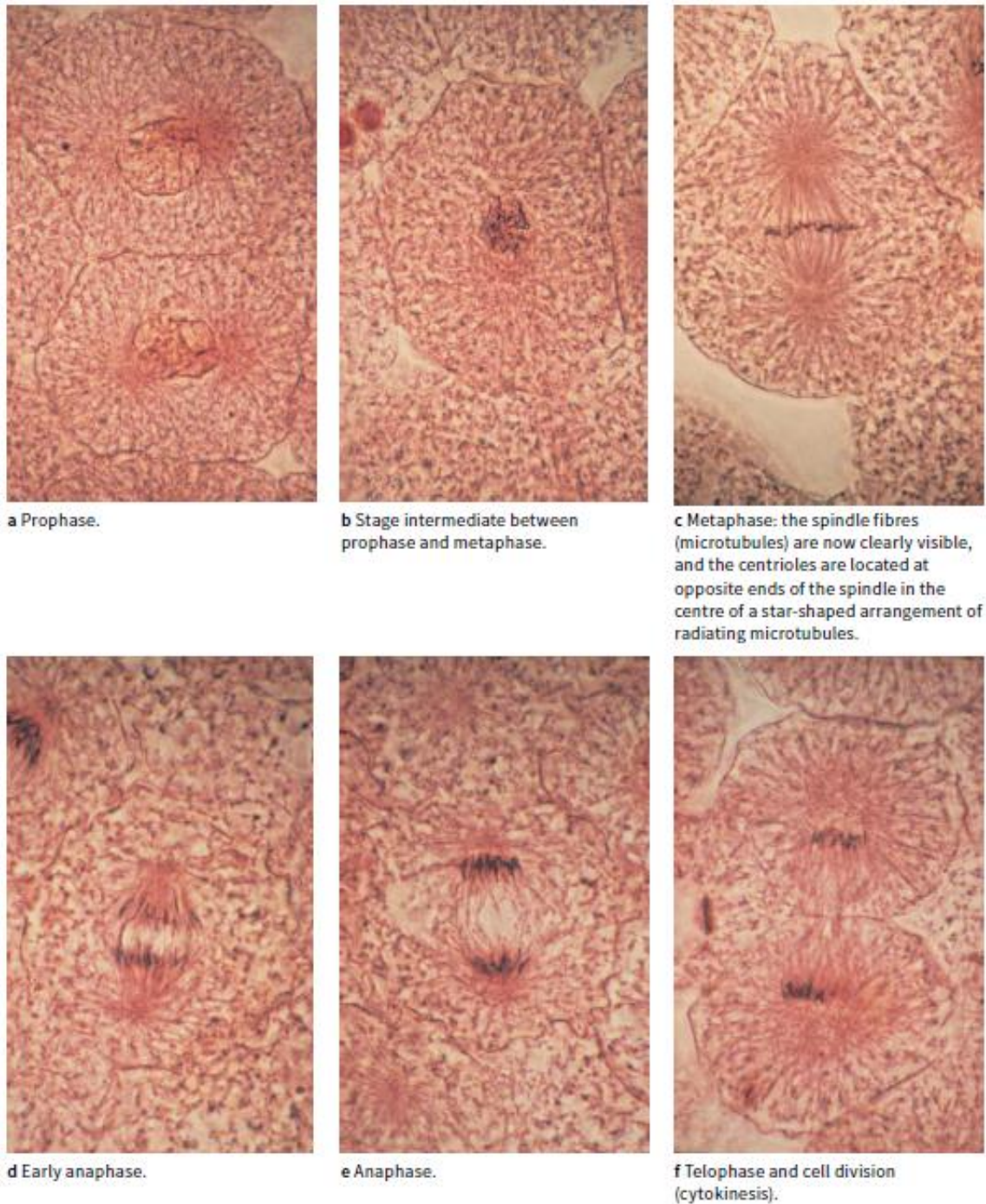
քայքայվող իլիկի մնացորդներ

ցենտրոսոմ՝ կրկնապատկվելու է ինտերֆազի ժամանակ նախքան կորիզի հաջորդ բաժանումը

կորիզաթաղանթը կրկին ձևավորվում է քրոմատիդները հասել են իլիկի բևեռներին, այժմ նրանք ապապարուրվում են (յուրաքանչյուր քրոմատիդ պարունակում է ԴՆԹ-ի մեկ մոլեկուլ, որը կկրկնօրինապատկվի ինտերֆազի ժամանակ նախքան հաջորդ բաժանումը)

ցիտոկինեզ՝ սա ցիտոպլազմայի և բջջի բաժանումն է երկու կեսի՝ բջջի եզրերից սեղմվելու միջոցով բջջաթաղանթ

**Նկար 5.7** Միտոզն ու ցիտոկինեզը կենդանական բջջում



**Figure 5.8** Stages of mitosis and cell division in an animal cell (whitefish) ( $\times 900$ ). Chromosomes are stained darkly.

ա. Պրոֆազ

բ. Միջանկյալ փուլ պրոֆազի և մետաֆազի միջև

գ. Մետաֆազ՝ իլիկի թելիկները (միկրոխոդովակները) այժմ պարզ երևում են, իսկ ցենտրիոլները տեղակայված են իլիկի հակադիր ծայրերում ճառագայթաձև դասավորված միկրոխոդովակների աստղաձև փնջի կենտրոնում

դ. Վաղ անաֆազ

ե. Անաֆազ

զ. Թելոֆազ և բջջի բաժանում (ցիտոկինեզ)

**Նկար 5.8.** Միտոզի և բջջի բաժանման փուլերը կենդանական բջջում (900×): Քրոմոսոմները մուգ ներկված են:

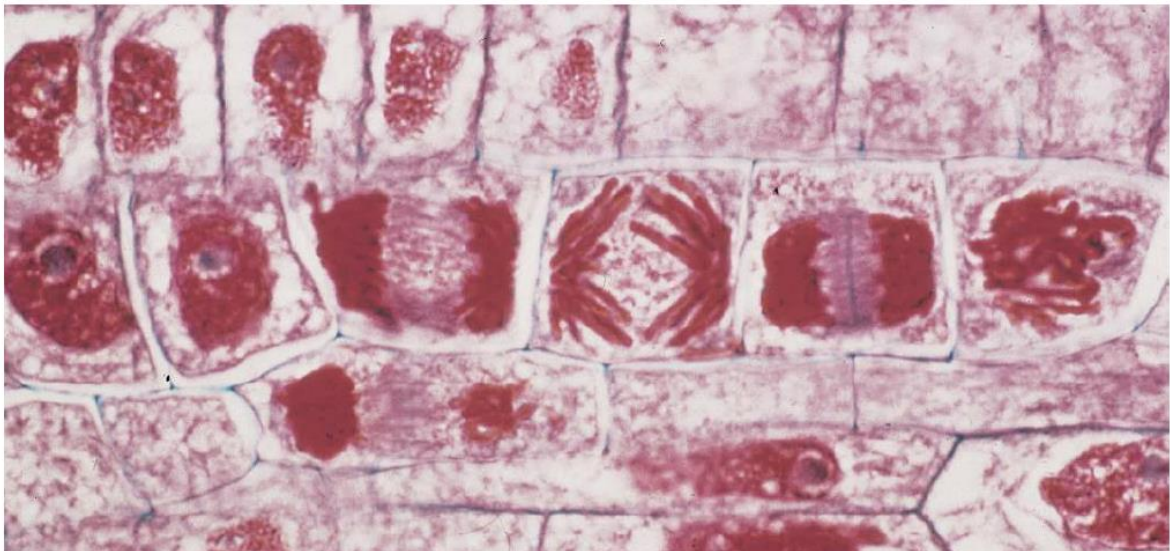


Figure 5.9 Longitudinal section of onion root tip showing stages of mitosis and cell division typical of plant cells (×400). Try to identify the stages based on information given in Figure 5.7.

**Նկար 5.9** Մոխի արմատի ծայրապատյանի երկայնակի կտրվածք, որտեղ երևում են միտոզի և բջջի բաժանման փուլերը, որոնք բնորոշ են բուսական բջիջներին (×400): Փորձի՛ր տարբերել փուլերը նկար 5.7-ում եղած տեղեկության հիման վրա:

### **Ցենտրոմերներ, ցենտրոսոմներ և ցենտրիոլներ**

Ցենտրոմերն անհրաժեշտ է քրոմատիդների բաժանման համար միտոզի ժամանակ: Այն երևում է սեղմվածքի տեսքով (նկար 5.2 և նկար 5.3) և իլիկի միկրոխոդովակների միացման տեղամասն է: Մետաֆազի ընթացքում

յուրաքանչյուր քրոմոսոմ իր ցենտրոսոմում ունի երկու կինետոխոր՝ ամեն մի քրոմատիդի վրա մեկական (նկար 5.10): Դրանք կազմված են սպիտակուցի մոլեկուլներից, որոնք հատուկ կապվում են ցենտրոմերում գտնվող ԴՆԹ-ին, ինչպես նաև միկրոխոդովակներին: Միկրոխոդովակների փնջերը, որոնք կոչվում են իլիկի թելիկներ, միտոզի ժամանակ կինետոխորներից ձգվում են դեպի իլիկի բևեռները: Կինետոխորների կառուցումն սկսվում է նախքան կորիզի բաժանման սկսվելը (բջջային ցիկլի S փուլի ժամանակ), իսկ բաժանումից հետո դրանք նորից անհետանում են:

Տվյալ կինետոխորին կցված միկրոխոդովակները քաշում են կինետոխորը դեպի բևեռ՝ հետևից տանելով դրա քրոմատիդի մնացած մասը: Սա տեղի է ունենում միկրոխոդովակների կարճացման միջոցով և՛ բևեռի կողմից, և՛ կինետոխորի կողմից:

Իլիկի բևեռներն այնտեղ են, որտեղ տեղակայված են ցենտրոսոմները, յուրաքանչյուր բևեռում մեկական: Ինչպես նշվեց Գլուխ 1-ում, ցենտրոսոմը կենդանական բջիջներում գտնվող օրգանոիդ է, որը հանդես է գալիս որպես միկրոխոդովակների հավաքման կենտրոն (ՄԽՀԿ) իլիկի կառուցման համար: Յուրաքանչյուր ցենտրոսոմ բաղկացած է մի գույգ ցենտրիոլից, որոնք շրջապատված են մեծ քանակությամբ սպիտակուցներով: Այդ սպիտակուցներն են, որ կարգավորում են միկրոխոդովակների արտադրությունը և ոչ թե ցենտրիոլները: Բուսական բջիջներում միտոզը տեղի է ունենում առանց ցենտրոսոմների:

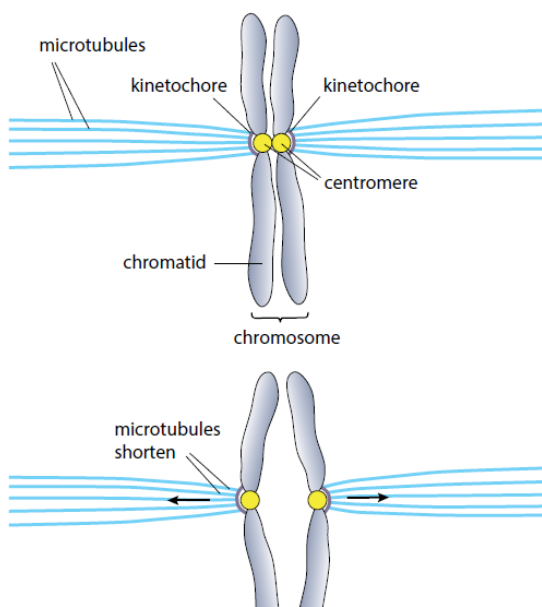


Figure 5.10 Role of the centromere, kinetochores and microtubules during mitosis.

միկրոխոդովակներ

կինետոխոր կինետոխոր

ցենտրոմեր

քրոմատիդ

քրոմոսոմ

միկրոխոդովակները կարճանում են

**Նկար 5.10.** Ցենտրոմերի, կինետոխորների և միկրոխոդովակների դերը միտոզի ժամանակ:



## Միտոզի կենսաբանական նշանակությունը

■ **Աճ.** Ձևավորված երկու դուստր բջիջներն ունեն նույնքան քրոմոսոմ, որքան ծնողական բջիջը, և գենետիկորեն նույնական են (պատճեն): Սա հնարավոր է դարձնում բազմաբջիջ օրգանիզմների աճը միաբջիջ զիգոտներից: Աճը կարող է տեղի ունենալ ամբողջ օրգանիզմով մեկ, ինչպես կենդանիների մոտ, կամ սահմանափակված լինել որոշակի տեղամասերով, ինչպես բույսերի գոյացնող հյուսվածքը (աճի տեղերը):

■ **Բջիջների փոխարինում և հյուսվածքների նորոգում.** Սա հնարավոր է միտոզի օգնությամբ, որին հետևում է բջջի բաժանումը: Բջիջները շարունակաբար մահանում և փոխարինվում են նույնական բջիջներով: Մարդու օրգանիզմում, օրինակ, բջիջների փոխարինումը առանձնակի արագ է տեղի ունենում մաշկում և աղիների պատերում: Որոշ կենդանիներ ի վիճակի են վերականգնել մարմնի ամբողջական մասեր, օրինակ, ծովաստղը կարող է վերականգնել նոր թևեր:

■ **Անսեռ բազմացում:** Միտոզը անսեռ բազմացման հիմքն է՝ տեսակների նոր առանձնյակների առաջացումը մեկ ծնողական օրգանիզմից: Սերունդը գենետիկորեն նույնական է ծնողներին: Անսեռ բազմացումը կարող է տարբեր ձևերի լինել: Այնպիսի միաբջիջ օրգանիզմների համար, ինչպիսին *Amoeba*-ն է, բջջի բաժանման անխուսափելի արդյունքը վերարտադրությունն է: Բազմաբջիջ օրգանիզմների դեպքում նոր առանձնյակները ծնողից կարող են առաջանալ տարբեր եղանակներով (նկար 5.11): Բողբոջելը հատկապես բնորոշ է բույսերին, սա վեգետատիվ բազմացման առավել տարածված ձևն է, որի ժամանակ ցողունի որևէ մասում գտնվող բողբոջից պարզապես աճում է նոր բույս: Նոր բույսը, ի վերջո, առանձնանում է ծնողից և ապրում ինքնուրույն կյանքով: Բողբոջը կարող է լինել ձևառող կառուցվածքի, օրինակ՝ սոխարմատի կամ պալարի մասը: Մի բջջից կամ բջիջների փոքր խմբից ամբողջական օրգանիզմներ ծնելու կարողությունը կարևոր է կենսատեխնոլոգիայի և գենային ճարտարագիտության բնագավառներում և հանդիսանում է կլոնավորման հիմքը:



Figure 5.11 a Asexual reproduction by budding in *Hydra*

■ **Իմունային պատասխան.** B և T լիմֆոցիտների կլոնավորումը իմունային պատասխանի ժամանակ կախված է միտոզից (գլուխ 11):

**Նկար 5.11.ա.** Hydrae-ի անսեռ բազմացումը բողբոջման միջոցով(60x): Հիդրան ապրում է քաղցրահամ ջրերում և որսին բռնում է շոշափուկների օգնությամբ: Իր կողքից աճող բողբոջը գենետիկորեն նույնական է ծնողին և ի վերջո առանձնանում և ապրում է ինքնուրույն: Բ. Kalanchoe pinnata-ի անսեռ բազմացումը, որը գենետիկորեն նույնական նոր առանձնյակներ է արտադրում իր տերևների եզրերից:

## ՀԱՐՑ

### 5.2 Մարդու բջիջների միտոտիկ ցիկլում՝

- ա. որքա՞ն քրոմատիդ կա բջջում այն ժամանակ, երբ սկսվում է միտոզը,
- բ. որքա՞ն ԴՆԹ-ի մոլեկուլ կա,
- գ. որքա՞ն կինետոխոր կա,
- դ. որքա՞ն քրոմատիդ կա դուստր բջիջներից յուրաքանչյուրի կորիզում միտոզից և բջջի բաժանումից հետո,
- ե. որքա՞ն քրոմատիդ կա բջջի կորիզում ԴՆԹ-ի կրկնապատկումից հետո:

### Գործնական աշխատանք 1 «Միտոզ» թեմայով

#### Դասապլան

Առարկա	Կենսաբանություն	Ամսաթիվ	-----	Կիսամյակ	II	Դասարան	10 ա
Թեմա	<b>Միտոզ</b> <b>Գործնական աշխատանք</b>						
Օգտագործվող նյութեր	Մանրադիտակ, աշխատանքային թերթիկ, մանրապատրաստուկներ (տե՛ս գործնական աշխատանքի աշխատանքային թերթիկի «Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր բաժինը»)						
Ամբողջական պատկեր	Մովորողները ծանոթ են միտոզի փուլերին և այդ ընթացքում բջջում տեղի ունեցող գործընթացներին: Այս դասի ընթացքում փորձելու են ինքնուրույն պատրաստել մանրապատրաստուկ և ուսումնասիրել այն, մանրադիտակով դիտելու և ուսումնասիրելու են միտոզի տարբեր փուլերում գտնվող բջիջներ, հաշվելու են միտոտիկ ինդեքսը:						

<p><b>Դասի նպատակը</b></p>	<p><i>Միտոզի և բջջային ցիկլի մասին գիտելիքների կիրառմամբ միտոզի տարբեր փուլերում գտնվող բջիջներում ընթացող գործընթացների բացահայտման կարողությունների ձևավորում:</i></p>		
	<p><b>Ուսուցանման արդյունքներ, որոնք կփաստեն, որ ուսուցումը կայացել է</b></p>		
<p><b>Վերջնարդյունքներ</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Գծանկարների և մանրապատրաստուկների միջոցով բացատրել միտոզի գլխավոր փուլերի ընթացքում տեղի ունեցող գործընթացները և յուրաքանչյուր փուլում տեղի ունեցող փոփոխությունները բջջում:</i></li> <li>● <i>Մանրադիտակների օգտագործման հմտությունների զարգացում՝ ներառյալ միկրոմետրի կիրառման անհրաժեշտության բացատրությունը:</i></li> <li>● <i>Չափված արժեքների օգտագործում՝ բջիջների իրական չափը հաշվելու համար:</i></li> <li>● <i>Միտոտիկ ինդեքսի հաշվարկ՝ փորձի ընթացքում գրանցված արժեքների օգտագործմամբ:</i></li> <li>● <i>Քրոմոսոմների ներկման տեխնիկայի վերաբերյալ գիտելիքների զարգացում:</i></li> </ul>		
<p><b>Գործողություններ (ժամ/տևողություն)</b></p>	<p><b>Ուսումնական գործունեություն</b></p> <p><i>Աշակերտներ</i></p>	<p><b>Տարբերակում և ռազմավարություններ</b></p> <p><i>Ուսուցիչ</i></p>	<p><b>Առանցքային հարցեր</b></p>
<p><i>~ 10 րոպե</i></p> <p><b>Նախապատրաստում/դասի ընթացքի նկարագրություն</b></p>	<p><i>Ողջունում են ուսուցչին:</i></p> <p><i>Նշումներ են անում դասի ընթացքի վերաբերյալ:</i></p>	<p><i>Ուսուցիչը ողջունում է աշակերտներին:</i></p> <p><i>Ներկայացնում է տվյալ դասի փուլերը:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Գործնական աշխատանք</i></li> <li>- <i>Տվյալների գրանցում</i></li> <li>- <i>Հաշվարկներ</i></li> </ul> <p><i>Սովորողներին տրամադրում է գործնական աշխատանքի համար անհրաժեշտ նյութերն ու աշխատանքային</i></p>	

<p>~ 10 րուպե</p> <p><b>Ծանոթացում գործնական աշխատանքին</b></p>	<p>Լսում են:</p>	<p><i>թերթիկները:</i></p> <p><i>Բացատրում է հանձնարարությունը:</i></p> <p><i>Հարցադրումներով հակիրճ ամփոփում է փորձի ընթացքը:</i></p>	
<p>~25 րուպե</p> <p><b>Գործնական աշխատանք</b></p>	<p><i>Սովորողները ծանոթանում են աշխատանքային թերթիկին, հակիրճ ներկայացնում են փորձի ընթացքը:</i></p> <p><i>Սովորողներն աշխատում են ինքնուրույն կամ զույգերով:</i></p> <p><i>Կատարում են փորձը, գրանցում են ստացված տվյալները, նկարում են մանրադիտակով իրենց դիտած բջիջները, կատարում են աշխատանքային</i></p>	<p><i>Շրջում է կենսաբանության լաբորատորիայում, ուղղորդում է սովորողներին, պատասխանում է անհասկանալի հարցերին՝ անհատապես մոտենալով հարց տվողին:</i></p>	

<p><i>~ 5 րոպե</i></p> <p><b>Անփոփում</b></p>	<p><i>թերթիկում առաջադրված հաշվարկները:</i></p> <p><i>Նշումներում անհրաժեշտ է ներառել նաև դասընկերների հաշվարկների արդյունքում ստացած միտոտիկ ինդեքսների արդյունքները (տնային աշխատանքի համար):</i></p> <p><i>Անդրադարձ գործնական աշխատանքի քայլերին:</i></p>		
<p><b>Եզրույթներ</b></p>	<p><i>Սովորողները կիրառում են դասի հիմնական եզրույթները.</i></p> <p><i>բջջային ցիկլ, միտոզ, պրոֆազ, պրոմետաֆազ, մետաֆազ, անաֆազ, թելոֆազ, կարիոկինեզ, ցիտոկինեզ, միտոտիկ ինդեքս, միկրոմետր:</i></p>		
<p><b>Միջառարկայակա ն կապեր (մաթեմատիկա)</b></p>	<p><i>Միտոտիկ ինդեքսի հաշվարկ:</i></p> <p><i>Բջջի իրական չափերի հաշվարկ:</i></p> <p><i>Բջջային ցիկլի փուլերի ընթացքի հարաբերական հաշվարկ:</i></p>		
<p><b>Համագործակցայի ն և հաղորդակցական հմտությունների ձևավորում</b></p>	<p><i>Այն սովորողները, որոնք լավ պատկերացնում են միտոզը և դրա փուլերը, զույգերով աշխատանքի ընթացքում օգնում են մյուս սովորողներին:</i></p> <p><i>Քննարկման և զույգերով աշխատանքի արդյունքում զարգանում են սովորողների համագործակցային և հաղորդակցական հմտությունները:</i></p>		

<b>Գնահատում</b>	<i>Ուսուցիչը դասի ավարտին տրված հարցերի միջոցով ընդհանուր պատկերացում է կազմում, թե որքան են սովորողները յուրացրել մատուցվող նյութը և կատարում է անդրադարձ՝ հաջորդ դասը համապատասխան կառուցելու համար:</i>
<b>Տնային աշխատանք</b>	<i>Սովորողները տանը գրավոր պատասխանում են աշխատանքային թերթիկի վերջում գրված հարցերին:</i>
<b>Դասին անդրադարձ</b>	<i>Դասի ընթացքի և սովորողների առաջադիմության վերլուծություն: Կարիքների և խնդիրների վերհանում: Ըստ ուսուցչի՝ ինչը չհաջողվեց, ինչն ունի փոփոխության կարիք և ինչը հաջողվեց: Ուսուցիչը, հիմնվելով այս վերլուծության վրա, կառուցում է նոր դասը:</i>

## Աշխատանքային թերթիկ

Անուն, ազգանուն \_\_\_\_\_

Դասարան \_\_\_\_\_

Ամսաթիվ \_\_\_\_\_

## ԹԵՄԱ՝ Սոխի արմատի գազաթի բջիջների միտոզի ուսումնասիրությունը

### Ներածություն

Այս գործնական աշխատանքի ընթացքում կուսումնասիրեն **բջջի բաժանումը միտոզի եղանակով**: Բուսական բջիջներում միտոզը տեղի է ունենում **մերիստեմ** կոչվող հյուսվածքում, որը գտնվում է աճող արմատի և ցունի գազաթին, ինչպես նաև քսիլեմի և ֆլոեմի արանքում գտնվող կամբիումի շերտում: Մերիստեմի բջիջները տարբերակված չեն:



Այս փորձի ընթացքում կպատրաստեն և կուսումնասիրեն սոխի արմատի գազաթի մերստեմային հյուսվածքի բաժանվող բջիջները և կհաշվեն բջիջների միտոտիկ ինդեքսը՝ բջիջների տվյալ պոպուլյացիայում միտոզով բաժանվող բջիջների քանակի և բջիջների ընդհանուր քանակի հարաբերակցությունը:

---

## Վերջնարդյունքներ

- Դու կպատրաստես սոխի արմատի մերիստեմային հյուսվածքի ժամանակավոր մարնապատրաստուկ:
  - Կօգտագործես մանրադիտակ՝ սոխի արմատի գագաթի՝ բջջային ցիկլի տարբեր փուլերում գտնվող բջիջներ ուսումնասիրելու, հայտնաբերելու և գծապատկերելու համար:
  - Կչափես այդ բջիջներից մի քանիսի չափերը:
  - Կհաշվես սոխի արմատի գագաթի մերիստեմային հյուսվածքի միտոտիկ ինդեքսը մանրադիտակային պատկերի տվյալ հատվածում:
- 

## Անվտանգություն

- 1Մ-ոց աղաթթուն գրգռիչ հատկություն ունի: Այդ նյութով աշխատելիս պաշտպանիչ ակնոց կրիր:
  - Տոլուիդին կապույտը վտանգավոր է և կարող է ներկել մաշկը և հագուստը: Այդ նյութով աշխատելիս գործածիր պաշտպանիչ ակնոց և ձեռնոց:
  - Զգույշ աշխատիր կտրող ու ծակող գործիքներով (մկրատ, ասեղ):
- 

## Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր

Յուրաքանչյուր աշակերտի համար՝

- Պաշտպանիչ ակնոց
- Ձեռնոց
- 250 սմ<sup>3</sup> անոթ
- 2 x սրվակ, որոնք բավականաչափ մեծ են՝ արմատակալած սոխը պահելու համար
- 100 սմ<sup>3</sup> անոթում աղաթթվի 1Մ-ոց լուծույթ
- 3 x 3սմ<sup>3</sup> պիպետ
- 3 օրական արմատակալած սոխ
- Տախտակ, որի վրա կարելի է կտրել սոխի արմատը
- Ունեղի
- 250 սմ<sup>3</sup> ջրով լի անոթ (ողողելու համար)
- Տոլուիդին կապույտի 1%-անոց լուծույթ
- Մկրատ
- Առարկայակիր ապակի
- Ծածկապակի
- Ասեղ
- Անձեռոցիկ
- Մանրադիտակ (100-400X խոշորացմամբ)
- Ժամանակացույց



## Դասարանի համար՝

- 40°C ջրային բաղնիք
- Միկրոմետր
- Պատրաստի մանրապատրաստուկներ (միտոզի տարբեր փուլերը համեմատելու համար)

---

## Հնարավոր ռիսկերը

- Հնարավոր է, որ սովորողների պատրաստած մանրապատրաստուկների վրա միտոզի փուլերը լավ նկատելի չլինեն:
- Արմատի լայնական կտրվածք անելը փորձարարական հմտություններ է պահանջում, որը կարող է դժվարություն առաջացնել:

Այդ պարագայում դասի ընթացքը բնականոն շարունակելու համար ուսուցիչը տրամադրում է պատրաստի մանրապատրաստուկներ:

## Փորձի ընթացքը

### *Արմատի նախնական մշակումը*

1. Պիպետի օգնությամբ սրվակի կեսը լցրու 1Մ-ոց աղաթթվի (HCl) լուծույթով:
2. Սրվակը տեղավորիր 250 սմ<sup>3</sup> ապակե անոթում, որի մեջ 1սմ-ի չափով ջուր է լցված:
3. Այդ ամբողջը միասին տեղավորիր 40°C ջրային բաղնիքում մոտ 15 րոպե, որպեսզի թթվի ջերմաստիճանը հավասարվի ջրային բաղնիքի ջերմաստիճանին:
4. Փայտիկի օգնությամբ արմատակալած սոխը տեղավորիր սրվակի վրա այնպես, որ արմատները գտնվեն թթվի մեջ:
5. Սպասիր 5 րոպե:
6. 5 րոպե անց փայտիկի օգնությամբ արմատակալած սոխը հանիր աղաթթվի լուծույթից, աղաթթվի սրվակը ծածկիր ապակե կափարիչով, իսկ սոխի արմատները ողողիր ծորակի ջրով:

### *Արմատի ներկումը*

7. Մկրատի օգնությամբ արմատի գագաթից կտրիր 3 մմ-անոց հատված, դիր ապակե փոքր ափսեի վրա:
8. Արմատի կտրված հատվածին ավելացրու 1 կաթիլ 1%-անոց տոլուիդին կապույտ ներկանյութ:
9. Սպասիր 2 րոպե, մինչև արմատը ներկվի:

10. Պիպետով հեռացրու ավելցուկ ներկանյութը և արմատը ողողիր ծորակի ջրով՝ օգտագործելով պիպետ:

***Մանրապատրաստուկի պատրաստումը***

11. Ունելու օգնությամբ արմատի գագաթը զգուշորեն տեղափոխիր առարկայակիր ապակու վրա:
12. Արմատի վրա ավելացրու 1 կաթիլ ջուր և ասեղի օգնությամբ արմատը զգուշորեն տարածիր առարկայակիր ապակու վրա:
13. Զգուշորեն ծածկիր ծածկապակիով՝ հնարավորինս քիչ պղպշակներ առաջացնելով:
14. Անձեռոցիկի միջոցով զգուշորեն մաքրիր ծածկապակուց դուրս մնացած հեղուկը:
15. Ավելորդ տեղաշարժից խուսափելու համար բութ մատով նրբորեն սեղմիր ծածկապակին՝ արմատի գագաթը ճզմելու և տարածելու համար:

***Մանրապատրաստուկի ուսումնասիրությունը մանրադիտակով***

16. Մանրապատրաստուկն ուսումնասիրիր լուսային մանրադիտակով նախ 10x, հետո՝ 40x խոշորացմամբ:  
Մի քանի բույս ծախսիր, որպեսզի ուսումնասիրես քո պատրաստած մանրապատրաստուկը: Կտեսնես փոքր, քառակուսի բջիջներ, որոնք շարքերով են դասավորված: Դրանք արտահայտված վակուոլներ կամ հաստ բջջապատեր չունեն:



(Նկարը՝ Puntasit Choksawatdikorn-ի)

17. Երբ տեսնես այնպիսի բջիջներ, որոնք բաժանվում են՝

a. Նկարիչի այդ բջիջները թղթի վրա՝ օգտագործելով A4 չափի թուղթ՝ յուրաքանչյուր երկու բջիջը նկարելու համար: Գտիր միտոզի տարբեր փուլերում գտնվող առնվազն 4 բջիջ ու չկիսվող 1 բջիջ և նկարիչը դրանք: Նկարներիդ վրա նշիր՝

- (i) բուսական հյուսվածքի տեսակը,
- (ii) մանրադիտակի խոշորացումը,
- (iii) բջջային ցիկլի փուլը, որում գտնվում է տվյալ բջիջը:

Այնուհետև մանրադիտակի և միկրոմետրի օգնությամբ չափիր քո ընտրած բջիջների երկարությունը:

b. Հաշվիր միտոտիկ ինդեքսը՝ օգտագործելով հետևյալ բանաձևը՝

$$\text{ՄԻՏՈՏԻԿ ԻՆԴԵՔՍ} = \frac{\text{ՏՎՅԱԼ ՀԱՏՎԱԾՈՒՄ ԲԶԻԶՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԸ}}{\text{ՏՎՅԱԼ ՀԱՏՎԱԾՈՒՄ ԲԶԻԶՆԵՐԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՔԱՆԱԿԸ}}$$

18. Հաշվիր տվյալ հատվածում բջջային ցիկլի յուրաքանչյուր փուլում գտնվող բջիջների տոկոսային պարունակությունը մանրապատրաստուկում:

**Տնային աշխատանքի հարցեր (ուսուցիչը որոշում է հարցերի քանակը և բարդությունը՝ հաշվի առնելով դասարանի առանձնահատկությունները)**

1. Բացատրիր, թե ինչու են արմատի գագաթի բջիջներ օգտագործվում այս փորձի համար:
2. Ինչո՞ւ է կարևոր մի քանի պրմատ օգտագործելը:
3. Արմատի գագաթներն ինչո՞ւ են 40°C-ում պահվում 1Մ-անոց աղաթթվի լուծույթի մեջ 5 րոպե:
4. Ինչո՞ւ են արմատի գագաթները դրվում տոլուիդինի լուծույթի մեջ 2 րոպե:
5. Ինչո՞ւ է անհրաժեշտ արմատի գագաթները զգույշ սեղմել ծածկապակիով ծածկելուց հետո:
6. Ի՞նչ կանես՝ բջիջների չափերը հնարավորինս ճիշտ գրանցելու համար:
7. Միտոտիկ ինդեքսը բաժանվող բջիջների քանակական արտահայտումն է: Քո ստացած միտոտիկ ինդեքսի արժեքները համեմատիր դասընկերներիդ ստացած արժեքների հետ:

Մտածիր հետևյալ հարցերի հնարավոր պատճառների մասին.

- (i) Քո և դասընկերներիդ ստացած միտոտիկ ինդեքսների նմանությունը:

(ii) Քո և դասընկերներիդ ստացած միտոտիկ ինդեքսների տարբերությունը:

8. Քանի որ քո մանրապատրաստուկը արմատի գագաթի մերիստեմում բջջի բաժանման մի ակնթարթ է, ի՞նչ կարող են հուշել 18-րդ քայլում հաշված տոկոսներն այն մասին, թե որքան ժամանակ են անցկացնում արմատի գագաթի մերիստեմի բջիջները բջջային ցիկլի յուրաքանչյուր փուլում: Բացատրիր պատասխանդ:
9. 18-րդ քայլում ստացած տոկոսների օգնությամբ կանխատեսիր, թե բջջային ցիկլի որ փուլն է ամենաերկարը տևում, և որն է ամենակարճը: Բացատրիր պատասխանդ:

## Գործնական աշխատանք 2 «Միտոզ» թեմայով

### Դասապլան

Առարկա	Կենսաբանություն	Ամսաթիվ	-----	Կիսամյակ	II	Դասարան
Թեմա	<b>Միտոզ</b>					
Օգտագործվող նյութեր	<i>Մահիկաշար, տեսանյութ, պրոյեկտոր, գրատախտակ, մարկերներ, մանրադիտակ, միտոզի տարբեր փուլերում գտնվող բջիջների մանրապատրաստուկներ կամ գունավոր նկարներ, աշխատանքային թերթիկ:</i>					
Ամբողջական պատկեր	<i>Աշակերտներն արդեն սովորել են բջջի բաժանման նշանակության մասին, ունեն ԴՆԹ-ի կրկնապատկման, քրոմոսոմների, բջջային ցիկլի և բջիջների աճի մասին գիտելիքներ: Այս դասի ընթացքում սովորողները պետք է ուսումնասիրեն միտոզի փուլերը և այդ ընթացքում բջջում տեղի ունեցող գործընթացները:</i>					
Դասի նպատակը	<i>Խորացնել միտոզի վերաբերյալ գիտելիքները: Քննարկել և բացատրել միտոզի կենսաբանական նշանակությունը:</i>					
	<b>Ուսուցանման արդյունքներ, որոնք կփաստեն, որ ուսուցումը կայացել է</b>					
Վերջնարդյունքներ	<i>Գծանկարների և մանրապատրաստուկների միջոցով բացատրել միտոզի գլխավոր փուլերի ընթացքում տեղի ունեցող գործընթացները և յուրաքանչյուր փուլում տեղի ունեցող փոփոխությունները բջիջում:</i>					

<b>Գործողություններ</b> <b>(Ժամ/տևողություն)</b>	<b>Ուսումնական գործունեություն</b>  <b>Աշակերտներ</b>	<b>Տարբերակում և ռազմավարություններ</b>  <b>Ուսուցիչ</b>	<b>Առանցքային հարցեր</b>
<p>~ 2 րոպե</p> <p><b>Նախապատրաստում/դասի ընթացքի նկարագրություն</b></p>          <p>~ 2 րոպե</p> <p><b>Մտազրոհ</b></p>	<p>Ողջունում են ուսուցչին:</p> <p>Նշումներ են անում դասի ընթացքի վերաբերյալ:</p>          <p>Մտածում են ուսուցչի հարցերի մասին: Կարճ քննարկում (օրինակ՝ խոսում է այն սովորողը, որը կանաչ քարտ է բարձրացրել):</p>	<p>Ուսուցիչը ողջունում է աշակերտներին:</p> <p>Ներկայացնում է տվյալ դասի փուլերը.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Տեսանյութի դիտում</li> <li>- Խմբային աշխատանք</li> <li>- Քննարկում</li> <li>- Դասի ամփոփում հարցերի միջոցով</li> </ul> <p>Ներկայացնում է հարցերը: (Այս հարցերի միջոցով ուսուցիչը նաև ստուգում է սովորողների մնացորդային գիտելիքը «Բջջի բաժանման նշանակությունը» թեմայից:)</p>	<p>- Երբեք մտածե՞լ եք, թե ինչպես է հնարավոր, որ մեկ բջջից մենք այսքան մեծ օրգանիզմ ենք դառնում, որը միլիարդավոր բջջիջներից է կազմված: Ի՞նչ էք կարծում, ինչպե՞ս է դա տեղի ունենում: (Բջջիջները պետք է բաժանվեն և շատանան, որպեսզի կազմավորեն հյուսվածքներ և օրգաններ: Ձարգացման ընթացքում շատ գործընթացներ են տեղի ունենում, բայց ամենակարևորը բջջի բաժանումն է, քանի որ դրա շնորհիվ են բջջիջները շատանում:)</p>

<p>~6 րոպե Տեսանյութի դիտում</p>	<p>Դիտում են տեսանյութը:</p>	<p>Ցուցադրում է միտոզի փուլերի վերաբերյալ հետևյալ տեսանյութը.  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=C6hn3sA0ip0">https://www.youtube.com/watch?v=C6hn3sA0ip0</a></p>	
<p>~ 12 րոպե Խմբային աշխատանք</p>	<p>Աշակերտները բաժանվում են խմբերի և աշխատում են խմբերով:</p>	<p>Աշակերտներին բաժանում է 4 խմբերի (ցանկալի է խմբերն այնպես կառուցել, որ շատ հմտություններ ունեցող և ավելի քիչ հմտություններ ունեցող սովորողներ լինեն միևնույն խմբում)՝ օգտագործելով նախապես պատրաստված թղթիկներ աշակերտների անուններով (կամ աշակերտները հաշվում են 1-4 նն):</p> <p>Բացատրում է հանձնարարությունը:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Տրված նկարների վրա գրել, թե բաժանվող բջջերը միտոզի որ փուլում են գտնվում:</li> <li>- Մանրադիտակի տակ գտնել միտոզի տարբեր փուլերում գտնվող բջջեր:</li> <li>- Նշումներ անել միտոզի յուրաքանչյուր փուլում</li> </ul>	

<p>~ 15 րոպե Քննարկում</p>	<p>Յուրաքանչյուր խմբից մեկ սովորող ներկայացնում է իր խմբին բաժին ընկած մասը: Ներկայացումը սկսվում է պրոֆազից և ավարտվում թելոֆազով:</p> <p>Ընթացքում կարող են ձեռք կամ կանաչ քարտ բարձրացնել ու խոսել</p>	<p>բջջում տեղի ունեցող փոփոխությունների մասին: Եթե որևէ խմբից ինքնակամ որևէ մեկը չի ուզում ներկայացնել թեման, ուսուցիչը կարող է ինքը որոշել, օրինակ՝ գնդակ նետելով կամ փայտիկ քաշելով, որի վրա նշված են աշակերտների անունները:</p> <p>Որևէ խմբի ներկայացուցչի էլույթի ժամանակ այդ խմբից որևէ մեկը թերթում է նաև սահիկաշարը՝ ցուցադրելով համապատասխան սահիկները:</p> <p>Լսում է աշակերտների պատասխանները, հարցերով փորձում ուղղորդել կամ ուղղումներ անել:</p> <p>Ուսուցիչը հարցերով ամփոփում է դասը՝ հարցերը ցուցադրելով պրոյեկտորի օգնությամբ:</p>	
--------------------------------	---	--	--

<p>~ 8 րոպե Անփոփում</p>	<p>այլ սովորողներ ևս, որոնք ներկայացման ավարտից հետո լրացում կամ որևէ հետաքրքիր միտք ունեն:</p> <p>Աշակերտները լրացնում են աշխատանքային թերթիկը և հանձնում ուսուցչին: Եթե կա ժամանակ, կարելի է զույգերով փոխանակել և ստուգել:</p>	<p>Աշակերտներին բաժանում է աշխատանքային թերթիկներ:</p> <p>Սովորողների պատասխաններից ընդհանուր պատկերացում է կազմում դասի յուրացման մակարդակի մասին՝ հաջորդ դասը համապատասխան կերպով նախագծելու համար:</p>	<p>Առաջարկվում է նաև հարց ու պատասխան. ուսուցիչը ցուցադրում է բազմակի ընտրությամբ հարցեր, իսկ աշակերտները անհատական փոքր գրատախտակների վրա նշում են ճիշտ պատասխանը և ցուցադրում ուսուցչին:</p> <p>Կամ կարելի է օգտագործել SS տարբեր ծրագրերով (quiz, google form և այլն) հարցաթերթիկներ:</p>
------------------------------	---	---	--



<p><b>Եզրույթներ</b></p> <p><b>Միջառարկայական կապեր (հայոց լեզու)</b></p>	<p><i>Սովորողները դասը ներկայացնելիս կիրառում են դասի հիմնական եզրույթները.</i></p> <p><b>բջջային ցիկլ, միտոզ, պրոֆազ, պրոմետաֆազ, մետաֆազ, անաֆազ, թելոֆազ, կարիոկինեզ, ցիտոկինեզ:</b></p> <p><i>Դասը նպաստում է գրավոր խոսքի գրագիտությանը, քանի որ սովորողները նշումներ են անում, ինչպես նաև սովորողների բառապաշարի ավելացմանը, քանի որ ներկայացվում են նոր եզրույթներ և հասկացություններ:</i></p> <p><i>Սովորողը պետք է կարողանա օգտագործել կենսաբանության մասին գիտելիքը բջջային ցիկլին առնչվող գծապատկերներից և նկարներից ստացված տեղեկությունը գրագետ ներկայացնելու համար:</i></p>
<p><b>Համագործակցային և հաղորդակցական հմտությունների ձևավորում</b></p>	<p><i>Այն սովորողները, որոնք լավ պատկերացնում են միտոզը և դրա փուլերը, խմբային աշխատանքի ընթացքում օգնում են մյուս սովորողներին:</i></p> <p><i>Քննարկման և խմբային աշխատանքի շնորհիվ զարգանում են սովորողների համագործակցային և հաղորդակցական հմտությունները:</i></p>
<p><b>Գնահատում</b></p>	<p><i>Ուսուցիչը դասի ավարտին տրված հարցերի միջոցով ընդհանուր պատկերացում է կազմում, թե որքանով են սովորողները յուրացրել մատուցվող նյութը, և կատարում է անդրադարձ՝ հաջորդ դասը համապատասխան կերպովն կառուցելու համար:</i></p>
<p><b>Տնային աշխատանք</b></p>	<p><i>Սովորողները, օգտվելով առաջարկվող նյութերից, տանն ամփոփում են միտոզի գործընթացը, վերհիշում են միտոզի փուլերը և այդ ժամանակ բջջում տեղի ունեցող փոփոխությունները՝ կատարելով նշումներ, որպեսզի հաջորդ դասին կարողանան ուսումնասիրել սոխի արմատի ծայրի բջիջների մանրապատրաստուկը:</i></p>
<p><b>Դասին անդրադարձ</b></p>	<p><i>Դասի ընթացքի և սովորողների առաջադիմության վերլուծություն:</i>  <i>Կարիքների և խնդիրների վերհանում: Ըստ ուսուցչի՝ ինչը չաշխատեց, ինչն ունի փոփոխության կարիք և ինչը հաջողվեց: Ուսուցիչը, հիմնվելով այս</i></p>

վերլուծության վրա, կառուցում է նոր դասը:

### Աշխատանքային թերթիկ

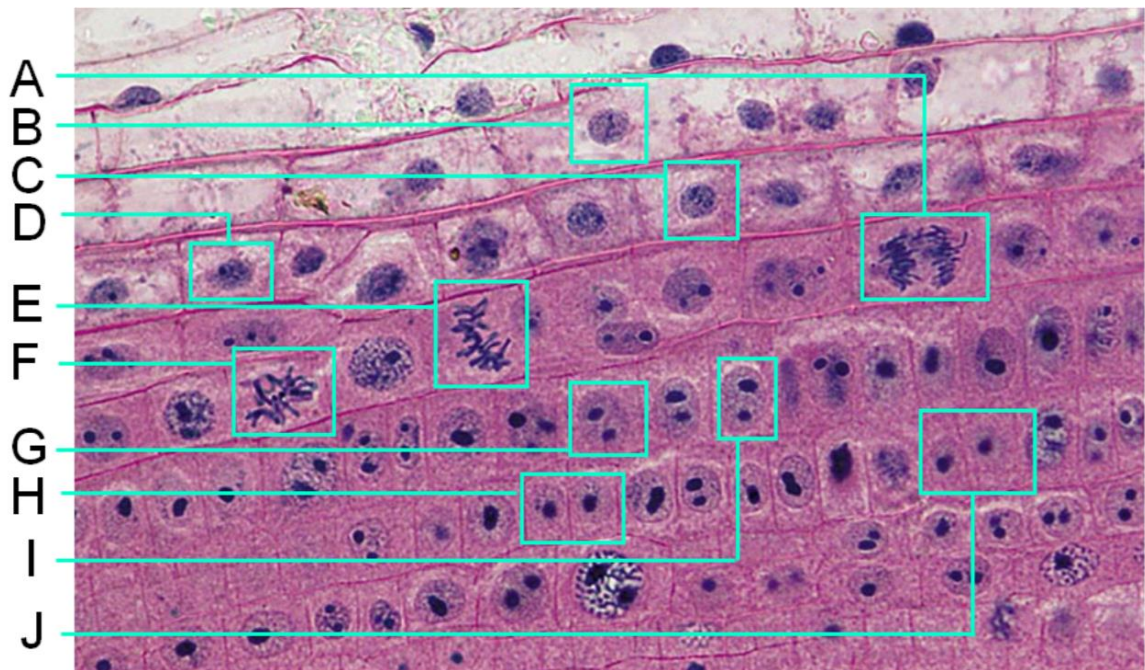
Անուն, ազգանուն \_\_\_\_\_

Դասարան \_\_\_\_\_

Ամսաթիվ \_\_\_\_\_

Թեմա՝ «Բջջային ցիկլ, միտոզ»

Ուսումնասիրիր լուսային մանրադիտակով արված սոխի արմատի ծայրի մանրապատկերը և աղյուսակում «✓»-ով նշիր, թե յուրաքանչյուր տառին համապատասխանող բջիջը բջջային ցիկլի որ փուլում է գտնվում:



Բջիջ	Բջջի աճը (Ինտերֆազ)	Միտոզ Կորիզի կիսումը՝ կարիոկինեզ				Ցիտոպլազմայի կիսումը՝ ցիտոկինեզ
		Պրոֆազ	Մետաֆազ	Անաֆազ	Թելոֆազ	
A						

B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						
J						

**Ճիշտ պատասխանները՝**

Բջիջ	Բջջի աճը (Ինտերֆազ)	Միտոզ				Ցիտոպլազմայի կիսումը՝ ցիտոկինեզ
		Պրոֆազ	Մետաֆազ	Անաֆազ	Թելոֆազ	
A				✓		
B		✓				
C		✓				
D	✓					
E			✓			
F			✓			
G					✓	
H						✓
I					✓	

J						✓
---	--	--	--	--	--	---

**Գործնական աշխատանք**

*Միտոզի հետազոտություն արմատի ծայրապատյանի կտրվածքի օգնությամբ*

**Ընդհանուր տեղեկություն**

Բույսերի աճը տեղի է ունենում որոշակի տեղամասերում, որոնք հայտնի են որպես գոյացնող հյուսվածքներ: Ուսումնասիրելու համար հարմար օրինակ է արմատի ծայրի գոյացնող հյուսվածքը: Այն գտնվում է պաշտպանիչ արմատապատյանի անմիջապես հետևում: Այս գոյացնող հյուսվածքում կա բջջի բաժանման գոտի, որը պարունակում է միտոզի գործընթացում գտնվող փոքր բջիջներ:

Դու կարող ես ուսումնասիրել արմատի ծայրապատյանի պատրաստուկներ: Կարող ես պատրաստել նաև սեփական ժամանակավոր պատրաստուկներն առարկայակիր ապակու վրա: Բուսական նյութի բարակ կտորներ կտրելը բավականին բարդ է, սակայն դրա կարիքը չի լինի, եթե օգտվես մանրացման եղանակից: Դրա համար արմատի ծայրապատյանը ներկում են, ապա զգուշությամբ մանրացնում: Այդ կերպ բջիջները տարածվում են բարակ շերտով, որտեղ պարզ երևում են առանձին բաժանվող բջիջները:

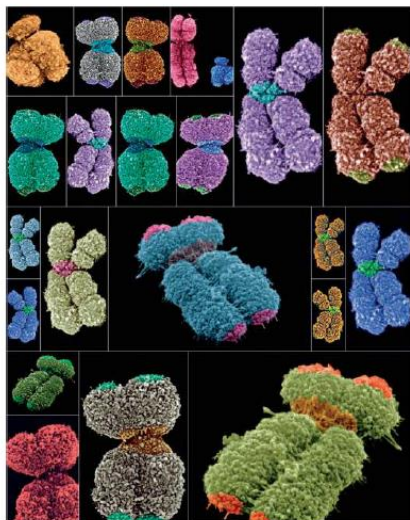
**Փորձի ընթացքը**

Փորձի համար հարմար նյութ է սխտորի, սոխի, ընդավոր լոբու և արևածաղկի արմատապատյանը: Սոխարմատները կամ սերմերը կարելի է աճեցնել դրանք ջրի վրա գնդասեղի օգնությամբ կախված վիճակում պահելով մեկ կամ երկու շաբաթվա ընթացքում: Արմատապատյանը (մոտ 1 սմ) հեռացվում է և դրվում համապատասխան ներկի մեջ, օրինակ՝ տաք, թթվեցված քացախօրսեինի: Դա քրոմոսոմները ներկում է մուգ մանուշակագույն: Ներկված արմատապատյանը կարելի է մանրացնել և դարձնել բջիջների շերտ առարկայակիր ապակու վրա՝ օգտվելով բութ գործիքից, ինչպես օրինակ՝ ամրացված ասեղի բռնակը:

Պետք է կարողանաս տեսնել ու նկարել այն բջիջները, որոնք նման են նկար 5.9-ում պատկերվածներին (սակայն ուշադրություն դարձրո՛ւ, որ նկար 5.9-ում պատկերված է արմատապատյանի երկայնակի **կտրվածքը** և ոչ թե մզվածքը): Օգտակար կլինի նաև օգտվել նկար 5.9-ից միտոզի տարբեր փուլերի մասին բացատրություններով ուղեկցվող նկարներ անելու համար:

## Թելոմերների նշանակությունը

Քրոմոսոմների ծայրերը «կնքված են» կառուցվածքներով, որոնք կոչվում են թելոմերներ (դրանք համեմատվում են կոշիկի քուղերի պլաստմասե ծայրերի հետ, տե՛ս նկար 5.12): Դրանք կազմված են ԴՆԹ-ի կարճ, հիմնային հաջորդականություններից, որոնք կրկնվում են բազմաթիվ անգամ (բազմակի կրկնվող հաջորդականություններ): Թելոմերներում ԴՆԹ-ի շղթաներից մեկը հարուստ է գուանին հիմքով (G), իսկ մյուսը՝ կոմպլեմենտար ցիտոզին հիմքով (C) (գլուխ 6): Դրանց հիմնական գործառույթը ԴՆԹ-ի կրկնապատկման ժամանակ մոլեկուլի ծայրերը ներառելն ապահովելն է այդ գործընթացում, որպեսզի դուրս չմնան: Կրկնապատկմանը մասնակցող ֆերմենտը չի կարող հասնել մինչև ԴՆԹ-ի ծայրը և ավարտել կրկնապատկումը: Այն կանգ է առնում ծայրից քիչ հեռու: (Հնարավոր չէ հասկանալ դրա պատճառն առանց կրկնապատկման մասին խոր գիտելիք ունենալու:) Եթե ԴՆԹ-ի որևէ մաս չի կրկնապատկվում, ապա տեղեկությունների այդ կտորը կորչում է: Ամեն հաջորդ բաժանման ժամանակ տեղեկությունների մեկ այլ փոքր հատված էլ է կորչում: Ի վերջո, կենսական կարևորություն ունեցող գեների կորուստը հանգեցնում է բջջի մահվան:



**Նկար 5.12.** Մարդու քրոմոսոմների սկանավորող էլեկտրոնային գունավոր մանրապատկեր, որտեղ երևում են քրոմոսոմների ծայրերին տեղակայված թելոմերները: Քրոմատիդներն ու ցենտրոմերները նույնպես պարզ տեսանելի են: Թելոմերները բաղկացած են ԴՆԹ-ի կարճ, կրկնվող հաջորդականություններից և սպիտակուցներից: Երբ բջիջները կրկնապատկվում ու ձերանում են, թելոմերներն աստիճանաբար կարճանում են: Բացառություն են ցողունային բջիջները:

### ՀԱՐՑԵՐ

5.3. Նկարի բջջի պարզ գծապատկեր, որը պարունակում է միայն մեկ զույգ քրոմոսոմ՝

ա. միտոզի մետաֆազում,

բ. միտոզի անաֆազում:

5.4. Նշի՛ր ցենտրոմերների **երկու** գործառույթ կորիզի բաժանման ժամանակ:

5.5. Պատրաստվել են հասուն մկան լյարդի բարակ հատվածներ և բջիջները ներկվել են քրոմոսոմները տեսանելի դարձնելու համար: Ուսումնասիրված նմուշում, որը բաղկացած էր 75000 բջջից, հայտնաբերվել է միտոզի գործընթացում գտնվող ինը բջիջ: Հաշվի՛ր լյարդի բջիջներում բջջային ցիկլի տևողությունը օրերով՝ ընդունելով, որ միտոզը տևում է մեկ ժամ:

Լուծումն այն է, որ ԴՆԹ-ն պետք է մի փոքր երկարացնել՝ նրան հիմքեր ավելացնելու միջոցով: Դրանք չեն պարունակում օգտակար տեղեկություն, սակայն թույլ են տալիս, որ կրկնապատկմանը մասնակցող ֆերմենտն ավարտի իմաստ պարունակող ԴՆԹ-ի կրկնապատկումը: Քանի դեռ լրացուցիչ հիմքեր ավելացվում են յուրաքանչյուր բջջային ցիկլի ընթացքում, ոչ մի կենսական տեղեկություն չի անհետանում, և բջիջը կարողանում է շարունակել բարեհաջող բաժանվել: Այս դերը կատարող ֆերմենտը կոչվում է թելոմերազ, որի կողմից ավելացվող լրացուցիչ ԴՆԹ-ն թելոմերն է: Թելոմերների հիմնական գործառույթը, հետևաբար, բջջի բաժանման ժամանակ գեների կորուստը կանխելը և բջջի շարունակական կրկնապատկումն ապահովելն է:

Ապացուցվել է, որ որոշ բջիջներ իրենց թելոմերների թիվը չեն «լրացնում» յուրաքանչյուր բաժանման ժամանակ: Դրանք սովորաբար ամբողջովին տարբերակված (մասնագիտացած) բջիջներն են: Յուրաքանչյուր բաժանման ընթացքում դրանց թելոմերները մի փոքր կարճանում են, մինչև որ կենսական կարևորություն ունեցող ԴՆԹ-ն այլևս պաշտպանված չի լինում և բջիջը մահանում է: Հնարավոր է, որ սա ձերացման մեխանիզմներից մեկն է, որի հետևանքով ձերանում և մահանում ենք մենք: Սա, անշուշտ, ենթադրում է, որ ինչ-որ կերպ թելոմերների կորուստը կանխելու միջոցով թերևս կկարողանանք դանդաղեցնել կամ նույնիսկ կանխել ձերացման գործընթացը:

### **Ցողունային բջիջներ**

Ցողունայինն այնպիսի բջիջ է, որը կարող է բաժանվել անսահմանափակ անգամ (միտոզի միջոցով): Երբ այն բաժանվում է, ամեն մի նոր բջիջ կարող է մնալ որպես ցողունային բջիջ կամ զարգանալով վերածվել (տարբերակվել) մասնագիտացած բջջի, օրինակ՝ արյան բջջի կամ մկանային բջջի: Բնային բջջի՝ տարատեսակ բջիջներ արտադրելու կարողության չափը փոփոխական է: Այն անվանում ենք բջջի **ունակություն**: Որևէ տեսակի բջիջ արտադրելու ունակ բնային բջիջները բնութագրվում են որպես **տոտիպոտենտ**: Բեղմնավորման ժամանակ ձվաբջջի հետ սերմնաբջջի միաձուլման արդյունքում ձևավորված զիգոտը տոտիպոտենտ է՝ ինչպես մարդու զարգացման ընթացքում 16-բջջից կազմված փուլում գտնվող

բջիջները: Դրանից հետո որոշ բջիջներ մասնագիտանում են՝ ձևավորելով ընկերքը, մինչդեռ մյուսները կորցնում են իրենց ունակությունը, սակայն կարող են սկիզբ տալ բոլոր այն բջիջներին, որոնք կհանգեցնեն սաղմի և ավելի ուշ հասուն մարդու զարգացմանը: Այս **սաղմնային ցողունային բջիջները** բնութագրվում են որպես **պլյուրիպոտենտ**:

Հյուսվածքների, օրգանների և համակարգերի զարգացմանը զուգընթաց բջիջները դառնում են ավելի ու ավելի մասնագիտացած: Հասուն մարդու օրգանիզմում կա ավելի քան 200 տարբեր տեսակի բջիջ:

Որքան ավելի են բջիջները «մտնում» իրենց որոշակի դերերի մեջ, այնքան ավելի են կորցնում բաժանվելու իրենց ունակությունը, մինչև որ հասուն մարդկանց մոտ բջիջների մեծ մասը չի բաժանվում: Սակայն աճի և նորոգման համար շատ կարևոր է, որ պահպանվեն ցողունային բջիջների փոքր պոպուլյացիաներ, որոնք կարող են արտադրել նոր բջիջներ: Հասուն ցողունային բջիջներն արդեն որոշ չափով կորցրել են սաղմնային ցողունային բջիջների հետ կապված պոտենցիան և այլևս պլյուրիպոտենտ չեն: Դրանք ի վիճակի են արտադրելու միայն մի քանի տեսակ բջիջներ և կարող են բնութագրվել որպես **մուլտիպոտենտ**: Օրինակ՝ այդ տեսակ բջիջներ են ոսկրածուծում գտնվող ցողունային բջիջները: Դրանք կարող են ցանկացած անգամ կրկնապատկվել, սակայն կարող են արտադրել միայն արյան բջիջներ, օրինակ՝ արյան կարմիր բջիջներ, մոնոցիտներ, նեյտրոֆիլներ և լիմֆոցիտներ: Արյան հասուն բջիջներն ունեն կյանքի համեմատաբար կարճ տևողություն, այնպես որ այդ ցողունային բջիջների գոյությունը շատ կարևոր է: Օրինակ՝ ամեն օր շուրջ 250 միլիարդ արյան կարմիր բջիջ և 20 միլիարդ արյան սպիտակ բջիջ է մահանում, և դրանք պետք է փոխարինվեն նորերով:

Հասուն մարդկանց մոտ ցողունային բջիջները գտնվում են ամբողջ օրգանիզմում, օրինակ՝ ոսկրածուծում, մաշկի մեջ, աղիներում, սրտամկանում և ուղեղում: Ցողունային բջիջների հետազոտության շնորհիվ բացահայտվել են որոշ հետաքրքիր բժշկական կիրառություններ: **Ցողունային բջիջների միջոցով բուժումը** վնասված հյուսվածքի մեջ նոր հասուն ցողունային բջիջների տեղադրումն է հիվանդությունը կամ վնասվածքը բուժելու համար: Ոսկրածուծի փոխպատվաստումն այս բուժման միակ ձևն է, որն անցել է փորձնական փուլը և դարձել սովորական բուժական պրակտիկա, սակայն հույս կա, որ ապագայում այն հնարավորություն կտա բուժելու շաքարախտը, մկանային և նյարդային վնասվածքները և ուղեղային այնպիսի խանգարումները, ինչպիսիք են Պարկինսոնի և Հանթինգտոնի հիվանդությունները: Փորձեր են արվել նաև լաբորատոր պայմաններում անջատված ցողունային բջիջներից նոր հյուսվածքներ կամ նույնիսկ օրգաններ աճեցնելու ուղղությամբ:

## Տե՛ս հղումը

Տեսանյութ միտոզի մասին

<https://drive.google.com/drive/folders/1ftfCdwdtDQqZCZeMBSpz20pWNq8k4WQV>

## Մեյոզ (3 ժամ)

### Գամետներ և սեռական ճանապարհով բազմացող օրգանիզմների կենսացիկլը

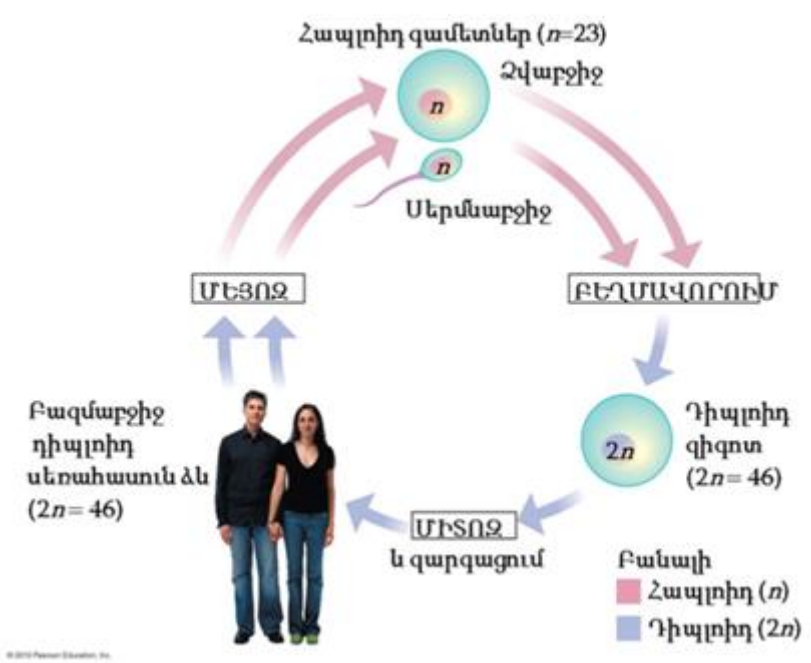
Բազմաբջիջ օրգանիզմների կենսացիկլը փուլերի այն հաջորդականությունն է, որը տևում է մի սերնդի սեռահասուն ձևերից մինչև մյուս սերնդի սեռահասուն ձևերը: Քրոմոսոմների երկու հավաքակազմ ունենալը, որոնցից յուրաքանչյուրը ժառանգվել է մի ծնողից, մարդկանց և սեռական ճանապարհով բազմացող մյուս բոլոր տեսակների կենսացիկլի առանցքային գործոնն է: **Նկար 8.12-ը** պատկերում է մարդու կենսացիկլը՝ նշելով քրոմոսոմների թիվը:

Մարդիկ, ինչպես նաև կենդանիների մեծ մասը և շատ բույսեր, համարվում են դիպլոիդ օրգանիզմներ, քանի որ մարմնի բոլոր բջիջները պարունակում են հոմոլոգ քրոմոսոմների զույգեր: Քրոմոսոմների ընդհանուր թիվը, որը մարդկանց մոտ 46 է, դիպլոիդ թիվն է, որը ներկայացվում է  $2n$  տեսքով: Բացառություն են ձևաբաժանող և սերմնաբջջերը, որոնք կոչվում են **գամետներ**: Յուրաքանչյուր գամետ, մեյոզի ժամանակ առաջանալով ձվարանում կամ սերմնարանում, ունի քրոմոսոմների մեկ հավաքակազմ՝ 22 աուտոսոմ և սեռական X կամ Y քրոմոսոմներ: Քրոմոսոմների մեկ հավաքակազմ ունեցող բջիջը կոչվում է հապլոիդ բջիջ. այն ունի քրոմոսոմների հոմոլոգ զույգի միայն մեկ անդամը: Մարդկանց մոտ հապլոիդ թիվը՝  $n$ -ը, 23 է:

Մարդու կենսացիկլում **բեղմնավորում** կոչվող գործընթացի ժամանակ հոր հապլոիդ սերմնաբջիջը միանում է մոր ձվաբջջին: Առաջացած բեղմնավորված ձվաբջիջը, որը կոչվում է **զիգոտ**, դիպլոիդ է: Այն ունի հոմոլոգ քրոմոսոմների երկու հավաքակազմ՝ յուրաքանչյուր ծնողից մեկական: Կենսացիկլն ավարտվում է այն ժամանակ, երբ զիգոտից զարգանում է սեռահասուն ձև: Բջջի միտոտիկ բաժանումը երաշխավորում է այն, որ մարդու մարմնի բոլոր մարմնական բջիջները ստանում են զիգոտի բոլոր 46 քրոմոսոմների կրկնօրինակը: Հետևաբար, քո մարմնի միլիարդավոր բջիջներից յուրաքանչյուրը կարող է միտոտիկ բաժանումների միջոցով հետ վերադառնալ ընդհուպ մինչև միաբջիջ զիգոտը, որն առաջացել էր քո ծնվելուց ինը ամիս առաջ, երբ քո հայրական սերմնաբջիջը միաձուլվեց քո մոր ձվաբջջին:

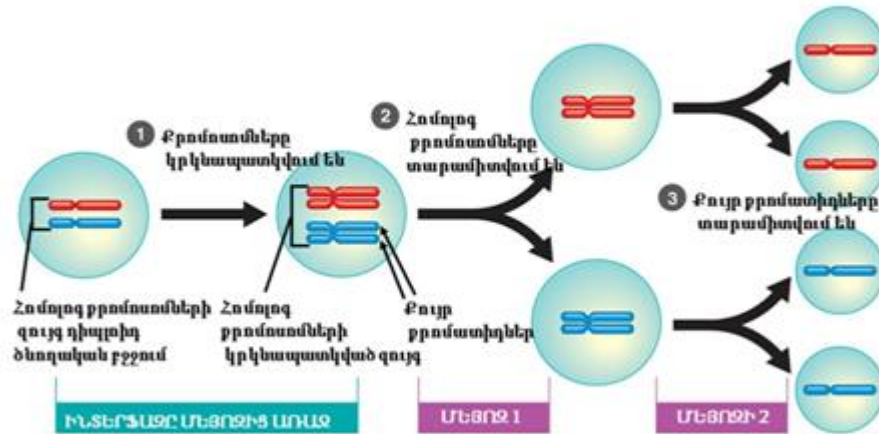


Բոլոր սեռական կենսացիկլերը ներառում են իրար հաջորդող դիպլոիդ և հապլոիդ փուլեր: Մեյոզով հապլոիդ գամետների առաջացումը թույլ չի տալիս, որ ամեն սերնդում քրոմոսոմների թիվը կրկնապատկվի: **Նկար 8.13-ում** պատկերված է հոմոլոգ քրոմոսոմների մեկ զույգ: **1.** Քրոմոսոմներից յուրաքանչյուրը կրկնապատկված է ինտերֆազի ժամանակ (միտոզից առաջ): **2.** Առաջին բաժանումը՝ մեյոզի 1-ին փուլը, հոմոլոգ զույգի երկու քրոմոսոմները հեռացնում է իրարից՝ փաթեթավորելով նրանց տարբեր (հապլոիդ) դուստր բջիջներում: Սակայն յուրաքանչյուր քրոմոսոմ դեռ կրկնապատկված է: **3.** Մեյոզի 2-րդ փուլը հեռացնում է իրարից քույր քրոմատիդները: Չորս դուստր բջջից յուրաքանչյուրը հապլոիդ է և պարունակում է հոմոլոգ զույգի միայն մեկ քրոմոսոմ:



**Նկար 8.12 Մարդու կենսացիկլը:** Յուրաքանչյուր սերնդում բեղմնավորման արդյունքում քրոմոսոմների թվի կրկնապատկումը փոխհաստուցվում է մեյոզի ժամանակ քրոմոսոմների թվի կիսմամբ:

## Մեյոզի հետևանքով առաջանում են հապլոիդ գամետներ



**Նկար 8.13** Ինչպես է քրոմոսոմների թիվը կիսվում մեյոզի ժամանակ:

## Մեյոզ

Մեյոզը, որի ժամանակ դիպլոիդ օրգանիզմներում արտադրվում են հապլոիդ դուստր բջիջներ, նման է միտոզին՝ բացառությամբ երկու առանձնահատկության: Առաջինն այն է, որ քրոմոսոմների թիվը կիսով չափ պակասում է: Մեյոզի ժամանակ իր քրոմոսոմները կրկնապատկած բջիջը ենթարկվում է երկու հաջորդական բաժանման, որոնք կոչվում են մեյոզի 1-ին և 2-րդ փուլ: Մեյոզի հետևանքով առաջացած չորս դուստր բջիջներն ունեն քրոմոսոմների հապլոիդ հավաքակազմ՝ մեկնարկային բջջի շատ քրոմոսոմների միայն կեսը, քանի որ երկու բաժանումներին հետևում է քրոմոսոմների մեկ կրկնապատկում:

Մեյոզի երկրորդ հիմնական տարբերությունը գենետիկ նյութի՝ հոմոլոգ քրոմոսոմների միջև քրոմոսոմների հատվածների փոխանակությունն է: Տրամախաչում կոչվող այսպիսի փոխանակությունը տեղի է ունենում մեյոզի առաջին պրոֆազի ժամանակ: Մենք ավելի ուշ կդիտարկենք տրամախաչումը առավել մանրամասն: Այժմ ուսումնասիրենք **Նկար 8.14-ը**՝ ներառյալ ստորև բերված տեքստը, որը մանրամասն նկարագրում է չորս քրոմոսոմ ունեցող կենդանական բջջի մեյոզի փուլերը:

Նկար 8.14-ն ուսումնասիրելիս հիշիր հոմոլոգ քրոմոսոմների և քույր քրոմատիդների տարբերությունը. հոմոլոգ զույգի երկու քրոմոսոմներն անհատական քրոմոսոմներ են, որոնք ժառանգվել են ծնողներից՝ մեկը մորից, մյուսը՝ հորից: Նկար 8.14-ում պատկերված քրոմոսոմների հոմոլոգ զույգի

անդամները ներկված են կարմիր և կապույտ գույներով՝ քեզ հիշեցնելու, որ նրանք այդպես են տարբերվում: Մեյոզից անմիջապես առաջ ինտերֆազի ժամանակ յուրաքանչյուր քրոմոսոմ կրկնապատկվում է՝ առաջացնելով քույր քրոմատիդներ, որոնք միասին են մնում մինչև մեյոզի 2-րդ փուլի անաֆազը: Քույր քրոմատիդները նույնական են և կրում են իրենց բոլոր գեների միևնույն տարբերակները մինչև տրամախաչման սկսվելը:

**Մտուզիչ հարց**

18 քրոմոսոմ ունեցող մի բջիջ ենթարկվում է մեյոզի և սերմնաբջիջ է արտադրում: Արդյունքում Պատասխան. *Չորս, ինը:*



## ԻՆՏԵՐՖԱԶ

Քրոմոսոմները կրկնապատկվում են:

Միտոզի նման մեյոզին նախորդում է ինտերֆազը, որի ժամանակ քրոմոսոմները կրկնապատկվում են, որից հետո յուրաքանչյուր քրոմոսոմ կազմված է երկու նույնական քույր քրոմատիդից:

### **Պրոֆազի 1-ին փուլը**

Քանի որ քրոմոսոմները պարուրված են, հատուկ սպիտակուցներ են ստիպում քրոմոսոմներին զույգերով միանալու: Առաջացած կառուցվածքն ունի չորս քրոմատիդ: Յուրաքանչյուր հավաքակազմում հոմոլոգ քրոմոսոմների քրոմատիդները համապատասխան հատվածներ են փոխանակում՝ «տրամախաչվում են»: Տրամախաչումը վերադասավորում է գենետիկ տեղեկությունը:

Քրոմոսոմները շարունակում են պարուրվել, առաջանում է բաժանման իլիկը, և հոմոլոգ զույգերը տեղաշարժվում են դեպի բջջի կենտրոն, քանի որ շարունակվում է պրոֆազի 1-ին փուլը:

### **Մետաֆազի 1-ին փուլը**

Մետաֆազի 1-ին փուլում հոմոլոգ զույգերը մեկ գծով դասավորված են բջջի կենտրոնի երկայնքով: Յուրաքանչյուր քրոմոսոմի քույր քրոմատիդները դեռ կպած են իրենց ցենտրոմերներով, որտեղ նրանք խարսխված են բաժանման իլիկի մանրախողովակներին: Ուշադրություն դարձրու, որ քրոմոսոմների յուրաքանչյուր զույգի մեկ հոմոլոգ քրոմոսոմին միացած բաժանման իլիկի մանրախողովակները գալիս են բջջի մեկ, իսկ մյուս քրոմոսոմին միացած մանրախողովակները՝ հակառակ բևեռից: Հոմոլոգ քրոմոսոմները այսպիսի դասավորվածությամբ հավասարակշռված են բջջի հակառակ բևեռներ տեղաշարժվելու համար:

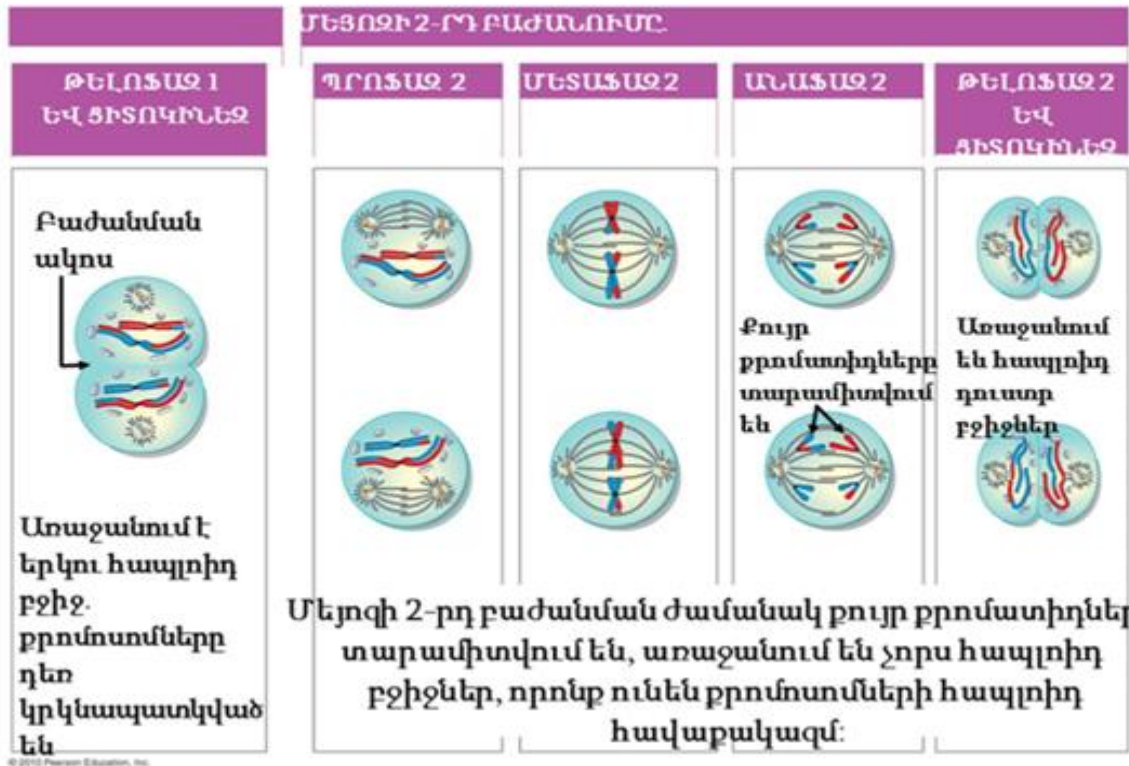
### **Անաֆազի 1-ին փուլը**

Յուրաքանչյուր զույգի հոմոլոգ քրոմոսոմների միացումը քանդվում է և քրոմոսոմներն այժմ տեղաշարժվում են դեպի բջջի հակառակ բևեռներ: *Ի տարբերություն միտոզի, քույր քրոմատիդները մասերի բաժանվելու փոխարեն տեղաշարժվում են զույգերով:* Նրանք հեռանում են ոչ թե իրարից, այլ իրենց հոմոլոգ զույգերից:

### **Թելոֆազի 1-ին փուլը և ցիտոկինեզը**

Թելոֆազի 1-ին փուլում քրոմոսոմները հասնում են բջջի բևեռներ: Երբ նրանք ավարտում են իրենց ճանապարհորդությունը, յուրաքանչյուր բևեռ

ունենում է քրոմոսոմների հապլոիդ հավաքակազմ՝ չնայած այն հանգամանքին, որ յուրաքանչյուր քրոմոսոմ դեռ կրկնապատկված վիճակում է: Մովորաբար, ցիտոկինեզն ընթանում է թելոֆազի 1-ին փուլին զուգահեռ և առաջանում է երկու հապլոիդ դուստր բջիջ:



Բջջի բաժանման հաջորդ փուլում քույր քրոմատիդները վերջապես հեռանում են իրարից, առաջանում է մեկական քրոմոսոմ պարունակող չորս հապլոիդ դուստր բջիջ:

### Մեյոզի 2-րդ փուլը

Մեյոզի 2-րդ փուլը էապես նույնն է, ինչ միտոզը: Ամենակարևոր տարբերությունն այն է, որ մեյոզի 2-րդ փուլը սկսվում է հապլոիդ բջջից, որը դրան նախորդող ինտերֆազի ժամանակ քրոմոսոմների կրկնապատկման չի ենթարկվել:

Պրոֆազի 2-րդ փուլում առաջանում է բաժանման իլիկը և քրոմոսոմներին տեղաշարժում է դեպի բջջի կենտրոն: Մետաֆազի 2-րդ փուլում քրոմոսոմները դասավորված են այնպես, ինչպես միտոզի ժամանակ՝ հակառակ բևեռներից եկող մանրախողովակները կպած են յուրաքանչյուր քրոմոսոմի քույր քրոմատիդներին: Անաֆազի 2-րդ փուլում քույր քրոմատիդների ցենտրոմերներն իրարից հեռանում են և յուրաքանչյուր գույգի քույր քրոմատիդները շարժվում են դեպի բջջի հակառակ բևեռներ: Թելոֆազի 2-րդ փուլում բջջի բևեռներում ձևավորվում են

կորիզները, զուգահեռ ընթանում է ցիտոկինեզը: Այժմ կա չորս դուստր բջիջ՝ յուրաքանչյուրը քրոմոսոմների մեկ հապլոիդ հավաքակազմով:

**Տե՛ս հղումը**

**Մուլտֆիլմ՝ մեյոզի մասին**

<https://.google.com/drive/folders/1Eco2GN43vhQhT3J3SDjpSu44acTt0PYN>

**Տեսանյութ՝ մեյոզի մասին**

<https://drive.google.com/drive/folders/1Eco2GN43vhQhT3J3SDjpSu44acTt0PYN>

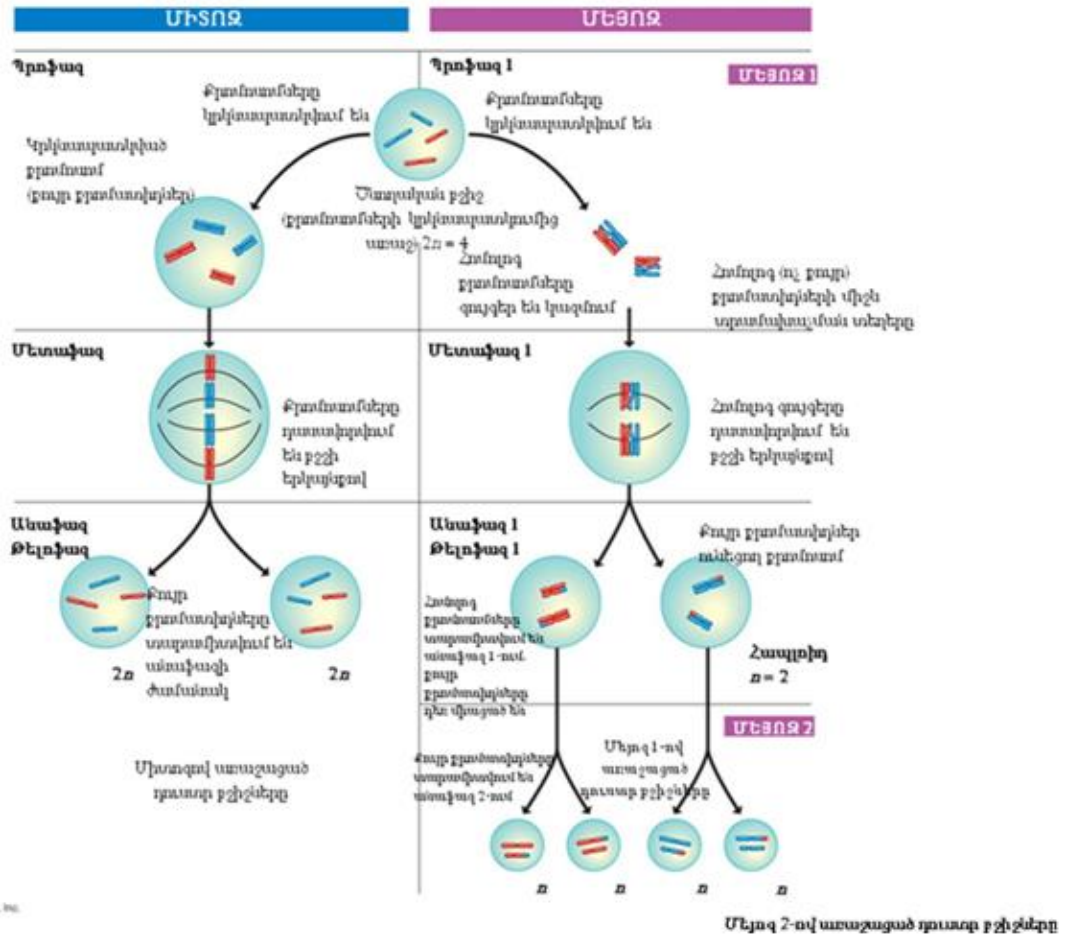
### **Միտոզի և մեյոզի համեմատությունը (1 ժամ)**

Մենք արդեն քննարկել ենք էուկարիոտ օրգանիզմների բջիջների բաժանման երկու եղանակները: Միտոզը, որն ապահովում է աճը, հյուսվածքների վերանորոգումը և անսեռ բազմացումը, արտադրում է ծնողական բջջին գենետիկորեն նույնական դուստր բջիջներ: Մեյոզը, որն անհրաժեշտ է սեռական բազմացման համար, առաջացնում է գենետիկորեն յուրահաստակ հապլոիդ դուստր բջիջներ, որոնք ունեն յուրաքանչյուր հոմոլոգ քրոմոսոմային զույգի միայն մեկ անդամ:

Թե՛ մեյոզի, թե՛ միտոզի ժամանակ քրոմոսոմները նախորդող ինտերֆազի փուլում միայն մեկ անգամ են կրկնապատկվում: Միտոզը ներառում է երկու դուստր բջջի առաջացմամբ կորիզի և ցիտոպլազմայի միայն մեկ բաժանում: Մեյոզն ընդգրկում է չորս հապլոիդ բջջի առաջացմամբ կորիզի և ցիտոպլազմայի երկու բաժանում:

**Նկար 8.15-ը** համեմատում է միտոզը և մեյոզը՝ հետևելով այս երկու գործընթացին չորս քրոմոսոմ ունեցող ծնողական դիպլոիդ բջջում: Ինչպես նախկինում, հոմոլոգ քրոմոսոմները չափերով համապատասխանում են: (Պատկերացրու, որ կարմիր քրոմոսոմները ժառանգվել են մորից, իսկ կապույտ քրոմոսոմները՝ հորից:) Ուշադրություն դարձրու, որ մեյոզին բնորոշ բոլոր իրադարձությունները տեղի են ունենում մեյոզի 1-ին փուլում: Մեյոզի 2-րդ փուլը երևակայական կերպով նույնական է միտոզին նրանով, որ իրարից հեռացնում է քույր քրոմատիդները: Մակայն, ի տարբերություն միտոզի, մեյոզի 2-րդ փուլը հանգեցնում է քրոմոսոմների հապլոիդ հավաքակազմ ունեցող դուստր բջիջների առաջացմանը:

Ճիշտ է, թե սխալ. միտոզին և մեյոզին նախորդում է քրոմոսոմների կրկնապատկումը:  
Պատասխան. ճիշտ է



**Նկար 8.15 Միտոզի և մեյոզի համեմատությունը:** Մեյոզին բնորոշ իրադարձությունները տեղի են ունենում մեյոզի 1-ին փուլում: Պրոֆազի 1-ին փուլում կրկնապատկված հոմոլոգ քրոմոսոմների զույգը դասավորվում է երկարությամբ և հոմոլոգ (ոչ քույր) քրոմատիդների միջև տեղի է ունենում սրամախաչում: Մետաֆազի 1-ին փուլում հոմոլոգ քրոմոսոմների զույգերը (ավելի հաճախ, քան առանձին քրոմոսոմները) դասավորվում են բջջի հասարակածի հարթությամբ: Երբ անաֆազի 1-ին փուլում հոմոլոգ քրոմոսոմները հեռանում են իրարից, յուրաքանչյուր քրոմոսոմի քույր քրոմատիդները միասին են մնում և գնում են բջջի միևնույն բևեռը: Մեյոզի 1-ին փուլի վերջում կա երկու հապլոիդ բջիջ, սակայն յուրաքանչյուր քրոմոսոմ դեռ ունի երկու քույր քրոմատիդ:

## Նախագծային հետազոտություն միտոզի և մեյոզի վերաբերյալ

Սովորողը պետք է՝

- Բացատրի խնդիրը կամ հարցը, որը պետք է ստուգվի գիտական հետազոտությամբ: Կարողանա նախագծել միտոզի կամ մեյոզի գործընթացները, ստեղծի բջջի բաժանումը պատկերող մոդելներ:
- Ձևակերպի ստուգելի վարկած և բացատրի դրա գիտական հիմքը: Ձևակերպի և բացատրի այն պայմանները, որոնք անհրաժեշտ են բջջի բաժանման համար՝ անելով ճշգրիտ հիմնավորումներ:
- Բացատրի, թե ինչպես ձևավորվել փոփոխականները և ինչպես հավաքել տվյալներ, բացատրի և նկարագրի քրոմոսոմների կառուցվածքային մասերը, սեռական և անսեռ բջիջների բաժանման նմանությունները և առանձնահատկությունները, Նշի և նկարագրի քրոմոսոմների կառուցվածքային մասերը, բաժանման գործընթացները, անի եզրակացություններ:
- Նախագծի գիտական հետազոտություններ: Առաջարկի տրամաբանական, լիարժեք և անվտանգ մեթոդ և ընտրի անհրաժեշտ նյութեր ու սարքավորումներ:

Տե՛ս հղումը

Տեսանյութ՝ միտոզի և մեյոզի համեմատությունը

[https://docs.google.com/presentation/d/1SZ6nI6Nfrure2hZ3d2A4b\\_RPYHNUYWAG/edit#slide=id.p1](https://docs.google.com/presentation/d/1SZ6nI6Nfrure2hZ3d2A4b_RPYHNUYWAG/edit#slide=id.p1)

Տեսանյութ անգլերեն՝ միտոզի և մեյոզի համեմատությունը

[https://docs.google.com/presentation/d/1rZLlon1dCYO7D\\_BBwa27ElyGx51a7ywn/edit#slide=id.p2](https://docs.google.com/presentation/d/1rZLlon1dCYO7D_BBwa27ElyGx51a7ywn/edit#slide=id.p2)

[https://docs.google.com/presentation/d/1FabmlemWDVYfP2YVnIgin1eRUzDOT\\_ao/edit](https://docs.google.com/presentation/d/1FabmlemWDVYfP2YVnIgin1eRUzDOT_ao/edit)



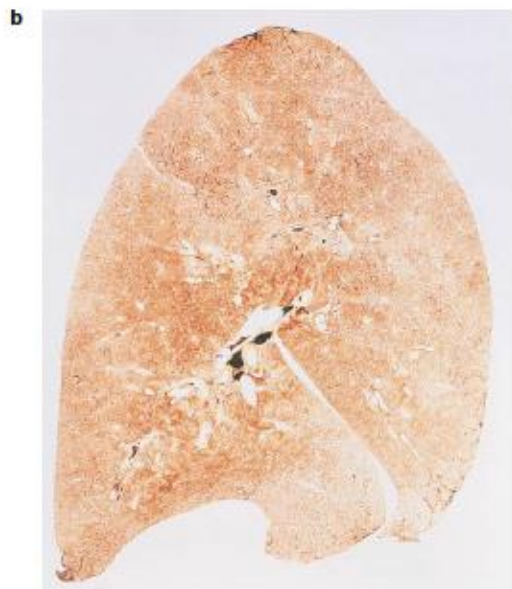
**Ֆիզիկաքիմիական տարբեր գործոնների, ինչպես նաև վնասակար  
սովորությունների նշանակությունը քաղցկեղի զարգացման գործընթացում (2  
ժամ)**

**Սովորողին տրվող նյութ**

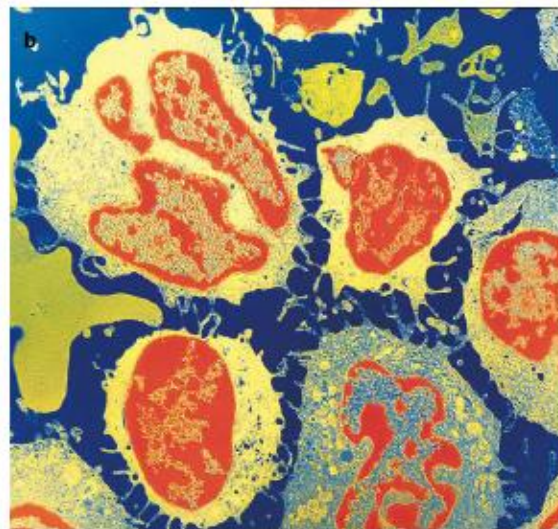
**Քաղցկեղ**

Քաղցկեղը զարգացած երկրներում ամենատարածված հիվանդություններից է, որը յուրաքանչյուր չորս մահվան դեպքից մեկի պատճառն է: Սա հավասար է կաթվածից և սրտանոթային հիվանդության պատճառով վրա հասած մահվան դեպքերի թվին՝ միասին վերցրած: Միացյալ Թագավորությունում 2009 թ. յուրաքանչյուր 16 մահվան դեպքից մեկի պատճառը թոքերի քաղցկեղն է եղել (մեկ մարդ ամեն 15 րոպեում): Չնայած շագանակագեղձի քաղցկեղն առավել տարածված ձևն է տղամարդկանց շրջանում (դեպքերի 24%-ը), թոքերի քաղցկեղից ավելի մեծ թվով մարդիկ են մահանում: Քաղցկեղի առավել տարածված ձևը կանանց կրծքագեղձի քաղցկեղն է (դեպքերի 31%-ը): Ի դեպ, գոյություն ունի քաղցկեղի ավելի քան 200 տեսակ, և բժշկության բնագավառի մասնագետներն այն մեկ հիվանդություն չեն համարում:

Քաղցկեղը մեզ ցույց է տալիս բջի բաժանումը ճշգրտորեն կարգավորելու կարևորությունը, որովհետև քաղցկեղը չվերահսկվող միտոզի արդյունք է: Քաղցկեղային բջիջները շարունակաբար բաժանվում են և առաջացնում ուռուցք, որը բջիջների անկանոն զանգված է (նկար 5.13): Բջիջների մոտ սովորաբար դրսևորվում են ձևի ոչ նորմալ փոփոխություններ (նկար 5.14):



**Figure 5.13** **a** Lung of a patient who died of lung cancer, showing rounded deposits of tumour (bottom, white area). Black tarry deposits throughout the lung show the patient was a heavy smoker. **b** Section of a healthy human lung. No black tar deposits are visible.



**Figure 5.14** **a** False-colour scanning electron micrograph of a cancer cell (red) and white blood cells (orange and yellow). White blood cells gather at cancerous sites as an immune response. They are beginning to flow around the cancer cell, which they will kill using toxic chemicals ( $\times 4500$ ). **b** False-colour transmission electron micrograph of abnormal white blood cells isolated from the blood of a person with hairy-cell leukaemia. The white blood cells are covered with characteristic hair-like cytoplasmic projections. Leukaemia is a disease in which the bone marrow and other blood-forming organs produce too many of certain types of white blood cells. These immature or abnormal cells suppress the normal production of white and red blood cells, and increase the patient's susceptibility to infection ( $\times 6400$ ).

Նկար 5.13. ա. Թոքի քաղցկեղից մահացած հիվանդի թոք, որտեղ երևում են ուռուցքի կլորավուն կուտակումները (ստորին հատվածում սպիտակավուն տեղամասը): Թոքի վրա ամենուրեք երևացող սև խեժի կուտակումները վկայում են, որ հիվանդը եղել է մոլի ծխող: բ. Առողջ մարդու թոքի հատված: Սև խեժի կուտակումներ չեն երևում:

Նկար 5.14. ա. Քաղցկեղի բջի (կարմիր) և արյան սպիտակ բջիջների (նարնջագույն և դեղին) սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակով արված

կեղծ-գունավոր մանրապատկեր: Արյան սպիտակ բջիջները հավաքվում են քաղցկեղային տեղամասերում իմունային համակարգի պատասխանի արդյունքում: Դրանք սկսում են խմբվել քաղցկեղային բջջի շուրջը, որին սպանելու են թունավոր քիմիական նյութերով (4500×): Բ. Տրանսմիսիոն էլեկտրոնային մանրադիտակով արված կեղծ-գունավոր մանրապատկեր, որտեղ պատկերված են արյան ձևափոխված սպիտակ բջիջները, որոնք անջատվել են մազաբջջային սակավարյունություն ունեցող մարդու արյունից: Արյան սպիտակ բջիջները պատված են ցիտոպլազմայի մազանման էլուստներով: Սակավարյունությունը հիվանդություն է, որի ժամանակ ոսկրածուծը և մյուս արյունաստեղծ օրգանները չափազանց մեծ քանակով արտադրում են որոշակի տեսակների արյան սպիտակ բջիջներ: Այդ չհասունացած կամ ոչ նորմալ բջիջները ճնշում են արյան սպիտակ և կարմիր բջիջների բնականոն արտադրությունը և մեծացնում են հիվանդի ընկալունակությունը վարակի նկատմամբ (6400×):

Համարվում է, որ քաղցկեղն սկսվում է այն ժամանակ, երբ բջջի բաժանումը կարգավորող գեներում տեղի են ունենում փոփոխություններ: Որևէ գենում փոփոխությունը կոչվում է մուտացիա: Քաղցկեղ առաջացնող մուտացիայի ենթարկված գենը կոչվում է **օնկոգեն**, հունարեն «onkos» բառից, որը նշանակում է ծավալ կամ զանգված: Մուտացիաներն անսովոր երևույթ չեն և հիմնականում քաղցկեղի չեն հանգեցնում: Մուտացիայի ենթարկված գեների մեծ մասը կա՛մ ինչ-որ ազդեցություն է կրում, որը հանգեցնում է դրանց վաղաժամ մահվան, կամ ոչնչացվում է օրգանիզմի իմունային համակարգի կողմից: Քանի որ բջիջների մեծ մասը կարելի է փոխարինել, մուտացիան սովորաբար վնասակար ազդեցություն չի ունենում օրգանիզմի վրա: Քաղցկեղային բջիջները, սակայն, կարողանում են խուսափել վախճանի այդ երկու հնարավոր տարբերակներից, այնպես, որ չնայած մուտացիան սկզբնապես կարող է տեղի ունենալ միայն մեկ բջիջում, այն փոխանցվում է այդ բջջի բոլոր սերունդներին: Մինչև հայտնաբերվելը ուռուցքը սովորաբար արդեն պարունակում է մոտ հազար միլիոն քաղցկեղային բջիջ: Ցանկացած բան, որը դառնում է քաղցկեղի պատճառ, կոչվում է քաղցկեղածին և բնութագրվում է որպես **ուռուցքագոյացնող**:

Չնայած ուռուցքների տարբեր տեսակների մասին իմանալը պարտադիր չէ, քեզ թերևս հետաքրքիր կլինի իմանալ, որ ոչ բոլոր ուռուցքներն են քաղցկեղային: Որոշ ուռուցքներ չեն տարածվում իրենց առաջացման տեղամասից և հայտնի են որպես բարորակ ուռուցքներ, դրա լավ օրինակ են գորտնուկները: Միայն այն ուռուցքներն են քաղցկեղ առաջացնում, որոնք տարածվում են օրգանիզմում, ներխուժում են այլ հյուսվածքներ և ոչնչացնում են դրանց: Այդ ուռուցքները հայտնի են որպես **չարորակ ուռուցքներ**: Չարորակ ուռուցքները խաթարում են այն մասի բնականոն գործունեությունը, որտեղ սկսել են զարգանալ: Դրանք կարող են խցանել

աղիները, թոքերը կամ արյունատար անոթները: Բջջիչները կարող են անջատվել և արյունատար ու ավշային համակարգերի միջոցով տարածվել օրգանիզմի այլ մասերում՝ ձևավորելով **երկրորդային ուռուցքներ**: Քաղցկեղի տարածումն այս ձևով կոչվում է **մետաստազ**: Սա քաղցկեղի ամենավտանգավոր հատկությունն է, քանի որ քաղցկեղի երկրորդային օջախների հայտնաբերումը և հեռացումը կարող է շատ դժվար լինել:

Քաղցկեղի զարգացման փուլերը բերված են նկար 5.15-ում:

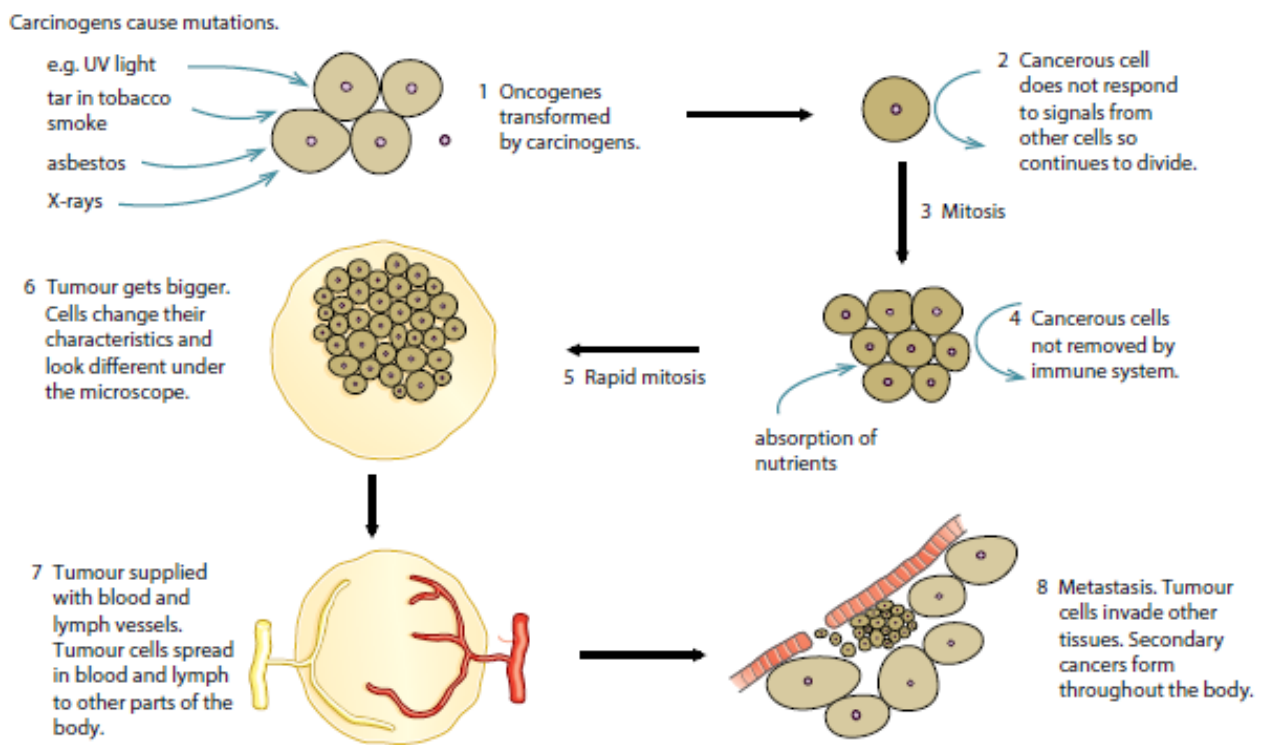


Figure 5.15 Stages in the development of cancer.

### Ամփոփում

- Բազմաբջջիչ օրգանիզմի զարգացումը ճնդդական բջջիչների բաժանման արդյունք է՝ որի շնորհիվ առաջանում են գենետիկորեն նույնական դուստր բջջիչներ:
- Բջջի բաժանման ժամանակ նախ բաժանվում է կորիզը, որից հետո բաժանվում է ամբողջ բջջիչը: Կորիզի բաժանումը, որի շնորհիվ առաջանում է գենետիկորեն նույնական երկու կորիզ, տեղի է ունենում միտոզի եղանակով: Միտոզի միջոցով տեղի է ունենում բջջիչների աճը, նորոգումը, անսեռ բազմացումը և բջջիչների կլոնավորումը իմունային պատասխանի ժամանակ:
- Չնայած շարունակական գործընթաց լինելուն, հարմարության համար միտոզը կարելի է բաժանել չորս փուլի՝ պրոֆազ, մետաֆազ, անաֆազ, թելոֆազ: Կորիզի և

բջջի հաջորդական բաժանումների միջև ընկած ժամանակահատվածը կոչվում է ինտերֆազ: Ինտերֆազի ժամանակ քրոմոսոմները տեսանելի են միայն թույլ փաթեթավորված կծիկի նվանվող նյութի տեսքով, որը կոչվում է քրոմատին: Քրոմատինը բաղկացած է ԴՆԹ-ից, որը տեղում պահվում է հիմնային սպիտակուցների միջոցով, որոնք կոչվում են հիստոններ: Հիստոնները գտնվում են ենթամիավորներում, որոնք հայտնի են որպես նուկլեոսոմներ:

■ Միտոզի պրոֆազի ժամանակ քրոմատինը խտանում է (ավելի պինդ է փաթեթավորվում)՝ առաջացնելով քրոմոսոմներ, որոնք հեշտությամբ տեսանելի են լուսային մանրադիտակով, երբ ներկված են: Յուրաքանչյուր քրոմոսոմ բաղկացած է երկու նույնական քրոմատիդներից, որոնք միասին պահվում են ցենտրոմերի միջոցով: Յուրաքանչյուր քրոմատիդ պարունակում է ԴՆԹ-ի մեկ մոլեկուլ, որը ձևավորվում է, երբ ԴՆԹ-ն կրկնապատկվում է ինտերֆազի ժամանակ:

■ Բջջի մեկ բաժանումից մինչև մյուսն ընկած ժամանակահատվածը կոչվում է բջջային ցիկլ, որն ընթանում է չորս փուլով: G1-ը աճի առաջին փուլն է բջջի բաժանումից հետո, S փուլը ԴՆԹ-ի կրկնապատկման փուլն է (S նշանակում է սինթեզ), G2-ը աճի երկրորդ փուլն է, M-ն (M նշանակում է միտոզ) այն փուլն է, երբ տեղի է ունենում կորիզի բաժանումը (որին հաջորդում է բջջի բաժանումը): G նշանակում է «gap» (S և M փուլերի միջև):

■ Քրոմոսոմների ծայրերն ավարտվում են ԴՆԹ-ի հատուկ տեղամասերով, որոնք հայտնի են որպես թելոմերներ: Թելոմերներն անհրաժեշտ են ԴՆԹ-ի կրկնապատկման ժամանակ քրոմոսոմների ծայրերից գեների կորուստը կանխելու համար:

■ Մասնագիտացած բազմաթիվ բջիջներ կորցնում են բաժանման ունակությունը, սակայն առանձին բջիջներ, որոնք հայտնի են որպես ցողունային բջիջներ, պահում են այդ հատկությունը: Ցողունային բջիջները շատ կարևոր են զիգոտից հասուն օրգանիզմի զարգացման համար, ինչպես նաև հասուն օրգանիզմում բջիջների փոխարինման ու հյուսվածքների նորոգման համար:

■ Քրոմոսոմների վարքը միտոզի ժամանակ կարելի է դիտել արմատապատյանի ներկված պատրաստուկներում, որոնք արվում են կտրվածքի կամ ամբողջ արմատապատյանի մզվածքի տեսքով:

■ Քաղցկեղները ուռուցքներ են, որոնք առաջանում են կրկնվող և չվերահսկվող միտոզի արդյունքում: Համարվում է, որ դրանք սկսվում են մուտացիայի արդյունքում:

### Գլուխն ամփոփող հարցեր

1 Միտոզի պրոֆագում քրոմոսոմները բաղկացած են երկու քրոմատիդից: Բջջային ցիկլի  $n$  ը փուլում է երկրորդ քրոմատիդն առաջանում:

Ա ցիտոկինեզ

Բ G1

Գ G2

Դ S

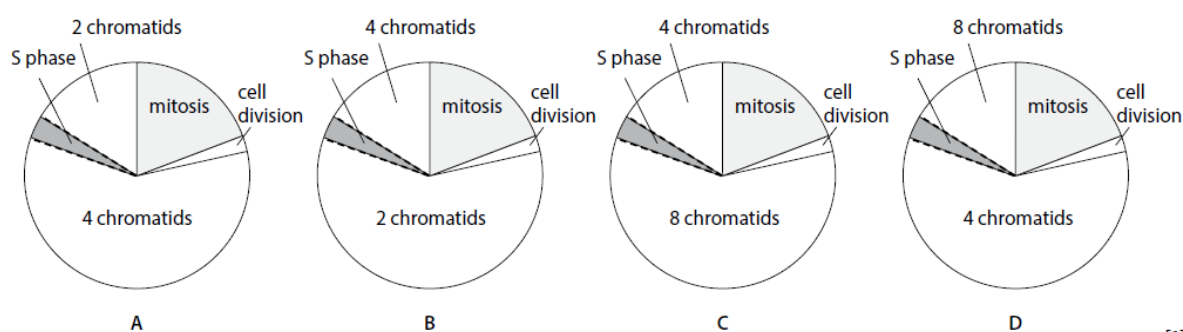
[1]

2 Բջիջների աճն ու բաժանումը հավասարակշռված են բջջային ցիկլի ժամանակ: Ո՞ր սյունակում են նշված հետևանքները, որոնք կարող են առաջանալ աղյուսակում ցույց տրված երկու սխալներից:

Error	Consequence			
	A	B	C	D
speeding up the growth rate without speeding up the cell cycle	larger and larger cells	larger and larger cells	smaller and smaller cells	smaller and smaller cells
speeding up the cell cycle without speeding up the growth rate	larger and larger cells	smaller and smaller cells	larger and larger cells	smaller and smaller cells

[1]

3 Չորս քրոմոսոմ ունեցող բջիջն անցնում է բջջային ցիկլով՝ ներառյալ միտոզը: Ո՞ր գծապատկերն է ճիշտ ցույց տալիս քրոմատիդների թվի փոփոխությունը ինտերֆազի ժամանակ:



[1]

4 Տարբերակի՛ր հետևյալ եզրույթները՝ **ցենտրոսոմ**, **ցենտրիոլ** և **ցենտրոմեր**:  
[6]

5 Գծապատկերում երևում է արմատապատյանի երեք բջիջ (նշված Ա, Բ և Գ), որոնք ներկվել են քրոմոսոմները տեսանելի դարձնելու համար:



A



B



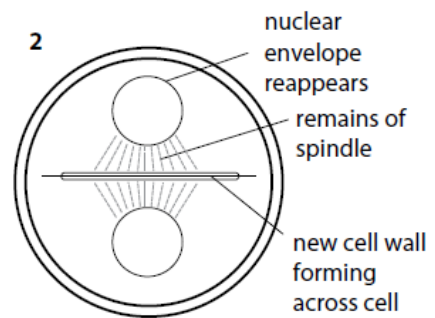
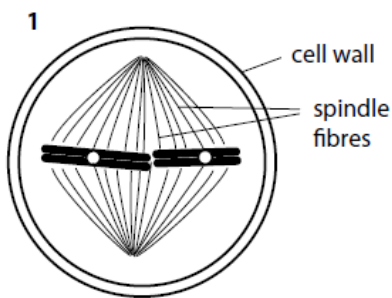
C

ա. նշի՛ր յուրաքանչյուր բջջում պատկերված միտոզի փուլը:  
[3]

բ. նկարագրի՛ր, թե ինչ է տեղի ունենում յուրաքանչյուր փուլում:  
[3]

[Ընդամենը՝ 6]

6 ա. Ստորև գծապատկեր 1-ում պատկերված է բուսական բջիջ, որը բաժանվում է միտոզի միջոցով: Պարզության համար պատկերված են բազմաթիվ քրոմոսոմներից միայն երկուսը:



i Միտոզի ո՞ր փուլն է պատկերված:  
[1]

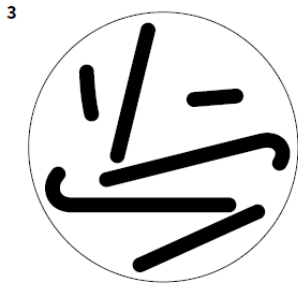
ii Նկարի՛ր նույն բջջի պրոֆազը՝ ընդունելով, որ բջիջն ունի ընդամենը երկու քրոմոսոմ, ինչպես գծապատկեր 1-ում: [1]

բ. Գծապատկեր 2-ում պատկերված է նույն բջիջը թելոֆազի փուլում: Բջիջն սկսում է բաժանվել, և ձևավորվում է նոր բջջապատ՝ տարածվելով բջջի մեջտեղից:

Արտանկարի՛ր գծապատկերը և նկարի՛ր քրոմոսոմներն այնպես, ինչպես դրանք կերևան այդ փուլում:

[1]

գ. Գծապատկեր 3-ում պատկերված են կենդանական բջջի կորիզում գտնվող քրոմոսոմներ:



Գծապատկերի միջոցով ցույց տուր, թե ինչ տեսք կունենա կորիզը միտոզի անաֆազում:

[3]

[Ընդամենը՝ 6]

7 Գլուխ 1-ում նշվեց, որ միկրոխոդովակները փոքր խոդովակներ են, որոնք կազմված են սուբուլին սպիտակուցի ենթամիավորներից, որոնք միանում են միմյանց: Կոլխիցինը բնական քիմիական նյութ է, որը կապվում է սուբուլինի մոլեկուլներին և այդ կերպ կանխում է միկրոխոդովակների ձևավորումը:

ա Ինչո՞ւ պետք է կոլխիցինի կապվելը սուբուլինի մոլեկուլներին խանգարի միկրոխոդովակների ձևավորմանը:

[2]

բ Միտոզում ներգրավված ի՞նչ կառուցվածք կամ կառուցվածքներ են կազմված միկրոխոդովակներից:

[2]

գ Եթե դիտենք կոլխիցինի ազդեցությանը ենթարկված բջիջներ, ապա կտեսնենք, որ բոլոր բաժանվող բջիջները գտնվում են միտոզի նույն փուլում: Անվանի՛ր այդ փուլը և հիմնավորի՛ր պատասխանդ:

[3]

[Ընդամենը՝ 7]

8 Եթե 10 սմ երկարություն ունեցող լարի կտորը տեղավորենք 5 սմ երկարություն ունեցող գլանի մեջ, փաթեթավորման հարաբերակցությունը կլինի 2 (2 սմ լար գլանի մեկ սանտիմետրի հաշվով): Փաթեթավորման հարաբերակցությունը ստացված խտացման աստիճանը չափելու օգտակար չափ է:



Նույն գաղափարը կարելի է կիրառել քրոմոսոմների մեջ ԴՆԹ-ի փաթեթավորման խնդրի նկատմամբ:

ա. Հայտնաբերվել է, որ 10 մկմ երկարություն ունեցող քրոմոսոմի մեջ պարունակվում է 8,7 սմ երկարությամբ ԴՆԹ: Ո՞րն է այդ քրոմոսոմի մեջ ԴՆԹ-ի խտացման հարաբերակցությունը: Ցույց տո՛ւր հաշվարկդ:

[3]

բ. Չափահաս մարդու բջջում կա 46 քրոմոսոմ: Դրանց միջին երկարությունը մոտ 6 մկմ է: Այդ 46 քրոմոսոմներում գտնվող ԴՆԹ-ի ընդհանուր երկարությունը 1.8 մ է: Ո՞րն է ԴՆԹ-ի ընդհանուր խտացման հարաբերակցությունը մարդու քրոմոսոմում: Ցույց տո՛ւր հաշվարկդ:

[4]

գ. Մեկ նուկլեոսոմը, որի տրամագիծը 11 նմ է, պարունակում է 50 նմ ԴՆԹ: Ո՞րն է ԴՆԹ-ի խտացման հարաբերակցությունը նուկլեոսոմներում:

[1]

դ. Նուկլեոսոմների միջև կապակցող ԴՆԹ-ի երկարությունը 53 հիմնային զույգ է: Յուրաքանչյուր հիմնային զույգ զբաղեցնում է ԴՆԹ-ի կրկնակի պարույրի 0,34 նմ երկարություն: Նուկլեոսոմներն իրենց կապակցող ԴՆԹ-ի հետ միասին կազմում են 10 նմ լայնություն ունեցող թելիկ (քրոմատինի «թելի վրա շարված ուլունքների» տեսքով): Ո՞րն է ԴՆԹ-ի խտացման հարաբերակցությունը քրոմատինի այս ձևում: Ցույց տո՛ւր հաշվարկդ:

[5]

ե. Նուկլեոսոմներն ու դրանց կապակցող ԴՆԹ-ն (քրոմատինի «թելի վրա շարված ուլունքների» տեսքով) ոլորվելով դառնում են պարույր՝ ստեղծելով 30 նմ լայնություն ունեցող թելիկ, որն անվանում ենք սուլենոիդ, և պարույրի ամեն մի պտույտում պարունակում է մոտ վեց նուկլեոսոմ: 40000 նմ երկարությամբ ԴՆԹ-ն տեղավորված է 1 մկմ երկարություն ունեցող այս սուլենոիդում: Ո՞րն է 30 նմ երկարություն ունեցող թելիկների խտացման հարաբերակցությունը:

[1]

զ. Յուրաքանչյուր նուկլեոսոմ կազմված է հիստոնային սպիտակուցի ութ մոլեկուլից: Այդ մոլեկուլները հիմնականում պահպանվում են էվոլյուցիայի ժամանակ, ինչը նշանակում է, որ ժամանակի ընթացքում չափազանց քիչ փոփոխություններ են առաջ գալիս դրանց ամինաթթվային հաջորդականություններում (սովորականից շատ ավելի քիչ): Ի՞նչ է սա ասում դրանց գործառույթի մասին:

[2]

է Ինչպէս նշված է Հարց 8 բ-ում, ԴՆԹ-ի ընդհանուր երկարությունը հասուն մարդու բջիջների 46 քրոմոսոմներում 1,8 մ է: Հասուն մարդու օրգանիզմում միջինը պարունակվում է մոտավորապես 100 տրիլիոն բջիջ ( $10^{14}$  աստիճան):

i Որքա՞ն է մարդու ԴՆԹ-ի ընդհանուր երկարությունը: Պատասխանը արտահայտի՛ր կմ-ով:

[1]

ii Քանի՞ անգամ այն կհասնի արեգակին ու ետ կգա: [1]

[Ընդամենը 18]

(Արեգակից միջին հեռավորությունը = 149 600 000 կմ = մոտ 150 մլն կմ =  $1.5 \times 10^8$  կմ)

9 Հետևյալ պնդումներից որո՞նք են ճիշտ և որոնք՝ սխալ:

Ա Ցենտրոսոմները կրկնապատկվում են նախքան բջջային ցիկլի M փուլը սկսվելը:

Բ Քույր քրոմատիդները պարունակում են նույնական ԴՆԹ:

Գ Տվյալ կինետոխորին միացած միկրոխողովակները ձգվում են դեպի իլիկի երկու բևեռները:

Դ Միկրոխողովակի պոլիմերացումն ու ապապոլիմերացումը բնորոշ է բջջային ցիկլի S փուլին:

Ե Կինետոխորները գտնվում են ցենտրոսոմներում:

Զ Թելոմերները միկրոխողովակների միացման տեղամասերն են միտոզի ժամանակ:

Է Մետաֆազի ժամանակ իլիկի վրա շարվելիս քույր քրոմատիդների զույգերը չեն անջատվում իրարից:

[Յուրաքանչյուրը՝ 1]

[Ընդամենը՝ 7]

### Հարցաշար

1. Ի՞նչ են թելոմերները:
2. Ի՞նչ կապ ունեն թելոմերները օրգանիզմների ծերացման հետ:
3. Ո՞րն է թելոմերազ ֆերմենտի գործառույթը:

4. Ի՞նչ կարևոր նշանակություն ունի կորիզը:
5. Գենետիկորեն ինչպիսի՞ն են մեր օրգանիզմի բջիջները:
6. Բաժանվող բջջում ինչպիսի՞ կառուցվածք ունի քրոմոսոմը:
7. Ի՞նչ կարևոր գործընթաց է տեղի ունենում ինտերֆազի ընթացքում:
8. Ինչո՞ւ են դուստր բջիջները գենետիկորեն նույնական:
9. Ինչպե՞ս է 1.8 մ երկարություն ունեցող ԴՆԹ-ն տեղավորվում փոքրիկ կորիզում:
10. Ի՞նչ է քրոմատինը:
11. Ի՞նչ են հիստոնները և ինչի՞ շնորհիվ են միանում ԴՆԹ-ին:
12. Ի՞նչ են նուկլեոսոմները:
13. Ինչպե՞ս է փոխվում քրոմոսոմների խտացման աստիճանը բջջային ցիկլի ընթացքում:
14. Քրոմատինի ի՞նչ ձևեր գիտես, ինչո՞վ են դրանք տարբերվում:

### Թեստեր

1. **ԴՆԹ հայտնաբերվում է՝**
  - 1) Ցենտրոսոմներում
  - 2) Քիազմաններում
  - 3) Հիստոններում
  - 4) Քրոմոսոմներում
  - 5) Ցենտրոմերներում
2. **Քրոմատինը կազմված է՝**
  - 1) Միայն ՌՆԹ-ից
  - 2) ԴՆԹ-ից և սպիտակուցից
  - 3) ՌՆԹ-ից և սպիտակուցից
  - 4) Միայն սպիտակուցից
  - 5) Միայն ԴՆԹ-ից
3. **Կրկնապատկված քրոմոսոմը կազմված է՝**
  - 1) Ցենտրոմերներից
  - 2) Ցենտրոսոմներից

- 3) Գենումներից
- 4) Քույր քրոմատիդներից
- 5) Գեներից

**4. Քույր քրոմատիդները միանում են՝**

- 1) Քրոմատինով
- 2) Ցենտրոմերով
- 3) Բաժանման իլիկով
- 4) Ցենտրոսոմով
- 5) Ցենտրիոլով

**5. Նշվածներից ո՞րն է տեղի ունենում ինտերֆազի ժամանակ.**

- 1) Քրոմատինը սերտ պարուրվում է
- 2) Քրոմոսոմները կրկնապատկվում են
- 3) Քույր քրոմատիդները բաժանվում են
- 4) Ձևավորվում է բաժանման իլիկը
- 5) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ

**6. Բջջային ցիկլի արդյունքում առաջանում է.**

- 1) Չորս բջիջ, յուրաքանչյուրը՝ գենետիկ նյութի միևնույն քանակով և միևնույն գենետիկ տեղեկությամբ
- 2) Երկու բջիջ, յուրաքանչյուրը՝ գենետիկ նյութի միևնույն քանակով, բայց տարբեր գենետիկ տեղեկությամբ
- 3) Երկու բջիջ, յուրաքանչյուրը՝ գենետիկ նյութի միևնույն քանակով և միևնույն գենետիկ տեղեկությամբ
- 4) Չորս բջիջ, յուրաքանչյուրը՝ գենետիկ նյութի միևնույն քանակով, բայց տարբեր գենետիկ տեղեկությամբ
- 5) Երկու բջիջ, յուրաքանչյուրը՝ տարբեր գենետիկ տեղեկությամբ

**7. Նշվածներից ո՞րն է տեղի ունենում պրոֆազի ժամանակ.**

- 1) Քրոմոսոմները դասավորվում են բջջի երկայնքով

- 2) Ձևավորվում է կորիզաթաղանթը
- 3) Քույր քրոմատիդները բաժանվում են
- 4) Ձևավորվում է բաժանման իլիկը
- 5) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ

**8. Նշվածներից ո՞րն է միտոզի փուլերից.**

- 1) Ցիտոկինեզ
- 2) Թելոֆազ
- 3) Մեյոզ
- 4) Ինտերֆազ
- 5) ԴՆԹ-ի սինթեզ

**9. Մետաֆազի ժամանակ՝**

- 1) Կորիզաթաղանթը քայքայվում է
- 2) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ
- 3) Քույր քրոմատիդները հեռանում են
- 4) Ցենտրոմերները հեռանում են
- 5) Քրոմոսոմները դասավորվում են բջջի երկայնքով

**10. Նշվածներից ո՞րն է տեղի ունենում անաֆազի ժամանակ.**

- 1) Քույր քրոմատիդները հեռանում են
- 2) Քրոմոսոմները դասավորվում են բջջի երկայնքով
- 3) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ
- 4) Կորիզաթաղանթը նորից է առաջանում
- 5) Կորիզաթաղանթը քայքայվում է

**11. Թելոֆազի ժամանակ՝**

- 1) Տեղի են ունենում պրոֆազի հակառակ երևույթները
- 2) Քրոմոսոմները դասավորվում են բջջի երկայնքով

- 3) Քույր քրոմատիդները բաժանվում են
- 4) Կորիզաթաղանթը քայքայվում է
- 5) Գենետիկ նյութը կրկնապատկվում է

**12. Բջջային ցիկլն ավարտած բջիջը, որում ցիտոկինեզ չի ընթացել՝**

- 1) Ավելի քիչ գենետիկ նյութ կունենա, քան սկզբնական բջիջը
- 2) Չի ավարտի անաֆազը
- 3) Նրա քրոմոսոմները դասավորված կլինեն բջջի երկայնքով
- 4) Պրոկարիոտ բջիջ կլինի
- 5) Երկու կորիզ կունենա

**13. Ցիտոկինեզը տեղի է ունենում \_\_\_\_\_ին զուգահեռ.**

- 1) Թելոֆազ
- 2) Պրոֆազ
- 3) Մետաֆազ
- 4) Ինտերֆազ
- 5) Անաֆազ

**14. Ո՞րն է բարորակ և չարորակ ուռուցքի տարբերությունը.**

- 1) Բարորակ ուռուցքները կազմված են քաղցկեղային բջիջներից, իսկ չարորակները՝ ոչ
- 2) Բարորակ ուռուցքները սպանել չեն կարող, իսկ չարորակ ուռուցքները կարող են
- 3) Բարորակ ուռուցքները բջջային ցիկլը ղեկավարող համակարգի խաթարման արդյունք չեն, իսկ չարորակ ուռուցքները բջջային ցիկլը ղեկավարող համակարգի խաթարման արդյունք են
- 4) Բարորակ ուռուցքները մետաստազներ չեն առաջացնում, իսկ չարորակ ուռուցքները առաջացնում են
- 5) Բարորակ ուռուցքները բջիջների կույտեր չեն առաջացնում, իսկ չարորակ ուռուցքները առաջացնում են

**15. Հոմոլոգ քրոմոսոմները՝**

- 1) Կրում են միևնույն գեները
- 2) Պարունակում են միայն աուտոսոմներ
- 3) Քրոմոսոմների հավաքակազմ են, որոնք բջիջը միայն մեկ ծնողից են ստացել
- 4) Պարունակում են միայն սեռական քրոմոսոմներ
- 5) Բաժանվում են ինտերֆազի ժամանակ

**16. Նուկլեոսոմները կազմված են.**

- 1) ՌՆԹ-ից և սպիտակուցից
- 2) ԴՆԹ- և ՌՆԹ-պոլիմերազներից
- 3) ԴՆԹ-ից և ոչ հիստոնային սպիտակուցներից
- 4) Հիստոնների շուրջը փաթեթավորված ԴՆԹ-ից
- 5) Միահյուսված ՌՆԹ-ից և ԴՆԹ-ից

**17. Ինչո՞վ է տարբերվում բուսական բջիջների ցիտոկինեզը կենդանական բջիջների ցիտոկինեզից.**

- 1) Բուսական բջիջներն ավելի շատ դուստր բջիջներ են առաջացնում
- 2) Բուսական բջիջները բջջաթիթեղ են առաջացնում, որը բացակայում է կենդանական բջիջներում
- 3) Բուսական բջիջներում բացակայում է միտոզի թելոֆազը
- 4) Կենդանական բջիջներն ավելի շատ դուստր բջիջներ են առաջացնում
- 5) Կենդանական բջիջները բջջաթիթեղ են առաջացնում, որը բացակայում է բուսական բջիջներում

**18. Ընտրիր միակ ճիշտ պատասխանը.**

- 1) Հասուն մարդիկ հապլոիդ են
- 2) Մեյոզի ժամանակ առաջանում է դիպլոիդ զիգոտ
- 3) Մեյոզի ժամանակ առաջանում են հապլոիդ սերմնաբջիջներ և հապլոիդ ձվաբջիջներ

- 4) Բեղմնավորումից հետո առաջանում է հապլոիդ զիգոտ
- 5) Դիպլոիդ զիգոտը մեյոզի է ենթարկվում՝ առաջացնելով հասուն մարդ

**19. Ընտրիր միակ ճիշտ պատասխանը.**

- 1) Մեյոզի հետևանքով առաջանում են չորս հապլոիդ դուստր բջիջներ
- 2) Բեղմնավորման հետևանքով առաջանում են չորս հապլոիդ դուստր բջիջներ
- 3) Մարդու մոտ 2n-ը հավասար է 4-ի
- 4) Մեյոզի հետևանքով առաջանում են դիպլոիդ գամետներ
- 5) Թելոֆազ 1-ը հետևում է ցիտոկինեզին

**22. Հետևյալներից որո՞նք կօգնեն կանխել քաղցկեղն ու մեծացնել ապրելիությունը.**

- 1) Թաղանթանյութով և ճարպով աղքատ սնունդ ուտելը
- 2) Ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունը սահմանափակելը
- 3) Չափից ավելի արևի տակ մնալը
- 4) Ուռուցքի շուտ հայտնաբերումը
- 5) Միայն ծխախոտ ծխելը

**23. Ո՞ր սեռական քրոմոսոմներն են պատկանում նորմալ տղամարդուն:**

- 1) YO
- 2) XX
- 3) XXY
- 4) XY
- 5) XO

**24. Մարդիկ քա՞նի աուտոսոմ ունեն:**

- 1) 2
- 2) 22



3) 23

4) 44

5) 46

**25. Քրոմոսոմները, որոնցով առանձնյակի սեռը պայմանավորված չէ, կոչվում են \_\_\_\_\_:**

1) պոլիսոմներ

2) տրանսպոզոններ

3) ցենտրոմերներ

4) քույր քրոմիատիդներ

5) աուտոսոմներ

**26. Մեյոզի առաջին բաժանման պրոֆազն ինչո՞վ է տարբերվում երկրորդ բաժանման պրոֆազից:**

1) Առաջին պրոֆազի ժամանակ կորիզաթաղանթը քայքայվում է, երկրորդի ժամանակ՝ ոչ:

2) Առաջին պրոֆազի ժամանակ մեկ դիպլոիդ բջիջ է լինում, երկրորդ պրոֆազի ժամանակ՝ երկու հապլոիդ բջիջներ են լինում:

3) Առաջին պրոֆազի ժամանակ քրոմոսոմները շարվում են մեկ շարքով, երկրորդ պրոֆազի ժամանակ՝ երկու շարքով:

4) Առաջին պրոֆազի ժամանակ քրոմոսոմները փաթեթավորվում են, երկրորդ պրոֆազի ժամանակ՝ ոչ:

5) Առաջին պրոֆազի ժամանակ քույր քրոմատիդները կպած են, երկրորդ պրոֆազի ժամանակ՝ անջատված:

**27. Որքա՞ն գենետիկ նյութ կա բջջում առաջին պրոֆազի ժամանակ՝ համեմատած այն պահի հետ, երբ բջիջն ավարտել է մեյոզի երկրորդ փուլը:**

1) Նույն քանակությամբ

2) Մեկ քառորդով շատ

3) Չորս անգամ շատ

4) Կիսով չափ շատ

5) Երկու անգամ շատ

**28. Մետաֆազ 1-ի ընթացքում \_\_\_\_\_`**

- 1) Տեղի է ունենում տրամախաչում
- 2) Հոմոլոգ քրոմոսոմները շարվում են բջջի կենտրոնում
- 3) Կորիզաթաղանթը քայքայվում է
- 4) Ցենտրոսոմները տեղաշարժվում են դեպի բջջի բևեռները
- 5) Քույր քրոմատիդները անջատվում և հեռանում են միմյանցից դեպի հակադիր բևեռներ:

**29. Թելոֆազ 1-ի և ցիտոկինեզի ավարտից հետո առաջանում է (են) \_\_\_\_\_ բջիջ(ներ):**

- 1) Չորս հապլոիդ
- 2) Երկու դիպլոիդ
- 3) Երկու հապլոիդ
- 4) Մեկ դիպլոիդ
- 5) Չորս դիպլոիդ

**30. Հետկյաններից ո՞րն է բնութագրական պրոֆազ 1-ի համար և տեղի չի ունենում պրոֆազ 2-ի ժամանակ:**

- 1) Քրոմոսոմները տեղաշարժվում են դեպի բջջի կենտրոնը
- 2) Ձևավորվում է բաժանման իլիկը
- 3) Քրոմոսոմները կրկնապատկված են
- 4) Տեղի է ունենում տրամախաչում
- 5) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ:

**31. Ստորև բերվածներից որն է տեղի ունենում մեյոզի պրոֆազ 1-ում, իսկ պրոֆազ 2 -ում` ոչ.**

- 1) Քրոմոսոմները տեղաշարժվում են բջջի կենտրոն
- 2) Ձևավորվում է բաժանման իլիկը
- 3) Քրոմոսոմները կրկնապատկված են լինում

4) Տրամախաչում (կրոսինգովեր)

5) Ցիտոկինեզ

**32. Մեյոզի անաֆազ 2-ը նույնն է, ինչ միտոզի անաֆազը, այն բացառությամբ, որ անաֆազ 2-ում \_\_\_\_\_, իսկ միտոզի անաֆազում \_\_\_\_\_:**

1) Բջջի ղիպլոիդ է .... բջջի հապլոիդ է

2) Քրոմոսոմները երկու շարքով են դասավորված բջջի կենտրոնում .... Քրոմոսոմները մեկ շարքով են դասավորված բջջի կենտրոնում

3) Տեղի է ունենում տրամախաչում ..... տրամախաչում տեղի չի ունենում

4) Տեղի է ունենում ցիտոկինեզ .... ցիտոկինեզ տեղի չի ունենում

5) Բջջիները հապլոիդ են և քույր քրոմատիդները առանձնանում են ..... Բջջիները դիպլոիդ են և քույր քրոմատիդները առանձնանում են

**33. Մեյոզի և միտոզի տարբերությունն այն է, որ.**

1) Միտոզի ժամանակ առաջանում են մայրական բջջին գենետիկորեն նույնական բջջիներ, իսկ մեյոզի ժամանակ` ոչ

2) Միտոզի ժամանակ առաջանում են ավելի շատ դուստր բջջիներ, քան մեյոզի ժամանակ

3) Մեյոզն անհրաժեշտ է աճի և հյուսվածքների վերականգնման համար, իսկ միտոզը` ոչ

4) Միտոզի հետևանքով առաջանում են հապլոիդ բջջիներ, իսկ մեյոզի ժամանակ` դիպլոիդ

5) Միտոզի ժամանակ անհրաժեշտ է մեկ մայրական բջիջ, իսկ մեյոզի ժամանակ` երկու

**34. Գենետիկ բազմազանությունն առաջանում է ստորև բերված բոլոր գործընթացների հետևանքով, բացառությամբ մեկի: Ո՞րն է դա:**

1) Մեյոզ 1-ում տեղի ունեցող գործընթացներ

2) Պատահական բեղմնավորում

3) Տրամախաչում

4) Քրոմոսոմների անկախ բաշխում

5) Մեյոզ 2-ում տեղի ունեցող գործընթացներ

**35. Ստորև բերվածներից ո՞րն է ամենալավը նկարագրում մեյոզի անաֆազ 1-ում տեղի ունեցող գործընթացները.**

- 1) Մորից ստացված քրոմոսոմի մի կեսը հորից ստացված քրոմոսոմի կեսի հետ գնում է բջջի մի բևեռ
- 2) Քույր քրոմատիդներն առանձնանում են միմյանցից և դուստր քրոմոսոմները տեղաշարժվում են հակադիր բևեռներ
- 3) Հոմոլոգ քրոմոսոմները պատահականության սկզբունքով տեղաշարժվում են դեպի հակադիր բևեռներ
- 4) Քույր քրոմատիդները բաժանվում են, մորից ստացվածները գնում են մի բևեռ, իսկ հորից ստացվածները՝ մյուս
- 5) Մորից ստացված բոլոր քրոմոսոմները գնում են մի բևեռ, հորից ստացվածները՝ մյուս բևեռ

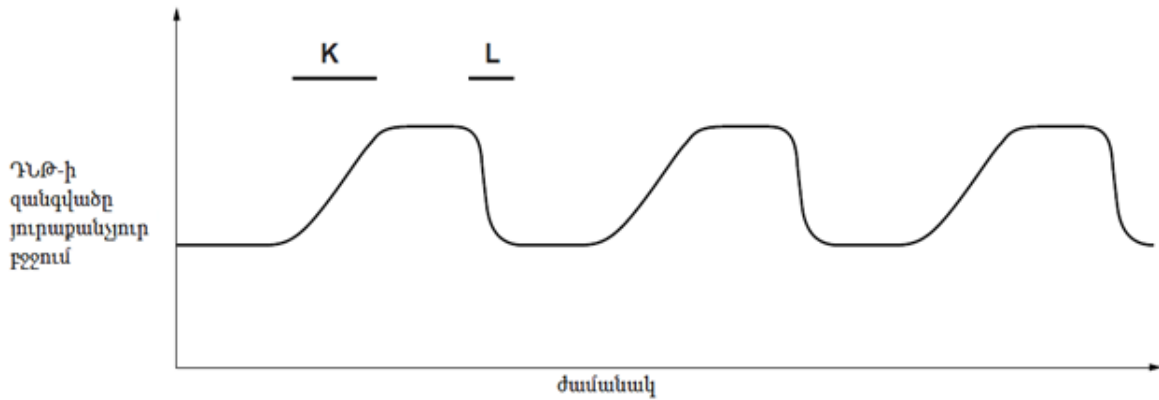
**36. \_\_\_\_\_ ցույց է տալիս տրամախաչման տեղը:**

- 1) Քիագմա
- 2) Հիստոն
- 3) Քրոմատիդ
- 4) Սինապս
- 5) Ցենտրոմեր

### **Ստուգողական աշխատանք**

1. Ողնուղեղը պարունակում է բնային բջիջներ, որոնք բաժանվում են միտոզով՝ առաջացնելով արյան բջիջներ: Բնային բջջի յուրաքանչյուր բաժանումից հետո առաջանում է բնային բջջի փոխարինող և բջիջ, որը զարգանում է արյան բջջի:

Նկ. 3.1-ը ներկայացնում է մարդու ողնուղեղի բնային բջիջների ՂՆԹ-ի զանգվածի փոփոխությունները բջջային երեք ցիկլերի ընթացքում:



(a) Հղում կատարելով նկ. 3.1-ին՝ ներկայացրու.

(i) Ի՞նչն է հանգեցրել յուրաքանչյուր բջջի ԴՆԹ-ի զանգվածի փոփոխություններին **K**-ում և **L**-ում:

K.....  
 .....  
 .....

L.....  
 .....  
 ..... [2]

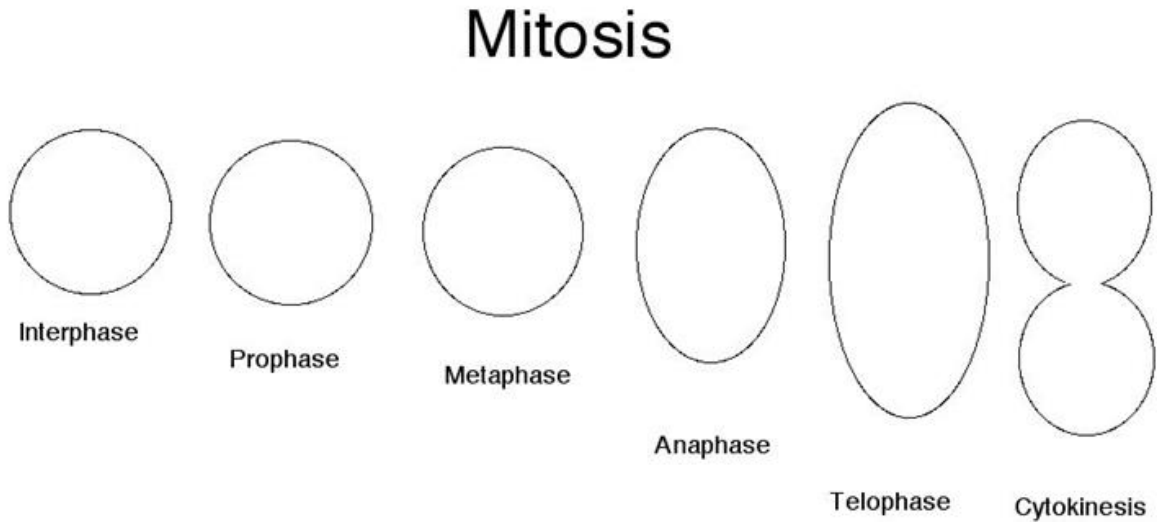
(ii) Ներկայացված ժամանակի ընթացքում բնային բջջից որքա՞ն արյան բջիջ է ձևավորվել:

.....[1]

(iii) Բնային բջջում ի՞նչ է կատարվել քրոսոմների թվի հետ:

.....[1]

3. ա. Լրացրու բերված սխեման միտոզի համապատասխան փուլի նկարներով (պարզության համար ներկայացրու 2 քրոմոսոմ) [6]



բ. Թվարկիր ինտերֆազի 3 փուլերը:

\_\_\_\_\_ [1]

գ. Նշիր մեկ իրադարձություն, որ տեղի է ունենում ինտերֆազի յուրաքանչյուր փուլում:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_ [3]

դ. Նշիր մեկ իրադարձություն, որ տեղի է ունենում միտոզի յուրաքանչյուր փուլում:

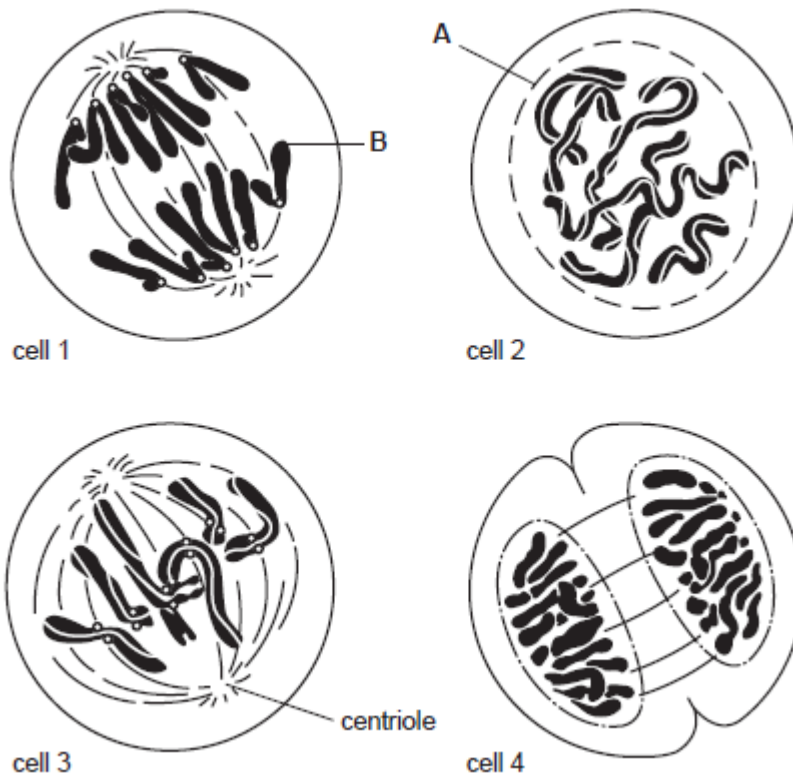
1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_ [4]

4. Նկարում պատկերված են կենդանական բջիջներ միտոզի տարբեր փուլերում.



ա. Դասավորիր բջիջների թվերը ճիշտ հաջորդականությամբ:

\_\_\_\_\_ [1]

բ. Բացատրիր, թե ինչ է տեղի ունենում 2-րդ բջջի A կառուցվածքի հետ:

\_\_\_\_\_ [1]

գ. B տառով նշված է քրոմատիդի կրկնվող նուկլեոտիդների հաջորդականություն պարունակող հատվածը: Ինչպե՞ս է այն կոչվում:

\_\_\_\_\_ [1]

դ. Բացատրիր, թե ինչու աշակերտը չի կարող տեսնել ցենտրիոլների միկրոխողովակները նույնիսկ ամենալավ լուսային մանրադիտակով:

\_\_\_\_\_ [2]

ե. Բացատրիր միկրոխողովակների դերը միտոզի գործընթացում:

[1]

զ. Բացատրիր օրգանիզմների միտոզի նշանակությունը:

---

---

---

---

---

[3]

5. Չափահաս մարդու բջիջում կա 46 քրոմոսոմ: Դրանց միջին երկարությունը մոտ 6 մկմ է: Այդ 46 քրոմոսոմներում գտնվող ԴՆԹ-ի ընդհանուր երկարությունը 1.8 մ է: Ո՞րն է ԴՆԹ-ի ընդհանուր փաթեթավորման հարաբերակցությունը մարդու քրոմոսոմում: Յույց տուր հաշվարկը: (Եթե 10 սմ երկարություն ունեցող լարի կտորը տեղավորենք 5 սմ երկարություն ունեցող գլանի մեջ, փաթեթավորման հարաբերակցությունը կլինի 2): [2]

6. Բացատրիր հետևյալ եզրույթները. [12]

Քրոմատիդ \_\_\_\_\_

Ցենտրոմեր \_\_\_\_\_

Քրոմատին \_\_\_\_\_

Նուկլեոսոմ \_\_\_\_\_

Ցենտրոսոմ \_\_\_\_\_

Ցենտրիոլ \_\_\_\_\_

Կինետոխոր \_\_\_\_\_

Թելոմեր \_\_\_\_\_

Ցողունային բջիջ \_\_\_\_\_



---

Մետաստագ \_\_\_\_\_

---

Աուտոսոմ քրոմոսոմներ \_\_\_\_\_

---

Հիստոն \_\_\_\_\_

---

7. Նշիր էուքրոմատինի և հետերոքրոմատինի երկու տարբերությունը:

---

\_\_\_\_\_ [2]

---

8. Բացատրիր թելոմերների նշանակությունը:

---

\_\_\_\_\_ [2]

---

9. Հասուն մարդու օրգանիզմում որտե՞ղ կարելի է գտնել ցողունային բջիջներ:

Որն է այդ բջիջների նշանակությունը:

---

\_\_\_\_\_ [2]

---

10. ա. Ինչպե՞ս են «նորմալ» բջիջները վերածվում քաղցկեղային բջիջների:

---

\_\_\_\_\_ [2]

---

բ. Ինչո՞ւ է արևի տակ երկար մնալը վտանգավոր առողջության համար:

---

\_\_\_\_\_ [2]