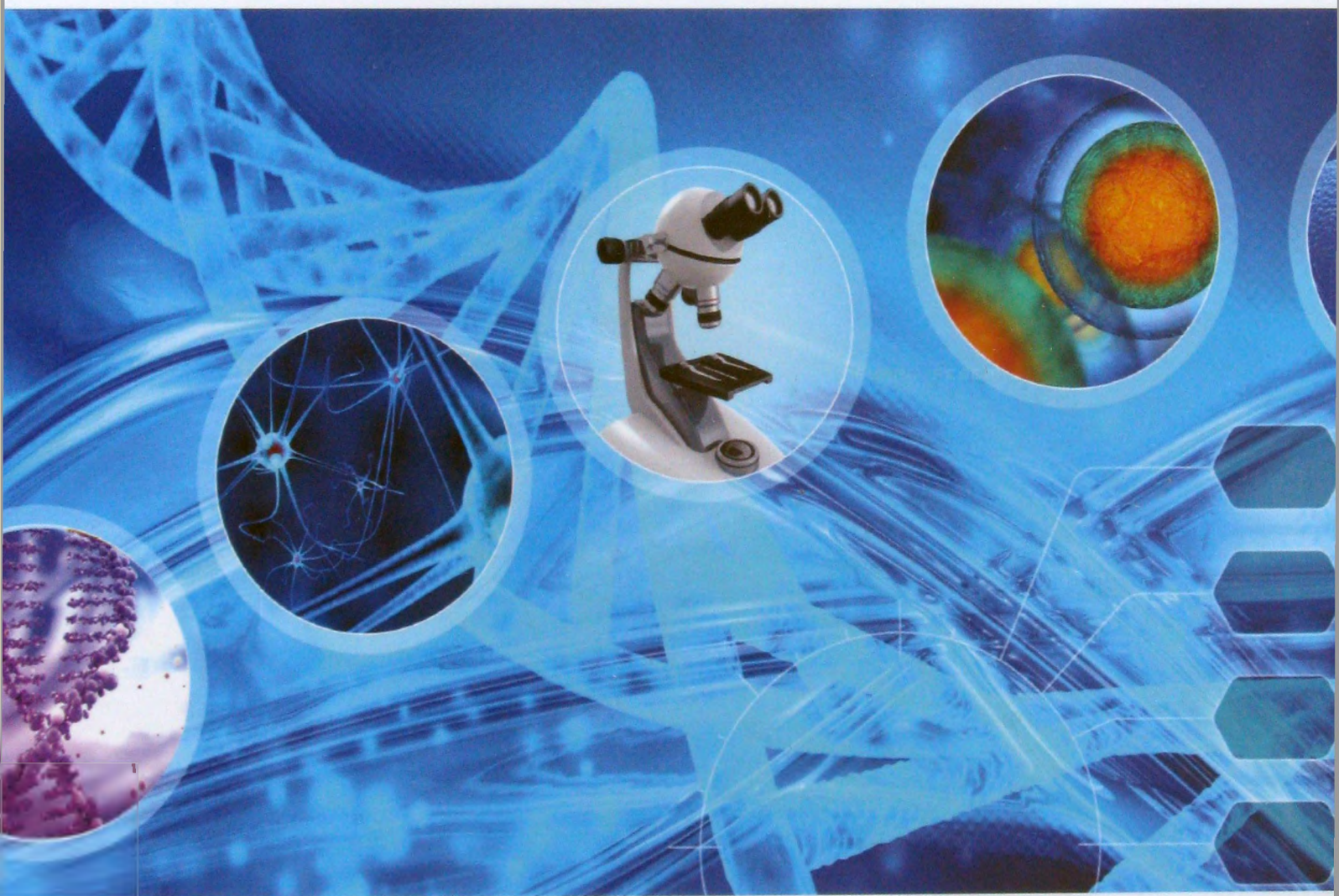


Снежана Трифуновић

БИОЛОГИЈА

за први разред медицинске школе



Снежана Трифуновић

БИОЛОГИЈА

за први разред медицинске школе
образовни профил медицинска сестра–техничар,
фармацеутски техничар, лабораторијски техничар
и зубни техничар



ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ • БЕОГРАД

Рецензенти

Проф. др Александра Кораћ, научна област Биологија ћелије и ткива,
Биолошки факултет, Универзитет у Београду
Маја Срдић, професор биологије и екологије са заштитом животне средине,
Медицинска школа Звездара, Београд
Маша Ана Којановић, професор биологије и екологије са заштитом животне средине,
Медицинска школа Звездара, Београд

Уредник

Тамара Бајчета

Одговорни уредник

др Татјана Костић

Главни уредник

др Милорад Марјановић

За издавача

др Милорад Марјановић, в. д. директора

Министар просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије решењем број 650-01-407/2019-03 од 4. 2. 2020. године одобрио је овај уџбеник за издавање и употребу у првом разреду медицинске школе.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

37.016:57/59(075.3)

ТРИФУНОВИЋ, Снежана, 1956-

Биологија : за први разред медицинске школе : образовни профил
медицинска сестра-техничар, фармацеутски техничар, лабораторијски
техничар и зубни техничар / Снежана Трифунровић. - 1. изд. - Београд :
Завод за уџбенике, 2020 (Земун : Бирограф). - 248 стр. : илустр. ; 27 cm

Тираж 5.000. - Речник појмова: стр. 236-243. - Библиографија: стр.
244-245. - Сајтови на интернету за истраживање: стр. 246-248.

ISBN 978-86-17-20337-3

COBISS.SR-ID 16192265

ISBN 978-86-17-20337-3

© ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ, Београд, 2020.

Ово дело не сме се умножавати, фотокопирати и на било који други начин репродуковати, ни у целини ни у деловима, без писменог одобрења издавача.

САДРЖАЈ

Увод	5
Легенде	6
 БИОЛОГИЈА ЋЕЛИЈЕ	 7
Увод у биологију ћелије	8
Основне карактеристике живих бића	11
Нивои организације биолошких система	15
Грађа ћелије и ћелијских органела	18
Органски састојци ћелије	22
Нуклеинске киселине	28
Ензими и метаболизам	34
Еволуција ћелије	39
Ћелијска мембрана (плазмина мембрана)	45
Транспорт материја кроз мембрану	49
Ћелијске органеле	55
Органеле за разградњу	61
Органеле у којима се ствара АТФ	64
Пластиди	69
Структуре одговорне за кретање ћелија и њихових делова	73
Биљна и животињска ћелија – разлике	77
Једро (Нуклеус)	80
Хромозоми	83
Ћелијски циклус – животни циклус ћелије	87
Митоза	91
Мејоза (редукциона деоба)	96
Проверите своје знање	102
 БИОЛОГИЈА РАЗВИЋА	 105
Начини размножавања животиња	106
Гаметогенеза	111
Оогенеза (овогенеза)	117
Оплођење (фертилизација)	122
Врсте јајних ћелија	127
Гаструлација	134
Органогенеза	137

Органогенеза – ембрионално порекло телесних ткива и органа	140
Ембрионални омотачи (екстраембрионалне творевине)	144
Постембрионално развиће	150
Индивидуално развиће човека	154
Поремећаји развића	159
Проверите своје знање	162

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ЕКОЛОГИЈЕ

Дефиниција, предмет истраживања и значај екологије	166
Структура екосистема	168
Процеси који се одигравају у екосистему	173
Биодиверзитет	179
Биосфера као јединствен еколошки систем Земље	182
Проверите своје знање	187

ЖИВОТНА СРЕДИНА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Извори загађивања животне средине	190
Последице загађивања животне средине	195
Заштита животне средине и одрживи развој	198
Одрживи развој	206
Глобалне промене у животној средини и њихове последице	209
Проверите своје знање	214

ЕКОЛОШКА КУЛТУРА

Еколошка култура	216
Потрошачка култура	220
Начини и значај одлагања отпада	225
Утицај савременог начина живота на здравље човека	229
Проверите своје знање	234

Решења тестова

Решења тестова	235
Речник појмова	236
Литература	244
Сајтови на интернету за истраживање	246

УВОД

Уџбеник *Биологија I* намењен је ученицима I разреда средње медицинске школе смера медицинска сестра–техничар, фармацеутски техничар, лабораторијски техничар и зубни техничар. Текст *Уџбеника* организован је тако да у потпуности прати важећи наставни план и програм биологије за те смерове медицинске школе. Њиме је обухваћено неколико поглавља:

- I. Биологија ћелије,
- II. Биологија развића,
- III. Основни појмови екологије,
- IV. Животна средина и одрживи развој,
- V. Еколошка култура.

Редослед излагања градива у овом уџбенику у потпуности се поклапа с редоследом наставних тема и наставних јединица у програму наведених смерова, па га наставници могу користити у изради наставних планова.

У *Уџбенику*, основни текст прате слике, схеме, цртежи и табеле. Свака лекција сажета је у сегменту под називом „**Укратко**”. Битне речи и појмови, подебљани у тексту, издвојени су са стране у односу на основни текст у сегменту „**Кључне речи**”. „**Проверите научено**” и „**Задаци**” чине питања за проверу знања научене лекције и задаци који подстичу ученике на размишљање и истраживање. Занимљиви текстови могу се прочитати у „**БИО-забавнику**”. Ученици могу да провере колико су разумели сваку од тема решавањем тестова на крају сваке теме у сегменту „**Проверите своје знање**”. „**Речник**” и значајне „**Интернет адресе**” налазе се на крају *Уџбеника*.

Поглавља III, IV и V дата су као полазна основа за израду ученичких пројеката којима се развијају свест ученика о очувању и заштити животне средине и љубав према природи.

Ученици који успешно савладају материју из овог уџбеника, добијају основу за лакше разумевање многих области медицинске науке, попут анатомије и физиологије, патофизиологије, микробиологије и др.

Намера ауторке била је да на једноставан, занимљив и савремен начин ученицима приближи нека фундаментална знања из биологије и екологије, као и из заштите животне средине, која ће моћи да примене у изучавању како стручних предмета медицинске струке, тако и у животу. Колико је у томе успела, најбоље ће проценити они којима је *Уџбеник* намењен.

Снежана Трифуновић, дипл. биолог

ЛЕГЕНДЕ



Кључне речи

Важни појмови издвојени су на почетку сваке лекције.



Укратко

Садржај градива из лекције



**Проверите
научено**

Питања и задаци дати на крају лекције служе за проверу знања.



Задатак

Задаци за пројекте и истраживање



БИО-забавник

Занимљивости за радознале



**Додатни
текстови**

Текстови на маргини служе за допуну знања.



**Питања
и задаци**

Питањима и задацима у лекцији проверавамо знање.



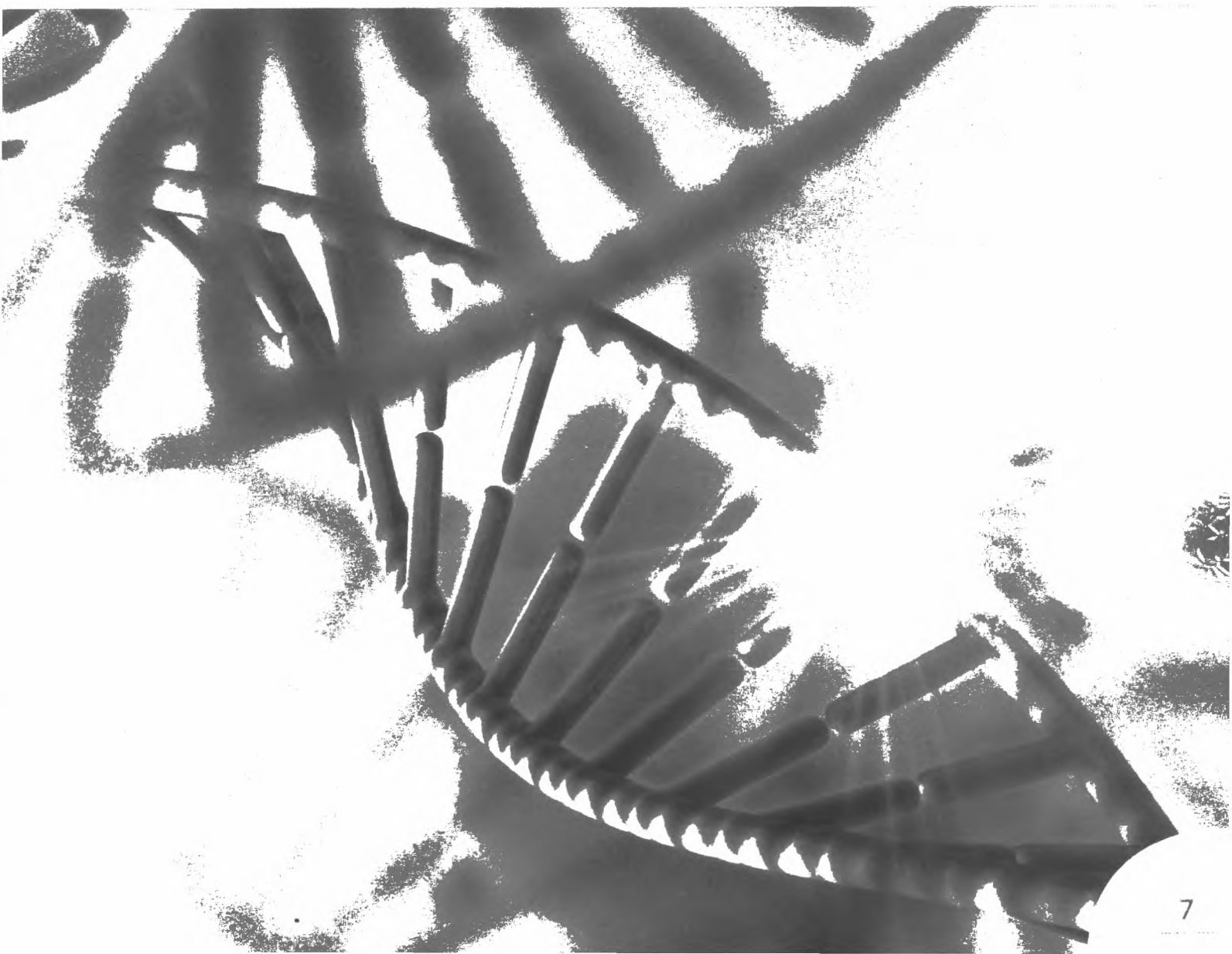
**Путоказ
знања**

Упућује те где ћеш у Уџбенику или из ког још предмета научити или си већ научио/научила о том појму.

БИОЛОГИЈА ЋЕЛИЈЕ

У овом поглављу сазнаћете о:

- биологији ћелије као научној дисциплини биологије која проучава организацију ћелије,
- основним карактеристикама живих бића,
- нивоима организације биолошких система,
- хемијској структури ћелије,
- грађи и улогама ћелијске мембране,
- грађи и функцијама ћелијских органела,
- разликама између биљне и животињске ћелије,
- кључним метаболичким процесима: фотосинтези и ћелијском дисању,
- фазама ћелијског циклуса,
- ћелијским деобама: митози и мејози.



УВОД У БИОЛОГИЈУ ЋЕЛИЈЕ

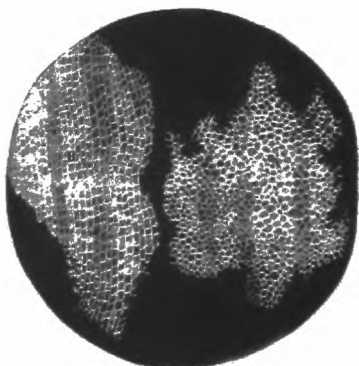


Кључне речи

ћелија
ћелијска теорија
цитологија
биологија ћелије
микроскоп
цитопатологија



Слика 1.1. – Роберт Хук



Слика 1.2. – Ћелије на пресеку плуте



Реч ћелија потиче од латинског назива *сећа*, која означава малу собу (ћелију) у којој живе монаси.

Откриће ћелије

Енглески научник Роберт Хук (1635–1703) године 1665. први је употребио израз **ћелија**. Посматрајући пресек плуте под микроскопом уочио је бројне коморице. Оне су га подсетиле на пчелиње саће, чије су коморице међусобно одвојене танким преградама. Назив ћелија задржао се до данас.

Антон ван Левенхук је 1685. године под микроскопом посматрао једноћелијске организме, а десет година касније и бактерије и описао их је.



Објасните у чему се разликује проучавање ћелија које су посматрали Р. Хук и А. Левенхук.

Ћелијска теорија

Када је формулисан појам ћелија, почела су истраживања њених делова и садржаја. Немачки ботаничар Матијас Шлајден (1804–1881) и зоолог Теодор Шван (1810–1882) независно су један од другог 1839. године поставили основу **ћелијске**

теорије. По овој теорији, сва ткива, сви живи организми, били они биљни или животињски, састављени су из ћелија. Ћелије настају деобом постојећих живих ћелија и обављају све животне функције.



Слика 1.3. – Теодор Шван



Слика 1.4. – Матијас Шлајден

Биологија ћелије, цитологија и цитопатологија

Биологија ћелије (цитологија) је грана биологије која се бави проучавањем ћелије. Назив **цитологија** потиче од грчке речи *kytos*, што значи шупљина, и *logos* – наука. Данас је назив цитологија у смислу „биологије ћелије“ измењен и односи се на цитолошке препарате размаза крви и сл.

Медицинска цитологија (**цитопатологија**) јесте дисциплина којом се на основу изгледа и односа ћелија у размазима распознаје и утврђује постојање одређене болести. Посебан значај цитопатологије као технике којом се утврђује болест је у раном откривању канцера, веома заступљене болести савременог човека.

Резултати проучавања ћелије доприносе познавању и нормалног и патолошког стања организма.

Проучавање ћелије

За детаљно проучавање ћелија користе се **светлосни, електронски**, различите врсте микроскопа: флуоресцентни, конфокални, поларизациони и др. Светлосним, флуоресцентним и конфокалним микроскопом ћелије се могу увећати неколико хиљада пута, док електронски микроскоп омогућава такво увећање ћелија да се и њени најситнији делови могу проучавати (ултраструктура).



Слика 1.5. – Светлосни микроскоп



Слика 1.6. – Електронски микроскоп



О техникама микроскопирања учићете више из лабораторијских техника.

Упоредо с развојем микроскопа мењале су се и усавршавале технике за посматрање ћелија. Израда веома танких микроскопских препарата обојених различитим бојама омогућила је уочавање структура мањих од једног микрометра.

Укратко



Енглески научник Роберт Хук први је 1665. године употребио израз ћелија, који се задржао до данас.

Ботаничар Матијас Шлајден и зоолог Теодор Шван поставили су независно један од другог основу ћелијске теорије.

Ћелије настају деобом постојећих живих ћелија и обављају све животне функције.

Цитопатологија јесте дисциплина којом се на основу изгледа и односа ћелија у размазима распознаје и утврђује постојање одређене болести.

Проверите
научено

1. Како гласи ћелијска теорија?
2. Која грана биологије се бави проучавањем ћелије?
3. Заокружите слово испред тачног одговора.

Ултраструктура ћелије може се посматрати:

- а) светлосним микроскопом,
- б) флуоресцентним микроскопом,
- в) конфокалним микроскопом,
- г) електронским микроскопом.

Задатак



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о ПАПА-тесту и његовој примени. Направите презентацију и своје истраживање представите на школском часу.

БИО-забавник



1. Роберт Хук је, у ствари, посматрао мртве ћелије плуте, од којих је видео само њихове зидове.
2. Први тест у цитопатологији је Папаниколау тест (скр. ПАПА-тест). Осмислио га је амерички лекар грчког порекла Јоргос Папаниколау. Користи се последњих педесетак година за откривање рака грлића материце у почетној фази. Тест је почео да се примењује тек 1960. године, иако је Ј. Папаниколау много раније указао на његов значај.

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЖИВИХ БИЋА

Пронађене су бактерије у стању мировања у кристалима соли. Процењује се да су живе пре диносауруса. Научници су их 2000. године оживели помоћу воде и једињења која садрже уљеник.

Заједничке особине по којима се жива бића разликују од неживог дела природе су: **ћелијска грађа, реаговање на надражај, метаболизам, хомеостаза, раст и развиће, размножавање, еволуција.**

Присуство свих наведених особина карактерише живо биће. Од тог правила одступају вируси, који немају ћелијску грађу, као и неке друге особине живих бића (немају сопствени метаболизам, не размножавају се ван ћелије домаћина и др.).

Ћелијска грађа

Сва жива бића, како једноћелијска, тако и вишећелијска, изграђена су од ћелија. Према сложености грађе, разликују се два основна типа ћелије: **прокариотска и еукариотска.**

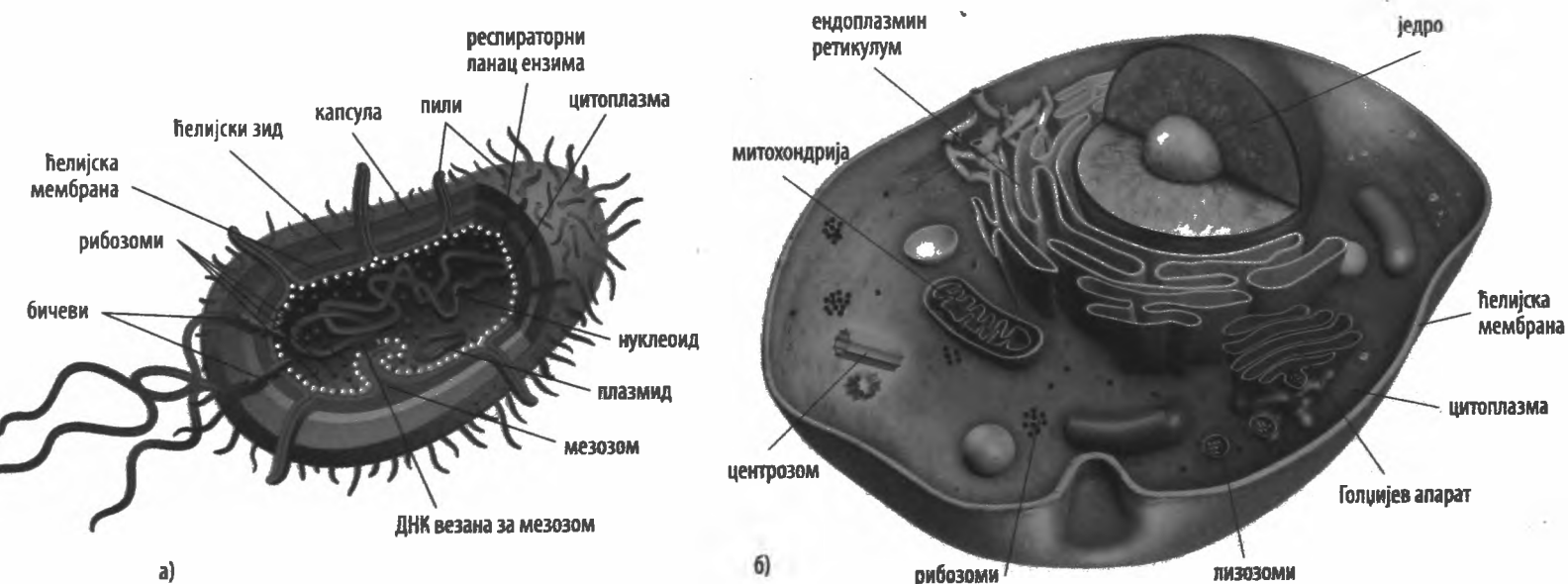
Прокариотске ћелије су једноставније грађе, прве су се појавиле у еволуцији живих бића. Оне немају једро и ћелијске органеле. Бактерије су изграђене од ћелија прокариотског типа.

Еукариотске ћелије су се у еволуцији јавиле после прокариотских, заправо су еволуирале од њих. Сложене су грађе, садрже јасно оформљено једро и бројне ћелијске органеле и структуре.



Кључне речи

прокариотска ћелија
еукариотска ћелија
надражај
метаболизам
хомеостаза
раст
развиће
размножавање
еволуција



Слика 1.7. – Типови ћелије: а) прокариотска ћелија; б) еукариотска ћелија

крвним судовима човека налазе се рецептори који региструју количину кисеоника у крви. Када се та количина смањи, следи реакција организма тако што се убрзавају кретање и рад срца.

Реаговање на надражај

Жива бића примају надражаје из спољашње и унутрашње средине и на њих реагују на одговарајући начин. Та особина је кључна за опстанак живих бића у некој средини. **Надражај** представља физичку или хемијску промену у спољашњој и унутрашњој средини. Одговор организма на то јесте промена у раду органа или ћелија. Надражаји се примају помоћу посебних ћелија названих **рецептори**.

Метаболизам

Метаболизам представља укупан промет материје и енергије у организму. Све хемијске реакције којима се усвајају енергија и материја из спољашње средине и мењају се на начин који одговара одређеној врсти организма чине његов метаболизам. Биљке, алге и неке бактерије могу да упијају енергију Сунца и да је трансформишу у хемијску енергију неопходну за синтезу органских материја. Такви организми називају се **аутотрофи**. Животиње узимају готове хранљиве материје из природе из којих процесом варења добијају енергију неопходну за све животне функције. Животиње због тога припадају **хетеротрофима**.

Хомеостаза

Живи организми имају способност да одржавају стабилне услове унутрашње средине у одређеним границама независно од промена у спољашњој средини. За то су одговорни механизми које поседују скоро сва ткива и органи и сви заједно доприносе одржавању хомеостазе у организму као целини. Тако, бубрези одржавају сталну концентрацију електролита, плућа обезбеђују довољну количину кисеоника, органи за варење довољну количину хранљивих материја и тако редом. Већина механизма којима се одржава хомеостаза под контролом је хормона.



Упоредите и објасните разлику између улоге метаболизма и хомеостазе у живим системима.

Раст и развиће

Током развића нервне ткива постају способни да преносе надражаје, мишићне да се контрахују итд.

Раст организма резултат је деобе и раста ћелије. Да би порасли, организми користе део енергије створене метаболизмом. Упоредо с растом организам се развија у одраслу јединку. **Развиће** ћелија обухвата њихово оспособљавање за обављање одређених функција. Све ћелије у једном организму настају деобама једне једине ћелије, оплођене јајне ћелије (зигота). Ћелије, које од ње настају, током развића оспособљавају се за вршење тачно одређених улога (функција).

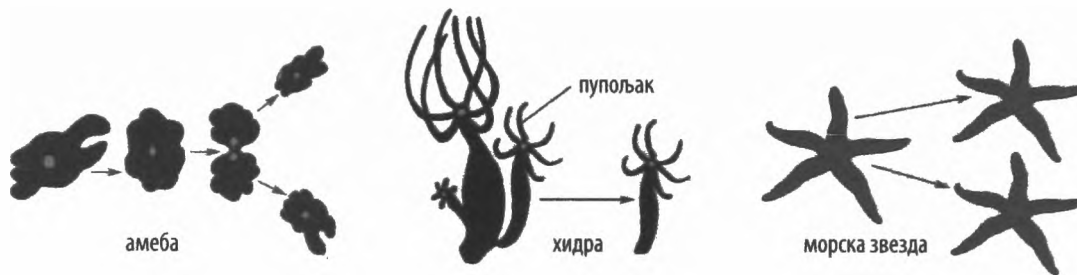


Образложите зашто се кристали соли не сматрају живим системима, иако могу да „расту“.

Размножавање

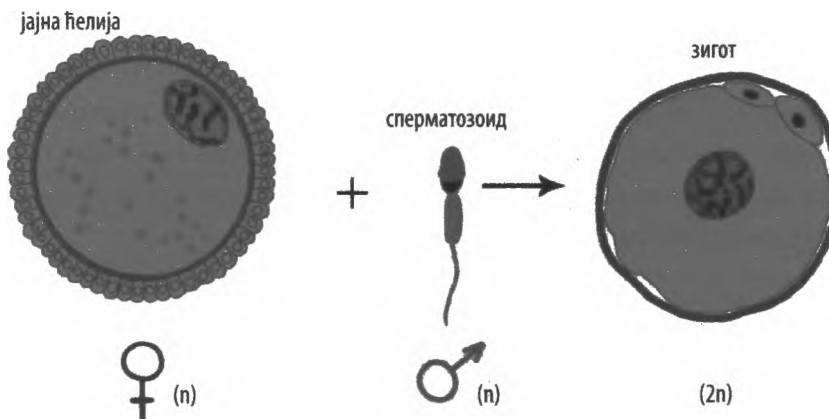
Размножавање је процес којим организми производе нове организме сличне себи тако што се наследна информација преноси на потомство. Та особина неопходна је за наставак врсте. Постоје два основна начина размножавања:

1. **бесполно (асексуално)**, којим настаје потомство с идентичним генетичким материјалом који има родитељ, па се такве јединке називају **клонови**,



Слика 1.8. – Бесполно размножавање

2. **полно (сексуално)**, којим потомци добијају комбинацију гена оба родитеља и личе на њих, али нису потпуно исти као родитељи, нису клонови.



Слика 1.9. – Полно размножавање



Објасните предност полног размножавања над бесполним размножавањем.

Еволуција

Еволуција је процес промена генетичког материјала који захвата читаве групе јединки, популације. Еволутивним променама захваћени су гени у популацији и те промене се преносе кроз генерације. Оне превазилазе животни век јединке. Популације се мењају током времена да би се прилагодили променама спољашње средине и да би опстале.

Укратко



Заједничке особине по којима се живи организми разликују од неживог дела природе су: ћелијска грађа, реаговање на надражај, метаболизам, хомеостаза, раст и развиће, размножавање и еволуција. Према сложености грађе, разликују се два основна типа ћелије: прокариотска и еукариотска. Живи организми имају способност да одржавају стабилне услове унутрашње средине у одређеним границама независно од промена у спољашњој средини – хомеостаза. Раст организма резултат је деобе и раста ћелија. Развиће ћелија обухвата њихово оспособљавање за обављање одређених функција. Размножавање је процес којим организми производе нове организме сличне себи тако што се наследна информација преноси на потомство. Еволуција је процес промена генетичког материјала који захвата читаве групе јединки, популације.

Проверите
научено



1. Наведите основне особине живих бића.
2. Дефинишите појам хомеостаза.
3. Зашто је размножавање једна од значајних особина живих бића?

Задатак



1. Пажљиво прочитајте декларацију на конзерви с поврћем или воћем. Помиње се стерилизација. Више о стерилизацији прочитајте у уџбенику *Здравствена нећа*. Податке о вези стерилизације с ћелијама, као и о томе шта би се догодило када садржај конзерве не би био стерилисан пронађите на интернету. Своје истраживање представите на часу.

БИО-забавник

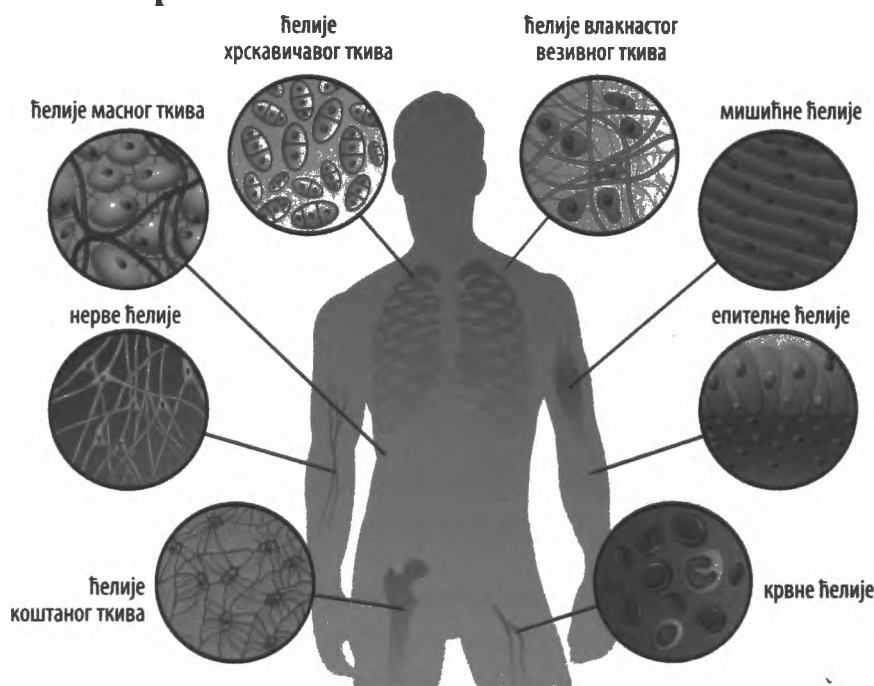


Приони су инфективни протеини мањи и од самих вируса. Немају нуклеинску киселину или је њихов геном толико мали да га је немогуће открити данас познатим методама. За откриће приона генетичар Стенли Прусинер је 1997. године добио Нобелову награду. Код људи и животиња изазивају пропадање ћелија нервног система, прионске болести (нпр. код људи Кројцфелд-Јакобова болест, а код говеда „болест лудих крава“). Пошто су неке од карактеристике болести изазваних прионима и вирусима сличне, неки научници тешко прихватају постојање приона упркос богатству научних података који подржавају овај концепт.

НИВОИ ОРГАНИЗАЦИЈЕ БИОЛОШКИХ СИСТЕМА

Ћелија је основна градивна и функционалана јединица сваког живог бића. Она је први, основни ниво организације биолошких система.

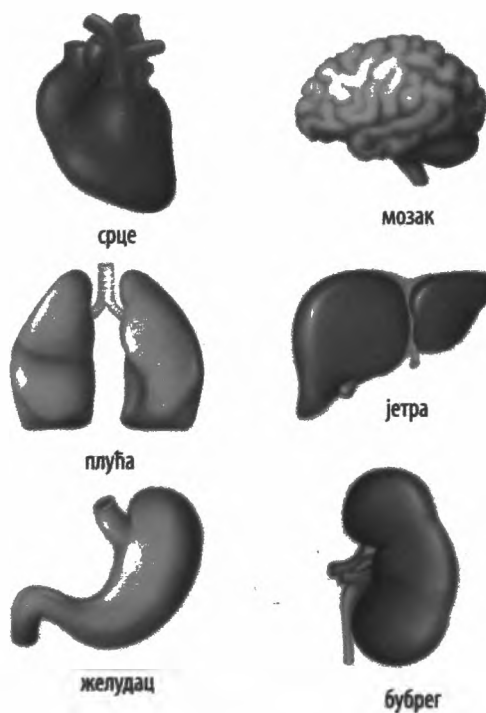
Следећи, сложенији ниво организације јесу ткива. Настају удруживањем ћелија које имају исту грађу, функцију и ембрионално порекло. Разликују се четири основне врсте ткива животиња: епителско, везивно, мишићно и нервно.



Слика 1.10. – Ћелије ткива у људском организму

Еволуција се даље дешавала у правцу усложњавања грађе, па се јавио виши ниво организације од ткива, **органи**. Орган се састоји од једне врсте ткива или од више врста ткива, али сва она заједно обављају једну функцију. Најчешће једно ткиво обавља основну улогу, док су остала помоћна ткива.

Слика 1.11. – Неки од органа човека



Кључне речи

ћелија
ткива
органи
систем органа
организам



О ембрионалном пореклу биће више речи у области „Развиће животиња”.

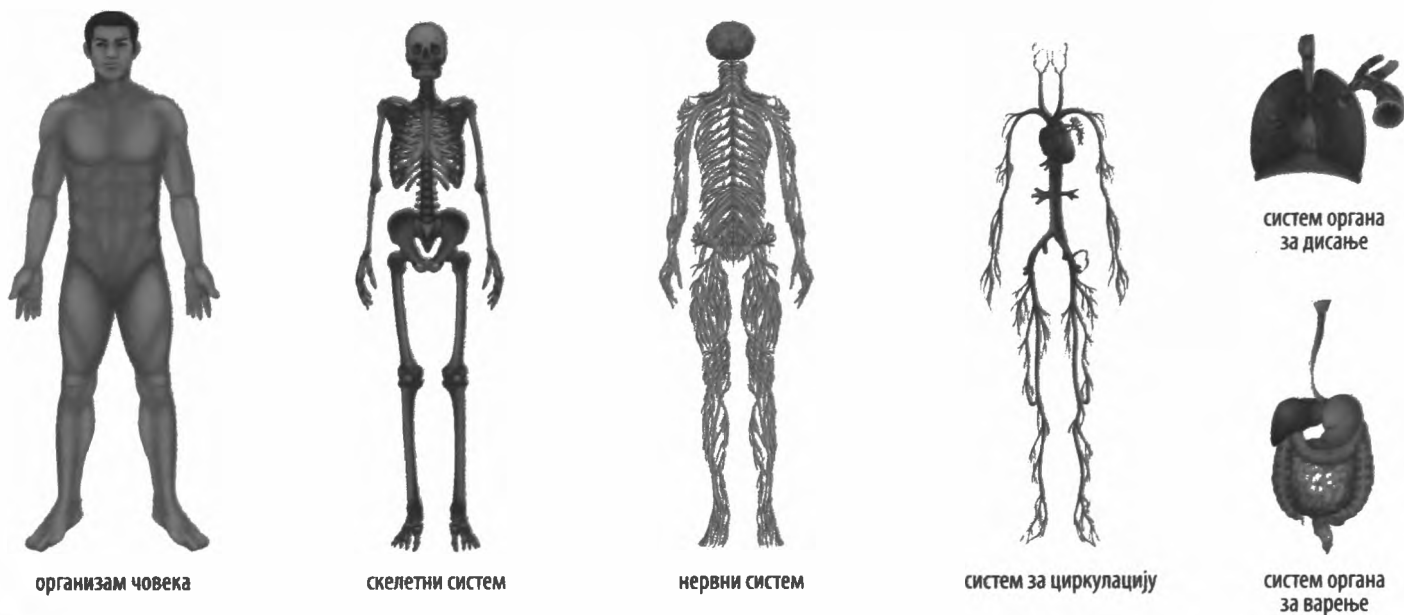


У срцу је основно функционално мишићно ткиво, захваљујући ком се срце контрахује, а и остала ткива, као што су нервно и везивно, помажу срцу да се контрахује.



О ткивима, органима и органским системима човека научићете више из анатомије и физиологије.

У организму човека постоји једанаест органских система: **кожни, скелетни, мишићни, систем за дисање, систем за варење, систем за циркулацију, систем за излучивање, чулни, нервни, ендокрини и систем за размножавање.**



Слика 1.12. – Системи органа код човека

Органски системи могу да буду изграђени од органа који су само функционално повезани, као што су жлезде с унутрашњим лучењем у склопу ендокриног система.

Најзад, највиши ниво организације је **организам**. Организам је анатомска и функционална целина у којој координисано раде органи и органски системи.



И ћелија и организам имају особине живих система. Уочите разлику између ћелије и организма.

Укратко



Нивои организације биолошких система чине: **ћелија, ткива, органи, систем органа и организам.**

Ткива настају удруживањем ћелија које имају исту грађу, функцију и ембрионално порекло.

Орган се састоји од једне врсте ткива или од више врста ткива, али сва она заједно обављају једну функцију.

У организму човека постоји једанаест органских система.

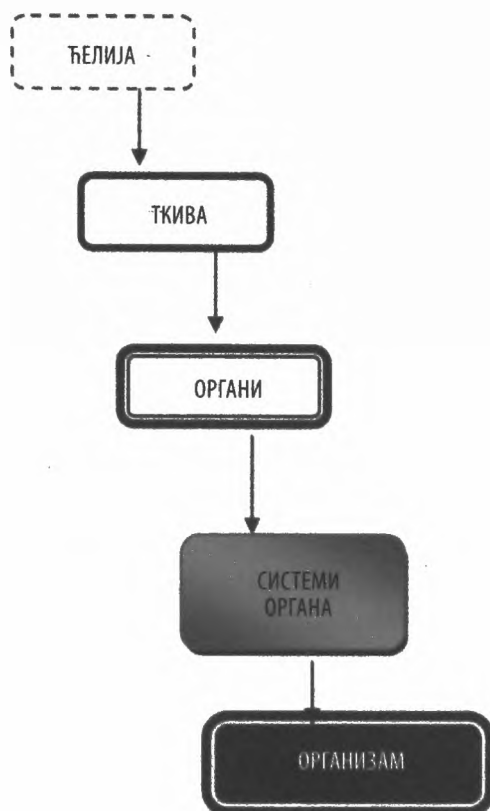
Највиши ниво организације је **организам**, анатомска и функционална целина у којој координисано раде органи и органски системи.

Задатак



1. Подсетите се шта сте о биљним ткивима и органима научили у основној школи. Која ткива и које органе имају биљке? Да ли код биљака постоје системи органа? Упоредите их са животињама тако што ћете одговоре представити у виду шематског приказа. Објасните га на школском часу.

Мапа лекције



- Објасните зашто се ћелија описује као заједничка структура свих живих бића.
- Наведите четири нивоа организације биолошких система у једном организму.
- Попуните табелу. У одговарајуће колоне унесите податке које врсте ћелија улазе у састав органа и органског система.



Проверите
научено

Врста ћелија	Орган	Органски систем
срчане мишићне ћелије		
епителске ћелије		
нервне ћелије		
ћелије јетре		

- Поређајте нивое организације биолошких система од највишег ка најнижем: ћелија – органи – системи органа – организам – ткива.

- Грана биологије која изучава ткива назива се *хистологија*.



БИО-забавник

ГРАЂА ЋЕЛИЈЕ И ЋЕЛИЈСКИХ ОРГАНЕЛА



Кључне речи

биогени елементи
макроелементи
микроелементи
елементи у траговима
ендогена вода
хидрофилне материје
хидрофобне материје
неорганске соли
аденозинтрифосфат (АТР)
хемоглобин

Хемијски састав ћелије



Свака ћелија се налази у одређеној средини, углавном у воденој.



Хемијски елементи који изграђују ћелије живих бића називају се **биогени елементи**. Они су присутни у облику **неорганских и органских једињења**. Међу неорганским једињењима посебно је значајна вода. Ако изузмемо воду, скоро сви молекули у ћелији садрже угљеник.

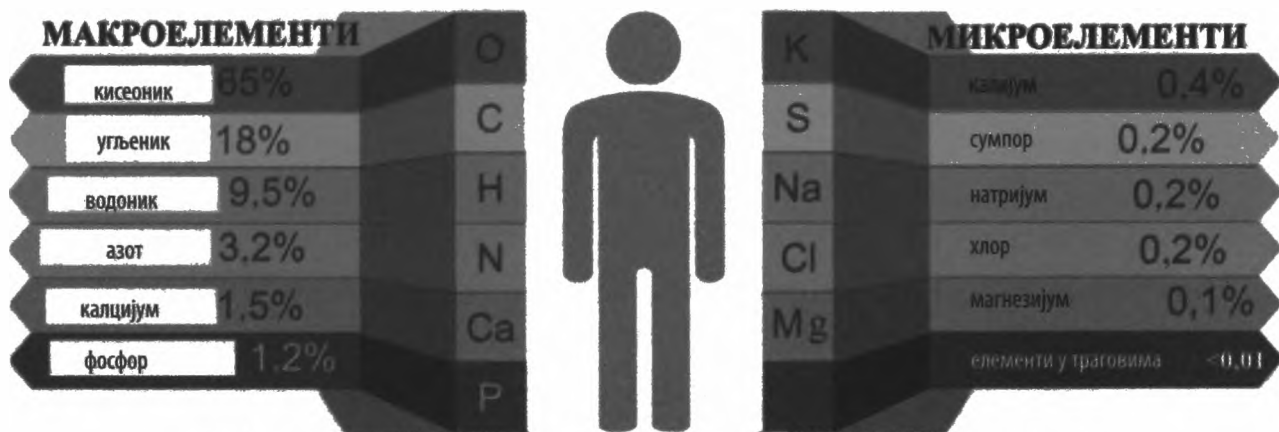
Слика 1.13. – Биогени елементи



Подсетите се шта сте научили из хемије по чему се органска једињења разликују од неорганских једињења.

О биогеним елементима научићете више из хемије.

Према заступљености у ћелији, биогени елементи се деле на **макроелементе и микроелементе** (грч. *macro* = много; *micro* = мало, ситно). **Макроелементи**, којима припадају кисеоник, водоник, угљеник, азот, калцијум и фосфор, изграђују и до 99% живе материје. **Микроелементи** се налазе у знатно мањим количинама од макроелемената, али је њихово присуство у живим бићима неопходно за нормално одвијање животних процеса. Микроелементи чине 1–2% тежине живих организама. Такви су нпр. К, Na, Cl, S, Mg, Fe и др. У живим бићима има елемената у **траговима**, какви су нпр. Cl, Mn, Se, J, Zn и др. Они укупно чине мање од 0,01% тежине живе материје, а неопходни су за нормално функционисање већине организама.



Слика 1.14. – Подела биогених елемената и њихова заступљеност у организму човека

Неоргански састојци ћелије

Вода

Живот на Земљи почео је у океану. Услови у том исконском окружењу оставили су трајни печат на хемијски састав организама. Живот због тога зависи од особина воде. **Вода је идеална средина кроз коју различити молекули могу да се крећу и ступају у међусобне реакције.**

Вода представља најраспрострањенији молекул у организмима и неопходан услов за њихов опстанак.

Она је једна од главних компонената живих система, која чини чак 50–95% тежине ћелије. Осим у самој ћелији, вода се налази у међућелијским просторима и крви и лимфи животиња.

Количина воде у ћелијама човека зависи од старости (старењем се смањује количина воде у ћелијама), врсте ткива (крв има већу количину воде од масног ткива), метаболичке активности ћелије (активније ћелије имају више воде), као и од пола (жене имају мање воде од мушкараца).



Објасните зашто је вода мање заступљена у организму жена него у организму мушкараца.

Да би организам човека исправно функционисао, потребно му је око 10 l воде дневно. Два литра добија споља: унесе храном и пићем, док остатак стварају сама ткива. Вода, која настаје у унутрашњости организма при катаболичким процесима (процеси разградње сложених једињења), назива се **ендогена вода** (лат. *endo* – унутра) или **метаболичка вода**.

Улоге и значај воде

Вода је **универзални растварач**, што значи да се у њој раствара највећи број материја. Од посебног значаја је што се у њој растварају материје укључене у основне животне процесе, попут кисеоника, угљен-диоксида, глукозе, аминокиселина (јединице грађе протеина) и натријум-хлорида (со). Материје које имају афинитет према води називају се **хидрофилне** („воле воду”), а оне које га немају су **хидрофобне** („плаше се воде”).

Вода је погодна средина за одвијање биохемијских реакција у ћелији, тј. метаболизма. Транспортна улога воде огледа се у лакој преношењу материја које се у њој растварају кроз саму ћелију и из једне ћелије у другу ћелију.

Вода има улогу у **терморегулацији** (одржавању сталне телесне температуре птица и сисара). Знојењем се снижава телесна температура.

Осим тога, вода штити ћелије од нагле промене температуре јер се сама постепено загрева при вишим температурама, односно хлади се при паду температуре. Тако се обезбеђује стабилна средина за одвијање реакција у ћелији.



Слика 1.15. – Хемијска формула воде



О количини и распореду воде у организму човека научићете више из анатомије и физиологије.



Више о метаболизму прочитајте у наредним лекцијама.



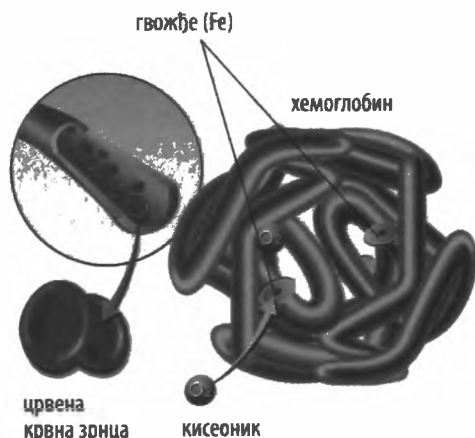
Као безбојна течност вода пропушта видљиви део Сунчевог спектра, а апсорбује део инфрацрвеног зрачења, па је стога добар топлотни изолатор.

Вода учествује у **осморегулацији** (одржавање сталног осмотског притиска). Када се у ћелијама човека, а пре свега у крви, јави недостатак воде, повећава се осмотски притисак (притисак соли растворених у води) јер се повећала концентрација соли. Тада осећамо жеђ и уносимо додатну количину воде.

Неорганске соли

Неорганске соли су веома заступљене у ћелијама, а њихови катјони и анјони неопходни су за одржавање биолошких структура (**градивна улога**) и биолошку активност једињења (**метаболичка улога**).

Најзаступљенији катјони су калијум (K^+), натријум (Na^+) и калцијум (Ca^{2+}) а међу анјонима то су хлориди (Cl^-), карбонати (CO_3^{2-}), бикарбонати (HCO_3^-) и фосфати (PO_4^{3-}).



Слика 1.16. – Гвожђе у молекулу хемоглобина везује кисеоник.

Натријум и калијум обезбеђују поларизованост мембрана нервних и мишићних ћелија, а тиме и њихов нормалан рад. Фосфати су веома значајни за рад ћелије јер представљају основне облике из којих се користи енергија – изграђују АТФ – **аденозин-трифосфат**.

Минералне материје организм не ствара сам, већ их уноси храном. Ради разумевања значаја тих материја, биће наведене улоге неких најбитнијих.

Гвожђе је веома важан састојак **хемоглобина**. Недостатак гвожђа у организму омета нормално стварање црвених крвних зрнаца, што проузрокује малокрвност – анемију (мада постоје и други узроци те болести).

Калцијум и фосфор граде калцијум-фосфате, који су главни састојци костију.

Сумпор улази у састав одређених аминокиселина, флуор спречава појаву зубног каријеса, а кобалт је саставни део неких витамина.

Укратко



Хемијски елементи у саставу ћелија живих бића називају се **биогени елементи**. Најприсутнији макроелементи су кисеоник (O), водоник (H), угљеник (C) и азот (N).

Микроелементи се налазе у знатно мањим количинама (K, Na, Cl, Cu, J, Br, Mn, F и др.)

Вода је универзалан растварач и посебно је значајно што се у њој растварају материје укључене у основне животне процесе.

Катјони и анјони неорганских соли имају **градивну** (одржавају структуре) и **метаболичку** (одржавају биолошку активност једињења) улогу у ћелији.



**Проверите
научено**

1. Објасните зашто је флуор обавезан састојак зубне пасте.
2. Зашто је неопходно да у исхрани буде заступљено доста воћа и поврћа?
3. Наведите улоге воде.
4. Опишите како вода регулише сталну телесну температуру човека.
5. Набројте материје које се транспортују кроз ћелију растворене у води.
6. Избаците „уљеза”, односно појам који не припада датом скупу: фосфати, вода, калцијум, натријум, бикарбонати, карбонати, гвожђе, кобалт, флуор.
7. Заокружите слово испред тачног одговора.
Материје растворљиве у води су:
 - а) масти и протеини,
 - б) протеини и фосфолипиди,
 - в) хидрофилне,
 - г) хидрофобне.
8. Заокружите слово испред тачног одговора.
Нормалне животне функције у ћелијама човека одвијају се захваљујући:
 - а) води коју човек уноси храном,
 - б) води коју човек уноси пићем,
 - в) води коју стварају саме ћелије у организму човека,
 - г) свему наведеном.
9. Заокружите слово испред тачног одговора.
Која од наведених НИЈЕ улога воде?
 - а) транспортна
 - б) терморегулација
 - в) универзални растварач
 - г) енергетска



Задаци

1. У једну чашу воде сипајте неколико капи уља, а у другу чашу додајте кашичицу соли. Промешајте садржај у обе чаше. Опишите шта запажете. Примените знање из хемије о водоничној вези и објасните зашто се хидрофилна и хидрофобна једињења другачије понашају у води.
2. Недостатак јода у храни и пићу изазива поремећај у раду штитасте жлезде човека. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о томе како престанак лучења хормона штитне жлезде делује на организам човека. Направите презентацију и своје истраживање представите на школском часу.



БИО-забавник

1. Око 1,5 l воде за 24 часа човек изгуби знојем.
2. Крв гушћа за 1%, која кроз капиларе притиче у мозак, изводи из равнотеже нервне ћелије центра у хипоталамусу. Следи неколико нервних реакција и онда осетимо жеђ.
3. Када рН вредност крви падне испод 7, човек може да живи само неколико минута.

ОРГАНСКИ САСТОЈЦИ ЋЕЛИЈЕ



Кључне речи

угљени хидрати
моносахариди
олигосахариди
полисахариди
липиди
триглицериди
фосфолипиди
стероиди
воскови
протеини
амино-киселина
полипептидни ланац



Подсетите се шта сте научили из хемије о угљеним-хидратима.

Органска једињења обавезно садрже угљеник (C) и њиховим разлагањем се ослобађа мања или већа количина енергије. Разликују се четири групе њих једињења: **угљени-хидрати**, **липиди**, **протеини** и **нуклеинске киселине**. Осим липида, сва ова једињења су полимери (поли – многи; мер – део, јединица) израђени од мономера (моно – један) који су повезани ковалентним везама.

Угљени-хидрати (шећери)

Угљени-хидрати су добили назив по томе што садрже угљеник. Однос броја атома водоника и кисеоника је 2:1 (као у води).

Угљени-хидрати су најраспрострањенија једињења у живом свету. Према степену сложености, деле се на **моносахариде**, **олигосахариде** и **полисахариде**.

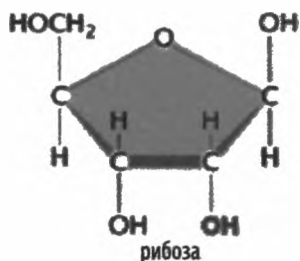
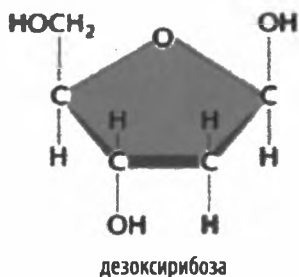
Моносахариди (прости шећери) се хидролизом не могу разложити на простија једињења. Према броју угљеникових (C) атома, деле се на **триозе**, **тетрозе**, **пентозе**, **хексозе**. Пентозама (с 5 C атома) припадају **рибоза** и **дезоксирибоза** (изграђује ДНК). У хексозе (са 6 C атома) спадају **глукоза** (гликоза), **фруктоза** и **галактоза**. Глукоза је главни извор енергије у ћелијама кичмењака (човека). Угљени-хидрати, које уносимо храном и који се варе у цревном систему, претварају се у глукозу и у том облику прелазе у крв. Глукоза путем крви доспева (транспортује се) до свих ћелија. Пренос глукозе из крви у ћелије регулише хормон инсулин кога лучи гуштерача (панкреас). Разлагањем глукозе ослобађа се енергија коју ћелија користи за рад.



Објасните шта се дешава у организму човека када панкреас престане да лучи инсулин.

Олигосахариди (грч. *oligos* – мало по броју, сиромашно) изграђени су од 2–10 моносахарида. Најзначајнији су **дисахариди** (од два моносахарида), којима припадају **малтоза**, **лактоза** и **сахароза**. Дисахариди (сахароза) служе као транспортни шећери у биљкама. **Олигосахариди** изграђују ћелијску мембрану животињских ћелија.

Полисахариди су макромолекули настали повезивањем бројних моносахарида у дугачке ланце (могу да садрже на стотине и хиљаде моносахарида). Према биолошкој функцији, деле се на резервне и структурне (градивне) полисахариде. **Резервни полисахариди** представљају молекуле у којима се чува (складишти) енергија. Најраспрострањенији резервни полисахариди су **скроб** (код биљака) и **гликоген** (код животиња). Ћелије користе једноставне полисахариде као што су гликоген и скроб, који се састоје од више молекула глукозе. Структурни полисахариди учествују



Слика 1.17 – Моносахариди – молекули дезоксирибозе и рибозе

у изградњи ћелија и организама. Међу њима су најраспрострањенији: **целулоза** (главни је састојак ћелијског зида биљака), **хитин** (изграђује спољашњи скелет зглавкара) и **агар** (садрже га алге). Најзаступљенији угљени хидрат је целулоза.

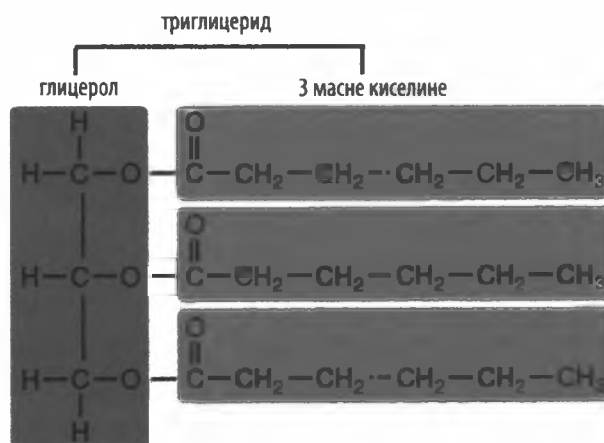
полисахарид	биљке	животиње
резервни	скроб	гликоген
структурни	целулоза	хитин

Табела 1. – Подела полисахарида према улози код биљака и животиња

Липиди

Липиди су веома разноврсна група једињења која се не растварају у води. Садрже много више енергије од угљених-хидрата. Већину липида граде масне киселине, неразгранати угљоводонични ланци. **Масне киселине** могу да буду засићене и незасићене.

Триглицериди се састоје од тро-хидроксилног алкохола глицерола и три молекула масних киселина. У зависности од тога које масне киселине садрже, могу да буду засићени (маслац и маст животињског порекла) и незасићени (биљна уља). Резерва енергије се у организму човека чува у облику триглицерида у масним ћелијама.



Слика 1.18. – Структура триглицерида

О засићеним и незасићеним масним киселинама научићете више из хемије.

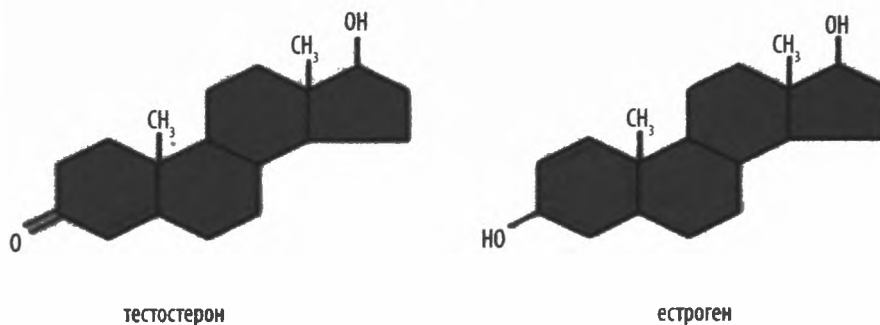


Слика 1.19. – Структура фосфолипида

Фосфолипиди се састоје од глицерола, два молекула масних киселина и фосфатне групе. Један крај фосфолипида, фосфатна група, јесте хидрофилан, а на другом крају су масне киселине, које су хидрофобне. Ћелијска мембрана биљака и животиња изграђена је од два слоја фосфолипида.

етра је главно, али не једино, место синтезе холестерола код сиса-а. Друга ткива и ор-ани, као што су танко рево, кожа, нервно киво, аорта и др., могу да га синтетишу.

Посебна група липида су **стероиди**, који не садрже масне киселине. Стероидима припада **холестерол**, од ког се синтетишу женски и мушки полни хормони, као и витамини Д и К. Ћелијска мембрана животиња садржи холестерол, док се у мембрани биљне ћелије налазе **воскови**. За разлику од стероида, воскови садрже масне киселине. Они не пропуштају воду и граде заштитне омотаче биљака и животиња.



Слика 1.20. – Структура стероида: мушки (тестостерон) и женски (естроген) полни хормони



Објасните зашто наш организам ствара холестерол и када не уносимо масну храну.

Улоге липида

Енергетска улога липида огледа се у томе што се њиховим разлагањем ослобађа велика количина енергије. Складиште се у ћелијама масног поткожног ткива, одакле се према потреби организма могу користити. Под дејством хормона масне ћелије врше хидролизу (разлагање) триглицерида у слободне масне киселине. Масне киселине прелазе у крв, а затим у ћелије које их користе као извор енергије. Вишак глукозе у крви привремено се складишти у облику гликогена, а затим се трајно чува у облику масти.

Градивна улога липида односи се на то што се део масти користи за изградњу и обнову ћелије и њених делова. Најпознатији структурни липиди су:

- **фосфолипиди**, који граде мембране биљних и животињских ћелија,
- **холестерол**, који гради ћелијске мембране животиња,
- **воскови**, који образују заштитни слој на кожи, крзну, перју или лишћу и плодовима биљака (најпознатији је пчелињи восак, од ког пчеле праве саће).

Регулаторну улогу имају хормони који припадају стероидима. Стероидни хормони човека су полни хормони и хормони коре надбубрежне жлезде, док су остали хормони углавном протеини.

Заштитну улогу имају масно ткиво, које окружује бубреге, и поткожни слој масти, који је топлотни изолатор.

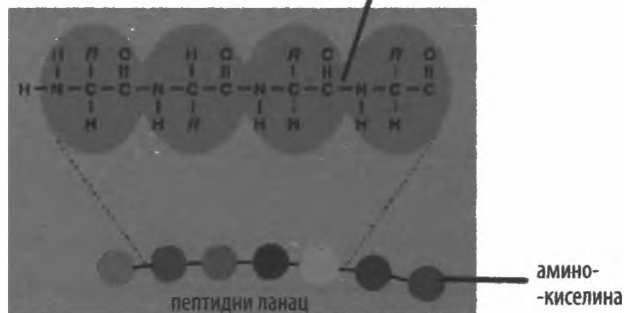
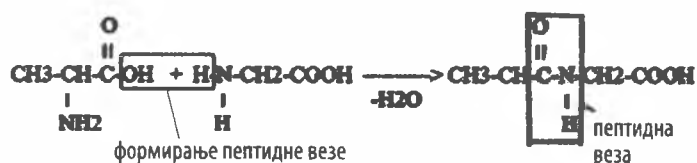
Протеини (беланчевине)

Протеини представљају за живе системе најзначајније органске молекуле, о чему говори и сам њихов назив – *протеус* – први, најважнији. Тешко је издвојити неку функцију у организму или ћелији која се одвија без помоћи протеина.

Протеини су најчешће изграђени од великог броја **амино-киселина** које се повезују пептидним везама и граде **полипептидни ланац**.

Амино-киселина садржи три групе повезане с једним атомом угљеника:

1. амино-групу (NH_2 -),
2. карбоксилну (COOH -) и
3. бочну групу (R).



Слика 1.22. – Формирање пептидне везе и примарна структура протеина

-киселине мономери. Број, врста и редослед аминокиселина у полипептидном ланцу представљају **примарну структуру протеина**. Та структура одређена је генима. Сви протеини граде се комбинацијама 20 различитих аминокиселина. Могуће је комбиновати 20 аминокиселина на неограничен број начина, као што с 20 слова можемо написати неограничен број речи и реченица.

Биљке су једини организми способни да стварају све неопходне аминокиселине. Животиње и човек могу да синтетишу само одређене аминокиселине, док остале морају да уносе храном. Те аминокиселине називају се **есенцијалне**.

Протеини се могу поделити према саставу на једноставне и сложене. Једноставни протеини састоје се само од аминокиселина. Сложени, осим протеинског, имају и неки други део. У гликопротеину је то шећер, а у липопротеину липид.

О структури протеина научићете више из хемије.



Слика 1.21. – Структурна формула аминокиселине аланин

Амино и карбоксилна група су исте за све аминокиселине, док се бочне групе разликују код различитих аминокиселина и одређују природу сваке аминокиселине. Пептидна веза се формира између две суседне аминокиселине у полипептидном ланцу.

Амино-киселине повезане пептидним везама граде полипептидне ланце, који представљају полимере, док су аминокиселине мономери.

Подсетите се шта сте научили о ковалентној вези из хемије.

Осим примарне структуре, протеини обједињују још три нивоа структуре: секундарну, терцијарну, а неки протеини и кватернарну.

Улоге протеина

Осим што изграђују ћелију и њене делове, протеини обављају и све основне функције у организму. Побројаћемо само најпознатије.

- **Градивни (структурни) протеини** дају ћелији величину, облик и учествују у ћелијским покретима, међусобном повезивању ћелија и граде околне матрикс. Најпознатији су кератин (у кожи), еластин (у лигаментима) и колаген (у тетивама).
- **Хормони** (грч. *horman* – покренути) имају улогу регулатора метаболизма.
- **Антитела** су заштитни (одбрамбени) протеини; она ступају у реакцију са великим молекулима који су страни организму (антигени) и спречавају њихово деловање. Антиген може да буде нека бактерија, вирус или отров.
- **Ензими** су биолошки катализатори.
- **Транспортни протеини** су способни да вежу одређене молекуле и да их преносе кроз ћелијске мембране или крв. Тако на пример, хемоглобин преноси кисеоник од плућа до свих ткива, а у супротном правцу преноси угљен-диоксид.
- **Контракtilни протеини** јесу основни елементи у мишићним ћелијама којима се постиже контракција.
- **Резервни протеини** се нагомилавају у семенима и јајима и имају улогу складишта аминокиселина које се користе за раст и развој ембриона.



Слика 1.23. – Модел структуре колагена



Више о ензимима прочитајте у наредним лекцијама.

Укратко



Органска једињења обавезно садрже угљеник (C) и њиховим разлагањем се ослобађа мања или већа количина енергије.

Разликују се четири групе органских једињења: угљени хидрати, липиди, протеини и нуклеинске киселине. Сва та једињења су полимери, осим липида. Главни извор енергије за ћелију кичмењака је моносахарид глукоза (има шест угљеникових атома).

Липиди су органска једињења нерастворљива у води и са највећом количином енергије.

Протеини су изграђени од аминокиселина повезаних пептидним везама у полипептидне ланце. Обављају скоро све функције у ћелији.

БИО-забавник



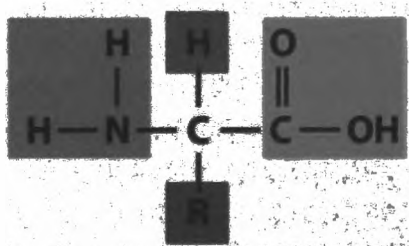
1. Холестерол се производи у јетри, при чему се вишак задржава у жучи, где може да изазове образовање жучних каменова. Код старијих људи холестерол образује масне насlage на унутрашњим зидовима крвних судова, што изазива њихово сужавање и зачепљење. Последице тога могу да буду повишени крвни притисак, срчани и мождани удар.
2. Један грам било чврстог, било течног липида садржи 2,25 пута више енергије него један грам угљених хидрата.

Проверите
научено

- Објасните како количина глукозе у крви човека може да укаже на болест.
- Попуните табелу. У колоне упишите којој врсти припадају наведени угљени хидрати, као и њихову улогу.

Угљени хидрат	Врста угљених хидрата	Улога угљених хидрата
глукоза		
рибоза		
скроб	полисахарид	
гликоген		
сахароза		

- Проучите сл. 1.22 и објасните како се формира пептидна веза.
- Набројте најважније градивне полисахариде.
- Која је основна разлика у грађи између воскова и стероида?
- Препознајте једињење на слици. Обележите име функционалне групе означене зеленом, црвеном и жутом бојом.



- Упоредите структуру триглицерида, фосфолипида и стероида.
- Напишите општу формулу угљених-хидрата.

Задаци

- На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о томе које намирнице садрже есенцијалне аминокиселине. Након истраживања донесите закључак зашто је важно да се есенцијалне аминокиселине путем хране уносе у организам.
- Организам човека ствара онолико стероида колико му је потребно за нормално функционисање и развој. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података зашто је додатно уношење стероида у организам штетно по здравље. Разговарајте о овој теми на школском часу.

НУКЛЕИНСКЕ КИСЕЛИНЕ

Кључне речи

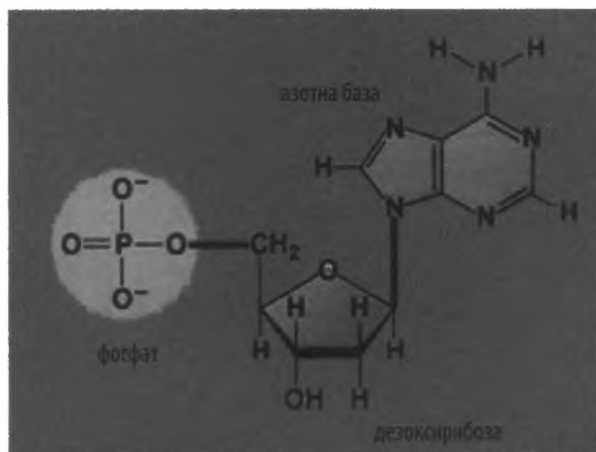
нуклеинске киселине
ДНК
РНК
нуклеотид
антипаралелност
комплементарност
Вотсон—Крикова спирала
водоничне везе
репликација
транскрипција
транслација

Нуклеинске киселине су носиоци наследној материјала (гена). Назив су добиле према једру (лат. nucleus), у ком су највише заступљене, мада их има и у цитоплазми и неким органелама (митохондрије, хлоропласти). Постоје две врсте: дезоксирибонуклеинска (ДНК) и рибонуклеинска киселина (РНК).

Дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК)

ДНК је основни генетички материјал који одређује структуру протеина и на тај начин и особине јединке. Основна јединица грађе ДНК је нуклеотид (дезоксирибонуклеотид), који се састоји од по једног молекула:

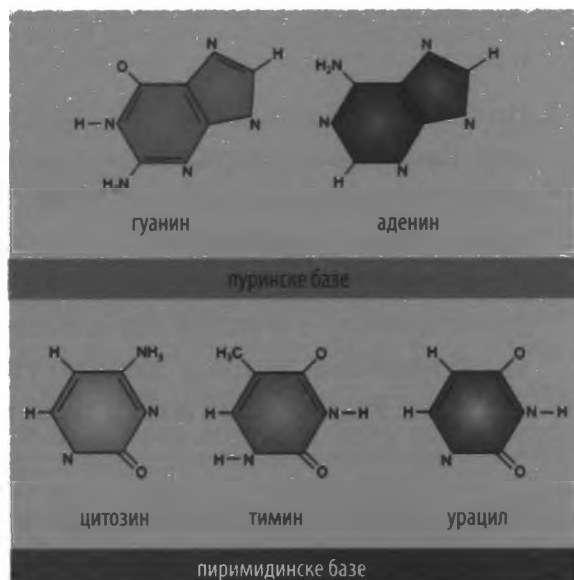
1. дезоксирибозе,
2. фосфорне киселине и
3. азотне базе.



Дезоксирибоза (шећер пентоза) и фосфорна киселина су исте у свим нуклеотидима. Нуклеотиди се разликују по азотној бази коју садрже. Разликују се две врсте азотних база – **пуринске** (веће базе) и **пиримидинске** (мање базе). У пуринске базе спадају **аденин (А)** и **гуанин (G)**, а у пиримидинске – **цитозин (C)** и **тимин (T)**.

Слика 1.24. – Нуклеотид ДНК

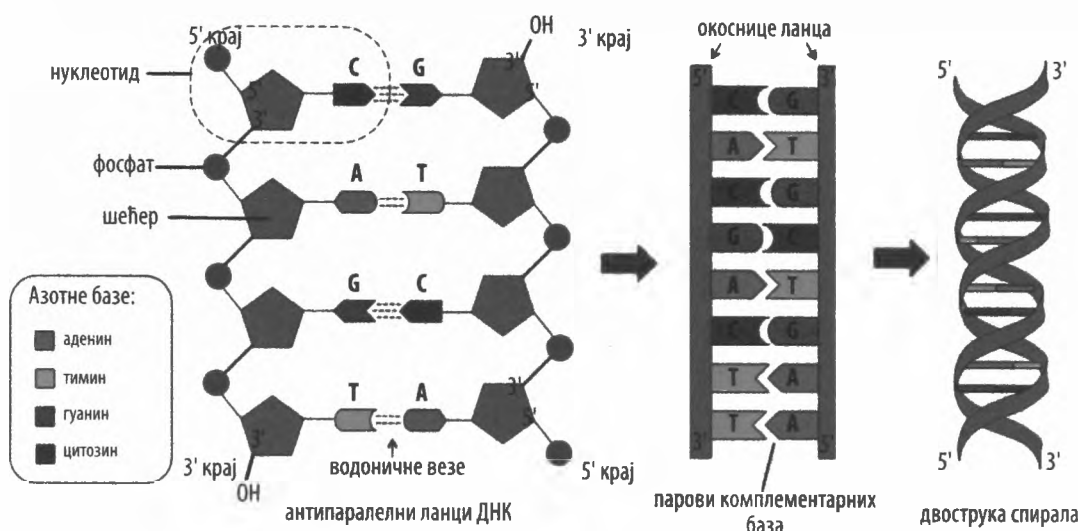
Нуклеотиди се међусобно повезују градећи **полинуклеотидни ланац**. Веза између нуклеотида у ланцу је ковалентна. Повезују се фосфатна група једног нуклеотида с пентозом наредног нуклеотида у ланцу. Тако је на једном крају ланца увек слободна фосфатна група везана за 5' угљеников атом пентозе (**5' крај**). На другом крају је слободна хидроксилна (–ОН) група везана за 3' угљеников атом пентозе



Слика 1.25. – Структурне формуле азотних база

Подсетите се шта сте о ковалентној и водоничној вези научили из хемије.

(3' крај). ДНК се састоји од два полинуклеотидна ланца постављена **антипаралелно** један другом, што значи да су супротног смера (један 5'-3', а други 3'-5').



Слика 1.26. – Структура ДНК

Ланци се повезују **водоничним везама** преко наспрамних база које су међусобно **комплементарне** (подударне).

Увек се вежу једна пуринска (мања) и једна пиримидинска (већа) база, и то увек – аденин једног ланца за тимин другог ланца (и обрнуто), односно цитозин једног за гуанин другог ланца (и обрнуто). На тај начин, везивањем веће базе за мању и обрнуто, постиже се једнако растојање између ланаца. Аденин и тимин су повезани с две, а гуанин и цитозин с три водоничне везе. Оба полинуклеотидна ланца увијена су у виду двоструке завојнице (спирале). Овај модел грађе ДНК дали су **Вотсон** и **Крик** 1953. године и за то су деценију касније добили Нобелову награду.

Линеарни делови једног ланца ДНК су **гени**. Ген је део ДНК који садржи информацију за синтезу РНК с одређеном функцијом у организму.

Неки гени носе упутство за синтезу протеина, док се на основу других синтетишу различите врсте РНК. Упутство за синтезу протеина је низ нуклеотида који одређује које ће се аминокиселине и по ком редоследу повезивати у полипептидне ланце. Све ћелије једног организма садрже исту ДНК, односно исте гене.

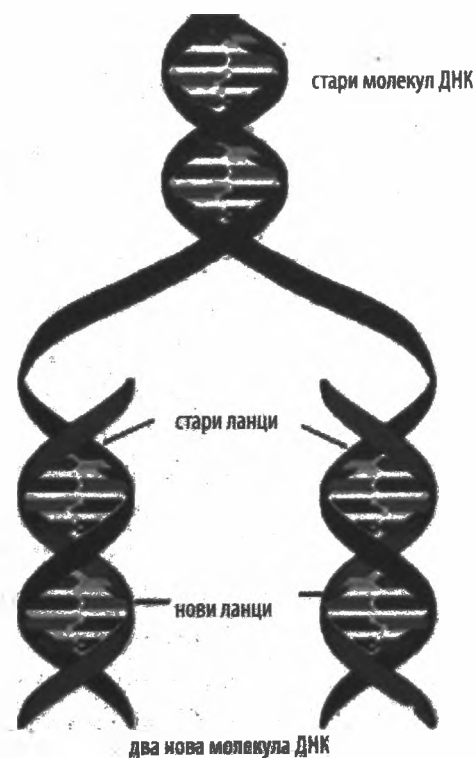
ДНК има способност самодупликације или **репликације** (лат. *replica* – копија). Репликација је процес којим од једног молекула ДНК настају два потпуно иста молекула ДНК.



Објасните зашто је неопходно да се репликација изврши пре деобе ћелије.



Приликом репликације ланци ДНК се прво раздвоје тако што се покидају водоничне везе између њих. Затим сваки од родитељских ланаца служи као калуп према ком се ствара нови ланац ДНК. Нови ланци се синтетишу по принципу комплементарности – наспрам аденина родитељског ланца поставља се тимин новог ланца, а наспрам гуанина – цитозин (и обрнуто).



Слика 1.27. – Репликација ДНК

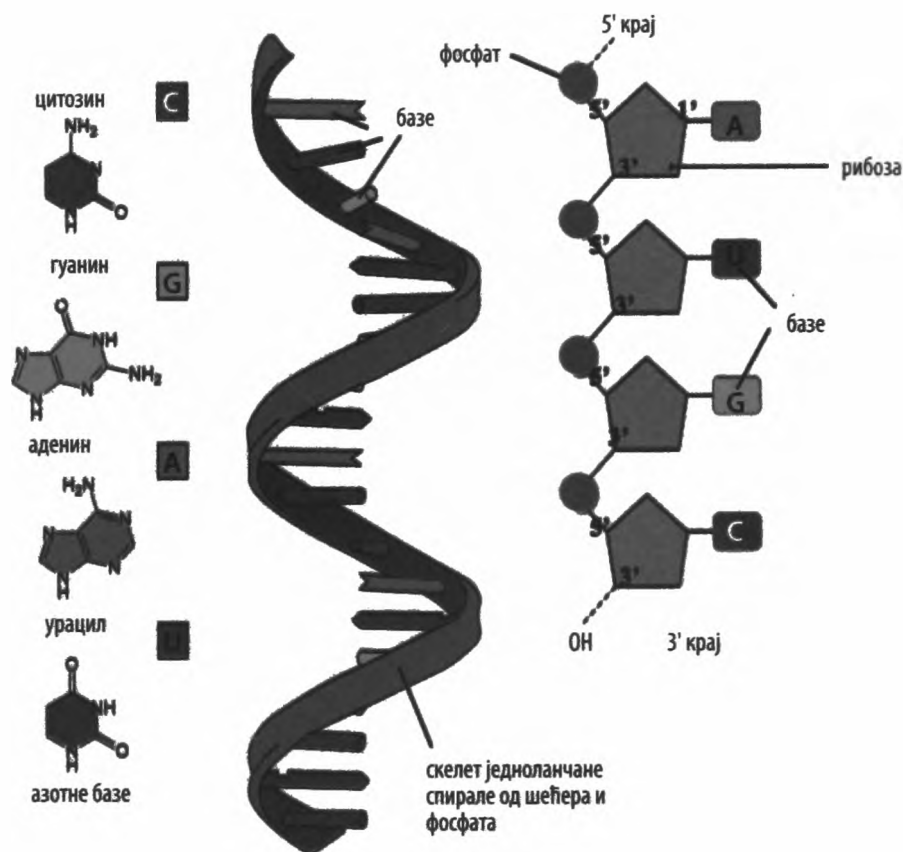
Рибонуклеинска киселина (РНК)

РНК, као и ДНК, састоји се од нуклеотида повезаних ковалентним везама на сличан начин као у ДНК. За разлику од ДНК, **РНК је изграђена само од једног полинуклеотидног ланца** и налази се како у једру, тако и у цитоплазми.

Нуклеотид РНК (рибонуклеотид) састоји се од по једног молекула:

1. шећера **рибозе**,
2. **фосфорне киселине** и
3. **азотне базе**, која може да буде **пуринска** или **пиримидинска**.

Пуринске базе у РНК су исте као у ДНК, **аденин** и **гуанин**. Пиримидинске базе су: **цитозин** и **урацил** (уместо тимина који се налази у ДНК).

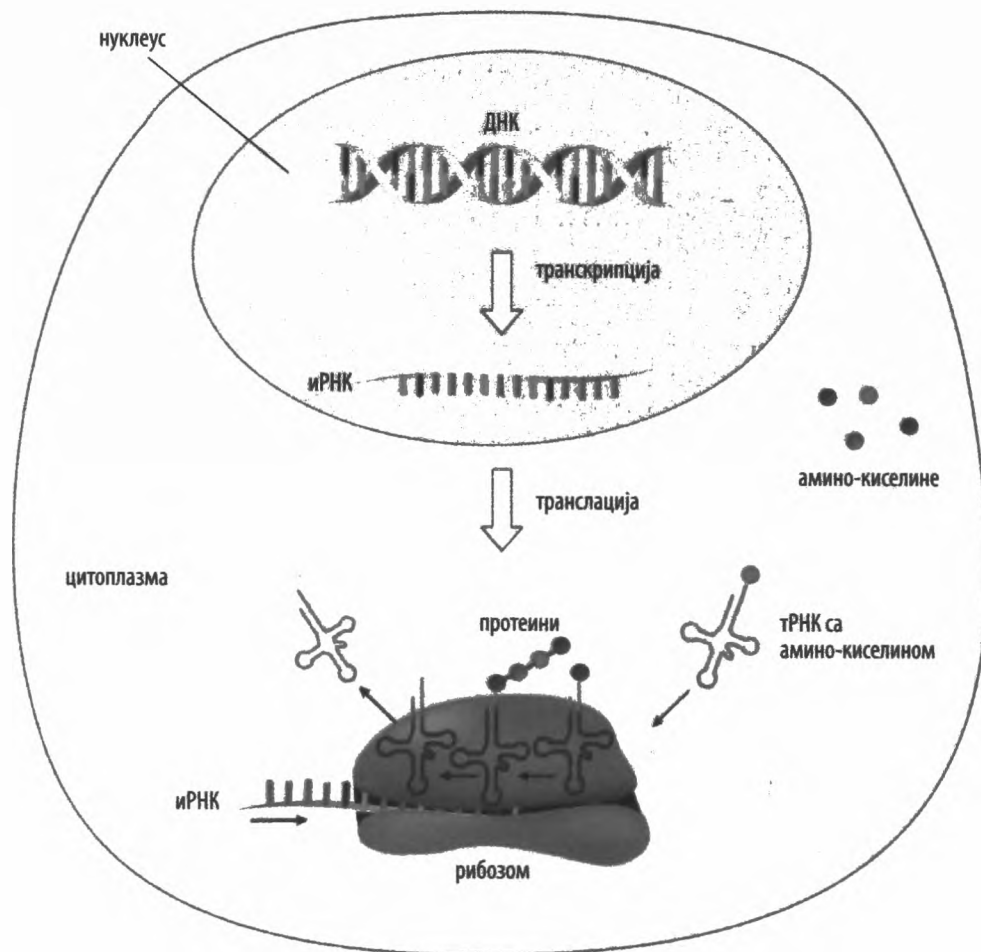


Слика 1.28. – Структура једноланчане РНК

Постоје три основне врсте РНК:

1. **информациона РНК** (иРНК),
2. **рибозомална РНК** (рРНК) и
3. **транспортна РНК** (тРНК).

Информациона РНК садржи упутство (информацију) о синтези протеина. Транспортна РНК преноси аминокиселине до рибозома (структура у којима се врши синтеза протеина). Рибозомална РНК изграђује рибозоме. Све три врсте РНК настају преписивањем гена из ДНК процесом који се назива **транскрипција**.



Слика 1.29. – Синтеза протеина код еукариота: транскрипција и транслација



Проучите слику синтеза протеина код еукариота и закључите зашто је РНК једноланчана.

Током транскрипције ланци ДНК се раздвајају. Један од њих служи као калуп на основу којег се ређају комплементарни нуклеотиди РНК. Према аденину из ДНК поставља се урацил РНК, а према гуанину ДНК – цитозин у РНК и обрнуто. Када се препише цео ген, новостворени ланац РНК се одвоји, а ланци ДНК се споје у двоструку спиралу. Процес синтезе протеина на рибозомима назива се **транслација** (лат. *translatio* – превођење). У транслацији се редослед нуклеотида иРНК преводи у редослед аминокиселина у полипептиду (протеину). Свака три узастопна нуклеотида у иРНК, називају се кодон, одређују једну аминокиселину. тРНК преводне кодоне доносећи у рибозом одговарајуће аминокиселине.

У свим ћелијама једног организма су рРНК исте, док се иРНК и тРНК разликују.

Проверите
научено

- Одредите мономере за следеће полимере: полисахариди, полипептиди и полинуклеотиди.
- По чему се нуклеотид ДНК разликује од рибонуклеотида?
- Попуните табелу. Упоредите молекуле ДНК и РНК тако што ћете податке унети у одговарајуће колоне.

Молекул	ДНК	РНК
Место у ћелији где се налази		
Структура молекула		
Пентозни шећер у саставу нуклеотида		
Пуринске базе		
Пиримидинске базе		
Улога у ћелији		

- Набројте врсте РНК и објасните њихове улоге у синтези протеина.
- Заокружите слово испред тачног одговора
За дезоксирибозу и рибозу важе следеће особине:
 - то су хексозе,
 - припадају моносахаридима,
 - улазе у састав нуклеотида,
 - граде беланчевине.
 - Тачни су одговори под б и в.
- Заокружите слово испред тачног одговора
При повезивању наспрамних ланаца ДНК аденину из једног ланца комплементарна у другом ланцу је:
 - пиримидинска база,
 - пуринска база,
 - база цитозин,
 - база гуанин,
 - урацил.
- Који нуклеотид гради ДНК:
 - аденин – рибоза – фосфорна киселина,
 - цитозин – дезоксирибоза – аминокиселина,
 - урацил – дезоксирибоза – фосфорна киселина,
 - гуанин – дезоксирибоза – фосфорна киселина,
 - тимин – рибоза – фосфорна киселина.
- Изабаците „уљеза”, појам који не припада датом скупу:
рибоза, фосфорна киселина, аденин, урацил, гуанин, цитозин, тимин.



Укратко

Постоје две врсте нуклеинских киселина – ДНК и РНК.

ДНК и РНК су изграђене од нуклеотида који се састоји од три дела: шећера пентозе, фосфорне киселине и азотне базе.

Нуклеотиди се повезују у полинуклеотидне ланце, РНК има један ланац, а ДНК два ланца.

ДНК има способност репликације, када од једног молекула ДНК настају два потпуно иста молекула ДНК.

Све врсте РНК настају преписивањем гена (транскрипцијом).

Процес синтезе протеина на рибозомима назива се транслација.



Задаци

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите упутство за једноставно изоловање ДНК из грашка. Док радите оглед закључите:
 - а) да ли се ДНК растворила у алкохолу,
 - б) коју улогу је имао детерџент у овом огледу,
 - в) како би се на сличан начин могла изоловати ДНК из људске ћелије.
2. Нацртајте шему ланца молекула ДНК. Обележите његове делове и објасните како су повезани.



БИО-забавник

1. Модел структуре ДНК Вотсон и Крик су објавили у часопису „Натура” на само једној страници.
2. ДНК је изузетно хемијски стабилан молекул. У дехидрираном стању и повољним условима може остати непромењена хиљаде година. Као пример за то је да су успешно изоловане и анализиране ДНК из мумија старијих од 3000 година.

ЕНЗИМИ И МЕТАБОЛИЗАМ



Кључне речи

ензими
активни центар
анаболизам
катаболизам
фосфорилација
аденозин-трифосфат (ATP)
аденозин-дифосфат (ADP)
аденозин-монофосфат (AMP)

Ћелија је мала хемијска фабрика која обавља милионе реакција сваке секунде! Због брзине њих реакција (ћелијских процеса, метаболизма) ћелији су неопходни ензими. Ензими су протеини који не само да катализишу (покрећу и убрзавају хемијске реакције) већ и регулишу метаболичке процесе у ћелији.

Ензими

Реакције у ћелији одигравају се великом брзином, што је омогућено присуством природних (биолошких) катализатора – ензима. Ензими убрзавају биохемијске реакције тако што снижавају енергију активације потребну да би отпочела одређена реакција.

Без ензима је немогућа размена материје и енергије у ћелији. Ензими могу да буду прости и сложени протеини. Сложени протеини су велики, глобуларни протеини који имају један полипептидни ланац или више полипептидних ланаца. Део ензима одговоран за његово дејство је активни центар. Активни центар је место у ензиму чија је грађа веома прецизно подешена према супстрату. Супстрат (материја на коју ензим делује) улази у активни центар и везује се за њега, при чему се награди комплекс ензим–супстрат (по принципу „кључ–брава“). Супстрат се разложи на одређене производе, а ензим из реакције излази непромењен.



О енергији активације и катализаторима научићете више из хемије.



Глобуларни протеини имају лоптасти облик.

Посебна група ензима су ензими за варење хране. Налазе се у плувачки, желудачном, панкреасном и цревном соку. Омогућавају разлагање хране на мале молекуле који из црева прелазе у крв. Краљу стигу до свих ћелија у којима се користе за њихов рад.



Слика 1.30. – Дејство ензима на супстрат

Захваљујући присуству активног центра ензими показују особину специфичности, што значи да сваки ензим делује само на једно једињење или групу сличних једињења (на пример, уреазу разлаже уреу, а протеиназу разлажу протеине). Сваки ензим има одређену улогу у ћелији и организму. Ензими обично добијају назив према супстрату на који делују тако што се на назив супстрата дода наставак -аза.

Метаболизам ћелије

Сва енергија коју користе ћелије, било да су оне биљне, било да су животињске, потиче од енергије Сунца. Та енергија се у биљкама трансформише у хемијску енергију којом су боља орјанска једињења која истовремено служе као храна животињама. Да би могли да користе ту енергију за живот, раст и размножавање, орјанизми је морају ослободити из хране у облику који је за њих употребљив. Енергија се из хране добија њеном постепеном оксидацијом, која је под контролом ензима.

Метаболизам карактеришу два основна процеса: **анаболизам** и **катаболизам**. Анаболизам представља синтезу сложених једињења из простих уз потрошњу енергије (фотосинтеза, синтеза протеина итд.). Потребно је уложити рад да би се два проста молекула спојила у један сложен, односно реакције синтезе изискују енергију.

Катаболизам су реакције разградње сложених једињења на проста уз ослобађање енергије (ћелијско дисање, варење). Све те врсте реакција контролишу ензими.

Пошто се анаболизам непрекидно одвија (ћелија непрекидно синтетише протеине, шећере, масти и др.), ћелија има сталну потребу за енергијом. **Жива ћелија**, без обзира на врсту организма, **енергију добија оксидацијом органских једињења**, тј. **њиховим сагоревањем** (што припада катаболичким процесима). Органска једињења се поступно оксидишу тако да се енергија из њих отпушта споро, делимично у виду топлоте, а делимично и као хемијска енергија (АТР) коју ћелија може да користи у анаболизму.

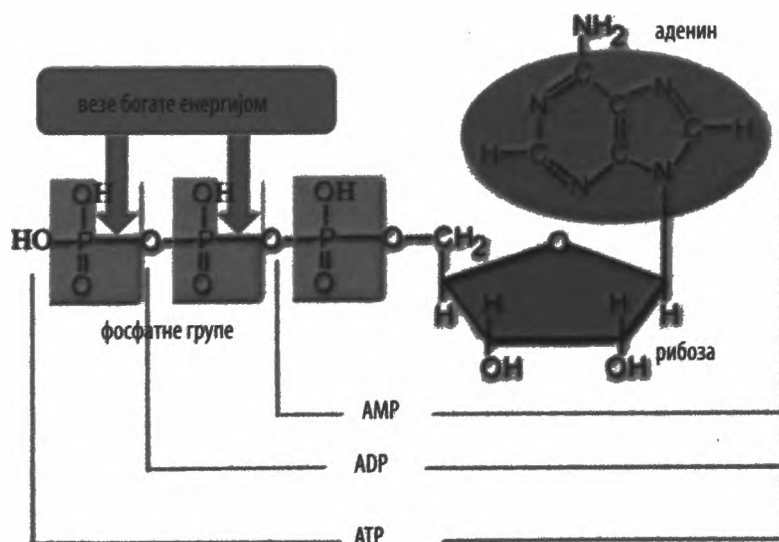
По начину добијања органских молекула, који служе као извор енергије, жива бића се деле у две велике групе: аутотрофе и хетеротрофе.

Енергија је способност вршења рада. Рад се у физици дефинише као пренос енергије из једног система у други. О раду и енергији научићете више из физике.

Подсетите се шта сте научили о аутотрофима и хетеротрофима.

Аденозин-трифосфат (АТР)

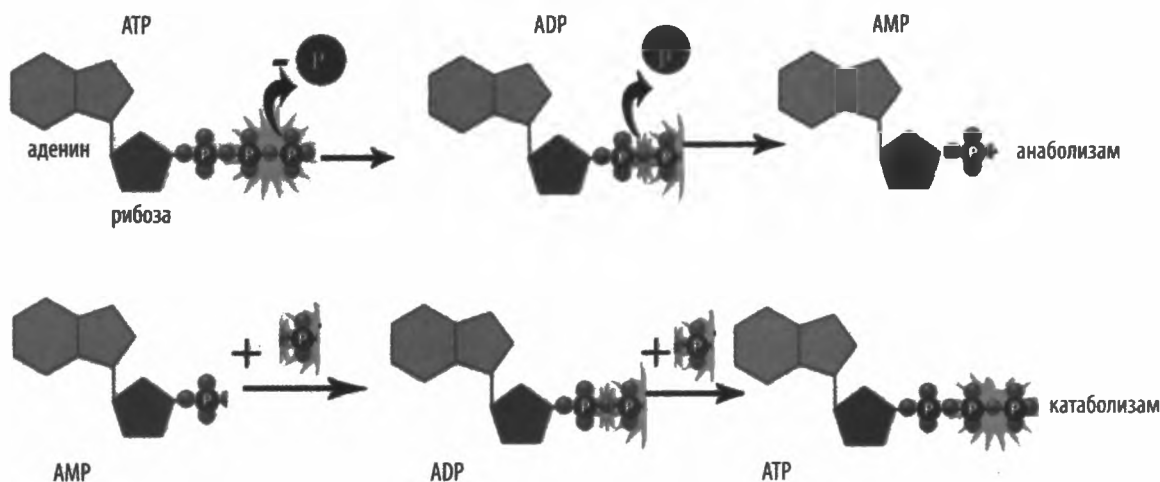
Најзначајније једињење у ћелији богато енергијом је **аденозин-трифосфат**. АТР по својој хемијској грађи спада у нуклеотиде. Молекул АТР-а састоји се од: аденина, рибозе и три фосфатне групе.



Слика 1.31. — Структурне формуле AMP, ADP и АТР

АТР се користи за вршење свих облика рада у ћелији. Свега око 1/3 АТР-а троши се за реакције анаболизма. Остала количина енергије се троши на кретање, мишићне контракције, транспорт материја кроз мембрану ћелије итд.

Две крајње фосфатне групе везане су ковалентним везама које су богате енергијом. Када се те везе разграде, ослобађа се одређена количина енергије. Када се из АТР-а ослободи једна крајња фосфатна група, настаје **аденозин-дифосфат** (ADP), издвајањем још једне крајње фосфатне групе из ADP-а настаје **аденозин-монофосфат** (AMP). Фосфатна група, која се ослободила из АТР-а или ADP-а, богата је енергијом и везујући се за неко једињење она и њега обогаћује енергијом (процес се назива **фосфорилација**). На тај начин се енергија из АТР-а користи у процесима анаболизма. Обнављање (синтеза) АТР-а врши се везивањем фосфатних група прво за AMP-а, при чему настаје ADP, а затим од њега АТР. То је омогућено парним реакцијама у којима су реакције које троше енергију (анаболичке) везане за реакције које ослобађају енергију (катаболичке).



Слика 1.32. – Разградња и синтеза АТР-а у катаболизму и анаболизму



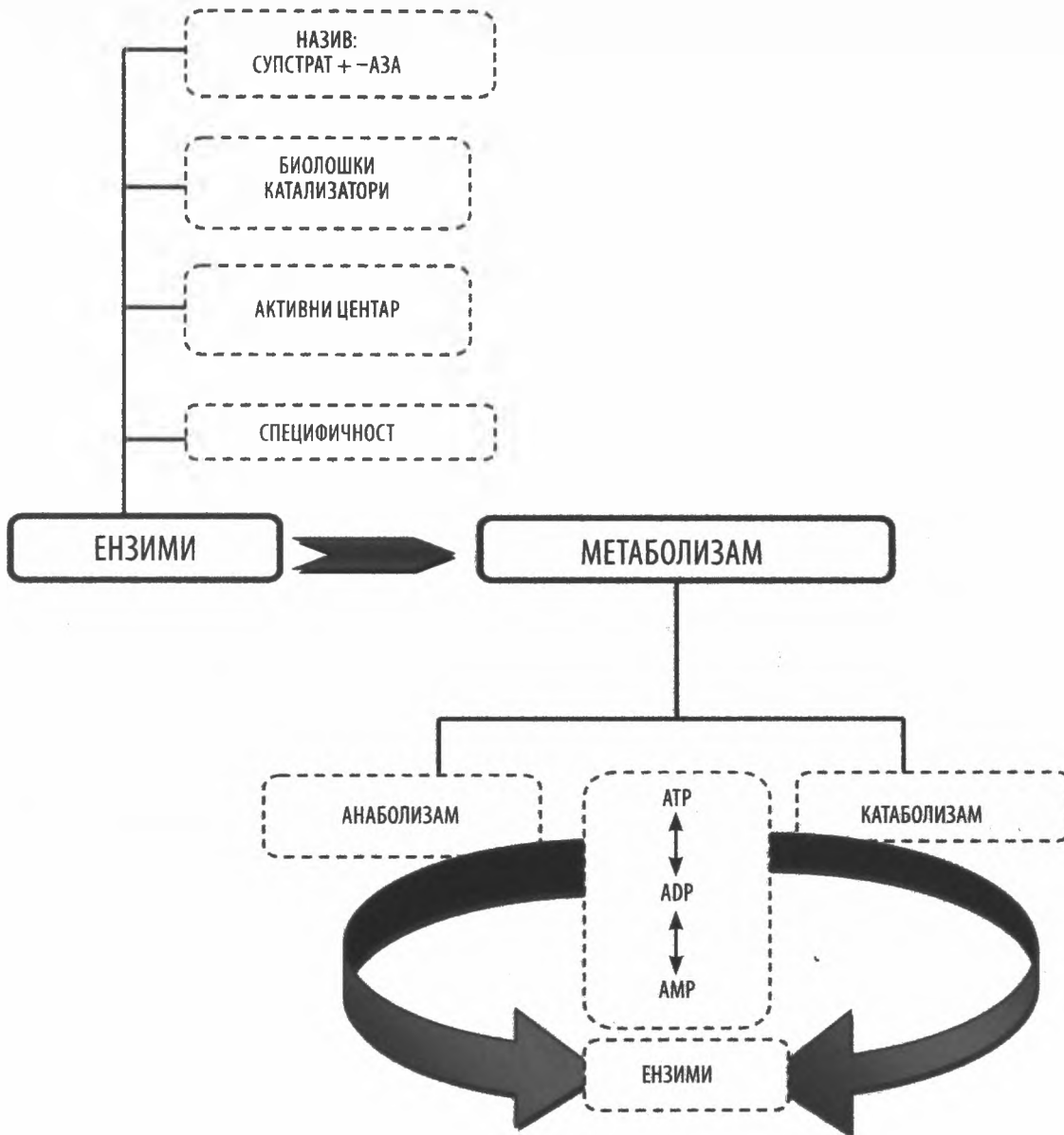
Објасните зашто је неопходно да се ћелија непрекидно снабдева енергијом.

Укратко



Ензими су протеини који не само да каталишу већ и регулишу метаболичке процесе у ћелији. Анаболизам представља синтезу сложених једињења из простих уз потрошњу енергије. Катаболизам су реакције разградње сложених једињења на проста уз ослобађање енергије. Молекул АТР-а састоји се од аденина, рибозе и три фосфатне групе.

Мапа лекције



1. Урођене грешке у метаболизму представљају потпун или делимичан губитак дејства неког ензима. Услед грешке у неком гену не ствара се ензим, што проузрокује обољења заједнички названа ензимопатије (ензимске болести). Једна од ензимских болести је албинизам. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о ензимопатијама и албинизму. Своје истраживање представите на школском часу.
2. Нацртајте шеме нуклеотида РНК и АТФ-а. Установите сличности и разлике између њих.



Задаци

Проверите
научено



1. Повежите одговарајуће ензиме с наведеним супстратима.

Ензим	Супстрат
1 – липаза	А – ДНК
2 – нуклеаза	Б – липид
3 – протеаза	В – протеин

- Која је најповољнија температура за деловање ензима у људској ћелији?
- Објасните зашто се у анаболизму енергија троши, а у катаболизму производи?
- Како АТФ преноси енергију из катаболичких реакција у анаболичке реакције?
- Зашто количина енергије опада разлагањем АТФ-а до АМФ-а?
- Заокружите слово испред тачног одговора.

АТФ се састоји од:

- аденина, рибозе и три фосфатне групе,
- аденина, гликозе и три фосфатне групе,
- аденина, дезоксирибозе и три фосфатне групе,
- аденина, рибозе и фосфатне групе.

БИО-забавник



- Први ензим код ког је одређено тачно место где се налази активни центар је лизозим. Лизозим је у сузама и носној слузи човека открио 1922. године Александар Флеминг, познат по проналаску антибиотика пеницилина. Овај ензим уништава бактерије.

ЕВОЛУЦИЈА ЋЕЛИЈЕ

Животи је почео веома рано, већ у периоду од првих милијарду година Земљине историје!

Сматра се да је Сунчев систем настао пре око 4,6 милијарди година и познато је да за сада, од свих планета тог система, животи постоји само на Земљи (није искључено да на другим планетама у галаксији постоји животи). Појави животи на Земљи претходио је дуги период молекулске еволуције. Прва ћелија настала је највероватније пре 3–4 милијарде година. Најстарији до сада откривени фосили нађени су у стенама старим 3,4 милијарде година у јужној Африци. Ти фосили, видљиви само помоћу електронске микроскопе, слични су данашњим прокариотима (бактерије).

Налази фосила иакође указују на то да су пре око 2 милијарде година прокариоте постојале знатно сложеније еукариотске ћелије. Данас је најприхваћљивија ендосимбиотска теорија, која објашњава настаanak еукариотских ћелија.

Прокариотске и еукариотске ћелије

Упркос разликама између прокариота и еукариота, исти основни механизми управљају животом обе врсте ћелија, што указује на то да данашње ћелије имају заједничко порекло.

Како је настала прва ћелија, још увек је предмет расправе, јер се не може потпуно доказати у експерименту.

Све живе системе, према сложености грађе, можемо поделити на ћелијске и нећелијске. Под нећелијским се подразумевају организми који нису достигли ниво ћелијске грађе, какви су **вируси**, док су остали организми ћелијске грађе.

Према сложености грађе ћелије, сви ћелијски организми се деле на **прокариоте и еукариоте**. Прокариотски тип грађе ћелије имају **бактерије и архее**, док су еукариоти сви остали једноћелијски и вишећелијски организми. Прокариоти су најраспрострањенији и најбројнији организми на планети Земљи.

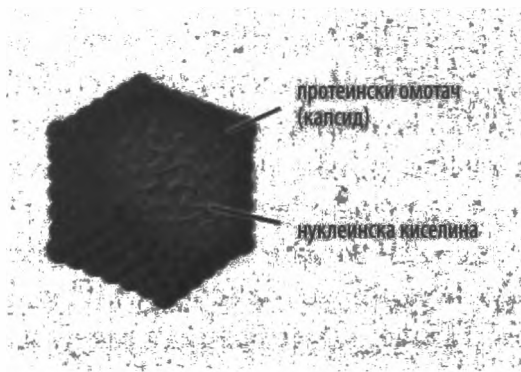
Прокариотска ћелија

Прокариотске ћелије (грч. *pro* – пре; *karyon* – једро; „пре једра”) јесу мале (1–10 μm), једноставне грађе, поседују само ћелијски зид и мембрану, а немају једро, нити ћелијске органеле.



Кључне речи

вируси
прокариотске ћелије
бактерије
архее
еукариотске ћелије
нуклеоид
бинарна деоба
мезозоми
нуклеус
ћелијске органеле



Слика 1.33. – Грађа вируса



Архее и бактерије су сличне по основним морфолошким особинама. Велике разлике између њих постоје на молекулском нивоу, посебно на нивоу рНК. Разликују се по саставу и грађи ћелијског зида и плазма мембране.

Прокариоти су најстарији организми на нашој планети.

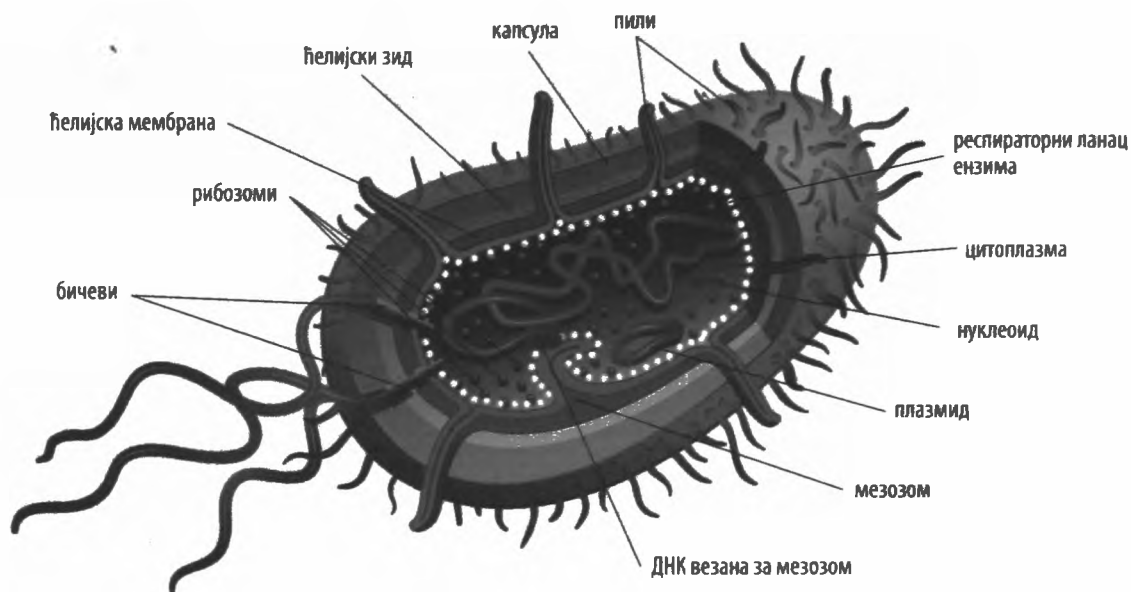
Ћелије су многобројне, влакнасте структуре помоћу којих се бактерије причвршћују за подлогу или једна за другу.

Ћелијич је често појединачан, дугачак и служи за кретање.

Капсула је додатни заштитни омотач неких бактерија.

Плазмиди су мали прстенасти молекули ДНК изван бактеријског хромозома.

Геном је укупна ДНК у једној ћелији неког организма.



Слика 1.34. – Прокариотска ћелија

Њихов геном, односно ДНК, назива се **нуклеоид**, што значи сличан једру. Нуклеоид је добио назив по томе што садржи ДНК, као и право једро, али за разлику од њега, нема мембрану. ДНК је у облику прстена (**кружна или прстенаста ДНК**) и најчешће једна прокариотска ћелија има **један молекул ДНК**. Молекул ДНК је везан за протеине, али та веза није тако чврста и стабилна као код еукариота. Размножавају се једноставном ћелијском деобом, **бинарном деобом**.

Осим што нема диференцирано једро, прокариотска ћелија не садржи ни ћелијске органеле. Једине уобличене структуре су **рибозоми**, у којима се синтетишу протеини. Рибозоми прокариота су ситнији од еукариотских.

Иако је без ћелијских органела, прокариотска ћелија поседује ћелијске одељке у којима обавља сличне функције као и еукариотска. Најважнији процеси одигравају се на јединој мембрани коју овај тип ћелија поседује – **ћелијској мембрани**. Тако, ћелијско дисање се обавља помоћу низа ензима који су везани за ћелијску мембрану. За мембрану је најмање на једном месту везана ДНК, прокариотски хромозом. Такође, за мембрану се везују и протеини који учествују у репликацији бактеријског хромозома и у деоби. Важно је напоменути да неке врсте бактерија поседују унутарћелијске мембране. Познати су **мезозоми** – уврати ћелијске мембране који повећавају укупну површину мембране и везују бактеријски хромозом. Цијанобактерије поседују уврате мембране (тилакоиде) за које су везани пигменти и ензими који учествују у фотосинтези.

Ћелијски зид прокариота је јединствен по саставу и никада не садржи целулозу.



Одређени антибиотици (пеницилин) спречавају стварање ћелијског зида бактерије. На тај начин заустављају ширење инфекције изазване бактеријом. Објасните зашто пеницилин не разара ћелије човека.

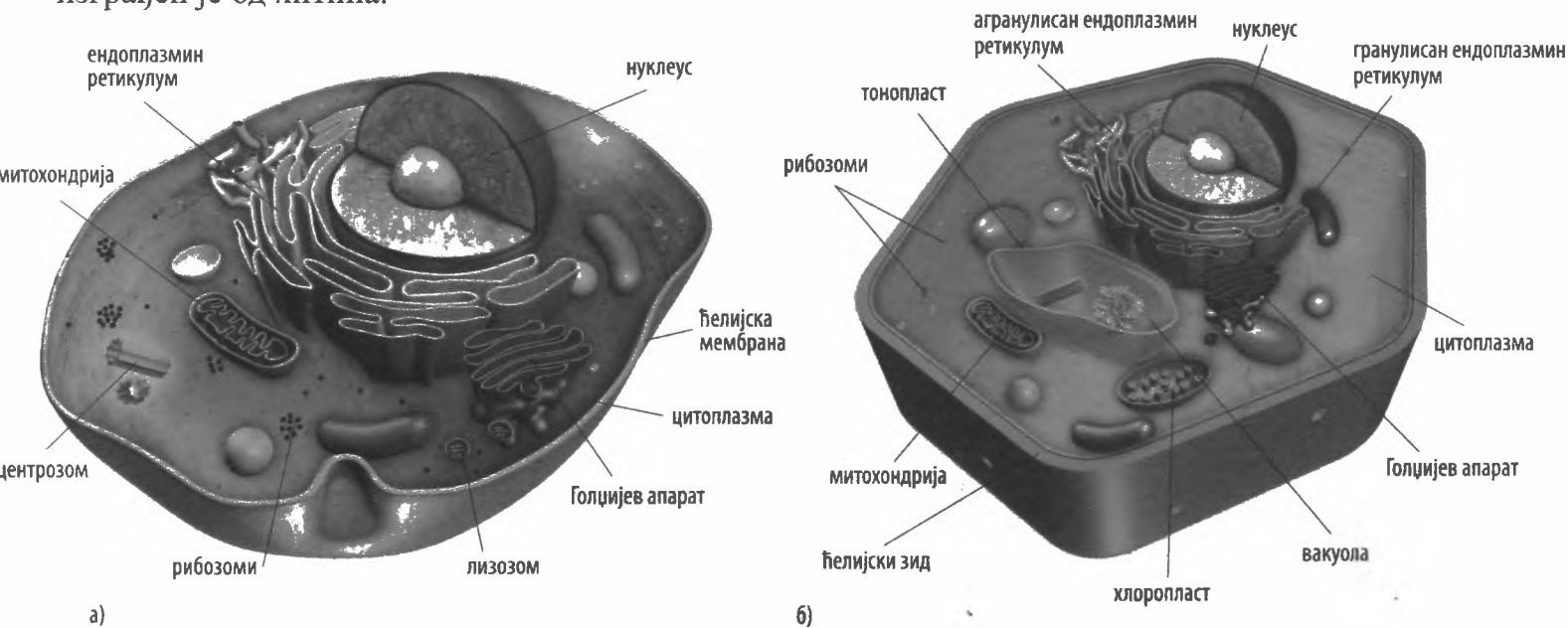
Прокариотска ћелија поседује и специфичан цитоскелет изграђен од протеина сличних протеинима цитоскелета еукариота.

Еукариотска ћелија

Еукариотске ћелије (грч. *eu* – прави, истинит; *karyon* – једро; „право једро“) имају потпуно оформљен нуклеус (једро) одвојен нуклеусним овојем (изграђеним од две мембране) од остатка ћелије. **Ћелијска мембрана** даје облик ћелији и штити је од неповољних утицаја из спољашње средине. Захваљујући томе што је селективно пропустљива, омогућава размену материја између унутрашњости ћелије и средине у којој она живи. Осим ћелијске мембране, еукариоти поседују **унутрашње мембране** које организују бројне мембранске органеле. Биљне ћелије, поред ћелијске мембране, имају и додатни омотач, **ћелијски зид**, који је производ саме ћелије и углавном се састоји од целулозе. Ћелијски зид гљива изграђен је од хитина.



Иако ћелије животиња не поседују тако грађен ћелијски зид, њихова мебрана је заштићена присуством гликокаликса (сматра се аналогом ћелијског зида).



Слика 1.35. – Еукариотске ћелије: а) животињска и б) биљна

Нуклеус контролише ћелијске функције. У њему се налази ДНК (гени) која је линеарна и заједно с одређеним протеинима гради хромозоме.



Прокариотска ћелија нема формирано једро. Како се контролишу функције у прокариотској ћелији?

Осим нуклеуса, у цитоплазми се налазе бројне и разноврсне органеле и структуре. **Ћелијске органеле** („мали органи“, могу се упоредити с органима у организму) организоване су једном или двама мембраном. За разлику од њих, ћелијске структуре немају мембране.



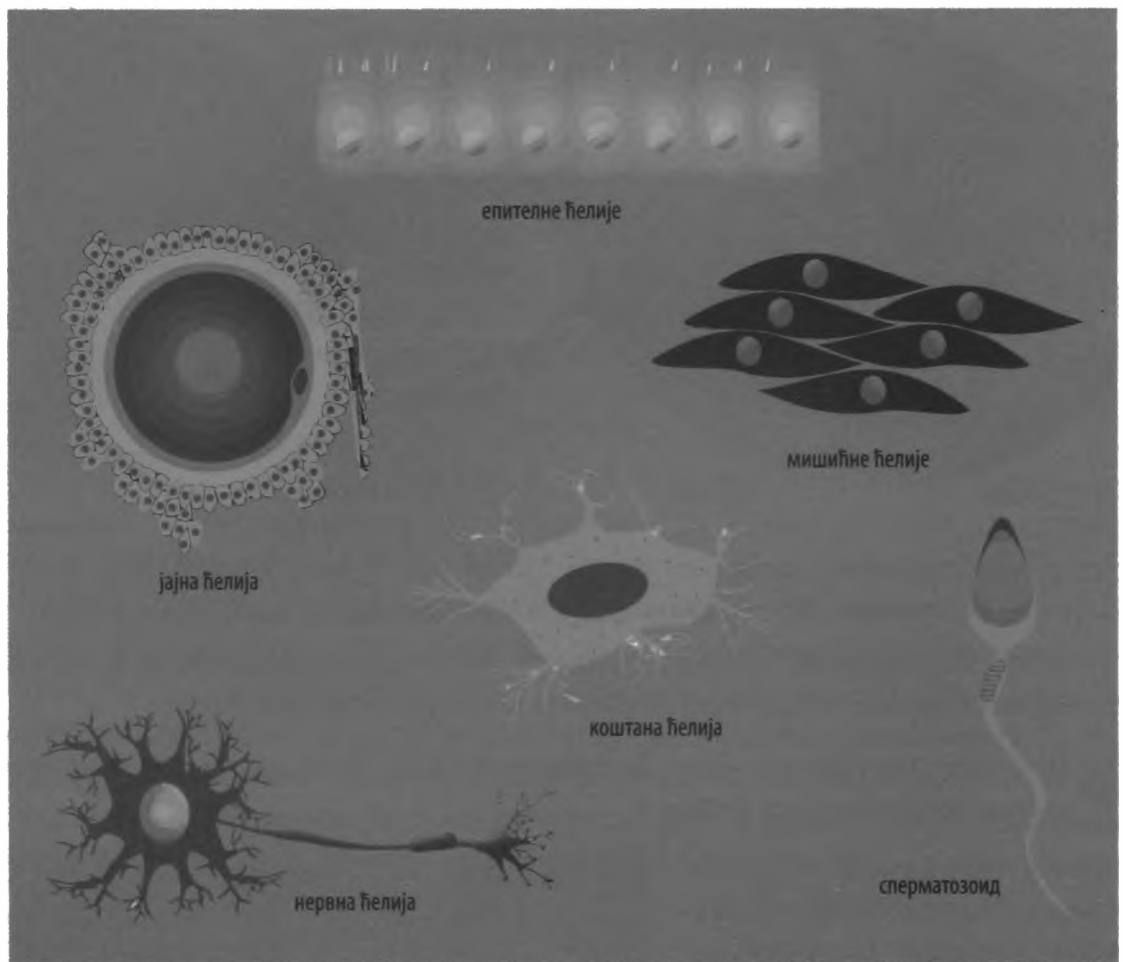
Подсетите се шта сте о целулози и хитину научили у лекцији „Хемијски састав ћелије“.

Слика 1.36. – Ћелијске органеле и структуре

Ћелијске органеле и структуре обављају одређене функције, чиме доприносе опстанку ћелије.

Кроз цитоплазму се простиру микроскопски ситне структуре у виду конаца, цевчица, углавном изграђене од протеина, а чији је заједнички назив **цитоскелет** (ћелијски скелет).

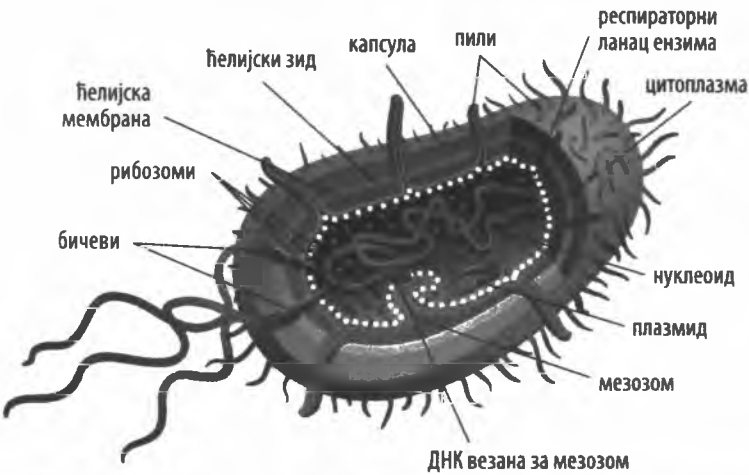
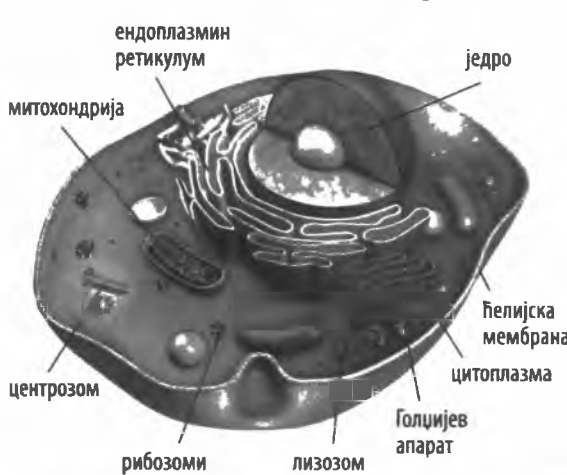
Облик еукариотских ћелија усаглашен је с њиховим функцијама, односно с особинама ткива које изграђују. Према облику, ћелије се у организму човека могу поделити на: лоптасте (јајна ћелија), плjosнате (ћелије крвних и лимфних судова), цилиндричне (ћелије епитела црева, материце и јајовода), коцкасте (ћелије штитне жлезде), вретенасте (ћелије глатких мишића) и др. Ћелије могу да буду и неправилног облика, као што су нервне ћелије, чије тело може да има различите облике (звездаст, овалан, крушколик, пирамидалан облик).



Слика 1.37. – Различити облици ћелије

Еукариотске ћелије вишећелијских организама деле се углавном на два начина: телесне ћелије се обнављају митозом, а полне се формирају мејозом.

Табеларни преглед лекције – Разлике између прокариотске и еукариотске ћелије

Прокариотска ћелија		Еукариотска ћелија
		
Разлика између прокариотске и еукариотске ћелије		
нуклеус	не постоји; геном (ДНК) – нуклеоид („сличан једру“)	диференцирано једро; формиран нуклеусни овој
ћелијске органеле	не поседују; имају уврате ћелијске мембране, мезозоме и тилакоиде	разноврсне
рибозоми	ситнији	крупнији
ћелијски зид	полисахариди, липиди, протеини; не садржи целулозу (живи део ћелије)	имају биљке, код којих је изграђен од целулозе и гљиве, код којих је изграђен од хитина
ћелијска мембрана	везана ДНК, протеини за репликацију и деобу; не садржи холестерол	код животиња садржи холестерол
геном	прокариотски хромозом = 1 мол. прстенасте ДНК	више мол. линеарне ДНК чврсто везане за протеине – више хромозома
облик	лоптаст, штапићаст, спиралан	веома разноврстан
деоба ћелије	бинарна деоба	митоза и мејоза
време настанка	пре око 3–4 млрд. г.	пре око 2 млрд. г.

Проверите
научено



1. Објасните где се врши ћелијско дисање код бактерија.
2. Дефинишите шта су прокариоти.
3. Набројте три основне структуре присутне у свим типовима ћелија.
4. Образложите зашто нуклеоид, који садржи ДНК, ипак није једро.
5. Објасните на примеру како је облик ћелије усаглашен с њеном функцијом.

Задаци



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о археа-ма и бактеријама. Истражите и упоредите њихове основне особине и значај за човека. Истраживање о њиховим сличностима и разликама представите табеларно.
2. У данашње прокариоте убрајамо све различите типове бактерија. Методом бојења по Граму већина бактерија се може разврстати у две категорије: Грам-позитивне и Грам-негативне. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о тим категоријама бактерија и њиховом значају за хуману медицину. Напишите извештај и представите га на школском часу.

БИО-забавник



1. Лин Маргулис је 1981. године у целини изложила ендосимбиотску теорију. Према њеном мишљењу, одређене сићушне прокариоте, које живе слободно у природи, као преци митохондрија ушле су у неку крупну прокариотску ћелију која је претрпела одређене еволуционе промене и тиме је постала предак савремене еукариотске ћелије. Преци митохондрија ушли су у ћелију пре него што су то урадили преци хлоропласта. Лин Маргулис те тврдње заснива на чињеници да све савремене еукариоте с хлоропластима имају и митохондрије, а обрнуто није обавезно тако (код хетеротрофа). Осим тога, митохондрије, пошто су имале дужу еволуциону историју, имају мање сличности него хлоропласти са савременим прокариотама (бактеријама).
2. Величина ћелија биљака и животиња веома варира. Ћелије биљака велике су најчешће од 10 до 100 μm , а животиња од 10 до 30 μm . Најмање у организму човека су нервне ћелије у кори малог мозга, величине од 5 μm , а највеће су 120–200 μm (јајна ћелија, неке ћелије коштаног ткива и др.). Посебно велике су ћелије скелетних мишића човека, које су дужине по неколико центиметара, као и нервне ћелије, чији наставци (аксони) могу да достигну дужину од 1 m. Гигантске размере могу достићи и неке прозенхимске биљне ћелије. Тако, ћелије коприве могу да достигну дужину до 75 mm.

ЋЕЛИЈСКА МЕМБРАНА (ПЛАЗМИНА МЕМБРАНА)

Свака ћелија, било да је прокариотска, било да је еукариотска, поседује мембрану. Ћелијска мембрана одваја ћелију од средине која је окружује и контролише шта у њу улази, а шта из ње излази.

Мембрана је у еукариотској ћелији присутна на њеној површини и у њеној унутрашњости, где организује поједине органеле. Те мембране обезбеђују услове за одвијање свих животних процеса и одржавају разлике између унутарћелијске и ванћелијске средине.



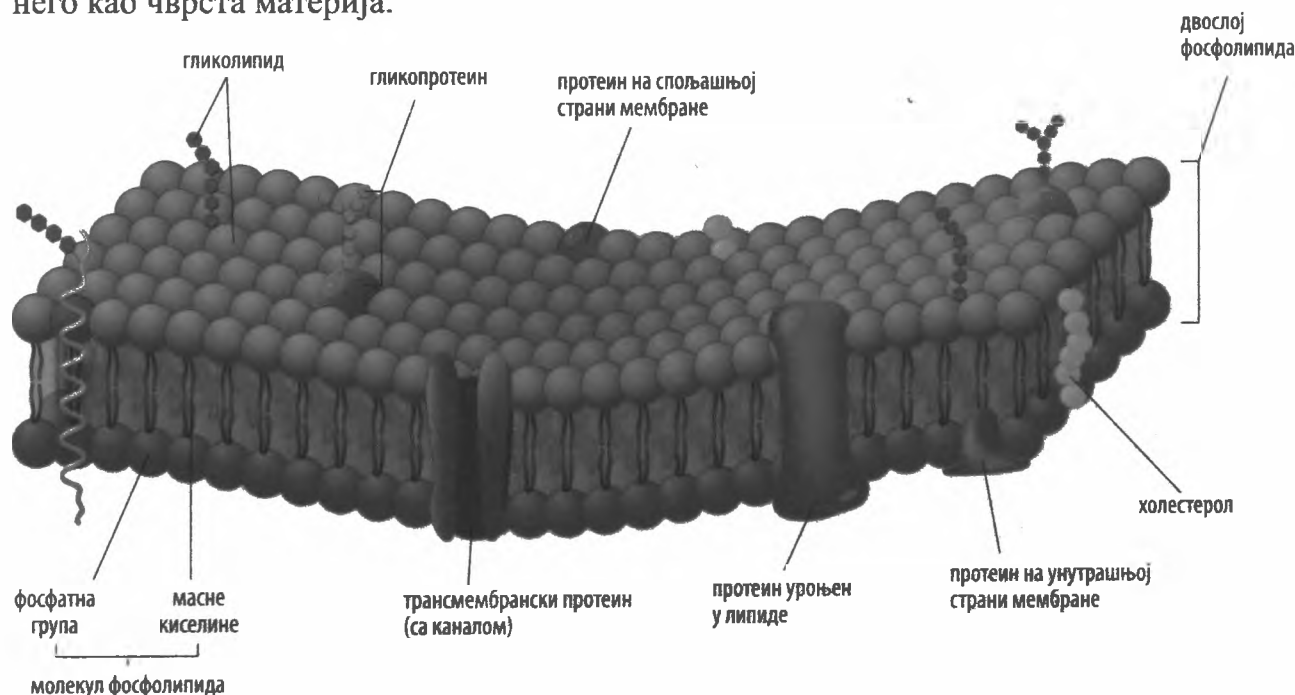
Кључне речи

ћелијска мембрана
течно-мозаични модел
семипермеабилност
трансмембрански протеин
фосфолипиди

Грађа ћелијске мембране

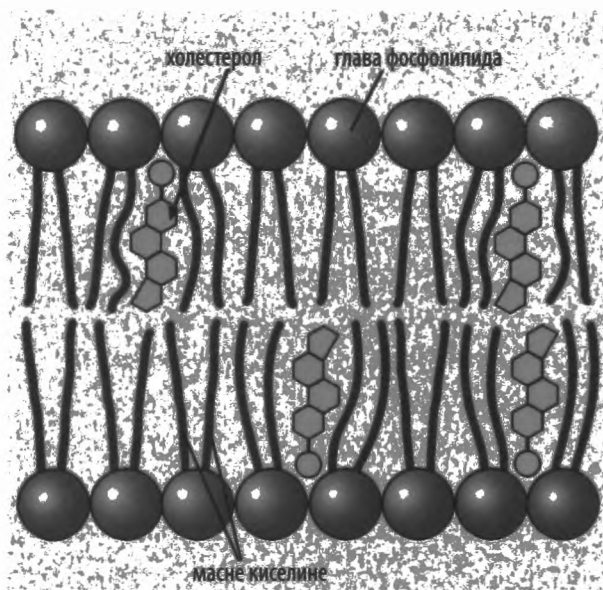
Ћелијска мембрана изграђена је од липида, протеина и угљених хидрата. Липиди и протеини су основне градивне материје мембране. Присуство угљених хидрата (углавном олигосахарида) у мембрани, у односу на липиде и протеине, откривено је касније. Липиди и протеини у таквом су односу да граде **течни мозаик**. Течно-мозаични модел грађе мембране први су предложили 1972. године Сингер и Николсон.

Липиди граде двослој у који су уроњени молекули протеина. Липиди и протеини се непрекидно померају, крећу, што мембрани даје особину еластичности и савитљивости. Услед тога она се понаша више као течност него као чврста материја.



Слика 1.38. – Грађа ћелијске мембране

Специфичан распоред протеина, липида и олигосахарида мембрану чини асиметричном (неравномерном). Неки протеини су потпуно уроњени у двослој липида и извирују и на спољашњој и на унутрашњој страни мембране, док се други налазе или на спољашњој или на унутрашњој страни мембране. Протеини, који пролазе кроз мембрану и извирују и с једне и с друге њене стране називају се **трансмембрански**. Садрже **канал**е кроз које материје које имају мали молекул могу да пролазе (улазе у ћелију или из ње излазе). Осим тога, асиметричности мембране доприносе и **олигосахариди** који се везују за липиде и протеине, али само на спољашњој страни ћелијске мембране. Везани за протеине граде **гликопротеине**, а везани за липиде граде **гликолипиде**.



Липиди у мембрани животињских ћелија могу да буду фосфолипиди, гликолипиди и холестерол. У саставу мембране прокариота и биљака се не налази холестерол. Највише заступљени липиди мембране су **фосфолипиди**, који су поларни (разликују се два краја – пола).

Слика 1.39. – Фосфолипидни двослој мембране

Захваљујући томе они формирају два слоја у мембрани тако што се репови групишу у средини, а главе се окрећу према споља. Тако образовани двослој фосфолипида чини основу ћелијске мембране.



Објасните зашто је мембрана углавном непропустљива за материје које се растварају у води, а пропушта оне које се растварају у мастима.

Холестерол мембранама животињских ћелија даје чврстину и омогућава нормално функционисање на високим и ниским температурама. На ниским температурама спречава смрзавање, а на високим распадање ћелијске мембране.

Биљне ћелије уместо холестерола имају **воскове** са сличном улогом. Недостатак холестерола прокариотске ћелије надокнађују ћелијским зидом као додатном заштитом од температурних промена.

С унутрашње стране мембране цитоскелетни елементи се везују за градивне компоненте и на тај начин чине мембрану повезаном са цитоплазмом и целом унутрашњошћу ћелије.

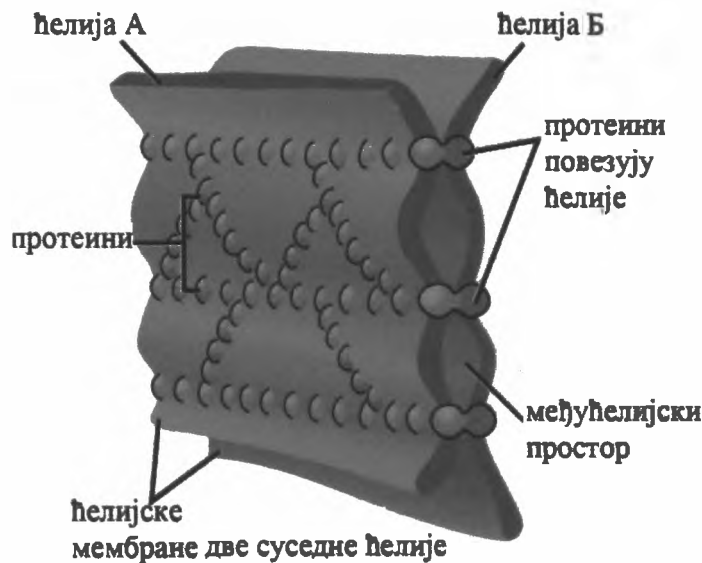


Подсетите се шта сте научили о структури фосфолипида.

Улоге ћелијске мембране

Ћелијска мембрана штити ћелију, али обавља и друге улоге:

1. повезивање ћелија,
2. размена материја с околином,
3. примање надражаја из средине,
4. заштита ћелије од губитка воде и јона, хомеостаза,
5. ендоцитоза и екзоцитоза (уношење материја у ћелију и избацивање материја из ћелије активним учешћем ћелијске мембране).



Слика 1.40. – Чврста веза између две суседне животињске ћелије (А и Б) преко специфичних протеина ћелијске мембране

Размена материја с околином

Ћелијска мембрана је селективно пропустљива (**полупропустљива, семипермеабилна**), што ћелији омогућава да контролише размену материја, чиме штити **сталност састава унутрашње средине**. Практично је непропустљива за крупне молекуле (макромолекуле), релативно је непропустљива за наелектрисане јоне, док сасвим пропушта мале молекуле растворљиве у липидима и гасове.



Опишите шта би се десило са ћелијом када би њена мембрана постала потпуно пропустљива.

Постоје два основна начина којима ћелија обавља размену материја с околном средином:

1. **транспорт малих молекула кроз мембрану** (кроз канале у протеинима или помоћу протеина носача), **који се не може уочити под микроскопом**;
2. уношење и избацивање крупних молекула, у чему сама мембрана активно учествује, што се може уочити под микроскопом; процеси се називају **ендоцитоза и екзоцитоза**.

Укратко



Мембрана је у еукариотској ћелији присутна на површини ћелије и у њеној унутрашњости, где организује поједине органеле.

Према течно-мозаичком моделу грађе мембране, липиди граде двослој у који су уроњени молекули протеина, при чему се и липиди и протеини непрекидно померају.

Олигосахариди се везују за липиде и протеине, али само на спољашњој страни ћелијске мембране.

Улоге ћелијске мембране су да штити ћелију и да повезује ћелије, преко ње се обавља размена материја с околином (селективно је пропустљива), примају се надражаји из средине и обављају се ендоцитоза и екзоцитоза.

Проверите
научено



1. Наведите шта чини структуру ћелијске мембране.
2. Опишите положај делова ћелијске мембране према течно-мозаичком моделу.
3. Објасните зашто ћелијска мембрана има асиметричну структуру.
4. Дефинишите појмове хидрофилан и хидрофобан.
5. Објасните на који начин се животињска, биљна и бактеријска ћелија штите од температурних промена.

Задаци



1. Фосфолипиди имају особину да се ван ћелије, у воденој средини, спонтано групишу. Тада се њихове главе окрећу ка споља, а репови ка унутра, што изазива образовање везикула названих липозоми. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о значају липозома за лечење одређених болести. На школском часу разговарајте о свом истраживању.
2. Од пластелина или стиропора направите модел ћелијске мембране. Опишите њену структуру и улогу.

БИО-забавник



1. Способност фосфолипида да спонтано формирају сферни двослој у води вероватно је одиграла кључну улогу у формирању првих ћелија пре око 3,8 милијарди година.
2. Распоред протеина у двослоју фосфолипида карактеристичан је за сваку врсту ћелија. Тако, мембрана еритроцита човека има 50 различитих врста протеина, чији распоред одговара само еритроцитима особе с истом крвном групом. Такође, сваки тип ћелија има свој јединствени „отисак прста“ угљених хидрата везаних за спољашњу страну ћелијске мембране, који се разликује од других врста ћелија.

ТРАНСПОРТ МАТЕРИЈА КРОЗ МЕМБРАНУ

Услови унутар сваке ћелије морају да буду у границама константни да би она могла да обавља своје животне функције. Сигнално стање, које проистиче из одржавања њеног непромењених услова у унутрашњој средини ћелије, јесте хомеостаза. За одржавање хомеостазе углавном је одговорна ћелијска мембрана, која користи неколико начина за транспорт молекула различитих величина и различитих особина у ћелију и ван ње.

Транспорт материја кроз ћелијску мембрану може да буде **пасиван** и **активан**.

Пасиван транспорт

При пасивном транспорту материје се крећу кроз мембрану захваљујући разлици у њиховој концентрацији с једне и друге стране мембране, односно крећу се из средине с већом у средину с мањом концентрацијом (**низ градијент концентрације**), при чему се **енергија не троши**. Облици пасивног транспорта су дифузија, олакшана дифузија и осмоза.

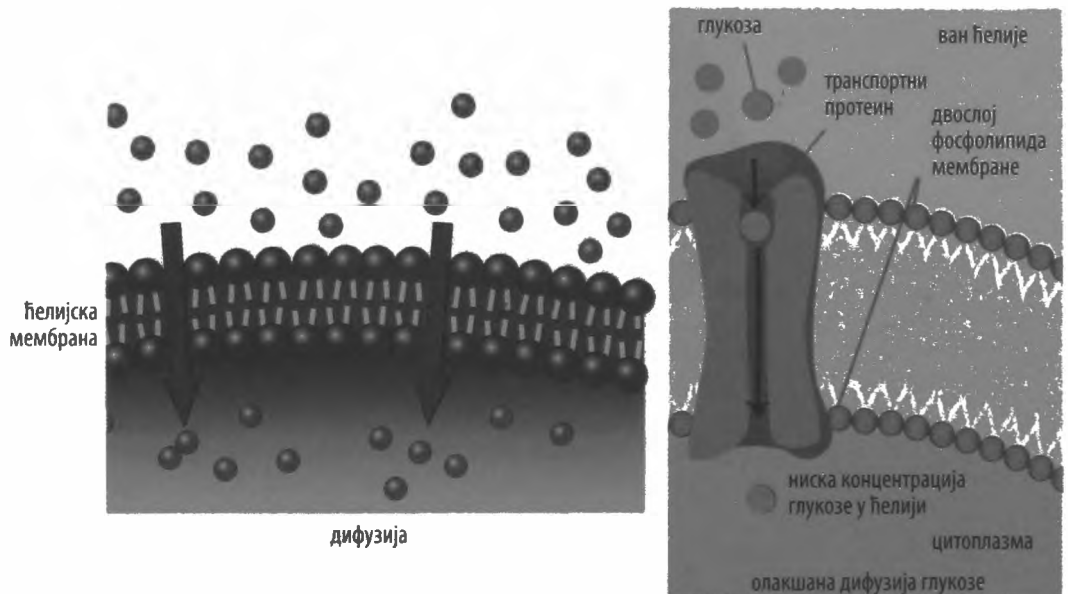
Дифузија је транспорт материја кроз мембрану из средине с већом у средину с мањом концентрацијом све док се концентрације не изједначе. Материје растворљиве у липидима и материје које имају мале молекуле пролазе брзо кроз мембрану **слободно – дифузијом** (тако се преносе гасови O_2 и CO_2 у плућима и ткивима).

Материје које нису растворљиве у липидима или имају велике молекуле и не могу да пролазе кроз мембрану слободном дифузијом, транспортују се процесом олакшане дифузије. **Олакшана дифузија** је такође транспорт материја низ градијент концентрације, али помоћу молекула носача (зато се назива олакшана дифузија). Молекул носач је посебан **транспортни протеин** који пролази кроз липидни двослој и садржи канал кроз који материје пролазе. Олакшаном дифузијом транспортују се глюкоза, аминокиселине, нуклеотиди, материје чији су молекули велики, па



Кључне речи

активан транспорт
пасиван транспорт
дифузија
олакшана дифузија
осмоза
Na, K пумпа
ендоцитоза
егзоцитоза



Слика 1.41. – Пасиван транспорт материје кроз ћелијску мембрану



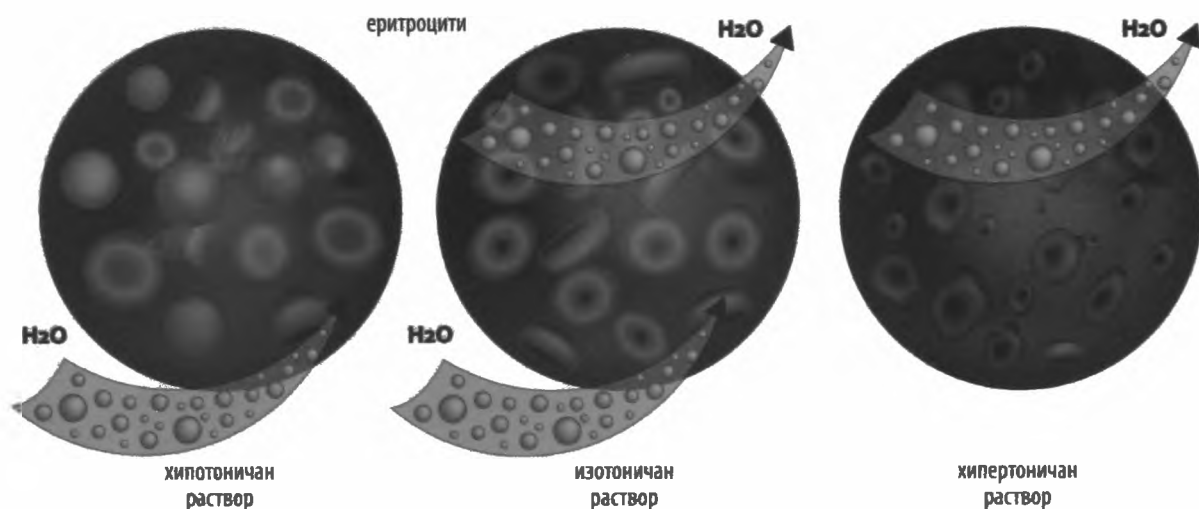
О размени гасова у плућима и ткивима учићете више из анатомије и физиологије.

не могу једноставно да прођу кроз фосфолипидни двослој. Олакшану дифузију глукозе регулише хормон инсулин.

Дифузија јона обавља се кроз посебне канале, **јонске канале**. За сваки јон постоји посебан канал.

Осмоза је дифузија воде кроз мембрану. Молекули воде се крећу из средине с мањом концентрацијом (ту је више воде) у средину с већом концентрацијом растворених материја (ту је мање воде). Вода из ванћелијске течности може слободно да улази у ћелију, као што из унутарћелијске течности излази напоље. **Изотоничан** је раствор чија је концентрација једнака концентрацији у ћелији. У крви човека еритроцити се налазе у изотоничним условима.

Када се еритроцити ставе у епрувету с раствором који није изотоничан, вода ће тежити да прође кроз ћелијску мембрану да би се изједначиле количине воде с обе стране мембране. У **хипертоничном раствору** (концентрованији од раствора у самим еритроцитима) вода излази из еритроцита (губе воду) и запремина им се смањује. Мембрана еритроцита постаје наборана и смежурана. У **хипотоничном раствору** (раствор који је мање концентрације у односу на саме еритроците) вода улази у еритроците, они набубре и прскају.



Слика 1.42. – Еритроцити у растворима различитих концентрација

Активан транспорт

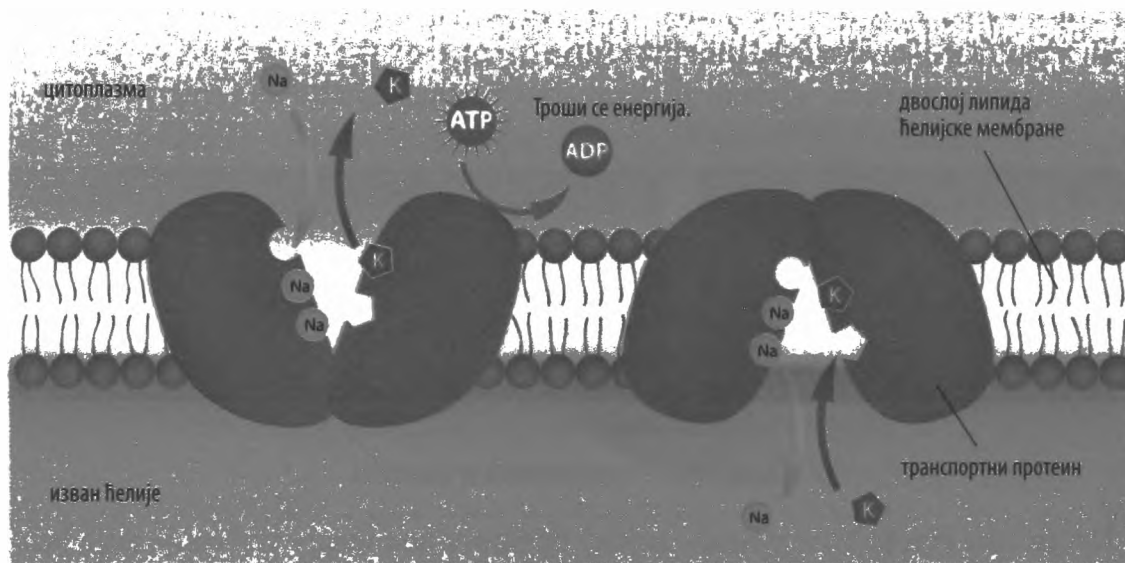
Ћелија врло често има потребу да прима или избацује материје насупрот градијенту концентрације, што не може да уради ниједним од начина пасивног транспорта. Тада се активирају механизми активног транспорта. Тако се у ћелијама бубрега глукоза и аминокиселине из урина враћају у крв.



Објасните које материје активним транспортом из танког црева доспевају у крв.

Активан транспорт врши се **насупротив градијенту концентрације** – материје се помоћу протеина носача и уз утршак енергије транспортују из средине с мањом у средину с већом концентрацијом. Протеини носачи (транспортни протеини) раде као пумпе: упумпавају и испумпавају јоне. Енергија за одвијање активног транспорта добија се разградњом АТР-а, па се ти протеини називају АТР-азне пумпе.

Најбоље проучена је натријум-калијум пумпа (**Na, K пумпа**), која, насупротив градијенту концентрације, активно испумпава јоне Na^+ из ћелије, а упумпава јоне K^+ у ћелију. Na^+ има више ван ћелије него у ћелији, док K^+ има више у ћелији него ван ње. Натријум–калијум пумпа има главну улогу у стварању мембранског потенцијала животињских ћелија.



Слика 1.43. – Na, K пумпа



Проучите слику Na, K пумпе и одговорите на следећа питања.

Колико јона Na се испумпава, а колико јона K упумпава при сваком циклусу?

Шта се добија разградњом АТР-а?

Зашто кажемо да се енергија троши?

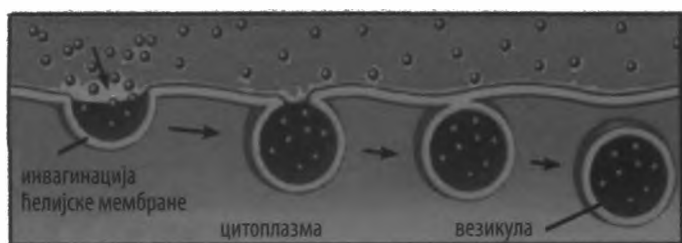
Ендоцитоза и егзоцитоза

Макромолекули као што су протеини, полисахариди, полинуклеотиди или чак читаве ћелије (бактерије) не могу да пролазе кроз мембрану ниједним од наведених типова транспорта. Ћелија користи посебне методе за уношење и изbacивање таквих молекула, тако да они **не пролазе** кроз липидни двослој. Велики молекули се уносе и излучују активним учешћем мембране, при чему она образује мембранске везикуле. Ћелија користи такве везикуле да „прогута” или избаци те молекуле.

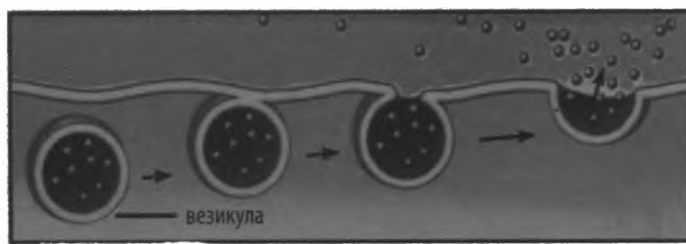
Подсетите се шта сте о леукоцитима научили из анатомије и физиологије.

Процес уношења макромолекула и раствора назива се **ендоцитоза**. Избацивање специфичних производа ћелије или неких других материја у ванћелијску средину назива се **егзоцитоза** (секреција, излучивање). При ендоцитози материја, која треба да се унесе у ћелију, нагомилава се на делу мембране и савија је ка унутрашњости (инвагинација). Улегнуће се све више спушта у унутрашњост ћелије, а затим се ивице мембране споје и око унете материје се образује ендоцитотска везикула (касније ће у оквиру органела бити говора о томе шта се дешава с том везикулом).

Ендоцитоза обухвата два процеса: фагоцитозу и пиноцитозу. Уношење крупних честица је **фагоцитоза** (грч. *phagein* – јести), а уношење растворених материја је **пиноцитоза** (грч. *pino* – пити). Док скоро све врсте ћелија непрекидно уносе течности и растворене молекуле пиноцитозом, фагоцитозу могу да врше само посебне ћелије – **фагоците** (нпр. леукоцити, бела крвна зрнца, врше фагоцитозу бактерија).



ендоцитоза



егзоцитоза

Слика 1.44. – Ендоцитоза и егзоцитоза

Процесом егзоцитозе у ванћелијску средину доспевају материје које ћелија треба да одстрани (супротно ендоцитози). Такође, ћелија избацује и специфичне производе који се шаљу до других ћелија, као што, нпр., ћелије панкреаса излучују инсулин. Материја, која треба да се избаци из ћелије, пакује се током синтезе у везикуле. Везикула се креће ка површини ћелије, њена мембрана се спаја с ћелијском мембраном, а садржај везикуле бива избачен.

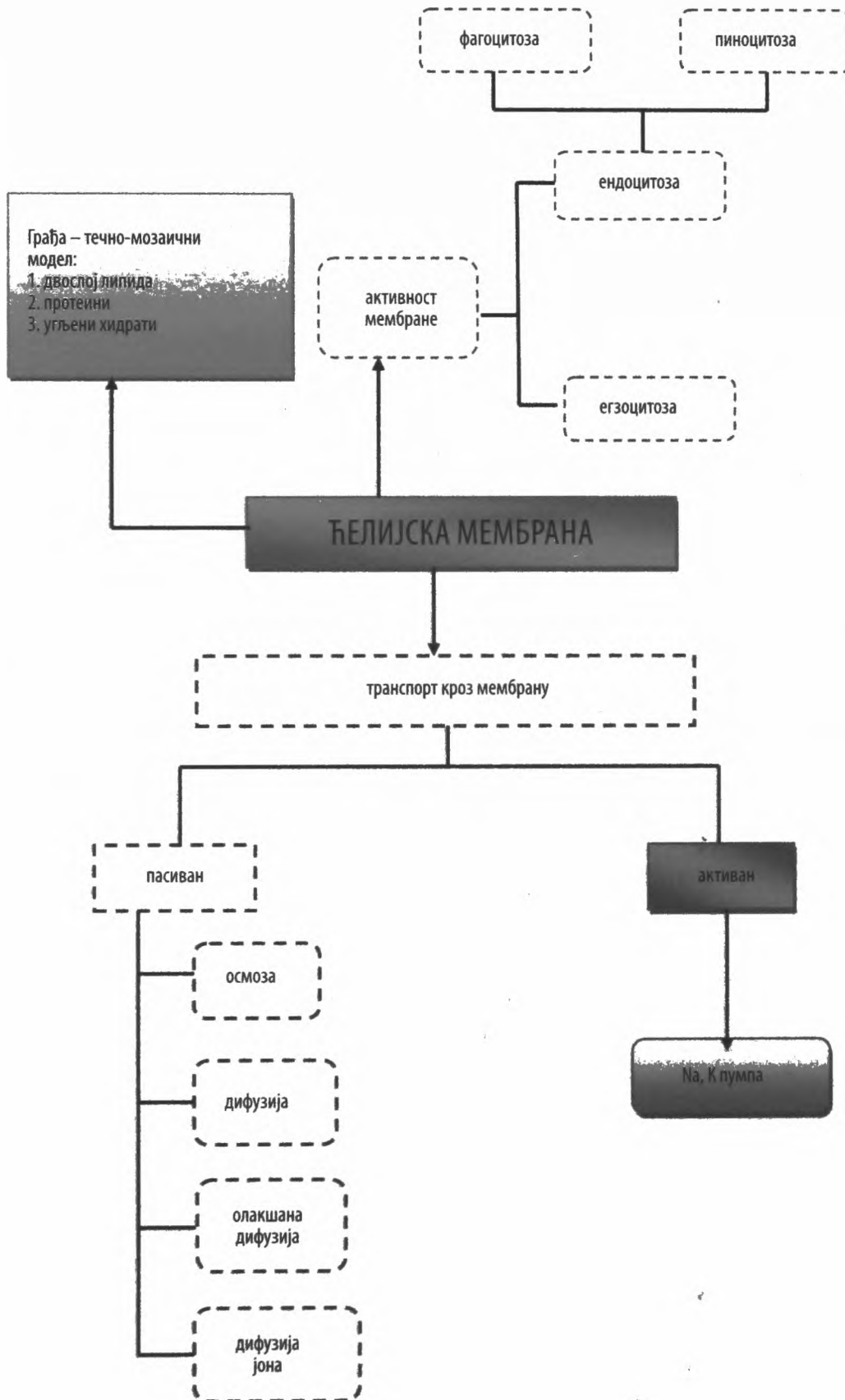
Везикуле представљају **транспортни систем** и у самој ћелији тако што се преносе између различитих органела.

Укратко



При пасивном транспорту материје се крећу из средине с већом у средину с мањом концентрацијом (низ градијент концентрације), при чему се енергија не троши. Облици пасивног транспорта су дифузија, олакшана дифузија и осмоза. При активном транспорту помоћу протеина носача и уз утросхак енергије (АТФ) материје се крећу из средине с мањом у средину с већом концентрацијом. Уношење и излучивање великих молекула обавља се активним учешћем мембране, при чему она образује везикуле, а процеси се називају ендоцитоза и егзоцитоза.

Мапа лекције



Проверите
научено



1. Уколико се зрна пасуља потопе у воду и оставе да одстоје одређено време, она ће повећати своју запремину. Објасните законитости осмозе на овом примеру.
2. На примеру размене гасова O_2 и CO_2 у ткивима објасните појам дифузија.
3. Објасните шта је за ћелију лакше: слободна или олакшана дифузија.
4. Нацртајте и обележите шему Na, K пумпе.
5. Објасните сличности и разлике између олакшане дифузије и активног транспорта.
6. Спарите облике транспорта и материје које се транспортују кроз мембрану.

1 – осмоза	А – кисеоник
2 – олакшана дифузија	Б – јони Na
3 – дифузија	В – вода
4 – активан транспорт	Г – глукоза

Задаци



1. Цистична фиброза је наследна болест. На интернету или у школској библиотеци пронађите још података о томе како настаје цистична фиброза. Током истраживања потражите одговоре на следећа питања:
 - а) зашто ћелије појединих органа (плућа, црева и панкреаса) неконтролисано уносе воду,
 - б) које последице се јављају у функционисању тих органа.
 Истраживање представите на школском часу.
2. Направите постер ћелијске мембране на којем ћете представити њену структуру повезану са функцијама.

БИО-забавник



1. У вишећелијском организму свака ћелија је окружена танким слојем екстрацелуларне (ванћелијске) течности. Екстрацелуларне течности су променљивог садржаја, али су углавном водени раствори различитих материја. Међу раствореним материјама има оних које су потребне само одређеном типу ћелија и материја које су потребне свим врстама ћелије. Остале материје су отпадне, оне које је ћелија излучила и којих ће се организам на крају ослободити.
2. Ћелије у организму човека који мирује користе више од 40% своје енергије за активан транспорт. Многе специјализоване ћелије користе и знатно више енергије. Тако ћелије бубрега за филтрацију крви користе и до 90% енергије за активан транспорт.

ЋЕЛИЈСКЕ ОРГАНЕЛЕ

Ћелија има способност да у сваком моменту обавља велики број међа-
боличких процеса.

У односу на запреми-
ну, мембрана еукари-
отске ћелије је мале
површине за смештај
ензима неопходних за
обављање свих живот-
них функција. Услед то-
га се у унутрашњости
ћелије током еволуције
образовао систем мем-
брана које деле ћелију
на одељке за обављање
различитих функција.

Ти одељци су **ћелијске органеле**. Осим мембра-

нама одвојених одељака, постоје и **молекулски комплекси** – **структуре**
попут **рибозома** или **центрозома**, који такође у ћелији остварују веома
специфичне функције. Ћелијске органеле могу да буду организоване једном
или двема мембранама, док структуре немају мембрану.

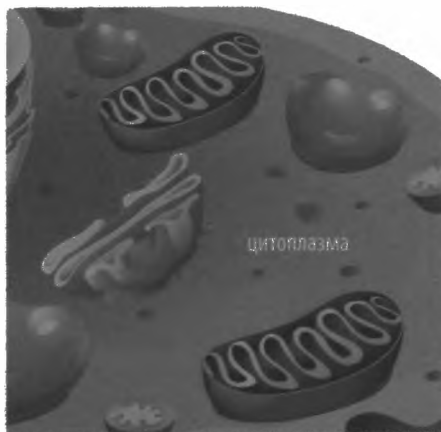


Како објашњавате то што једна ћелија успева да обави тако велики
број процеса?

Органеле и структуре за синтезу материја

Цитосол и цитоплазма

Цитоплазма представља унутрашњи
садржај ћелије, одвојен од нуклеуса, у ком
се налазе ћелијске органеле (укључујући ту
и нуклеус) и структуре. Цитоплазма је ви-
сокоуређена цитоскелетна дво и тродимен-
зионална мрежа у чијим се окцима налази
водени садржај често означаван као **цито-
сол**. **Цитоплазма** ван ћелијских органела
може заузимати и до 55% укупне ћелијске
запремине. У цитоплазми се налази велики
број ензима који учествују у метаболизму



Слика 1.46. – Цитоплазма



Кључне речи

цитоплазма
цитосол
ћелијске органеле
ћелијске структуре
рибозоми
ендоплазмни ретикулум (ЕР)
аЕР
гЕР
транспортне везикуле
Голџијев апарат



Подсетите се шта сте из
биологије, анатомије и
физиологије научили
о грађи и структури
еукариотске ћелије.

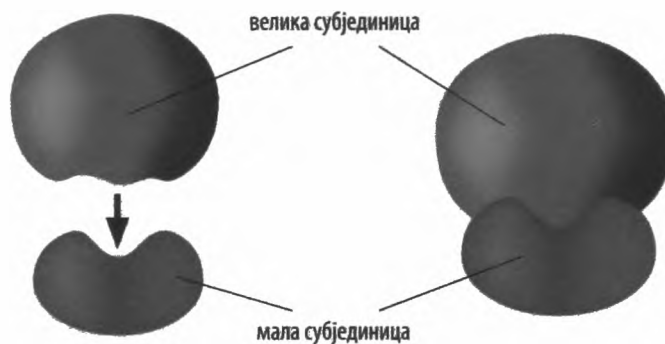
ћелије. Такође, у зависности од типа ћелије, у цитоплазми се могу наћи ускладиштене резервне материје у форми гликогенских гранула (јетрине ћелије) или липидних тела (адипоцити).

Рибозоми



Да ли су рибозоми органеле?

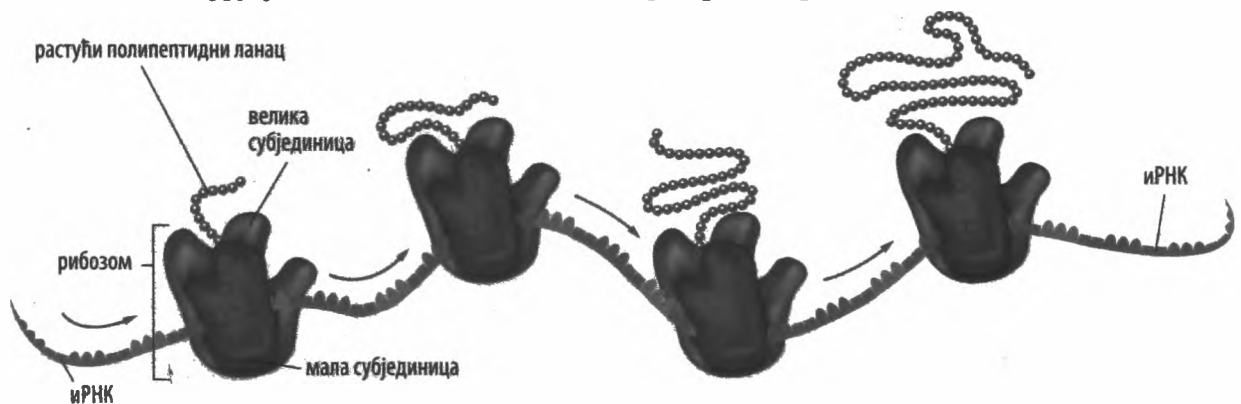
Рибозоми су ћелијске структуре без мембране које синтетишу протеине. Поседују их и прокариотске и еукариотске ћелије. Прокариотски и еукариотски рибозоми се разликују по величини. Еукариотски су нешто крупнији. Обе врсте рибозома имају исту функцију, синтетишу протеине. Могу се наћи слободни у цитоплазми, или везани за мембране ендоплазминог ретикулума и нуклеуса. Напазе се још и у митохондријама и хлоропластима. Рибозоми у митохондријама и хлоропластима разликују се по величини од осталих рибозома у ћелији (ситнији су, слични прокариотским рибозомима).



Рибозоми су изграђени од две подјединице (субјединице) – велике и мале. Субјединице рибозома настају у нуклеолусу. Рибозоми се састоје од рРНК и протеина.

Слика 1.47. – Субјединице рибозома: велика и мала

Да би рибозоми обављали синтезу протеина, неопходно је да се велика и мала субјединица удруже, повежу молекулом иРНК. Више рибозома повезаних молекулом иРНК образује **полирибозоме** (полизоми). Према упутству које је садржано у иРНК, транспортна РНК доноси аминокиселине до рибозома, где се оне повезују у полипептидни ланац, који гради протеине.



Слика 1.48. – Рибозоми повезани с иРНК, полирибозоми



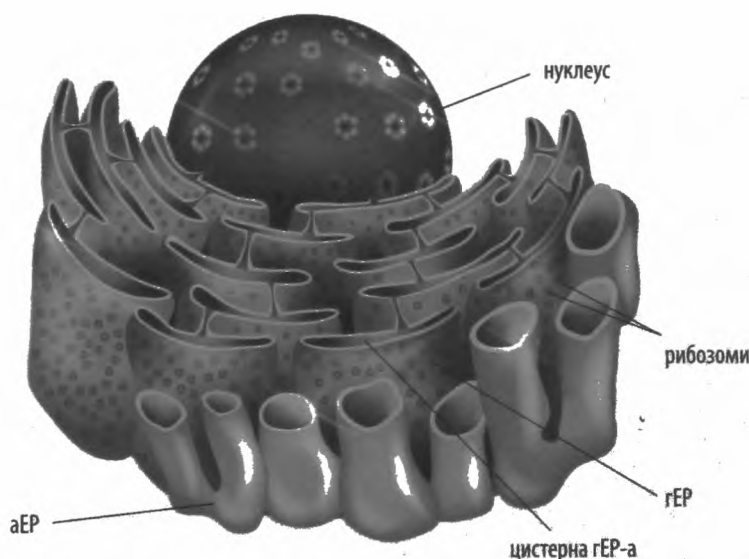
Постоје методе којима је могуће у ДНК бактерије уградити људски ген за неки протеин (инсулин). Да ли ће се у том случају на бактеријским рибозомима синтетисати људски инсулин?

Ендоплазмин ретикулум (ендоплазмина мрежа)

Ендоплазмин ретикулум (скраћено ЕР) састоји се од мембрана које ограничавају унутрашње просторе (цистерне) и пружају се готово кроз читаву ћелију (попут мреже, па отуда и назив лат. *reticulum* – мрежа). Половину од укупних мембрана у ћелији чине мембране ендоплазминог ретикулума. Пружа се од једра, од његове спољашње мембране, па кроз ћелију до ћелијске мембране. Основна улога те органеле јесте синтеза различитих материја и њихов транспорт кроз ћелију.

Према грађи и улози, разликују се два облика ЕР-а:

- **гранулисани** (скр. гЕР) и
- **агранулисани** (скр. аЕР).



Слика 1.49. – Облици ендоплазминог ретикулума: гЕР и аЕР

Гранулисани ендоплазмин ретикулум одликује присуство полирибозома на површини мембране која је окренута ка цитоплазми (отуда назив гранулисан, лат. *granum* – зрно). Његове мембране образују цистерне које су најчешће постављене паралелно. Мембране и цистерне гЕР се настављају на спољашњу мембрану нуклеусног овоја и простор између мембрана нуклеусног овоја. На мембранама гЕР-а такође се синтетишу протеини на полирибозомима.

Протеини, који се синтетишу у гЕР-у, могу да се:

1. користе за изградњу ћелијских мембрана,
2. транспортују до других органела (Голџијевог апарата, лизозома),
3. избацују у ванћелијску средину процесом егзоцитозе (протеини ванћелијског матрикса и специфични секреторни протеини).

Агранулисани ендоплазмни ретикулум нема за себе везане рибозоме и у облику је мрежолених мембранских цевчица.

Улоге аЕР су многобројне:

- **синтеза липида**, холестерола и фосфолипиди (изграђују ћелијске мембране), **синтеза стероидних хормона** из холестерола,
- **детоксикација** многих штетних супстанци (пестициди, конзерванси, лекови, канцерогене материје и др.) коју врше ћелије јетре, плућа, бубрега, црева.

Материје синтетисане у ЕР-у (липиди, протеини и др.) пакују се у мале везикуле, назване транспортне (преносне) везикуле. Оне се одвајају од ЕР-а и крећу до свог циља: до других органела или ћелијске мембране. Затим се или уграђују у ћелијску мембрану или се њихов садржај избацује у ванћелијску средину.

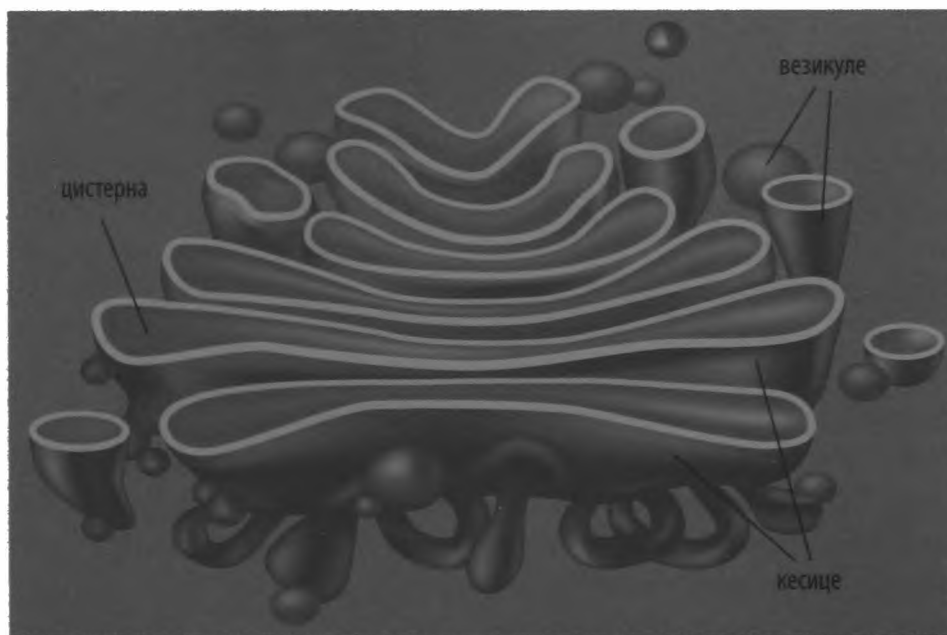


Објасните зашто се протеини (ензими) произведени у гЕР-у не излучују директно у цитоплазму, већ се пакују у преносне везикуле.

Голџијев апарат (комплекс или област)

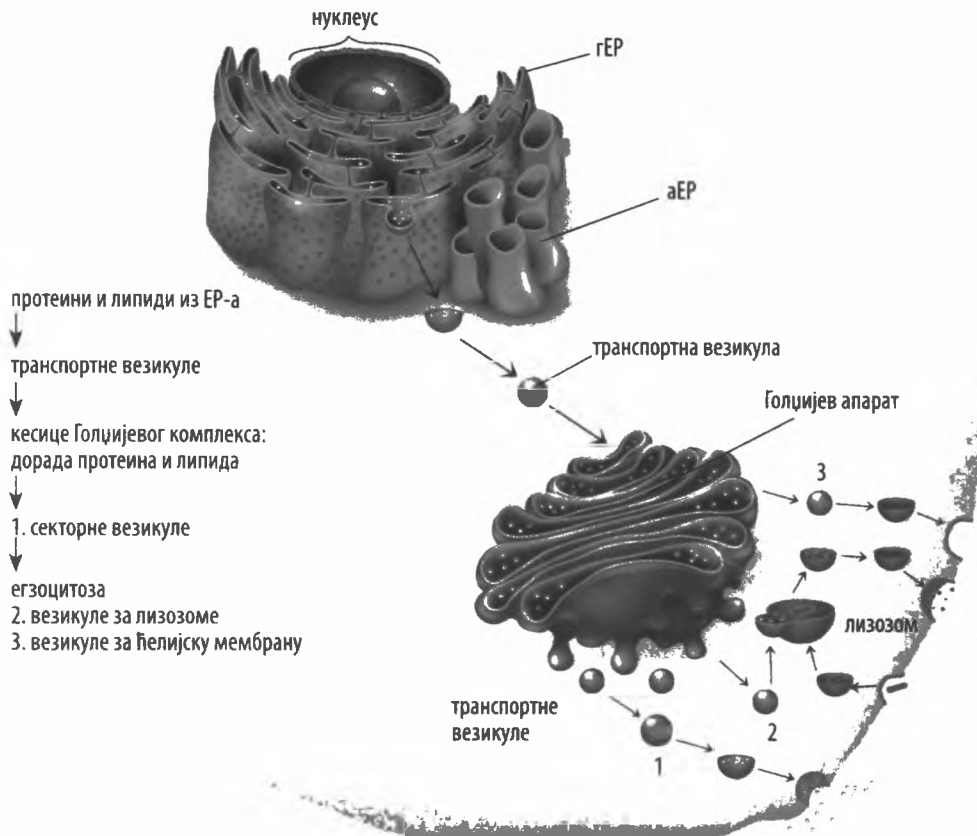
Синтеза протеина и липида се одиграва у ЕР-у, али се њихова дорада (задобијање коначне структуре) одиграва до краја у Голџијевом апарату.

Састоји се од више спљоштених, дискоидалних мембранских **кесица** међусобно скоро паралелно постављених и на крајевима проширених. Унутрашњи простор дискоидалних кесица окружен мембраном назива се **цистерна**. Уз њих се налазе мање или веће **везикуле** у којима су производи Голџијевог апарата.



Слика 1.50. – Грађа Голџијевог апарата

Материје синтетисане у ЕР-у допремају се транспортним везикулама до Голџијевог апарата, где сазревају, обележавају се и усмеравају ка тачном одређишту у ћелији.



Слика 1.51. — Међудејство ЕР-а и Голџијевог апарата у синтези протеина и липида

Голџијев апарат, дакле, управља кретањем молекула у ћелији. Из ЕР-а у Голџијев апарат доспевају:

- секреторни протеини (они које ће ћелија егзоцитозом избацити у међућелијски простор; нпр. инсулин у ћелијама панкреаса); то је **секреторна улога**,
- протеини и липиди ћелијске мемbrane,
- ензими **лизозома** (примарних лизозома),

У биљним ћелијама у Голџијевом апарату обавља се синтеза производа намењених вакуоли, ћелијском зиду и плазминој мембрани.



Подсетите се шта сте научили о егзоцитози.



Укратко

У унутрашњости ћелије образује се систем мембрана које деле ћелију на одељке, органеле за обављање различитих функција.

Ћелијске органеле могу да имају једну мембрану или две мембране. Структуре без мембране су рибозоми и центрозоми.

Више рибозома повезаних с молекулом иРНК гради полирибозоме у којима се синтетишу протеини.

Материје синтетисане у ЕР-у допремају се транспортним везикулама до Голџијевог апарата, где сазревају, обележавају се и усмеравају ка тачном одредишту у ћелији.

**Проверите
научено**



1. Захваљујући чему ЕР може да транспортује материје кроз ћелију?
2. Објасните зашто се рибозоми везују за иРНК да би се обавила синтеза протеина.
3. Опишите како се ћелије „бране” од хране која је загађена пестицидима.
4. Објасните улогу транспортних везикула.
5. Објасните везу између егзоцитозе, ЕР и транспортних везикула.
6. Објасните шта се у Голџијевом апарату дешава с протеинима синтетисаним у гЕР-у.
7. Проучите слику Међудејство ЕР-а и Голџијевог апарата у синтези протеина и липида. Објасните пут којим инсулин прође од места стварања до излучивања из ћелије.

Задатак



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о томе када су први пут описане органеле ендоплазмичног ретикулума и Голџијев комплекс. Напишите извештај и представите га на часу.

БИО-забавник



Лекови попут фенотимина, средство за умирење које мајка узима током трудноће, могу да оштете органе ембриона. У ћелијама јетре ембриона налази се мала количина аЕР-а, па ћелије ембриона немају способност да тај лек разграде. Фенотимин у организму одраслог човека утиче на повећање количине аЕР-а у ћелијама јетре, чиме се повећава количина ензима који разграђује тај лек. Уколико човек престане да узима тај лек, лизозоми разграде у ћелијама јетре тај вишак аЕР-а. Читав процес траје око 5 дана и за то време се количина ензима у лизозомима повећа око 800%.

ОРГАНЕЛЕ ЗА РАЗГРАДЊУ

Лизозоми

Лизозоми (*lisa* – разлагање; *soma* – тело) јесу мембранске органеле у облику везикула. Испуњене су ензимима за унутарћелијску разградњу (хидролизу) макромолекула. Комбинација ензима коју садрже одређени лизозоми зависи од типа ћелије и ткива у којима се налазе. Сви ти ензими оптимално су активни када је рН око 5.

Лизозоми се деле на примарне и секундарне.

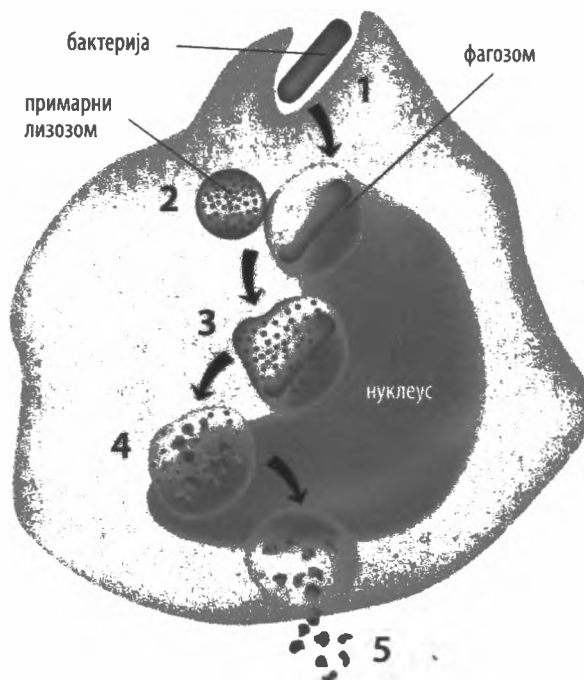
1 фагоцитоза

2 спајање примарног лизозома и фагозома

3 секундарни лизозом

4 разградња макромолекула

5 егзоцитоза



Слика 1.52. – Примарни лизозом, фагозом и секундарни лизозом

Примарни лизозоми су тек формиране везикуле (вакуоле, како се данас означавају само у биљним ћелијама) испуњене ензимима. Образују се у Голџијевом комплексу. У примарним лизозомима нема супстрата на које ензими делују, па су неактивни. Око супстрата који треба да буде разграђен образује се везикула названа **фагозом** (има супстрат који треба да се разгради, али не поседује ензиме за разградњу). Фагозоми могу настајати на ћелијској мембрани процесом ендоцитозе (фагоцитоза, пиноцитоза) и/или унутар ћелије (**аутофагозоми**). Аутофагозомима се одстрањују делови цитоплазме и/или органеле ћелије које су непотребне или остареле, нефункционалне. Када се примарни лизозом споји са фагозомом, настаје **секундарни лизозом**, у ком ензими делују на супстрат и разграђују га.



Шта ће се десити у ћелији уколико је мембрана лизозома пропустљива за ензиме?



Кључне речи

примарни лизозом
фагозом
аутофагозом
секундарни лизозом
пероксизоми
вакуола
тонопласт



Подсетите се шта сте из хемије научили о рН вредности.

Пероксизоми

Пероксизоми су мале, мембранске везикуле које садрже ензиме за оксидацију масних киселина и аминокиселина, при чему се као споредан производ јавља водоник-пероксид (по томе су добили име). Отровни водоник-пероксид се у њима разлаже на воду и кисеоник. Пероксизоми су најзаступљенији у ћелијама јетре и бубрега човека пошто се у тим ћелијама обавља детоксикација различитих отровних материја доспелих крвотоком. Важна улога тих органела је и синтеза посебних фосфолипида који се уграђују у омотаче нервних ћелија (мијелински омотач).

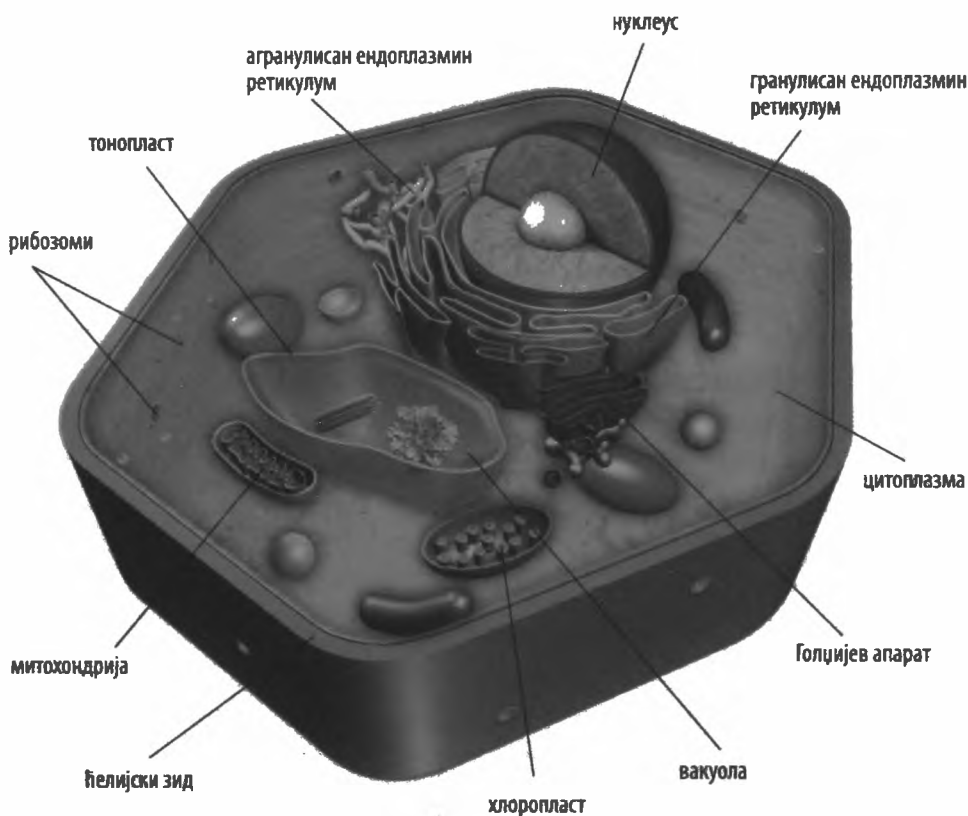


У ткиву инфицираном бактеријама пнеумококама повећана је количина отровног водоник-пероксида. На почетку инфекције количина водоник-пероксида се успешно разграђује. Шта ће се десити ако инфекција све више напредује, а ћелија не може да створи довољно пероксизома?

Вакуоле

Вакуоле су мембранске органеле биљне ћелије које имају функцију ендозома и лизозома ћелија животиња. Мембрана вакуоле се назива **тонопласт**. Ћелија

може да има различит број вакуола, и то различитих величина, што највише зависи од њене старости. Младе ћелије садрже више ситних вакуола. Зреле ћелије имају једну крупну, централно постављену вакуолу. Она потискује цитоплазму с ћелијским органелама уз ћелијски зид. Вакуоле садрже хидролитичке ензиме који могу да разлажу различите материје. Осим тога, имају улогу у складиштењу хранљивих материја и одржавању чврстине ћелије (сок у вакуоли одржава ћелијски тургор, напетост).



Слика 1.53. – Биљна ћелија са централном вакуолом



Укратко

Лизозоми (*lisa* – разлагање; *soma* – тело) јесу мембранске органеле у облику везикула испуњене ензимима за унутарћелијску разградњу макромолекула.

Пероксизоми су везикуле обавијене једном мембраном. У њима се отровни водоник-пероксид разлаже на воду и кисеоник.

Вакуоле су мембранске органеле биљне ћелије које имају функцију лизозома ћелија животиња. У њима се складиште хранљиве материје и оне одржавају чврстину ћелије.

Проверите
научено

1. Зашто леукоцити (фагоцити) садрже велики број лизозома?
2. Која је разлика између примарног и секундарног лизозома?
3. Уочите разлику између фагозома и аутофагозома.
4. Које су сличности између лизозома, пероксизома и вакуола?
5. Објасните на примеру како ћелија врши рециклажу.



Задатак

Постоје многе болести које су непосредно или посредно повезане с лизозоми-ма. Једна од њих је Теј–Саксова болест, чији се најчешћи облик јавља код беба старости од 3 до 6 месеци. На интернету или у школској библиотеци пронађите још података о овој болести.

Током истраживања одговорите на следећа питања:

- која веза постоји између лизозома и те болести,
- да ли ензим који недостаје може да буде замењен неким другим,
- зашто је ова болест неизлечива.

Истраживање представите на школском часу.



БИО-забавник

Грануларни леукоцити имају велику моћ фагоцитозе бактерија и њиховог ва-рења у лизозомима (лизозоми се у тим леукоцитима виде као грануле). Када се повреди неко ткиво, ти леукоцити бивају привучени материјама које се налазе на повређеном месту. Они напуштају крвни суд провлачећи се између ћелија крвног суда захваљујући способности да мењају облик (амебоидно кретање) и долазе до места повреде. Леукоцити затим обухватају једну по једну бактерију, а када је фагоцитоза интензивна, један леукоцит може да захвати и до двадесетак бактерија. Обично после тако јаке фагоцитозе леукоцит утине, а остаци повређених ћелија, бактерија и самих леукоцита означени су као гној. У неким случајевима леукоцити не могу да остваре своју одбрамбену улогу јер немају одговарајуће ензиме за разлагање зида неких бактерија (нпр. бацила лепре и туберкулозе). Они изврше фагоцитозу, али не могу да разложе бактерију.

ОРГАНЕЛЕ У КОЈИМА СЕ СТВАРА АТР



Кључне речи

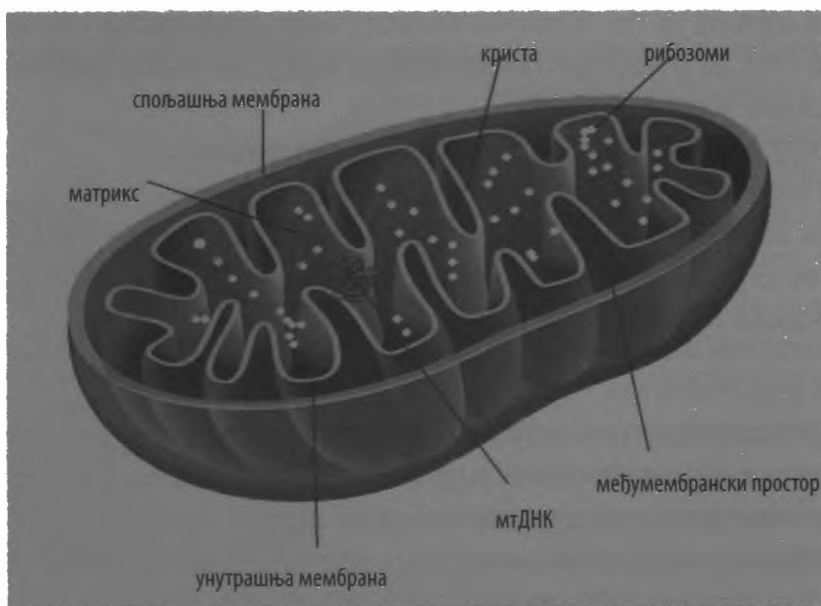
митохондрије
ћелијско дисање
гликолиза
оксидација пирувата
митохондријска ДНК
миторибозоми
Кребсов циклус
оксидативна фосфорилација
респираторни транспортни
ланац електрона

АТР се, осим у митохондријама и хлоропластима, произукује и у цитоплазми, али је њај износ сиромашан. Разградња глукозе почиње у цитоплазми, а завршава се у митохондријама.

Митохондрије

Митохондрије су довољно велике да се могу видети светлосним микроскопом, због чега су после нуклеуса прве органеле уочене у ћелији још у 19. веку (1857. године).

Митохондрије су органеле с највећом количином мембрана, изграђене су од две мембране – спољашње и унутрашње, између којих се налази међупростор. Спољашња мембрана је глатка и у контакту је са цитоплазмом. Унутрашња мембрана гради многобројне уврате означене као кристе, услед чега је њена површина вишеструко већа од површине спољашње мембране.



Слика 1.54. – Грађа митохондрије

На и у унутрашњој мембрани налазе се **ензими респираторног транспортног ланца** који омогућују стварање АТР-а у процесу ћелијског дисања. Због тога се митохондрије популарно називају „електране”.

Унутрашњи садржај митохондрија назива се матрикс. У њему се налазе рибозоми, митохондријска ДНК и ензими који учествују у метаболичким процесима оксидације масних киселина и лимунске киселине (Кребсов циклус).

Рибозоми (називају се **миторибозоми**) јесу ситнији од оних у цитоплазми, слични су прокариотским рибозомима. На њима се стварају протеини митохондрија.

Митохондријска ДНК (мтДНК) је прстенаста (слична прокариотској) и има способност да се репликује. Тиме и митохондрије могу да се удвајају (самодупликација) независно од деобе саме ћелије.

 Објасните шта се дешава у ћелији када се јави потреба за повећаном потрошњом енергије.

Митохондрије наслеђујемо од мајки пошто их оплођена јајна ћелија добија само од јајне ћелије.

Ћелијско дисање

 Истражите шта ће се десити с ћелијом уколико се стави у вакуум.

Ћелијско дисање је процес у ком се органске материје оксидују, а као крајњи производи те оксидације настају угљен-диоксид, вода и енергија у облику молекула АТФ-а.

Збирна једначина ћелијског дисања је:



У ћелијама човека главни извор енергије је глюкоза, чијим се разлагањем (оксидацијом) ослобађа енергија. Ту енергију ћелија чува у облику молекула АТФ-а.

Ћелијско дисање одвија се постепено кроз следеће фазе:

1. гликолизу,
2. оксидацију пирувата,
3. Кребсов циклус,
4. оксидативну фосфорилацију.

Гликолизом се један молекул глюкозе разложи на два молекула пирувата. Ослобођена енергија се употреби за стварање 2 молекула АТФ-а и 2 молекула редукованог коензима NAD (NADH). Гликолиза се врши у цитоплазми у средини без кисеоника (анаеробно).

У **анаеробним условима** пируват може даље да се разлаже млечно-киселинским или алкохолним врењем (ферментацијом). При млечно-киселинском врењу, које могу да врше неке бактерије, пируват се разлаже до **млечне киселине** (добиање јогурта, сирева и др.). Алкохолним врењем, које врше неки квасци, из пирувата се добија **етил-алкохол** (добиање пива, вина и сл.) и угљен-диоксид (CO₂).

 Еритроцити човека немају митохондрије. Објасните како се еритроцити човека снабдевају енергијом.



Како се кисеоник транспортује од плућа до ћелија, а угљен-диоксид у обрнутом смеру, научићете више из анатомије и физиологије.



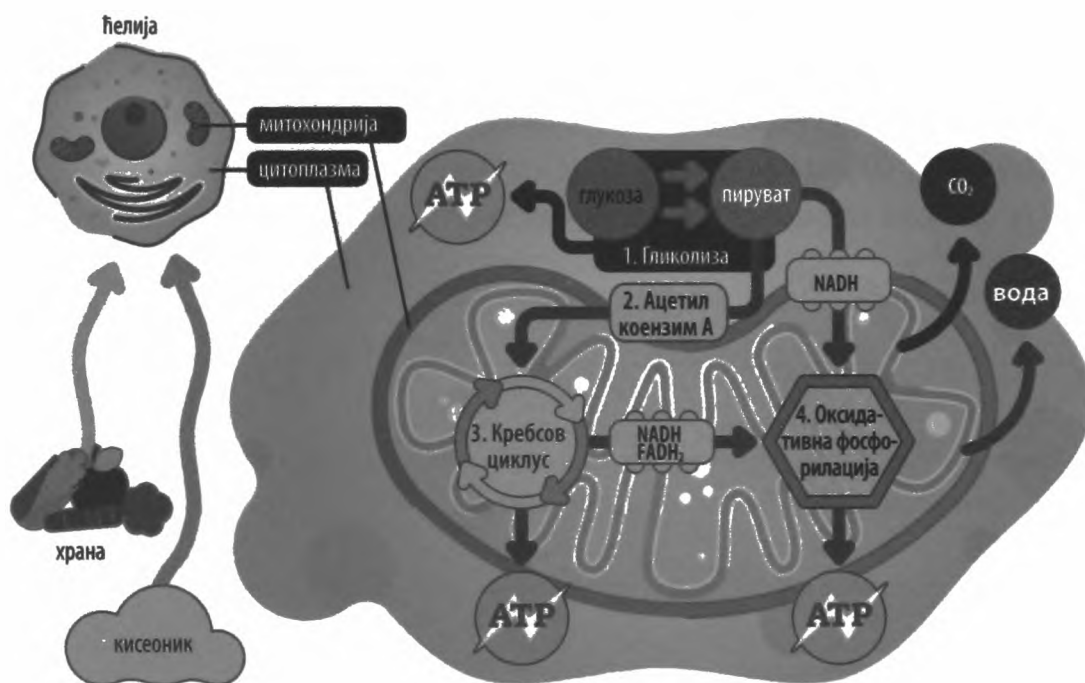
NAD је скраћени назив за никотинамид-аденин-динуклеотид.

.....
Коензими су неопходни за нормалан рад ензима који учествују у оксидо-редукционим процесима ћелијског дисања. Редукован коензим је онај који је примио електрон, а оксидован онај који је изгубио електрон.

Када у ћелијама човека недостаје кисеоник, у условима његове повећане потрошње, пируват се претвара у млечну киселину. Тако се приликом интензивних спортских тренинга или напорног рада у мишићима ствара млечна киселина. То изазива њихов замор. Када се крвљу транспортује кисеоник до мишићних ћелија, млечна киселина прелази у пируват, који се затим укључује у даљи процес разградње.

Остале фазе ћелијског дисања одвијају се у **аеробним условима** (у средини с кисеоником). У аеробним фазама се ослободи много већа количина енергије (АТФ) него у гликолизи.

Прво се пируват оксидише и везује за коензим А, при чему настаје **ацетил-коензим А**. Ацетил-коензим А пролази кроз обе мембране митохондрија и улази у њихов матрикс. Из ове реакције ослобађају се **угљен-диоксид** и **NADH**.



Слика 1.55. – Шематски приказ ћелијског дисања кроз фазе

У матриксу митохондрија одвија се **Кребсов циклус**. По уласку у овај циклус ацетил-коензим А се комбинује с једињењем од 4 угљеникова атома и пролази кроз низ реакција **оксидације**. При томе се **ослобађа угљен-диоксид**, док се почетно једињење са 4 угљеникова атома обнавља, што овај низ реакција чини циклусом. У Кребсовом циклусу ствара се АТФ и редуковани коензими **NADH** и **FADH₂**. АТФ и коензими депонују енергију која је ослобођена током ових оксидација органских једињења.

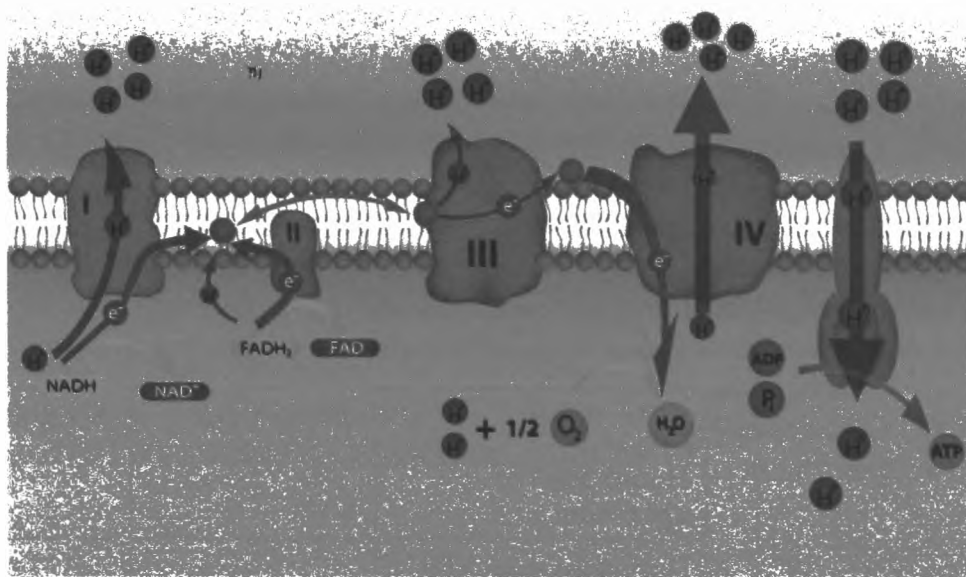
У унутрашњој мембрани митохондрије налази се низ преносилаца електрона који заједно сачињавају **респираторни транспортни ланац електрона**. Редуковани коензими предају електрон првом члану тог ланца, чиме постају оксидовани, а преносилац се редукује.

Из анатомије и физиологије научићете више у каквој су вези плућно дисање, рад срца и снабдевање ћелија кисеоником.

Подсетите се шта сте из хемије научили о процесу оксидо-редукције и о структури атома.

FAD је скраћени назив за флавин-аденин-динуклеотид.

Електрон се даље преноси кроз ланац од једног ка следећем преносиоцу (од даваоца ка примаоцу електрона). **Крајњи прималац електрона је кисеоник**, који се комбинује с протонима (јони водоника), при чему настаје **вода**. Истовремено с транспортом електрона догађа се „упумпавање” протона из матрикса у простор између спољашње и унутрашње мембране митохондрије. Тиме настаје различита концентрација протона с две стране унутрашње мембране, чиме се ствара потенцијална енергија. Када се протони врате у матрикс, та енергија се ослобађа и употреби за синтезу АТФ-а из АДФ-а. Такво стварање АТФ-а је **оксидативна фосфорилација**.



Слика 1.56. – Преносиоци електрона, е- (I–IV) и „упумпавање” протона (H⁺)

 Објасните шта ће се десити са ћелијом чије митохондрије не стварају довољну количину енергије.

Катаболички путеви

Већина организама енергију добија из масти и протеина, а не директно из глукозе. Масти и протеини се разлажу у органима за варење на молекуле који се могу укључити у гликолизу или **Кребсов циклус**. Полисахариди се разлажу на моносахариде који се укључују у гликолизу. Масти се прво разлажу (у цревима) на глицерол и масне киселине. Затим се масне киселине разлажу на делове од по два С атома који улазе у Кребсов циклус. Протеини се у цревима разлажу на аминокиселине које се уклањањем амино-групе укључују у гликолизу или Кребсов циклус.



Више о катаболичким путевима научићете из биохемије.

Митохондрије су органеле изграђене су од две мембране – спољашње и унутрашње, између којих се налази међупростор. На унутрашњој мембрани и у унутрашњој мембрани митохондрија налазе се **ензими респираторног ланца** који омогућују стварање АТФ-а у процесу ћелијског дисања.

У матриксу митохондрија налазе се рибозоми, митохондријска ДНК и ензими који учествују у метаболичким процесима.

Ћелијско дисање је процес у ком се глукоза оксидује, при чему као крајњи производи те оксидације настају угљен-диоксид, вода и енергија у облику молекула АТФ-а.



Укратко

Проверите
научено



1. Шта садрже митохондрије да би могле да обављају синтезу сопствених протеина?
2. Наведите сличности у грађи између митохондрије и бактерије.
3. Ко су примарни даваоци електрона у оксидативној фосфорилацији?
4. Набројте аеробне фазе ћелијског дисања.
5. Које се фазе ћелијског дисања врше у цитоплазми?
6. У којим фазама ћелијског дисања се ослобађа CO_2 ?
7. Попуните табелу. Знаком „+” означите поља у табели уколико се дешавања односе на ферментацију, аеробно дисање или оба процеса.

	Ферментација	Аеробно дисање	Оба процеса
Неопходан је кисеоник.			
Производи се АТФ.			
Неопходна је глукоза.			
Врши се у митохондријама.			
Глукоза се разлаже на воду и CO_2 .			

Задаци



1. Нацртајте митохондрију дужине 12 cm, а ширине 5 cm и обележите њене делове. Дебљим концем или канапом „опцртајте” спољашњу и унутрашњу мембрану митохондрије. Исправите конац, па измерите и запишите дужину конца за обе мембране. Упоредите дужину спољашње и унутрашње мембране митохондрија. Размислите и објасните зашто је такав однос у дужини мембрана.
2. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о открићу митохондрија. Напишите извештај о томе и представите га на школском часу.

БИО-забавник



1. У последњих 20–25 година митохондријска ДНК се користи у доказивању сродности особа по мајчиној линији. Сперматозоид нема митохондрије у цитоплазми, већ их има само јајна ћелија, па мтДНК наслеђујемо само од мајке. Осим тога, користи се као поуздан доказ у различитим криминалистичким истраживањима. МтДНК се може изоловати и испитивати из мртвих ћелија косе, зуба и ноктију, што није могуће с ДНК из једра.
2. Ћелије које троше пуно енергије за рад, као што су ћелије јетре човека, имају велики број митохондрија. Тако ћелије јетре могу да садрже и до 1.000 митохондрија.

ПЛАСТИДИ

Пластиди су органеле присутне искључиво у биљним ћелијама. Разликују се три врсте:

1. хлоропласти (*chloros* – зелен),
2. хромопласти (*chromos* – боја), који садрже пигменте каротеноиде (од жуте до црвене нијансе пигмента), који дају боју плодовима и цветовима, па је њихова улога еколошка (привлачење инсеката, разношење плодова),
3. леукопласти (*leucos* – безбојан), који немају пигменте; њихова улога је магационирање хранљивих материја (скроба, уља, протеина).

Ови типови пластида могу прелазити један у другог у зависности од улоге ткива у ком се налазе, као и од спољашњих и унутрашњих фактора.



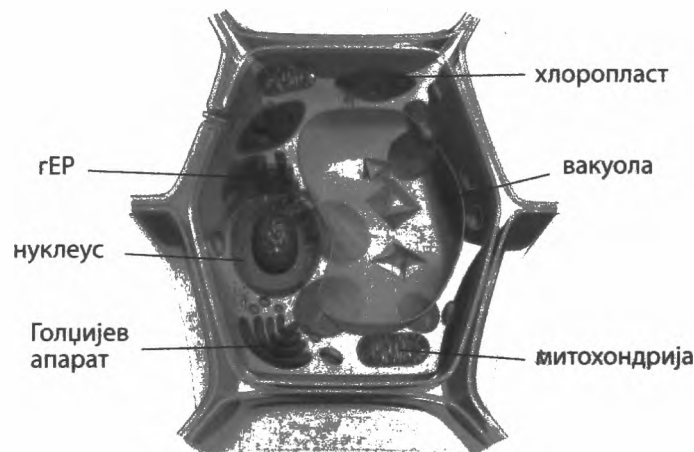
Кључне речи

хлоропласти
хромопласти
леукопласти
хлоропластни рибозоми
тилакоиди
хлоропластна ДНК
фотосинтеза
фотосинтетички транспортни
ланац електрона

Хлоропласти

Хлоропласти садрже зелени пигмент **хлорофил**, помоћу ког обављају фотосинтезу.

Хлоропласти су и по грађи и по функцији слични митохондријама. У њима се, као и у митохондријама, производи АТФ. У хлоропластима се као извор енергије користи Сунчева енергија. У митохондријама се АТФ добија оксидацијом органских материја.



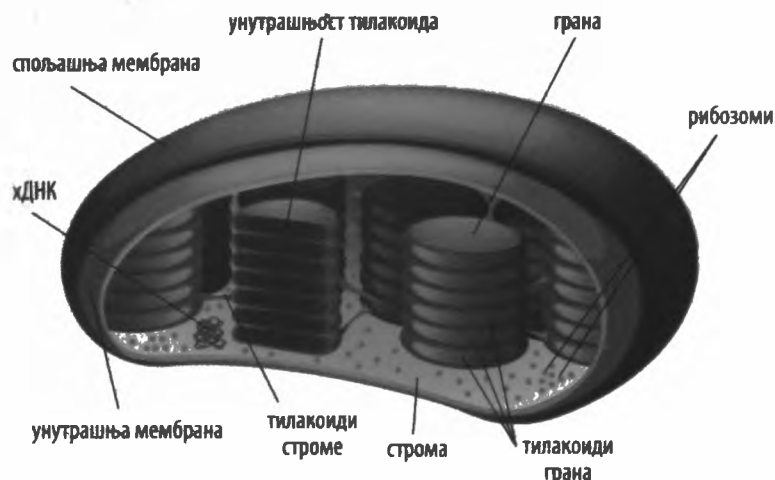
Слика 1.57. – Биљна ћелија и хлоропласти

Грађа хлоропласта

Хлоропласти су органеле изграђене од две мембране, спољашње и унутрашње, између којих се налази међупростор. Спољашња мембрана одваја хлоропласт од цитоплазме, а унутрашња ограничава садржај хлоропласта (строму). Унутрашња мембрана гради спљоштене, паралелно постављене кесице назване **тилакоиди** (*thylacos* – кесица, врећица). Тилакоиди су распоређени у строми хлоропласта. Разликују се две врсте тилакоида – тилакоиди грана и тилакоиди строми. Краћи тилакоиди, који су густо наслагани један уз други (као новчићи у фишеку), јесу **тилакоиди грана**, а дужи, појединачни су **тилакоиди строми**. Тилакоиди строми повезују тилакоиде грана образујући тако један систем у виду мреже. У мембранама тилакоида налазе се пигменти и ензими који учествују у светлој фази фотосинтезе.

У строми хлоропласта налазе се:

1. **рибозоми** ситнији од оних у цитоплазми, слични прокариотским,
2. **хлоропластна ДНК** (хДНК), прстенастог облика (слична прокариотској ДНК); има способност удвајања, па и хлоропласти могу да се деле независно од деобе једра,
3. **грануле скроба** у којима се складишти глюкоза створена у фотосинтези,
4. **многобројни ензими** који учествују у тамној фази фотосинтезе.



Слика 1.58. – Грађа хлоропласта

Фотосинтеза

Фотосинтеза је процес у ком се помоћу хлорофила Сунчева енергија претвара у хемијску да би се та хемијска енергија (АТФ) употребила за синтезу органских материја из неорганских.

Фотосинтеза је основни процес у природи зато што обезбеђује органске материје за све живе организме. Све остале синтезе у живим организмима настављају се на фотосинтезу. Одвија се кроз две фазе – светлу, за коју је неопходна светлост, и тамну, за чије одвијање светлост није неопходна. Светла фаза се врши на тилакоидима, док се тамна врши у строми хлоропласта.

Фотосинтеза се крајње поједностављено може представити на овај начин:



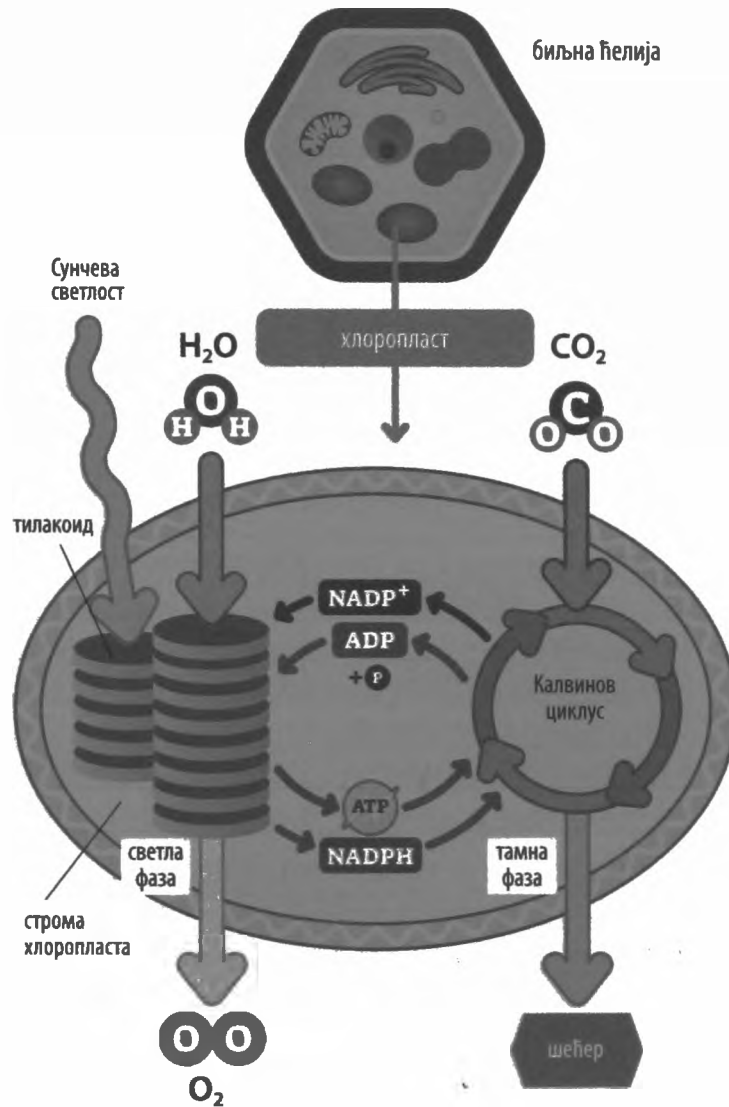
У светлој фази хлорофил апсорбује (упија) Сунчеву светлост да би се она искористила за стварање АТФ-а и за редукцију носача електрона NADP^+ у NADPH .

Молекул хлорофила који је апсорбовао светлост губи електрон. Електрон улази у **фотосинтетички транспортни ланац електрона** и преноси се од даваоца ка примаоцу електрона. Крајњи прималац електрона је NADP , који постаје редуковани NADPH . Низ ових оксидо-редукујућих реакција омогућава постепено ослобађање енергије која се употреби за синтезу АТФ-а.

Неки преносиоци електрона способни су да преносе протоне (H^+) кроз мембрану тилакоида. Тиме се ствара разлика у наелектрисању с једне и друге стране мембране, што обезбеђује енергију за синтезу АТФ-а из АДФ-а (**фотофосфорилација**). Светлосна енергија се тако претвара у хемијску енергију.

Молекул хлорофила (који је изгубио електрон и сада је оксидован) надокнађује изгубљени електрон оксидацијом воде. При томе се **ствара кисеоник** као споредни производ фотосинтезе. Кисеоник се ослобађа у атмосферу, што је још један значај фотосинтезе. Живот на нашој планети заснива се на претварању Сунчеве енергије у хемијску и на коришћењу атмосферског кисеоника за дисање.

У **тамној фази** користе се АТФ и NADPH створени у светлој фази. АТФ служи као извор енергије. NADPH даје електроне за редукцију угљеника из угљен-диоксида (биљка га усваја из атмосфере) јесте извор неорганског угљеника који се уграђује у органска једињења. Претварање неорганског угљеника у органски угљеник (шећер) назива се **фиксација угљеника** и врши се у **Калвиновом циклусу**. Сваким циклусом у њега улази један молекул угљен-диоксида и везује се за почетно једињење (шећер с 5 угљеникових атома). У даљем току циклуса помоћу АТФ и NADPH настају различити шећери и регенерише се почетно једињење.



Слика 1.59. – Шема светле и тамне фазе фотосинтезе

Пластиди су органеле присутне искључиво у биљним ћелијама. Разликују се три врсте: хлоропласти, хромопласти и леукопласти.

Хлоропласти су органеле у којима се одвија фотосинтеза.

Фотосинтеза се одвија кроз две фазе – светлу (сунчева енергија се претвара у хемијску и ослобађа кисеоник) и тамну (помоћу АТФ-а и NADPH створених у светлој фази синтетишу се органска једињења).



Укратко

БИО-забавник



Хлоропласти су једини пластиди који старе, док се код других облика пластида то не дешава. Старење хлоропласта уочава се у променама на тилакоидима тако што се њихов број смањује.

Проверите
научено



1. Објасните где се користи АТФ створен у митохондријама, а где АТФ који настаје у хлоропластима.
2. Зашто митохондрије и хлоропласти могу да синтетишу само сопствене протеине?
3. Попуните табелу. У колоне унесите податке и представите сличности и разлике између митохондрија и хлоропласта.

Својства	Митохондрије	Хлоропласти
облик молекула ДНК		
рибозоми		
спољашња мембрана		
унутрашња мембрана		тилакоиди
унутрашњи садржај		
функција		

4. Опишите шта је заједничко за процесе ћелијског дисања и фотосинтезе.
5. По чему се митохондрије и хлоропласти разликују од других органела?
6. Објасните тачност тврдње: За процес фотосинтезе неопходни су хлоропласти, а није потребан хлорофил.

Задаци



1. Извор енергије неопходне за процес фотосинтезе јесте сунчева светлост. Њу апсорбују пигменти, првенствено хлорофил и каротеноиди. На интернету или у школској библиотеци пронађите још података о фотосинтетичким пигментима. Током истраживања одговорите на следећа питања: објасните шта је апсорбована, а шта пропуштена светлост, као и зашто је лишће зелене боје. Направите презентацију о свом истраживању и представите је на школском часу.
2. Само 2% Сунчеве енергије стиже до Земљине атмосфере. Сунчева светлост игра веома велику улогу у нашем опстанку на планети Земљи: сва храна коју једемо и сва фосилна горива која користимо производи су фотосинтезе. То је процес који претвара енергију Сунца у облике енергије који могу да се користе у биолошким системима.
Нацртајте шему како се Сунчева енергија претвара у друге облике енергије у биљкама и животињама. Објасните у ком облику организам човека може да користи Сунчеву енергију и да ли се део енергије губи.

СТРУКТУРЕ ОДГОВОРНЕ ЗА КРЕТАЊЕ ЋЕЛИЈА И ЊИХОВИХ ДЕЛОВА

Ћелијски скелет (цитоскелет)

Цитоскелет је израђен од више од 20 врста цитоплазматских протеина који омогућавају промену облика ћелије, кретање органела и саме ћелије, као и међусобно повезивање ћелија. То је изузетно динамична структура, која веома брзо може да се продужи или скрати, чиме се обезбеђује брзина покрета ћелије.

Основни структурни делови цитоскелета су: актински филаменти, микротубуле и интермедијерни филаменти.

Актински филаменти (лат. *filamentum* – конач, нит) јесу микроскопски ситна влакна чији је основни састојак протеин актин. Молекули актина удружују се у два ланца спирално увијена један око другог и граде актински филамент. У мишићним ћелијама се повезују с миозинским филаментима (изграђени од протеина миозина). **Миозински филаменти** заједно с другим факторима (јони калцијума, АТФ и др.) омогућавају клизање актинских филамената и тиме контракцију мишићних ћелија.



Образложите како недостатак АТФ-а утиче на контракцију мишића.

У ћелијама које немају способност контракције, актински филаменти омогућавају промене облика ћелија (амебоидно кретање леукоцита), струјање цитоплазме и др. Такође, имају важну улогу приликом деобе животињских ћелија.

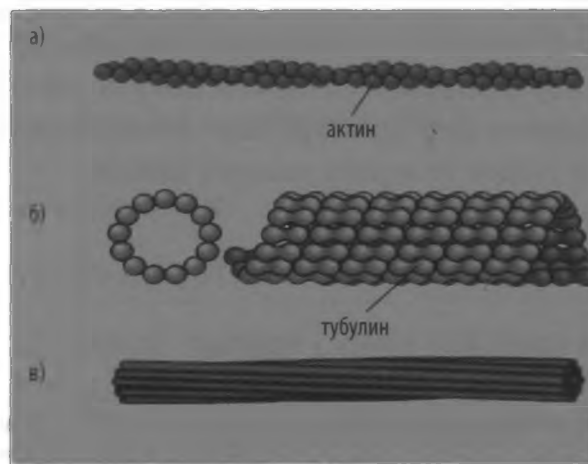
Микротубуле су микроскопски ситне цеви. У ћелији се могу налазити као појединачне или груписане у снопове. Изграђене су од протеина **тубулина**. Током деобе граде нити деобног вретена које омогућава кретање хромозома.

Интермедијерни филаменти добили су име по томе што им је пречник нешто већи од актинских филамената, а мањи од пречника микротубула. Колико је за сада познато, имају их само животињске ћелије. Граде их веома различити протеини.



Кључне речи

цитоскелет
актински филаменти
миозински филаменти
микротубуле
интермедијерни филаменти
центрозома
центриоле
бичеви
трепље

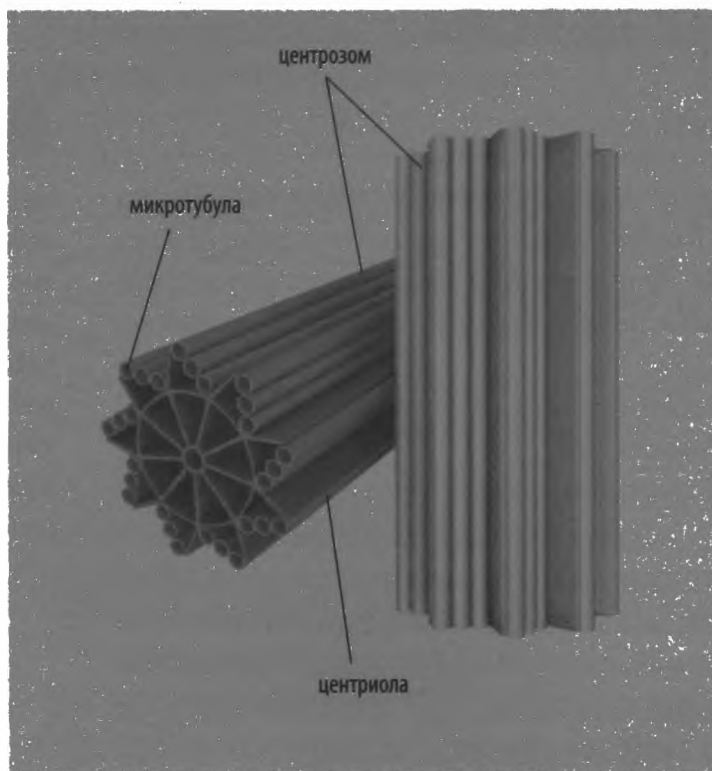


Слика 1.60. – (а) Актински филамент,
(б) микротубула и (в) интермедијерни филаменти

Центрозом (центриоле)



аморфан – без облика



Центрозом чине две центриоле постављене међусобно под правим углом и окружене аморфним материјалом. Центриоле имају облик цилиндра чији је зид изграђен од 9 група по 3 микротубуле. Улога центриола је у организацији деобног вретена које омогућава кретање хромозома за време ћелијске деобе и њихову правилну расподелу на кћерке ћелије.

Слика 1.61. – Грађа центрозома

Центриоле имају способност самодупликације. То се дешава пре деобе, у исто време када и дупликација хромозома. Након дупликације ћелија има два пара центриола. Оне ће се у деоби налазити на супротним половима ћелије, односно биће по пар центриола на сваком полу деобног вретена ћелије.

Центриоле су структуре које немају мембрану. Нису присутне у ћелијама биљака и јајним ћелијама сисара (човека).

Трепље и бичеви (локомоторне органеле)

Осим улоге коју имају у кретању делова унутар ћелије, микротубуле се удружују у структуре на површини ћелије као што су **трепље и бичеви**.

Трепље (цилије) и бичеви (флагеле) су сличне грађе као центриоле. Помоћу њих се крећу једноћелијски организми (бичари и трепљари), као и сперматозоиди многих животиња, па и човека. Трепље покривају површину ћелија дисајних путева и њиховим покретима избацује се слуз са честицама прашине. Налазе се и на епителу јајовода жене, чулним ћелијама и др.



Размислите, па одговорите на питање: Ако се зна да трепље и бичеви имају исту грађу, по чему се онда разликују?



Укратко

Цитоскелет је изграђен од цитоплазматских протеина који омогућавају промену облика ћелије, кретање органела и саме ћелије, као и међусобно повезивање ћелија.

Основни структурни делови цитоскелета су: актински филаменти, микротубуле и интермедијерни филаменти.

Пар центриола постављених међусобно под правим углом назива се центрозом.

Помоћу трепљи и бичева крећу се једноћелијски организми, као и сперматозоиди многих животиња, па и човека.


 Проверите
научено

1. На сликама је приказан попречан пресек центриоле и бича.



Упоредите слике и закључите:

- које су сличности у грађи центриоле и бича,
- по чему се грађа тих структура разликује.

2. Коју заједничку особину имају центриоле и молекули ДНК?

3. Заокружите слово испред тачног одговора.

Структуре које биљна ћелија НЕ садржи су:

- рибозоми,
- центриоле,
- митохондрије,
- вакуоле.

4. Заокружите слово испред тачног одговора.

Покретање органела унутар ћелије омогућава:

- цитоскелет,
- цилија (трепља),
- Голџијев апарат,
- центриола.



Задатак

1. Нацртајте шематски приказ поделе цитоскелета и наведите улоге које имају поједини делови цитоскелета.



1. Дишенова мишићна дистрофија је болест узрокована дефектним обликом протеина дистрофина у мишићним ћелијама. Код здравих особа овај протеин формира мрежу актинских филамената (личи на рибарску мрежу) и повезује је с одређеним протеинима ћелијске мембране. Са спољашње стране ти протеини мембране повезани су с околочелијским матриксом. Тако се унутрашњост ћелије, мембрана и околочелијски матрикс повежу у јединствену структуру која штити мишићну ћелију од оштећења приликом контракција. Код болесних особа дефектни дистрофин не обезбеђује ту везу, па се понављањем контракција оштећује мембрана. Више података о овој болести пронађите у школској библиотеци или на интернету.
2. Свака ћелија на површини дисајних путева има око 200 трепљи које се померају таласањем и тиме померају слуз за коју су се залепиле стране честице из ваздуха. Слуз се елиминише искашљавањем.

БИЉНА И ЖИВОТИЊСКА ЋЕЛИЈА – РАЗЛИКЕ



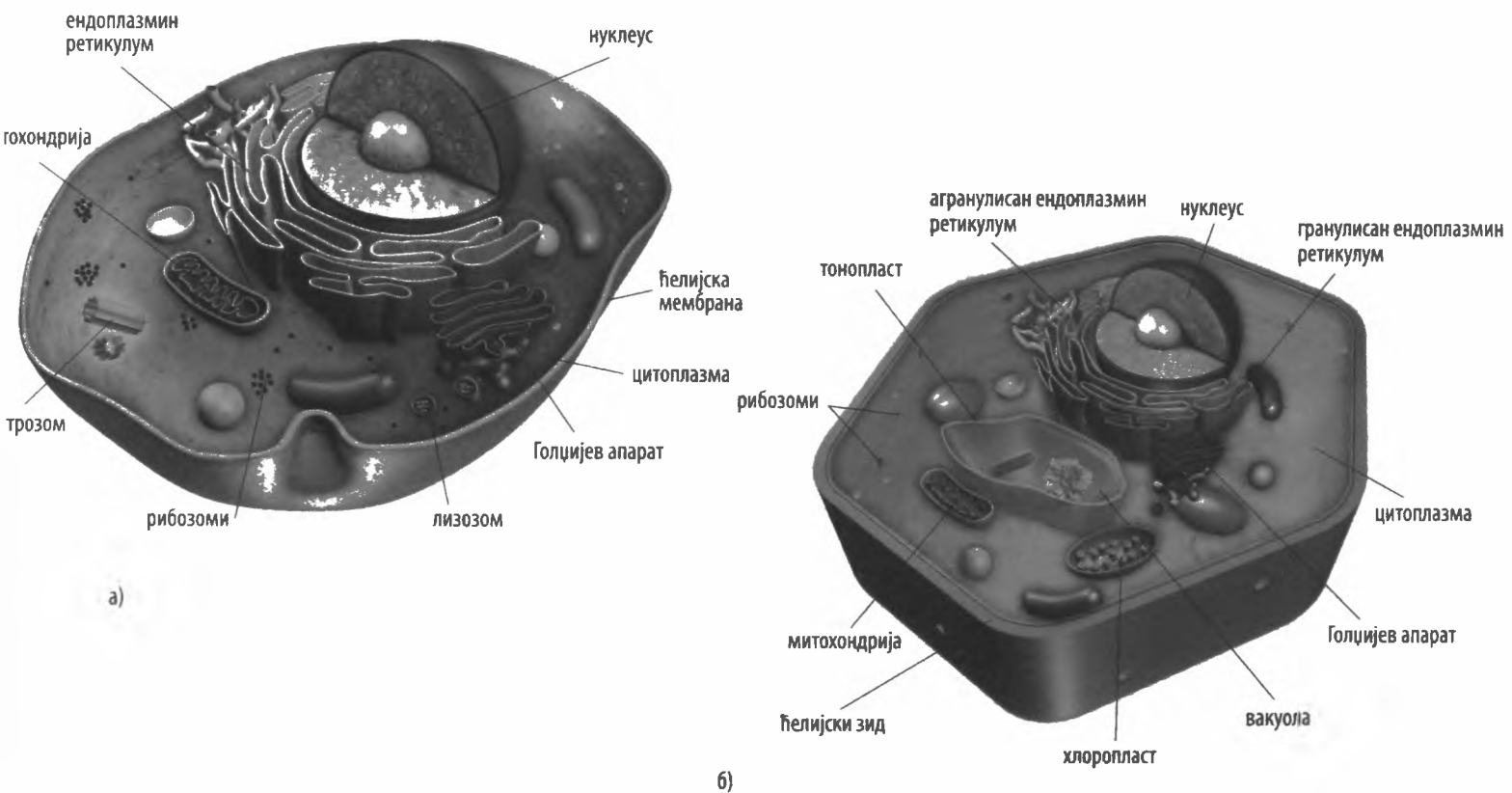
Да ли знате да биљке расту читавог свог живота?



Кључне речи

ћелијски зид
пластиди
вакуола

Структурне разлике на ћелијском нивоу, које постоје између биљних и животињских организама, настале су као резултат начина живота биљака односно њихове причвршћености за подлогу.



Слика 1.62. – Животињска (а) и биљна ћелија (б)

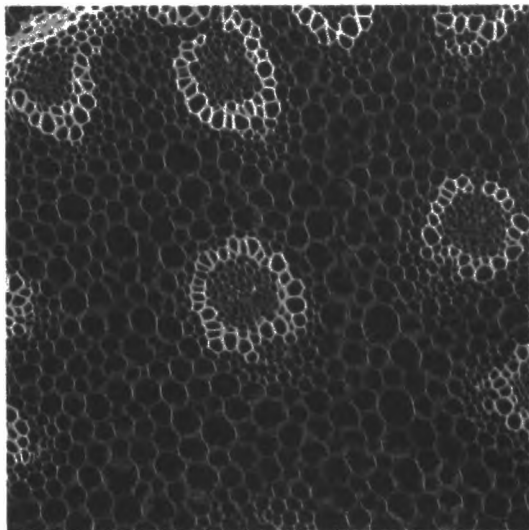
Биљна ћелија се у неколико карактеристичних особина разликује од животињске, а то су: поседовање чврстог **ћелијског зида** и **пластида**. Иако је **вакуола** ендозомско-лизозомска органела, у неким биљним ћелијама је изразито крупна и специфичне функције, па се често убраја у разлике између биљних и животињских ћелија.

Централне вакуоле увећавају укупну површину и запремину ћелије, а да при томе не мора да се увећава цитоплазма, што биљкама омогућава неограничен раст. **Биљке расту читавог живота**, док је раст животиња ограничен на одређени период у животу и генетички је одређен.

Хлоропласти омогућавају биљци аутотрофан начин исхране. Тиме се биљке, неке аутотрофне бактерије и алге разликују од свих осталих организама који су хетеротрофни. Резервни полисахарид биљака је **скроб**, док животиње складиште гликоген.



Објасните везу између хлоропласта и аутотрофног начина исхране.



Слика 1.63. — Ћелијски зидови проводних елемената корена

Биљне ћелије могу да буду у функцији и када су мртве, када потпуно изгубе унутрашњи садржај, и од читаве ћелије остане само ћелијски зид. Тако, проводни елементи (трахеје и трахеиди), којима се вода и минералне материје проводе од корена до свих делова биљке, јесу мртве ћелије, које имају само ћелијске зидове.

Цитоскелет биљних ћелија (микротубуле и актински филаменти) због вакуоле, која се налази у центру, концентрисан је уз ћелијску мембрану. Пошто се на површини биљних ћелија налази ћелијски зид, оне се не могу кретати. Тако **цитоскелет омогућава кретање органела** (делимично и струјањем цитоплазме) и кретање хромозома за време деобе.

Животињске ћелије углавном садрже центриоле, а биљке их не садрже. Иако немају структурно формиране центриоле, биљне ћелије могу да граде деобно вретено.

Укратко



Биљна ћелија се у неколико карактеристичних особина разликује од животињске, а то су: поседовање чврстог ћелијског зида и пластида.

Хлоропласти омогућавају биљци аутотрофан начин исхране.

Централне вакуоле увећавају укупну површину и запремину ћелија, што биљкама омогућава неограничен раст.

Животињске ћелије углавном садрже центриоле, а биљке их не садрже, али могу да граде деобно вретено.

Задатак



1. У виду табеле направите преглед градива о ћелијским органелама и структурама. У табели наведите назив органеле или структуре, опис структуре, функције и које их ћелије садрже (биљне, животињске или обе врсте).

БИО-забавник



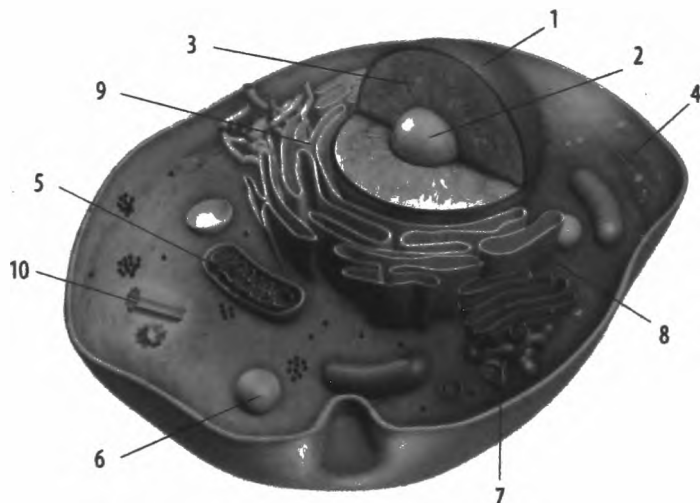
Вакуола у биљној ћелији може да заузима и до 90% укупне запремине ћелије.

Проверите
научено

- Објасните како биљне ћелије омогућавају раст биљкама током читавог живота.
- Да ли мртве ћелије животиња могу да буду у функцији?
- Попуните табелу. У колоне упишите особине биљне и животињске ћелије и уочите разлике између њих.

Особине	Биљна ћелија	Животињска ћелија

- Заокружите слово испред тачног одговора.
Ћелијске органеле присутне само у биљним ћелијама су:
а) ћелијски зид,
б) пластиди,
в) центрозоми,
г) ЕР.
- Изабаците „уљеза”, односно појам који не припада овом скупу:
Голџијев апарат, нуклеус, ендоплазмични ретикулум, митохондрија, ћелијска мембрана, рибозом, хлоропласт.
- Проучите слику еукариотске ћелије и наведите:



- да ли је на слици биљна или животињска ћелија,
- називе обележених делова ћелије.

ЈЕДРО (НУКЛЕУС)



Кључне речи

нуклеус
нуклеусни овој
нуклеусне поре
нуклеоплазма
хромозоми
хроматин
хетерохроматин
еухроматин
хистони
нуклеозом
нехистонски протеини

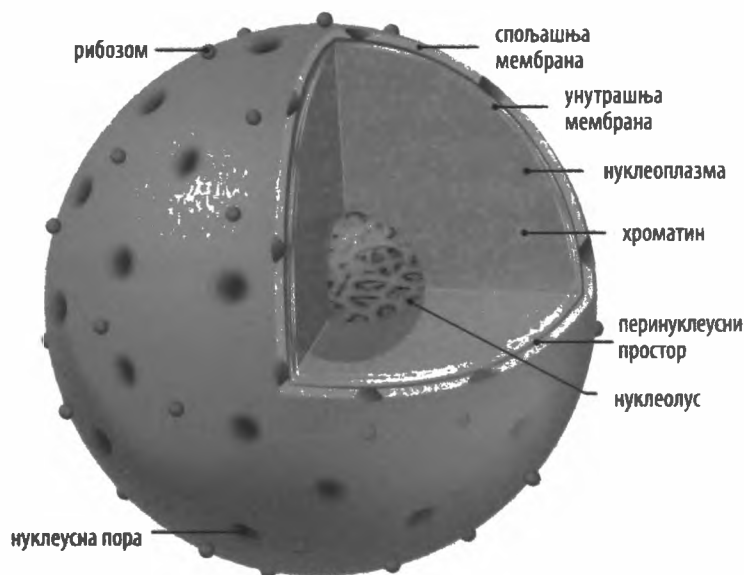


Подсетите се шта сте научили о репликацији и транскрипцији.

Значај нуклеуса је да обезбеди одвијања несметаних и усклађених свих животних процеса. Ћелија се тако одржава у животу.

Најупадљивија, велика органела еукариотских ћелија је **нуклеус**. Сам латински назив *nucleus* – **језгро** говори о његовом значају за ћелију. У њему се налази ДНК (гени) у којој је записано све што ћелија треба да уради да би се одржала у животу и прилагодила променама у околини. Нуклеус управља свим процесима у ћелији, у њему се и дуплира ДНК (**репликација**) и синтетишу све врсте РНК (**транскрипција**).

Нуклеус се састоји од нуклеусног овоја и нуклеоплазме. **Нуклеусни овој** је изграђен од две мембране, спољашње и унутрашње, између којих се налази перинуклеусни простор. Његова улога је да штити ДНК. **Спољашња мембрана** наставља се на мембране гранулисаног ендоплазминог ретикулума и за њу су везани рибозоми.



Слика 1.64. – Грађа нуклеуса

Унутрашња мембрана се наслања на нуклеоплазму и за њу су везани протеини који повезују хромозоме с овојем. На нуклеусном овоју постоје поре (**нуклеусне поре**) преко којих се обавља размена материја између нуклеоплазме и цитоплазме ћелије. Преко њих у једро улазе различити јони и протеини неопходни за процесе репликације и транскрипције. Кроз поре из једра излазе у цитоплазму тРНК, иРНК, као и субјединице рибозома. Број пора је променљив

и зависи од активности ћелије – ћелије активне у процесима синтезе имају више пора.



Објасните чињеницу да већина животињских ћелија има нуклеус у центру ћелије, док код биљака то није случај.

Нуклеоплазма је унутрашњост једра. У нуклеоплазми се налазе **хромозоми** – **хроматин** и **једарце (нуклеолус)**.

Хроматин

Назив хроматина (хромозома) потиче од грч. *chromos*, што значи боја, односно лепо се боји одређеним базним бојама.

Хроматин се уочава у интерфазном једру (то је једро ћелије која није у деоби, већ се налази у интерфази). Он је у облику хроматинских влакана која се, када се изолују из нуклеуса, виде као ниска перли.

Пре почетка деобе ћелије кондензују се хроматинска влакна, тако да она постају уочљива – **хромозоми**.



О интерфази сазнаћете више у лекцији о ћелијском циклусу.

Врсте хроматина

Према јачини бојења, разликују се две врсте хроматина: хетерохроматин и еухроматин. **Хетерохроматин** је кондензован, па је због тога тамније обојен и лако се уочава у једру. **Еухроматин** је дифузан (расплетен), па је услед тога светлије обојен. Ћелије које интензивно синтетишу неки протеин имају мало хетерохроматина, а доста еухроматина – њихова једра су светлија. ДНК у еухроматину садржи гене који у тим ћелијама врше функције. Еухроматин је активан у транскрипцији. У хетерохроматину се налазе гени који у тим ћелијама нису активни, ту се не врши транскрипција.



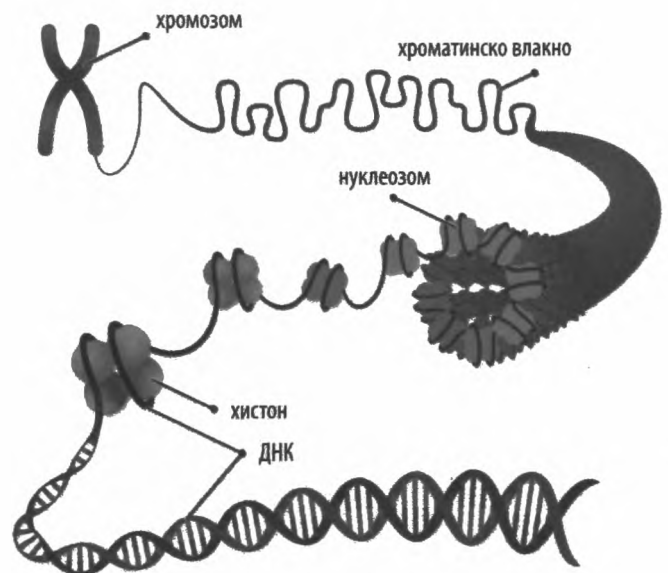
Објасните зашто ћелија која интензивно синтетише неки протеин садржи више еухроматина него хетерохроматина.

Састав хроматина (хромозома)

Хроматин се састоји од ДНК, мале количине РНК и две врсте протеина: хистона и нехистонских протеина.

Хистони су базни протеини због присуства веће количине базних аминокиселина. Они су градивни протеини хроматина јер учествују у „паковању” ДНК. ДНК се око њих намотава као конац око калема да би огромна дужина ДНК могла да се смести у сићушно једро. Зато се хроматин види као перласта структура, у којој „перле”, у ствари, представљају ДНК намотану око хистона (**нуклеозоми**). Поред нуклеозома, постоје још многи нивои паковања да би се формирао хромозом.

Нехистонски протеини су кисели протеини хроматина и има много више врста тих протеина него хистонских (40–80 различитих врста). У њих спадају многобројни **ензими** који у једру учествују у процесима репликације и транскрипције.



Слика 1.65. – Нивои паковања ДНК

Укратко



Нуклеус управља свим процесима у ћелији, у њему се врше репликација и транскрипција.

Нуклеоплазма је унутрашњост једра у којој се налазе хромозоми – хроматин и једарце (нуклеолус).

Хроматин се уочава у интерфазном једру у облику хроматинских влакана која се током ћелијске деобе кондензују тако да постају уочљиви хромозоми.

Проверите
научено



1. Означите делове нуклеуса приказаног на слици.



нуклеолус, бр. _____

спољашња мембрана нуклеусног овоја,
бр. _____

унутрашња мембрана нуклеусног овоја,
бр. _____

хроматин, бр. _____

нуклеусне поре, бр. _____

2. Са чиме је у вези перинуклеусни простор?

3. Коју улогу имају хистонски протеини у хроматину?

4. Објасните грађу нуклеусног овоја.

5. У којим процесима учествују нехистонски протеини?

Задатак



1. Креирајте плакат или брошуру којим бисте могли да помогнете у истраживању болести повезаних с патолошким променама на хроматину. Представите плакат или брошуру на школском часу.

БИО-забавник



1. Сматра се да се број нуклеусних пора по једном нуклеусу у ћелијама сисара креће између 3.000 и 5.000.

2. Телесна људска ћелија има 46 хромозома. Када се измери укупна дужина ДНК у свим хромозомима, добија се вредност од око 2 m. Треба имати у виду да је пречник нуклеуса 5–10 микрометара. Можда ће још један пример то боље да илуструје: укупна дужина ДНК у свим ћелијама људског тела износи 2×10^{11} km, што је много пута веће од обима Земље или растојања између Земље и Сунца. Због тога ДНК мора да се намотава и пакује на различите начине.

ХРОМОЗОМИ

Хромозоми су структуре карактеристичног облика које се у ћелији могу уочити за време деобе.

Захваљујући томе што се лепо боје, хромозоми се могу у одређеној фази деобе посматрати под светлосним микроскопом. Најбоље се уочавају за време метафазе митозе, па се називају метафазни митотски хромозоми.

Број хромозома

Број хромозома је сталан, карактеристичан за сваку биолошку врсту и назива се **кариотип**. Телесне (соматске) ћелије имају **диплоидан** (грч. *diploos* – двострук) број хромозома (обележава се као $2n$). Диплоидан број представља две гарнитуре хромозома, при чему једна гарнитура потиче од мајке, а друга од оца. Хромозоми, који су међусобно слични, а потичу из различитих гарнитура (један из мајчине, а други из очеве) јесу **хомологи хромозоми**. Осим у телесним ћелијама, диплоидан број хромозома налази се и у оплођеној јајној ћелији (зиготу). Телесна ћелија човека има 46 хромозома или две гарнитуре по 23 хромозома, при чему једна гарнитура потиче од мајке, а друга од оца.



Колико копија сваког хромозома садржи диплоидна ћелија?

Полне ћелије или гамети (код човека су то сперматозоиди и јајне ћелије) садрже упола мањи број хромозома у односу на телесне ћелије. Број хромозома у полним ћелијама назива се **хаплоидан** и обележава се са n (грч. *haploos* – једнострук). Ако телесна ћелија има две гарнитуре хромозома, полна ћелија имаће једну гарнитуру хромозома. Број хромозома у полним ћелијама човека је 23.



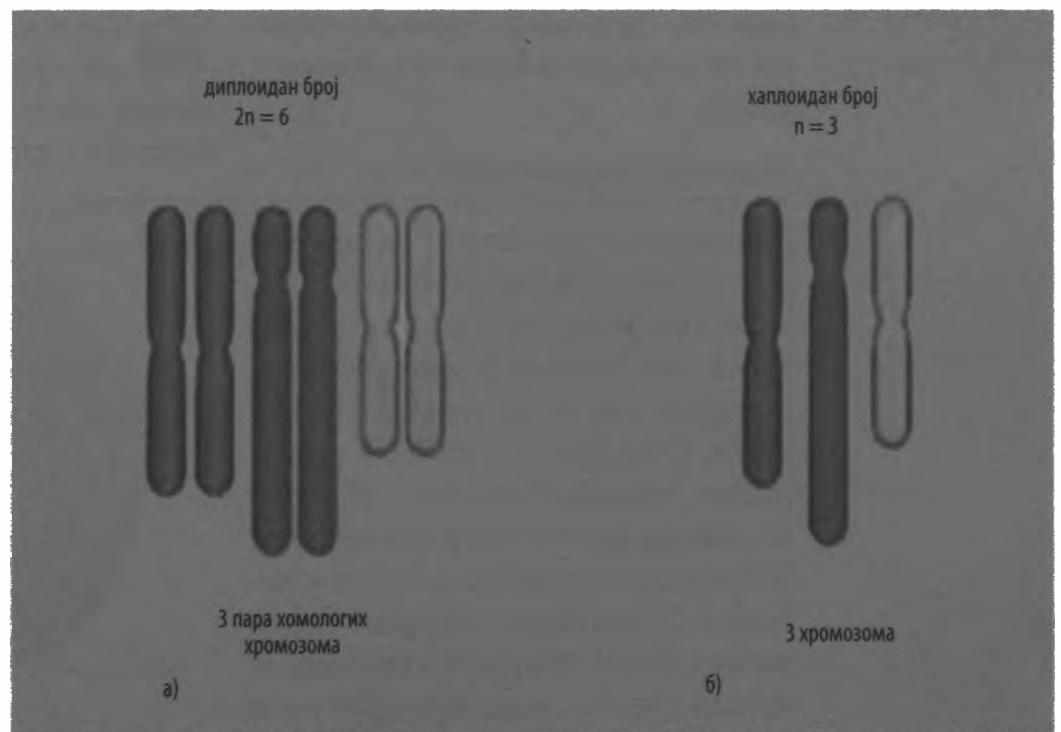
Колико копија сваког хромозома садржи полна ћелија?

Слика 1.66. – Број хромозома неке биолошке врсте у: а) телесној ћелији и б) полној ћелији



Кључне речи

хромозом
кариотип
диплоидан број ($2n$)
хаплоидан број (n)
сестринске хроматиде
центромера
секундарно сужење
хромозома
кинетохор
нуклеолус



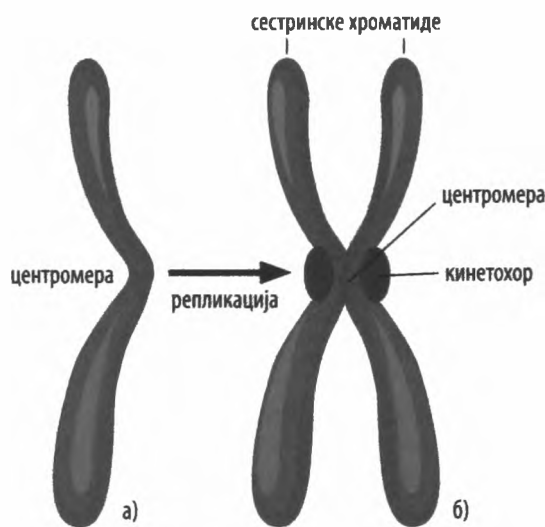
Грађа метафазног митотског хромозома

Секундарно сужење има одређено место на хромозому, па се користи за његову идентификацију. Често се на хромозомима који имају то сужење уочавају сателити. Сателити су делови на крајевима хромозома који су секундарним сужењем повезани с остатком хромозома.

Између сестринских хроматида формирају се кохезинске везе чију основу чине комплекси протеина. Ти комплекси протеина везују хроматиде попут пречага на мердевинама и држе их заједно све док се не раздвоје (у анафази).

На сваком метафазном хромозому јасно се уочавају две **сестринске хроматиде** и **центромере**. Те делове садрже сви хромозоми, док се само код неких јавља и **секундарно сужење**.

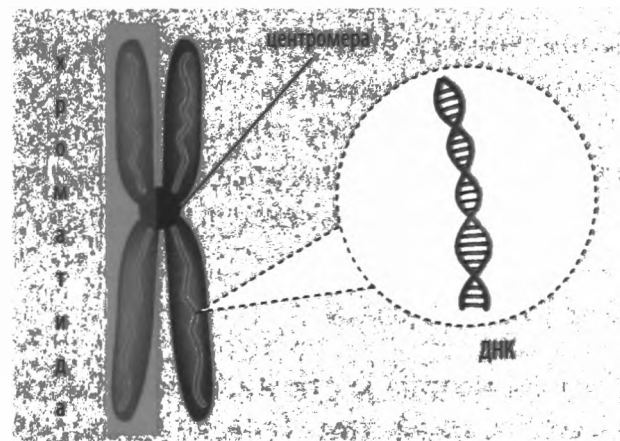
Сестринске хроматиде образују се дупликацијом ДНК, тако да су потпуно једнаке, садрже исте гене (отуда назив сестринске). Свака хроматида је уздужна половина хромозома



Слика 1.68. – Хромозом (а) с једном хроматидом и (б) две сестринске хроматиде после репликације ДНК

Једарце (нуклеолус)

Нуклеолус се налази у нуклеоплазми од које није одвојен мембраном. Неправилног је облика и велике густине хроматина. Видљив је у интерфазном нуклеусу, док се не уочава за време деобе. образује се у пределу секундарног сужења хромозома, па се тај део назива **организатор нуклеолуса**. У нуклеолусу се синтетишу делови **рибозома**. У нуклеусу који врши интензивну синтезу протеина нуклеолус је крупан. Нуклеус може да садржи један нуклеолус или више њих.



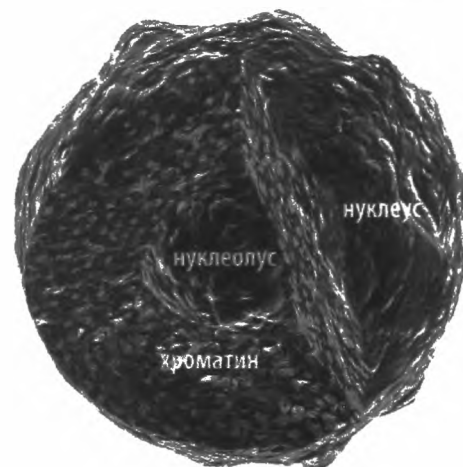
Слика 1.67. – Метафазни хромозом

и има један молекул ДНК, а цео хромозом има два једнака молекула ДНК. Центомере се виде као сужење хромозома. Сестринске хроматиде се међусобно везују читавом дужином, а најближе су повезане у пределу својих центромера.

У нивоу центромере сваке хроматиде налази се протеинска структура – **кинетохор** (грч. *kinethikos* – покретно), за коју се везују влакна деобног вретена.



Објасните колико хроматида има соматска ћелија жабе у метафази митозе ако је познато да јајна ћелија жабе садржи 12 хромозома.



Слика 1.69. – Нуклеус (једно) и нуклеолус (једарце)



Укратко

Број хромозома је сталан, карактеристичан за сваку биолошку врсту и назива се кариотип.

Телесне (соматске) ћелије имају диплоидан број, који представља две гарнитуре хромозома, при чему једна гарнитура потиче од мајке, а друга од оца.

Полне ћелије или гамети садрже упола мањи број хромозома у односу на телесне ћелије, назван хаплоидан (грч. *haploos* – једнострук).

На сваком метафазном хромозому јасно се уочавају две сестринске хроматиде и центромере.

Нуклеолус се образује у пределу секундарног сужења хромозома и у њему се стварају делови рибозома.

Проверите
научено

1. Објасните зашто сестринске хроматиде садрже исте гене.
2. Да ли је тачно рећи за нуклеолус да је органела једра? Објасните одговор.
3. Заокружите слово испред тачног одговора.

Делови хромозома у којима се гени преписују у РНК су:

- а) светлије обојени,
- б) дифузни,
- в) изграђени од хетерохроматина.
- г) Ниједан од понуђених одговора није тачан.
- д) Тачно је под а) и б).

4. Заокружите слово испред тачног одговора.

У ћелији се за време деобе може уочити:

- а) нуклеус,
 - б) нуклеолус,
 - в) хроматин,
 - г) хромозом.
5. Заокружите слово испред тачног одговора.
- Метафазни митотски хромозом се састоји од:
- а) две сестринске хроматиде,
 - б) две центромере,
 - в) два конетохора.
 - г) Све наведено је тачно.
 - д) Тачно је по а) и в).

6. Заокружите слово испред тачног одговора.

Мишићна ћелија човека садржи:

- а) 44 хромозома,
- б) 23 пара хромозома,
- в) две гарнитуре с по 46 хромозома,
- г) хаплоидан број хромозома.

7. Заокружите слово испред тачног одговора.

Организатор нуклеолуса је:

- а) центрозом,
- б) центромера,
- в) секундарно сужење хромозома,
- г) нуклеус.

8. Заокружите слово испред тачног одговора.

Један метафазни митотски хромозом има:

- а) 4 ланца ДНК,
- б) 2 ланца ДНК,
- в) један молекула ДНК,
- г) 4 молекула ДНК.

9. Избаците „уљеза”, односно појам који не припада скупу: хетерохроматин, еухроматин, центромера, центрозом, хроматида, кинетохор, диплоидан, хаплоидан.

Задатак



1. Појава промене броја читавих гарнитура хромозома назива се полиплоидија. Тако, полиплоидне телесне ћелије могу да садрже више од две гарнитуре хромозома ($3n$, $4n$, $5n...$). Појава је честа код биљака, док се код животиња и човека ретко јавља. На интернету или у школској библиотеци пронађите податке како полиплоидија делује на биљке, животиње и човека. Направите презентацију и представите је на школском часу.

БИО-забавник



1. Хромозоме је открио Валтер Флеминг 1882. приликом истраживања о деоби ћелије.
2. Хумани кариотип сачињава 46 хромозома који су карактеристични за људску врсту и не мењају се током живота човека. Први подаци о хромозомима човека потичу из 1880. из радова Флеминга и Арнолда. Три године после откривања структуре ДНК, односно 1956. Тијо и Леван установили су тачан број хромозома служећи се културом ћелија феталних плућа. Исте године су Форд и Хамертон у сперматоцима човека избројали 23 пара хромозома. Тако су оба рада потврдила да се у телесним ћелијама човека налази диплоидан број хромозома, који износи 46. Истовремено, техника припреме хромозомских препарата и културе ћелија је унапредовала, што је омогућило убрзан развој цитогенетике (бави се проучавањем структуре и броја хромозома).

ЋЕЛИЈСКИ ЦИКЛУС – ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ЋЕЛИЈЕ

Број ћелија у организму одраслог човека је сталан захваљујући томе што се непрекидно ујоредо уклањају остареле, доишрајале ћелије и стварају се нове.

Ћелијски циклус је живот ћелије између две деобе, при чему је једна деоба укључена у циклус. Према томе, ћелијски циклус се састоји од две фазе – **фазе деобе (М-фаза) и интерфазе (И-фаза).**

Интерфаза обухвата период током ког се ћелија припрема за деобу. **Фаза деобе** код еукариотских ћелија обухвата поделу једра (**кариокинеза**) и поделу цитоплазме и њених органа (**цитокинеза**). Ћелијски циклус има различито време трајања код различитих ћелија. Код бактерија најчешће траје 15–20 минута, а код различитих људских и животињских ћелија 16–25 сати, од чега деоба траје око сат времена, а све остало време је интерфаза.

Интерфаза

Интерфаза (лат. *inter* – између) јесте период ћелијског циклуса између две деобе. Она је најдужа фаза у животу ћелије зато што се за време те фазе обављају обимне припреме за деобу. Под микроскопом се током те фазе, осим увећања масе ћелије, не уочавају неке значајне промене. Такође, хромозоми се у једру не уочавају, већ су у облику хроматина.

Дели се на три фазе – **пресинтетичка (Г1), синтетичка (С) и постсинтетичка (Г2).**

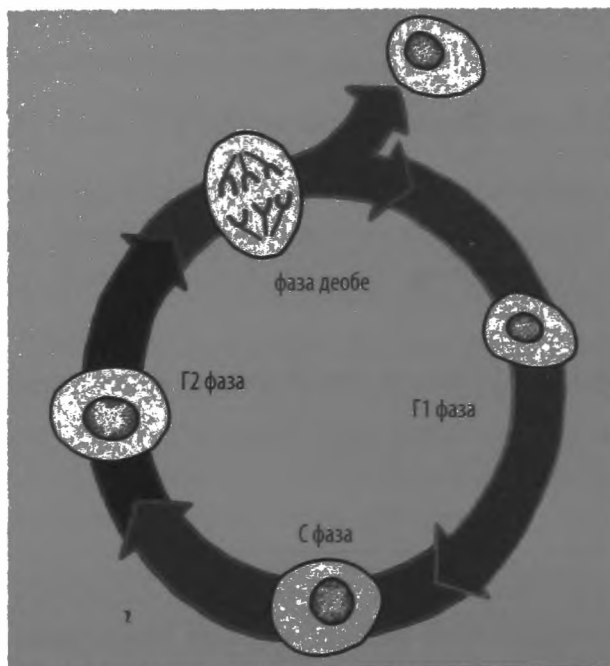


Кључне речи

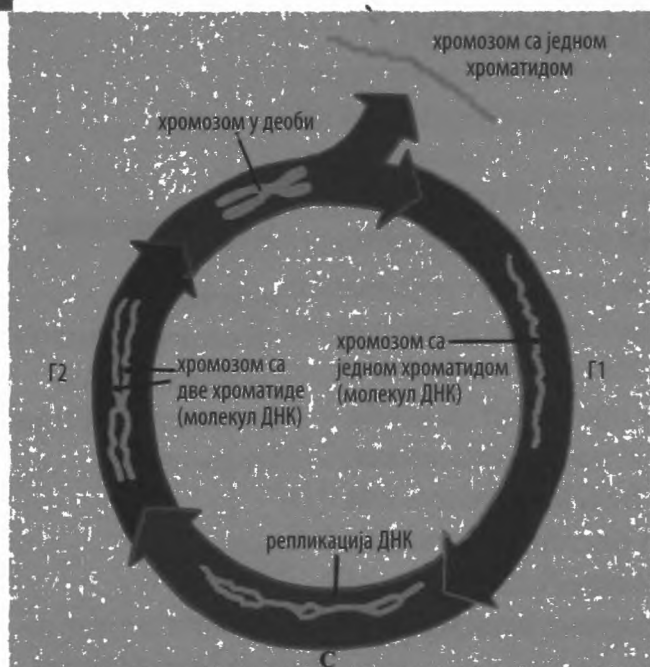
интерфаза
пресинтетичка фаза (Г1)
синтетичка (С) фаза
постсинтетичка (Г2) фаза
бинарна деоба



Подсетите се о чему говори ћелијска теорија.



Слика 1.70. – Шематски приказ ћелијског циклуса



Слика 1.71. — Промена броја хроматида у хромозому током интерфазе

Пресинтетичка фаза (Г1) јесте период који обухвата раст ћелије (до величине која одговара датој врсти ћелија) и процесе који припремају једро да уђе у С-фазу. Због раста ћелије синтеза протеина у цитоплазми је у тој фази врло интензивна. У тој фази сваки хромозом се састоји од једне хроматиде, односно једног молекула ДНК. Код ћелија сисара та фаза траје најдуже, 6–12 сати, а у зависности од типа ћелије.



Размислите и опишите шта се дешавало са ћелијом пре Г1 фазе.

Током **С-фазе** у једру се врши **репликација** ДНК. Сваки хромозом, који је у претходној Г1 фази имао 1 молекула ДНК, на крају С-фазе изграђен је од два молекула ДНК (две хроматиде). У тој фази одвија се и синтеза хистона и **дуплирање центриола** (од једног пара настају два пара центриола који се у деоби распоређују на полове деобног вретена). Синтетичка фаза траје 6–8 сати.



Објасните зашто је синтеза хистона временски усаглашена с репликацијом.

Постсинтетичка фаза (Г2) јесте период у ком се ћелија припрема да уђе у деобу. Пошто се одвија после репликације, у тој фази је количина ДНК у ћелији дупло већа него у Г1 фази. После Г2 фазе ћелија улази у деобу и завршава је за мање од сат времена.



Колико молекула ДНК има телесна ћелија човека у Г2 фази? Објасните одговор.

Ћелијски циклус се одвија од настанка ћелије па све до поделе те ћелије на две нове, кћерке-ћелије. Смене ћелијских циклуса омогућавају раст и обнављање ткива код вишећелијских организама, док код једноћелијских узрокују увећање броја јединки.



У ком периоду интерфазе је ћелија метаболички најактивнија? Објасните одговор.

Фаза деобе

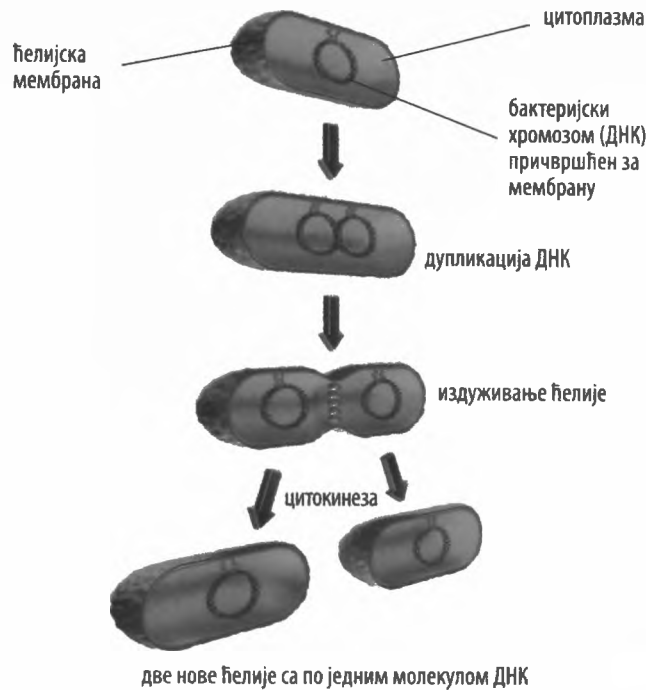
Ћелија, која је завршила интерфазу и припремила се за поделу на две нове ћелије, улази у деобу. **Прокариотске ћелије се деле бинарном деобом, док се еукариотске деле митозом или мејозом.**

Бинарна деоба

Бинарна деоба (једноставна деоба) јесте тип бесполог размножавања бактерија, као и неких органела (митохондрије, хлоропласти) у еукариотској ћелији. Брзина и интезитет размножавања бактерија су огромни, о чему говори податак да се у повољним условима неке бактерије деле на сваких 15–20 минута. Разумевање механизма те деобе веома је значајно због проналажења хемијских препарата или антибиотика који ометају деобу, а тиме и ширење бактеријских инфекција.

Бактерије најчешће садрже један молекул ДНК (бактеријски хромозом) у облику прстена (хаплоидне су). Бактеријски хромозом је причвршћен за ћелијску мембрану. Слично као код еукариота, неопходно је да се изврши репликација ДНК да би се бактерија поделила.

После извршене репликације у ћелији су два једнака молекула прстенасте ДНК везана за ћелијску мембрану. Растом и издуживањем ћелије молекули ДНК се раздвајају. Када ћелија достигне двоструку запремину, отпочиње цитокинеза. Тако се бактерија подели на два једнака или неједнака дела с по једним молекулом ДНК у сваком делу.



Слика 1.72. – Бинарна деоба бактерије



Више о деоби бактерија научићете у 2. разреду из микробиологије са епидемиологијом.

Кључни процеси у интерфази су:

- **раст ћелије** до величине карактеристичне за њену врсту. Ћелија, која не достигне одређену величину, неће моћи да се подели,
- **репликација ДНК**, која омогућава да у деоби кћерке-ћелије добију међусобно исту количину ДНК, односно исте гене. Сестринске хроматиде, у ствари, јесу будући хромозоми кћерки-ћелија које ће настати деобом.



Укратко

1. Ткива у одраслом организму човека садрже адултне матичне ћелије (енгл. *stem* – стем ћелије). У сваком ткиву човека је мали број тих ћелија, само око 1%. Истражите на интернету или у школској библиотеци о овим ћелијама. Припремите кратак извештај о томе и представите га на школском часу.



Задатак

Проверите
научено

1. Колико хромозома има ћелија човека у: а) Г1 фази; б) Г2 фази интерфазе?
2. Колико хроматида (молекула ДНК) има ћелија човека у: а) Г1 фази; б) Г2 фази интерфазе?
3. Објасните значај репликације ДНК.
4. Која су кључна дешавања у С фази интерфазе?
5. Зашто ћелија у Г1 фази треба да порасте?
6. Дефинишите бинарну деобу.
7. Зашто је интерфаза најдужи период ћелијског циклуса?
8. Одредите исправан редослед фаза током једног целовитог ћелијског циклуса.
 - а) Г1 → Г2 → С → митоза
 - б) С → Г1 → Г2 → митоза
 - в) митоза → Г1 → С → Г2
 - г) С → митоза → Г1 → Г2

БИО-забавник



1. Животни век ћелије слузокоже желуца је само два дана, док је животни век ћелије мозга човека 30–50 година.
2. У Г1 фазу ћелија улази после деобе и тада се активирају механизми који усмеравају даљи ток дешавања. Ћелија може да се развија у два правца: да почне да расте, уђе у ћелијски циклус и подели се или да отпочне обављање одређене функције и више се не дели (то може да буде привремено или трајно).
Ћелије које немају способност дељења, као што су нервне ћелије или, рецимо, еритроцити, када уђу у Г1 фазу, у њој трајно остају. Оне свој животни век окончавају ћелијским умирањем, а ћелије са способношћу деобе завршавају деобом на нове ћелије.

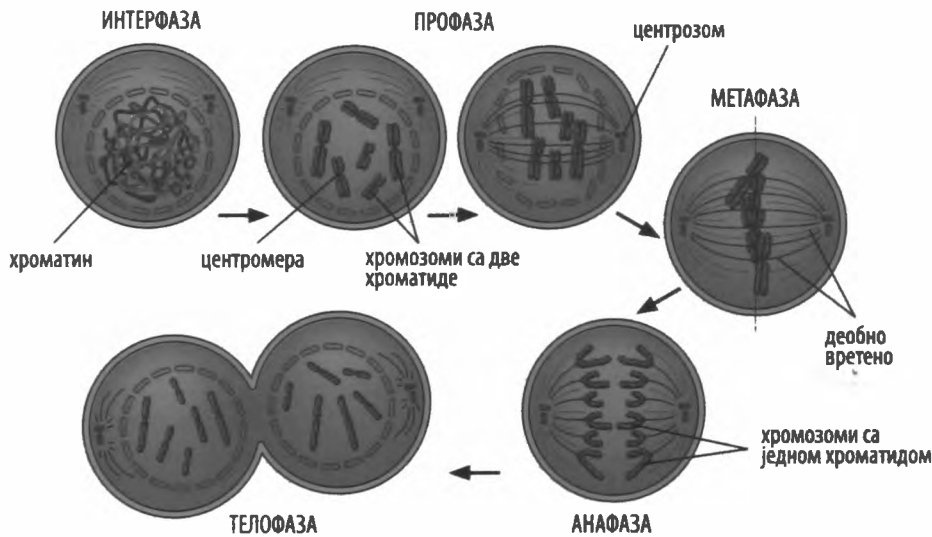
МИТОЗА

Митозом се једна ћелија подели на две нове ћелије које су генетички, по броју хромозома, истоветне као мајка-ћелија. У одраслом организму сисара велики број ћелија је диференциран и не може да се дели.

Митозом се деле телесне ћелије с диплоидним бројем хромозома, при чему се количина ДНК правилно распореди новонасталим ћелијама. Кћерке-ћелије добијају једнак број хромозома (обе су диплоидне) и једнаку количину ДНК, а имају и једнак број хромозома као мајка-ћелија ($2n$) од које су настале.

Са сваком новом митозом у генима се дешавају ситне промене (мутације), које представљају основ за деловање еволуције. Због тога, иако кћерке-ћелије добијају исти број хромозома и гена, оне нису потпуно исте.

Митоза се дели на 4 фазе: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (поређане су по редоследу дешавања). Профаза траје најдуже а метафаза најкраће. На самом почетку митозе хромозоми се уочавају као дугачки конци, по чему је и сама деоба добила име (грч. *mitos* – конач).



Слика 1.73. – Фазе митотичке деобе

Профаза

Прва фаза митозе одликује се следећим дешавањима:

- хромозоми су прво кончасти, а затим се кондензују, тако да се могу лако уочити њихови делови: сестринске хроматиде спојене су у пределу својих центромера; у пределу центромере образује се протеинска структура, **кинетохор**; кинетохор имају обе сестринске хроматиде сваког хромозома,
- парови центриола распоређују се на половима ћелије: на сваком полу је по један пар центриола,
- почиње формирање нити деобног вретена од микротубула и
- не виде се нуклеусни овој и нуклеолус.



Кључне речи

митоза
профаза
кинетохори
деобно вретено
метафаза
анафаза
телофаза
кариокинеза
цитокинеза
деобна бразда



Диференциране ћелије су специјализоване ћелије за обављање одређене функције.

Митозом се дели и оплођена јајна ћелија, на рачун чега се образује вишећелијски ембрион у ком су све телесне ћелије с једнаким бројем хромозома и гена. У одраслом организму омогућава обнављање ћелија. Кључни је процес и у регенерацији ткива, органа или делова тела (као откинути реп гуштера).

Нуклеолус остаје у ћелији, али у облику рибозомалних протеина, рРНК и др.



метафаза



анафаза

Слика 1.74. - Метафаза и анафаза

Метафаза

У метафази се хромозоми најбоље уочавају јер су максимално кондензовани. Дешавања у овој фази су следећа:

- завршава се образовање деобног вретена; влакна деобног вретена пружају се од центриола на половима ћелије до хромозома на екватору ћелије,
- хромозоми се налазе на екватору ћелије, где образују екваторијалну раван (плочу); сваки хромозом је преко кинетохора повезан влакнима деобног вретена и с једним и с другим полом ћелије.



Шта ће се десити са хромозомом на ком нису формиран кинетохори?

Анафаза

Анафаза почиње раздвајањем сестринских хроматида, чиме настају **хромозоми будућих кћерки-ћелија**. Хроматиде се крећу ка половима скраћивањем микротубула деобног вретена. Од сваког хромозома једна хроматида одлази на један, а друга на супротни пол ћелије, те је тако на половима подједнак број хромозома.



Колико хроматида (нових хромозома) има ћелија човека у анафази?

Телофаза

Телофаза, завршна фаза митозе (грч. *thelos* – крај), обухвата следећа дешавања:

- хромозоми се декондензују,
- ишчезавају влакна деобног вретена,
- око хромозома на половима ћелије формира се нуклеусни овој,
- формира се нуклеолус.



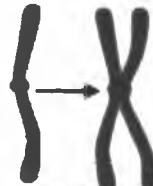
Колико хромозома има ћелија човека после завршене телофазе?

Сва описана дешавања односе се на поделу једра, **кариокинезу** (грч. *karyon* – једро). Током телофазе почиње **цитокинеза**. На екватору ћелије образује се **деобна бразда** којом се равномерно подели цитоплазма на две кћерке-ћелије (цитокинеза). Кћерке-ћелије имају упола мању количину цитоплазме и органела од мајке-ћелије.



Када ће кћерке-ћелије достићи величину мајке-ћелије?

Табеларни преглед лекције

Преглед промене броја хромозома, хроматида (мол. ДНК), кинетохора и центрозома у фазама ћелијског циклуса у који је укључена митоза код човека					
Фаза ћелијског циклуса са напоменама	изглед хромозома	број хромозома у ћелији	број хроматида у ћелији	број кинетохора у ћелији	број центрозома
Г1		$2n = 46$	46	-	1
С дупликација хромозома и дуплирање центрозома		$2n = 46$	92	-	2
Г2		$2n = 46$	92	-	2
профаза образовање кинетохора		$2n = 46$	92	92	2
метафаза		$2n = 46$	92	92	2
анафаза раздвајање сестринских хроматида		$2n = 46$ $2n = 46$	$46 + 46$	$46 + 46$	2
телофаза		$2n = 46$	46	-	1

Укратко



Митозом се деле телесне ћелије с диплоидним бројем хромозома, кћерке-ћелије добијају једнак број хромозома (обе су диплоидне) и једнаку количину ДНК. Кћерке-ћелије имају једнак број хромозома и гена као мајка-ћелија од које су настале.

Митоза се дели на 4 фазе: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

У профазу се на хромозомима образују парни кинетохори у пределу центромера, почиње образовање влакана деобног вретена и не виде се нуклеусни овој и нуклеолус.

У метафазу се хромозоми постављају на екватор ћелије и везани су влакнима деобног вретена за полове ћелије преко кинетохора.

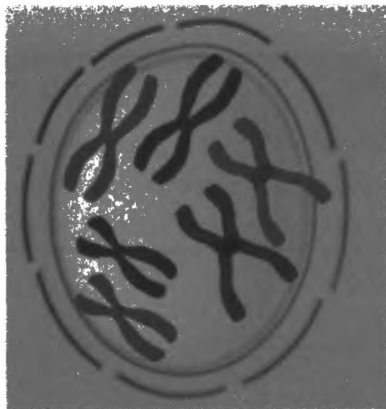
У анафазу се раздвајају сестринске хроматиде, чиме настају хромозоми будућих ћерки-ћелија.

У телофазу око хромозома на половима образује се нуклеусни овој и нуклеолус и врши се цитокинеза.

Проверите
научено



1. Представите шематски митозу ћелије која има $2n = 6$ хромозома. Као помоћ представљени су хромозоми у ћелији у профазу. Ћелију представите и у остале 3 фазе митозе.

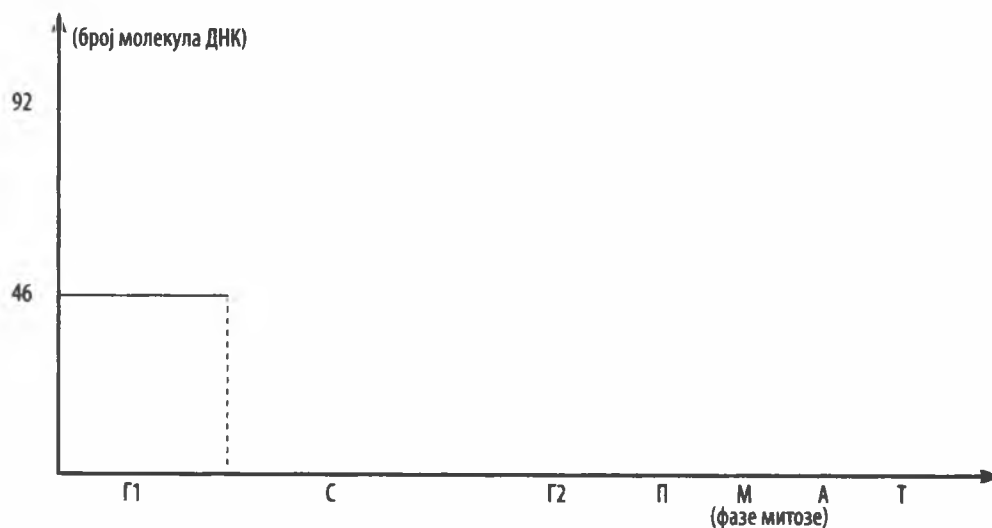


2. Шта би се десило с бројем хромозома када ћелија не би прошла кроз С-фазу?
3. Колико хроматида има телесна ћелија човека у метафазу митозе?
4. У којој фази митозе се раздвајају сестринске хроматиде?
5. Током које фазе митозе се образују кинетохори?



Задатак

1. Довршите графикон којим се представља промена броја молекула ДНК у ћелији човека током једног ћелијског циклуса.



Графикон представите на школском часу и објасните како се број молекула ДНК мења током једног ћелијског циклуса.



БИО-забавник

1. Везивање микротубула деобног вретена за кинетохоре означава се као „нађи и ухвати”. Микротубуле се много пута пружају ка хромозому, додирују га тражећи кинетохор све док га не нађу и за њега се закаче.
2. Митозе су неопходне за одржавање тела. Неке ћелије морају да буду замењене јер не могу правилно да функционишу, а друге се замењују када умру. На пример, у просеку, милиони црвених крвних зрнаца у нашем телу умиру сваког дана и бивају замењени новим крвним ћелијама које се формирају током митоза.
3. Деобно вретено (митотско вретено) јесте структура која се у ћелији образује од микротубула за време деобе и одговорна је за кретање хромозома. Образовање деобног вретена почиње у профази, а завршава се у метафази митозе и мејозе. Нити деобног вретена изграђене су од огромног броја микротубула (5.000–10.000) и различитих протеина (један од основних је тубулин). Пружају се од полова ћелије, на којима се налазе парови центриола (центрозоми), ка екватору, на ком се налазе хромозоми.

МЕЈОЗА (РЕДУКЦИОНА ДЕОБА)



Кључне речи

синапсе
биваленти
хијазме
кросинг-овер
мејоза I
мејоза II

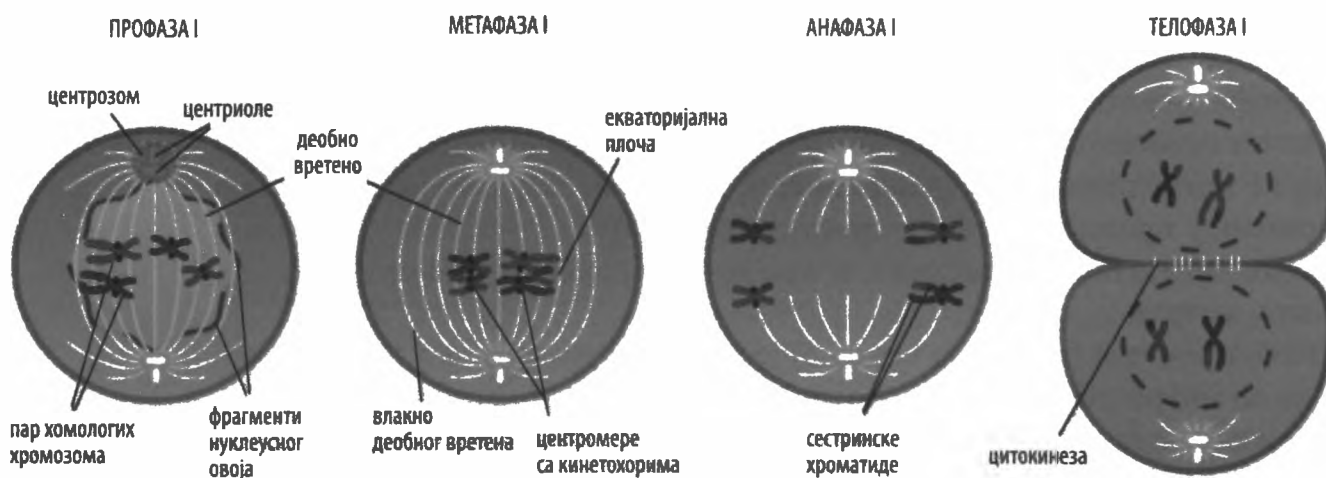
Деоба којом се формирају полне ћелије назива се **мејоза**. Полне ћелије настају мејозом герминативних ћелија с диплоидним бројем хромозома у полним жлездама (јајници и семеници).

Мејозом од једне диплоидне ћелије после две деобе настају четири генетички различите хаплоидне ћелије. С обзиром на то да се број хромозома у кћеркама–ћелијама у односу на мајку–ћелију смањује напола, та деоба назива се и **редукциона** (лат. *reductio* – смањење).

У мејози I не раздвајају се сестринске хроматиде, већ хромозоми са обе своје хроматиде одлазе на полове ћелије. Хомологи хромозоми се разилазе ка супротним половима ћелије. Број хромозома редукује се у тој деоби, мајка–ћелија подели се на две кћерке–ћелије с упола мањим бројем хромозома. Сестринске хроматиде се раздвајају у мејози II. Обе кћерке–ћелије се поделе на 4 хаплоидне ћелије. У хаплоидној ћелији хромозом има једну хроматиду. Слично митози, мејоза обухвата кариокинезу (поделу једра) и цитокинезу (поделу цитоплазме и органела).

Мејоза I

Мејози I претходи интерфаза у којој је извршена репликација ДНК. Сваки хромозом ћелије која улази у мејозу I састоји се од 2 молекула ДНК (две сестринске хроматиде). Мејоза I састоји се од 4 фазе: профаза, метафаза, анафаза и телофаза.



Слика 1.75. – Мејоза I

Профаза I

Профаза мејозе I траје дуже од профаза митозе и у њој се одвијају неки процеси којих нема у митози.

Почиње кондензовање хроматина, па се хромозоми уочавају као кончасте творевине везане својим крајевима за нуклеусни овој. Хромозом се састоји од 2 сестринске хроматиде, али су оне приљубљене једна уз другу, те се тешко уочавају.

Спарују се хомолози хромозоми тако што се између њих образују **синапсе**. Пар хомологих хромозома назива се **бивалент** или **тетрада** (грч. *tetra* – четири, зато што сваки бивалент има четири хроматиде). Хомолози хромозоми су у тетрадама постављени међусобно паралелно и размењују делове. **Кросинг-овер** (енгл. *crossing-over* – „прелазак преко“) је размена генетичког материјала између хомологих хромозома. После извршеног кросинг-овера хромозом из мајчине гарнитуре садржи део очевог хомологог хромозома и обрнуто. Тиме се постиже **нова комбинација гена**, коју родитељи нису имали, али може да има њихов потомак.



Објасните зашто после профазе мејозе I сестринске хроматиде више немају међусобно исти генетички материјал.

После извршене размене делова хомолози хромозоми се не одвајају потпуно, већ остају спојени на местима која се називају **хијазме**. Хијазме означавају места на којима се вршио кросинг-овер. Као и у профазе митозе, и у овој фази се не виде нуклеусни овој и нуклеолус.

Метафаза I

Метафаза I обухвата образовање деобног вретена и смештање парова хомологих хромозома на екватор ћелије, где образују екваторијалну плочу. За разлику од митозе, где су на екватору ћелије били појединачни хромозоми, у метафази мејозе I налазе се парови хомологих хромозома. Кинетохори хромозома су влакнима деобног вретена везани за полаве ћелије, и то тако што је један хромозом из пара везан за један, а други хромозом за супротан пол ћелије.

Анафаза I

Анафаза је кључна фаза у мејози I јер се у њој број хромозома смањује на пола. Раздвајају се хомолози хромозоми и с обе своје хроматиде одлазе на супротне полаве ћелије. Када се ради о ћелијама човека, по 23 хромозома, сваки с по две хроматиде (два молекула ДНК), одлазе на супротне полаве ћелије. Слободним комбиновањем хромозома у будућим гаметима постиже се **генетичка разноврсност потомства**.

Телофаза I

Телофаза I обухвата формирање нуклеусног овоја око хромозома на половима, формирање нуклеолуса и поделу цитоплазме. Завршеном телофазом I настале су две ћелије с упола мањим бројем хромозома, али сваки од њих и даље садржи две сестринске хроматиде.



Објасните зашто ћелије после завршене телофазе I нису хаплоидне.



хомолози хромозоми



кросинг-овер



хромозоми после кросинг-овера

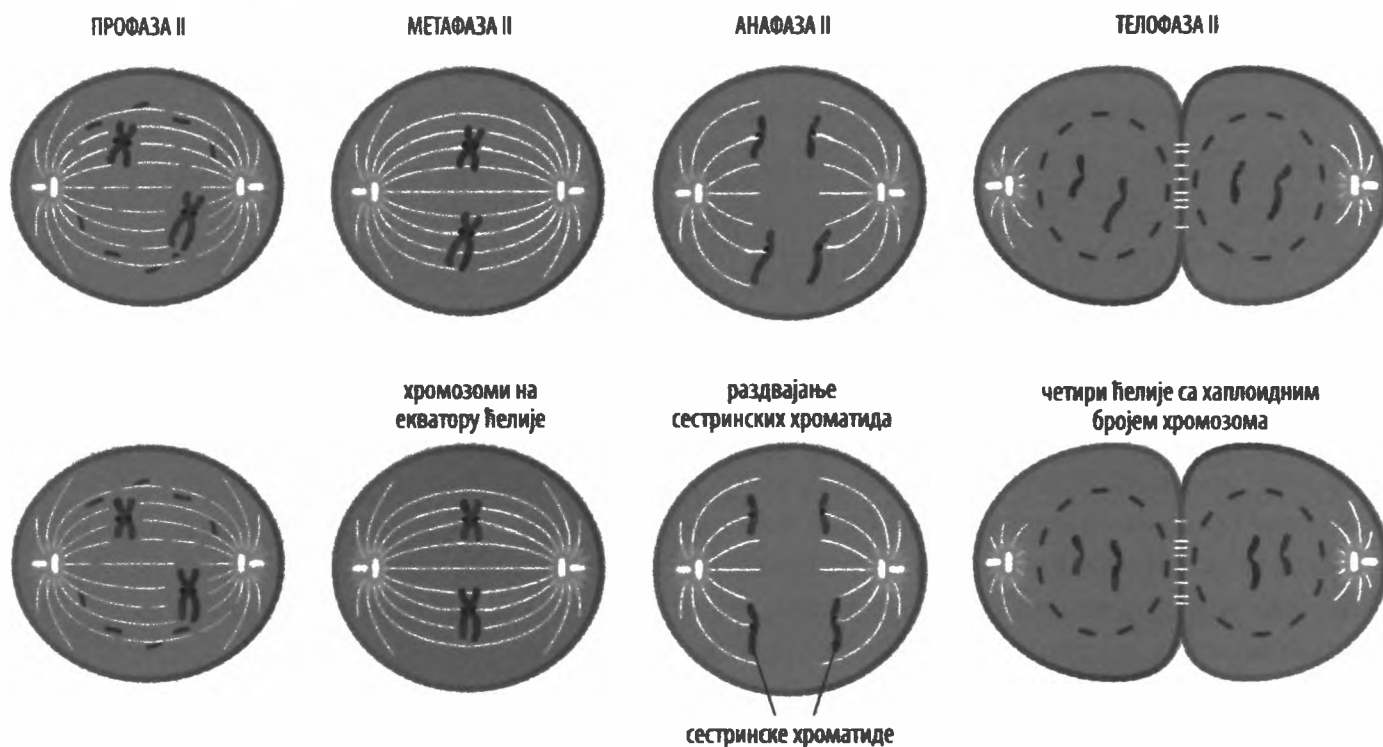
Слика 1.76. – Кросинг-овер

Мејоза II

После кратке интерфазе, у којој се не догађа репликација ДНК, обе ћелије настале мејозом I улазе у мејозу II, митозу. Та деоба се врши по већ описаном редоследу дешавања у митози. У мејози II раздвајају се сестринске хроматиде (у анафазе II) и настају 4 ћелије са хаплоидним бројем хромозома, а сваки хромозом има једну хроматиду (1 молекулу ДНК).



Размислите и одговорите: Зашто у интерфазе између мејозе I и мејозе II нема репликације ДНК.



Слика 1.77. – Мејоза II

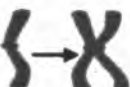
Значај мејозе

Мејозом се одржава сталан број хромозома из генерације у генерацију (родитељи, њихова деца, унуци итд.). Када се број хромозома у полним ћелијама не би редуковао, они би се дуплирали у свакој наредној генерацији.

Комбинацијом мајчиних и очевих хромозома (само што они после извршеног кросинг-овера више нису чисто мајчини или очеви) омогућава се образовање различитих полних ћелија. Тиме је обезбеђена генетичка разноврсност потомства.

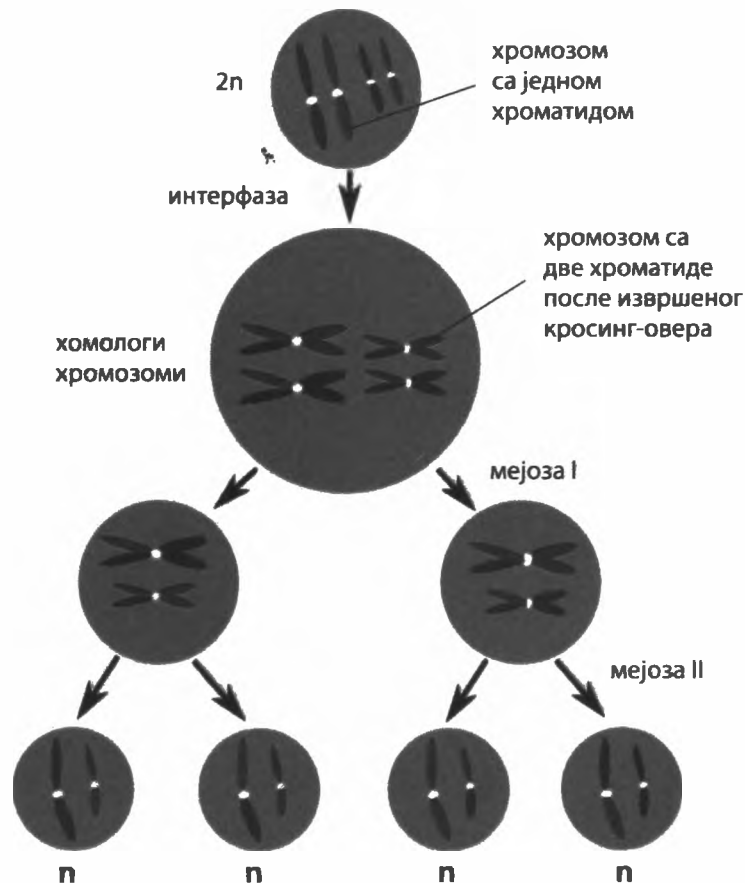
Број могућих комбинација 23 хромозома у гаметима човека износи $2^{23} \approx 8.000.000$, што значи да човек може, према комбинацијама хромозома, да образује 8.000.000 различитих полних ћелија.

Табеларни преглед лекције

Преглед промене броја хромозома, хроматида (мол. ДНК) у фазама ћелијског циклуса у који је укључена мејоза код човека					
фаза ћелијског циклуса		изглед хромозома	број хромозома у ћелији	број хроматида у ћелији	кључна дешавања
интерфаза	G1		$2n = 46$	46	
	S		$2n = 46$	92	дупликација хромозома и центрозома
	G2		$2n = 46$	92	хромозом има две хроматиде
мејоза I	профаза I		$2n = 46$	92	кросинг-овер између хомологих хромозома
	метафаза I		$2n = 46$	92	
	анафаза I		$23 + 23$	$46 + 46$	разилажење хомологих хромозома ка половима
	телофаза I		23	46	хромозом има две хроматиде
интерфаза	G1		23	46	
	S		23	46	нема репликације
	G2		23	46	
мејоза II	профаза II		23	46	
	метафаза II		23	46	
	анафаза II		$23 + 23$	$23 + 23$	раздвајање сестринских хроматида
	телофаза II		$n = 23$	23	хромозом има једну хроматиду

Укратко

Мејоза је деоба којом од специјализованих герминативних ћелија с диплоидним бројем хромозома настају полне ћелије. Мејозом од једне диплоидне ћелије после две деобе настају четири различите хаплоидне ћелије. Број хромозома редукује се у мејози I, када се мајка-ћелија подели на две кћерке-ћелије с упола мањим бројем хромозома. У мејози II (митози), обе кћерке-ћелије поделе се тако да настају укупно 4 хаплоидне ћелије.



Шематски приказ мејозе (мејоза I + мејоза II)

Проверите научено

1. Колику количину ДНК има полна ћелија у односу на соматску ћелију истог организма у G2 фази ћелијског циклуса?
2. Колико ланаца ДНК има јајна ћелија жене?
3. Размислите: ако соматска ћелија мајмуна садржи 96 кинетохора у метафази, колико хромозома има сперматозоид мајмуна?
4. Када се раздвајају сестринске хроматиде у митози, а када у мејози?
5. Ако у мејозу уђу 24 ћелије, колико ће се ћелија образовати после телофазе II?
6. Упоредите анафазу митозе с анафазом мејозе I.
7. Упоредите митозу и мејозу II.



Задаци

1. Грешке које могу да настану у мејози за последицу имају полне ћелије с измењеним бројем хромозома, вишком или мањком хромозома. Када таква полна ћелија учествује у оплођењу, настаје оплођена јајна ћелија с поремећеним бројем хромозома. Деца рођена с промењеним бројем хромозома имају тешке генетичке болести. Једна од најчешћих је Даунов синдром.

На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о Дауновом синдрому. Током истраживања одговорите на следећа питања:

- колико се Даунов синдром често јавља у популацији,
- зашто се Даунов синдром чешће јавља код старијих трудница,
- који је главни узрок појаве овог синдрома,
- који су симптоми Дауновог синдрома?

Направите презентацију и представите је на школском часу.

2. Представите шематски анафазу митозе и анафазу мејозе I на примеру ћелије која има 2 хромозома.

Обележите: а) сестринске хроматиде; б) центромере; в) кинетохоре; г) пар хомологих хромозома; д) влакна деобног вретена; ђ) центрозоми. Уочите сличности и разлике између тих фаза.



БИО-забавник

1. Формирање полних ћелија (гамета) човека назива се гаметогенеза (genesis – постанак). Разликују се два типа гаметогенезе: сперматогенеза (формирање сперматозоида) и овогенеза (формирање јајне ћелије). При сперматогенези од једне ћелије мејозом постају 4 сперматозоида и сви су функционални (имају способност да оплоде јајну ћелију). У женском полу од једне ћелије такође настају 4 ћелије, али је само једна од њих функционална јајна ћелија, док остале три пропадају (више о гаметогенези у следећем поглављу овог уџбеника).
2. Сматра се да управо размена генетичког материјала диктира расподелу хромозома.

ПРОВЕРИТЕ СВОЈЕ ЗНАЊЕ

ТЕСТ 1.

1. Од датих појмова изаберите одговарајуће и допуните реченицу.

Крајњи производи фотосинтезе су _____ и _____.

- а) O_2
- б) CO_2
- в) АТФ
- г) органска једињења
- д) минералне соли

2. Допуните реченицу одговарајућим појмом.

Главни извор енергије за ћелије човека, који се до њих допрема крвљу, јесте _____.

- а) гликоген
- б) глукоза
- в) полисахарид
- г) дисахарид

3. Допуните реченицу тако што ћете дописати одговарајуће речи.

У активном транспорту материја кроз ћелијску мембрану учествују _____ и троши се _____.

- а) протеини
- б) енергија
- в) вода
- г) липиди
- д) кисеоник

4. Заокружите слово испред тачне тврдње.

Један целовит ћелијски циклус обухвата:

- а) митозу и мејозу;
- б) митозу, Г1, С и Г2 фазу;
- в) Г1, С и Г2 фазу;
- г) Г2 фазу и мејозу.

5. Заокружите слово испред тачне тврдње.

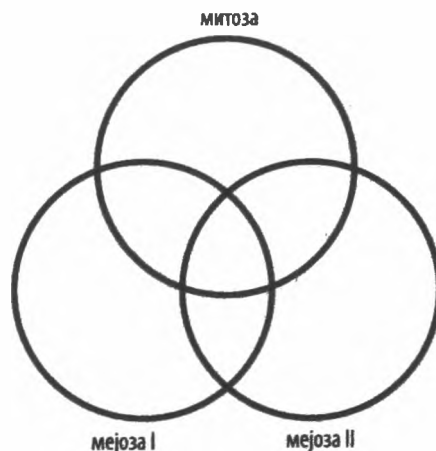
Ћелијска мембрана изграђена је од:

- а) липида, протеина и олигосахарида;
- б) липида, воде и угљених хидрата;
- в) протеина, воде и олигосахарида;
- г) воде, протеина и липида.

6. Репликација ДНК врши се пре ћелијске деобе. Хромозоми у Г1 фази разликују се од хромозома у Г2 фази интерфазе. Објасните у чему је разлика између хромозома Г1 фазе и хромозома Г2 фазе.

7. Наведене процесе карактеристичне за ћелијске деобе унесите у Венов дијаграм тако да буду тачно распоређени. Дијаграм попуните уписивањем бројева који су наведени испред одговарајућих процеса, водећи рачуна о томе који су процеси јединствени за сваку од деоба, а који су од њих заједнички.

- 1 – раздвајање сестринских хроматида
- 2 – редукција броја хромозома
- 3 – формирање деобног вретена
- 4 – претходи јој репликација ДНК
- 5 – деоба соматских ћелија
- 6 – по завршетку деобе ћелија човека има 23 молекула ДНК
- 7 – деоба којом настају полне ћелије
- 8 – формирање кинетохора



8. Повежите органеле/структуре с функцијама које обављају у ћелији.

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| А – гранулисани ЕР | 1 – синтеза липида |
| Б – рибозоми | 2 – стварање лизозома |
| В – Голџијев апарат | 3 – синтеза протеина |
| Г – агранулисани ЕР | 4 – организација деобног вретена |
| Д – центрозома | |

9. Одредите који се од наведених делова ћелије налазе само у прокариотској ћелији, који само у еукариотској, а који су заједнички за оба типа ћелија.

- | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|
| 1 – нуклеоид | 2 – ћелијски зид | 3 – митохондрије |
| 4 – ћелијска мембрана | 5 – једро | 6 – рибозоми |

- А) Прокариотска ћелија: _____
Б) Еукариотска ћелија: _____
В) Прокариотска и еукариотска ћелија: _____

10. Одредите која се од наведених једињења налазе само у ДНК, која само у РНК, а која су заједничка за ДНК и РНК.

- 1 – рибоза
- 2 – дезоксирибоза
- 3 – аденин
- 4 – тимин
- 5 – цитозин
- 6 – урацил
- 7 – гуанин

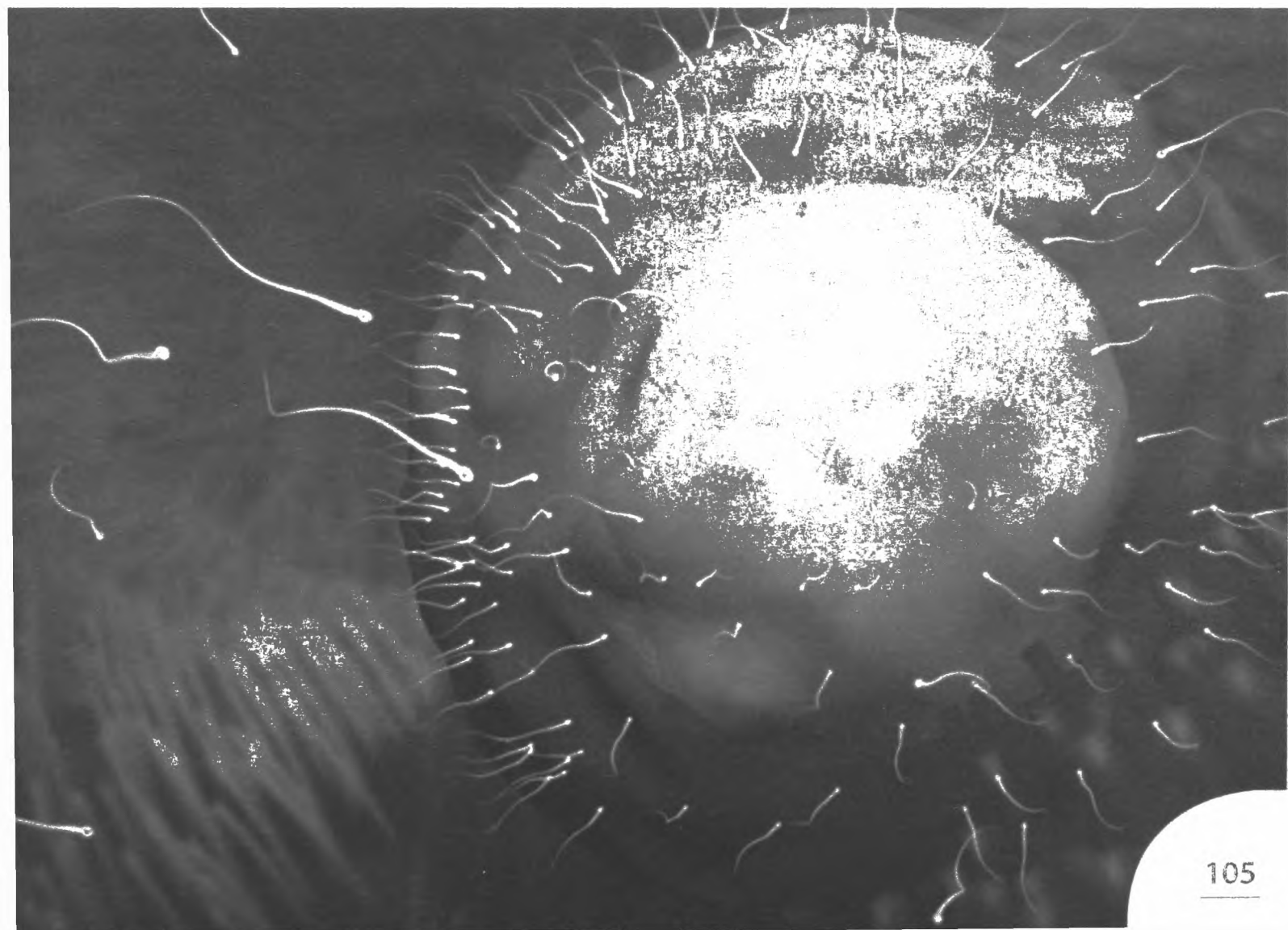
- А) ДНК: _____
Б) РНК: _____
В) ДНК и РНК: _____

11. Замислите ситуацију да сте саветодавац за повртарство и да је наша земља склопила уговор за извоз спанаћа. Спанаћ се одгаја у затвореном простору у потпуно контролисаним условима, тако да се могу мењати температура, састав ваздуха, осветљење, снабдевање водом и минералним материјама. Које бисте оптималне услове као саветодавац предложили пољопривредним произвођачима за повећан принос спанаћа?

БИОЛОГИЈА РАЗВИЋА

У овом поглављу сазнаћете о:

- начинима размножавања животиња,
- процесима сперматогенезе и оогенезе,
- оплођењу код сисара,
- браздању и врстама браздања,
- вези између типова јајних ћелија, бластула и типова гаструлације,
- процесима органогенезе и значају ембрионалне индукције за образовање органа,
- значају екстраембрионалних творевина за развој ембриона,
- постембрионалном развићу,
- индивидуалном развићу човека,
- поремећајима развића човека.



НАЧИНИ РАЗМНОЖАВАЊА ЖИВОТИЊА



Кључне речи

фенотип
клон
онтогенетско развиће
деоба
конјугација
пупљење
гаметогенеза
браздање
бластула
гаструлација
гаструла
клицини листови
органогенеза
хистолошка диференцијација
метаморфоза
регенерација



Хермафродит је јединка која ствара и женске и мушке полне ћелије.

За опстанак једне врсте неопходно је да свака генерација производи нове јединке, односно, да се њене јединке размножавају.

Животиње, без обзира на њихову огромну разноврсност, размножавају се на два основна начина: бесполно и полно.

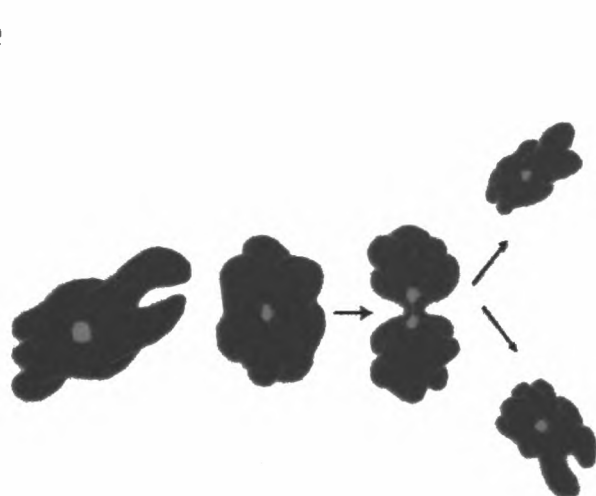
Бесполно размножавање

Бесполно размножавање је једноставније, брже и троши мање енергије од полног размножавања. При том размножавању не размењују се гени родитеља, па су потомци и генетички (по **генотипу**) и по изгледу (**фенотип**) идентичне копије родитеља (**клонови**). Генотип је скуп свих гена једног организма, а фенотип скуп свих његових особина (гр. *fenos* – изглед). Бесполно размножавање присутно је код мањег броја животињских врста.

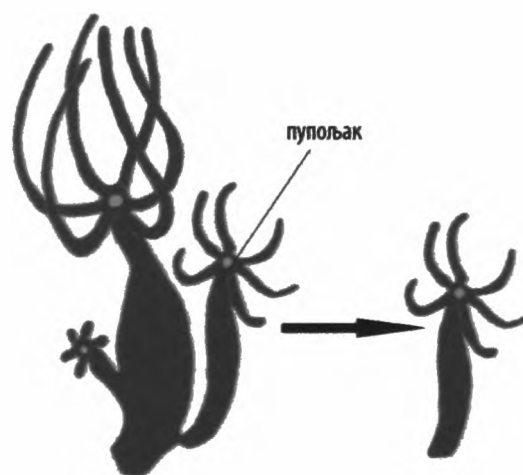
Бесполно размножавање, које је, у ствари, **клонирање**, не осигурава разноврсност, прилагођавање променама у спољашњој средини и отпорност на деловање штетних спољашњих фактора. Зато, већ код бактерија постоје први покушаји делимичне размене наследног материјала (**конјугација**). Чак и хермафродитне животиње избегавају самооплођење.

Неки од начина бесполног размножавања су:

1. **деоба**, када се једна јединка подели на две нове,



Слика 2.1. – Размножавање амебе деобом

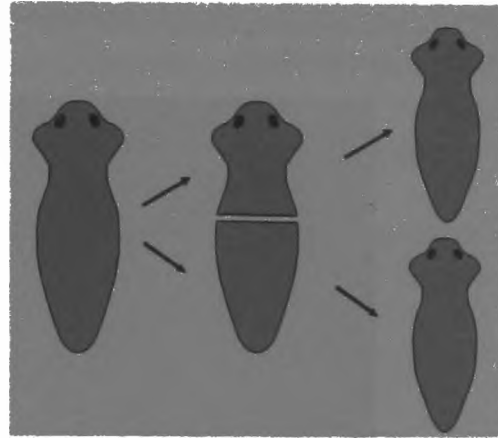


Слика 2.2. – Размножавање хидре пупљењем

2. **пупљење**, при ком се на родитељској јединки образују избочине, пупольци од којих настају нови организми,

3. **регенерација**, при којој делови могу да обнове, регенеришу читаву јединку (када се планарија подели на два дела, сваки део регенерисаће нову јединку).

Постоје врсте које користе **упоредо оба начина размножавања**, па се код њих смењују полне и бесполне генерације (медуза и полип).



Слика 2.3. – Размножавање планарије регенерацијом

Полно размножавање

Различитост две врсте полних ћелија (гамета), женских и мушких, еволутивна је прилагођеност на полно размножавање. Спајањем два различита гамета ствара се нова и **јединствена комбинација гена код потомака**. Потомак садржи пропорционално једнак број хромозома оба родитеља. Тиме се постиже **разноврсност потомства** са свим биолошким предностима. Зато је резултат полног размножавања потпуно нов организам, сличан родитељском, али није његова идентична копија. **Предност полног размножавања је то што се њиме добија потомство с новим комбинацијама гена, па према томе и наследних особина**. Тако се постиже **велика разноврсност потомства**. Она је предуслов за већу отпорност према неповољним утицајима спољашње средине. Разноврсност је предуслов и за већу способност прилагођавања променама животних услова, па према томе и за одржавање и еволуцију живог света. Чак и хермафродитне животиње избегавају самооплођење.

Прилагођеност на полно размножавање узроковала је поделу ћелија на две категорије:

- **телесне (соматске) ћелије**, које изграђују сва ткива и органе,
- **полне ћелије (гамети)**, које се налазе само у ткиву полних жлезда (гонада).



Размислите и одговорите: Који процес омогућава да митозом настају идентичне копије соматских ћелија?



Подсетите се како се умножавају телесне ћелије и сазревају полне ћелије.

Основне фазе индивидуалног развића

Онтогенетско (индивидуално) развиће обухвата процесе преображаја оплођеног јајета или неког другог зачетка, који потиче од родитељског организма, у нову одраслу јединку. Током живота јединка пролази кроз одређене **фазе животног циклуса**.

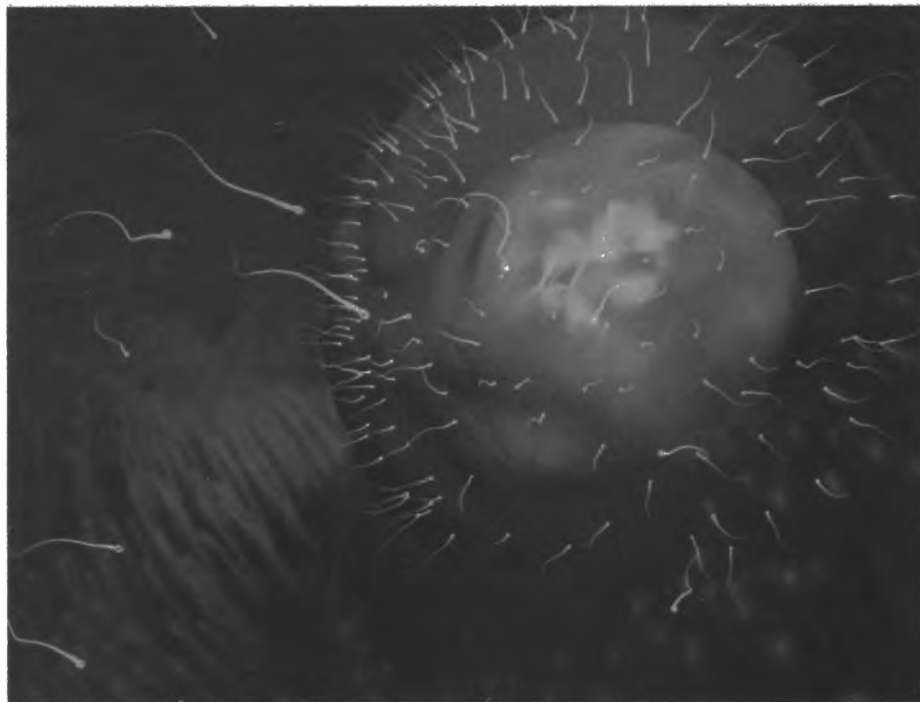
Прва фаза онтогенетског развића је фаза **гаметогенезе** – развиће гамета: јајних ћелија и сперматозоида. Суштински процес у тој фази је мејоза, којом се број хромозома редукује на половину – постаје хаплоидан.

Друга фаза у развићу је **оплођење (фертилизација)**, које представља спајање женског и мушког гамета. Спајањем њихових једара настаје диплоидно једно



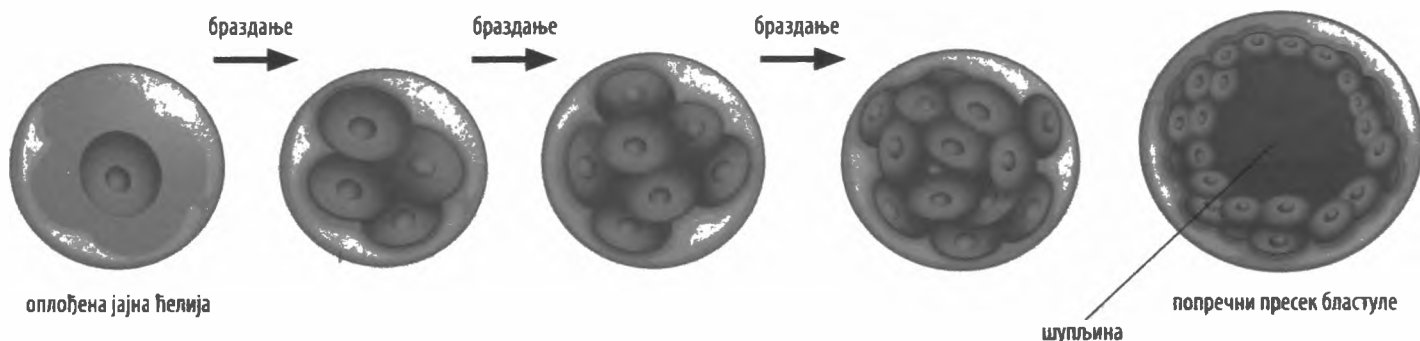
Онтогенетско развиће потиче од грч. *ontos* – биће и *genesis* – постанак.

оплођене јајне ћелије (зигота), која се тиме активира да отпочне развиће, односно улази у трећу фазу.



Слика 2.4. – Оплођење

Трећа фаза развића је **браздање**, које представља серију узастопних митотичких деоба оплођеног јајета, чиме настаје вишећелијска бластула најчешће лоптастог облика. **Бластула** је изграђена од једног слоја ћелија које опкољавају унутрашњу шупљину.



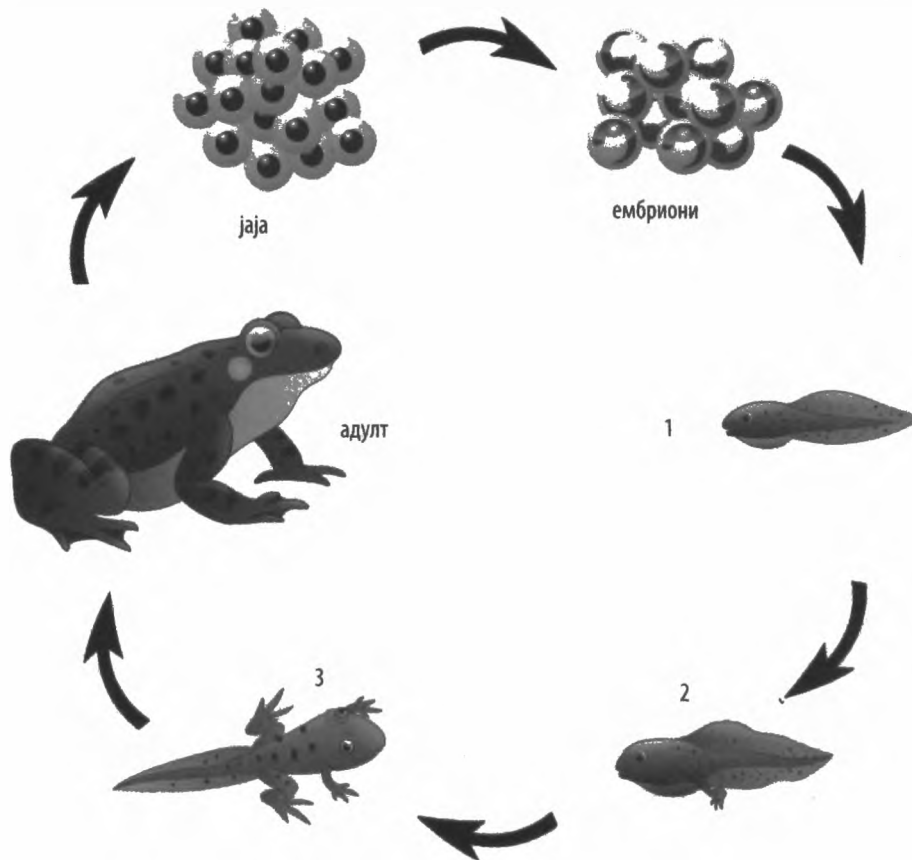
Слика 2.5. – Браздање зигота и формирање бластуле

У четвртој фази, названој **гастроулација**, од једнослојне бластуле настаје прво двослојна, а затим и трослојна **гастроула**. Слојеви се називају **клицини листови** и представљају основе будућих органа.

У фази **органогенезе** се од клициних листова формирају органи. У овој фази ембрион почиње да показује извесне сличности с одраслом животињом (адултом) или с ларвом уколико развиће обухвата и ларвални ступањ.

Шеста фаза развића је **период раста и хистолошке диференцијације**. Образовани зачеци органа расту, па тако животиња ступњевито достиже величину својих родитеља. Раније или касније ћелије у сваком зачетку се хистолошки диференцирају, односно стичу способност да остварују одређене функције – диференцирају се и групишу у ткива.

Последња, седма фаза обухвата све процесе који се јављају у каснијем животу јединке, после ларвалног ступња или на ступњу адулта. У те процесе спадају **метаморфоза и регенерација**.



Слика 2.6. – Животни циклус жабе: оплођена јаја, ембриони, метаморфоза пуноглавца (1, 2, 3) и адулт

При бесполом размножавању гени родитеља се не размењују, па су потомци идентичне копије родитеља и по генотипу и по фенотипу (клонови).

Полно размножавање је спајање полних ћелија, чиме се услед комбиновања гена постиже разноврсност потомства.

Онтогенетско (индивидуално) развиће обухвата процесе преображаја оплођеног јајета или неког другог зачетка, који потиче од родитељског организма, у нову одраслу јединку.



Укратко

**Проверите
научено**



1. Поређајте фазе онтогенетског развића према редоследу дешавања (од 1 до 7).

_____ регенерација, _____ органогенеза, _____ бластула, _____ гамето-
неза, _____ браздање, _____ оплођење, _____ гастрала

2. Зашто се већина животиња размножава полним путем?

3. Које су предности бесполог размножавања над полним?

4. Шта је конјугација?

5. Које категорије ћелија се формирају код животиња с полним размножавањем?

Задатак



1. Велики број животиња које се полно размножавају има изражен полни диморфизам. Истражите на интернету или у школској библиотеци више о полном диморфизму. Да ли је присутан и код човека? Разговарајте о томе на школском часу.

БИО-забавник



1. Диференцијација је процес током онтогенетског развића којим се ћелије или групе ћелија мењају морфолошки и физиолошки, чиме се специјализују за обављање одређене функције. Дешава се искључиво у живим системима и њиме се постиже разноврсност облика, структуре и функције. Почетне ћелије су ембрионске ћелије, а ћелије које настају од њих су најчешће сложеније и са смањеном способношћу деобе. Како процес диференцијације одмиче и ћелија се приближава завршном, адултном облику, она губи многе опште особине, међу којима и способност деобе и постаје уско специјализована.

2. Биологија развића бави се описивањем и објашњавањем структура и процеса који се јављају током онтогенетског развића. За истраживања се користе методе других биолошких наука, цитологије, молекуларне биологије и ембриологије.

ГАМЕТОГЕНЕЗА

Сиварање гамета, гаметогенеза, јесте основни предуслов за полно размножавање. Генетички различите родитељске јединке сиварају генетички различите подне ћелије.

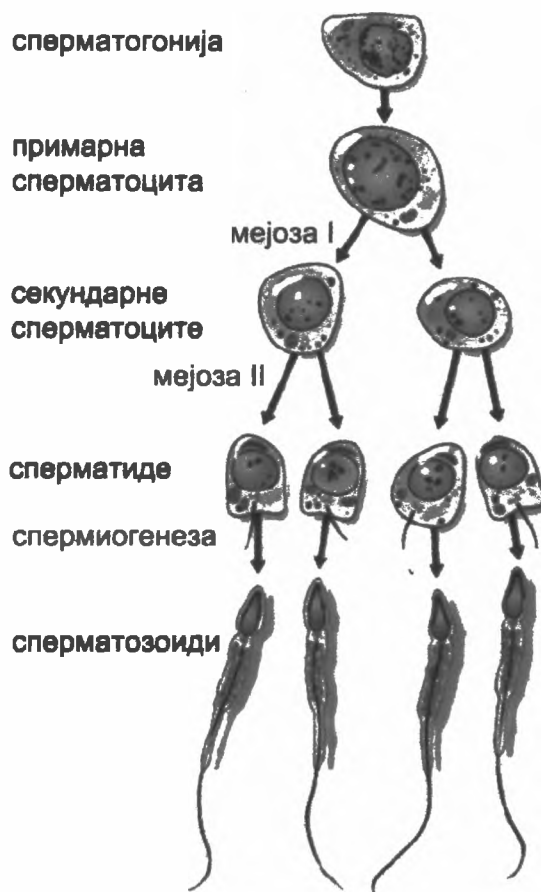
Сперматогенеза

Сперматогенеза је процес образовања сперматозоида, који се одвија у семеним каналићима мушких полних жлезда, тестиса (семеника).

Тестиси, осим семених каналића, садрже и ћелије које имају ендокрину улогу и називају се **Лејдигове ћелије**. Те ћелије луже тестостерон који подстиче сперматогенезу и развиће мушких полних одлика. Рад Лејдигових ћелија је под директним утицајем хормона хипофизе.

Почетак сперматогенезе повезан је с ембрионалним развићем, наставља се непосредно пре пубертета и траје током читавог живота мушкарца. Цео процес сперматогенезе траје око 70 дана и одвија се у циклусима скоро непрекидно током читавог живота мушкарца. Циклуси се дешавају упоредо и непрекидно, што значи да почетак наредног циклуса није условљен завршетком претходног. Насупрот оогенези, која код жене може да траје 10–50 година, сперматогенеза је релативно брз процес.

Сперматогенеза се одвија кроз три фазе: размножавање (пролиферација), раст и сазревање.



Слика 2.7. – Сперматогенеза



Кључне речи

сперматогенеза
Лејдигове ћелије
герминативне ћелије
сперматогоније
Сертолијеве ћелије
стем-ћелије (матичне ћелије)
примарне сперматоците
секундарне сперматоците
сперматиде
акрозом
капацитација
X сперматозоид
Y сперматозоид



О грађи мушког полног система научите више из анатомије и физиологије.

Фаза размножавања

У овој фази из првобитних клициних ћелија (**герминативне ћелије**) митотичким деобама образују се ћелије назване **сперматогоније**. Сперматогоније се образују на ступњу ембриона. После већег броја митоза **сперматогоније мирују све до пубертета**. Герминативне ћелије имају диплоидан број хромозома и митозама се од њих образују сперматогоније с истим бројем хромозома. У семеним каналићима тестиса мушкарца до пубертета се налазе две врсте ћелија: **Сертолијеве ћелије** и **сперматогоније**. Сертолијеве ћелије не учествују у размножавању – од њих неће постати сперматозоиди. Оне обезбеђују сперматогонијама (после пубертета и осталим ћелијама које настају од сперматогонија) све што је потребно за деобу, раст и сазревање.

У време **пубертета** међу сперматогонијама се могу разликовати два типа сперматогоније: тип А и тип Б. Половина од укупног броја сперматогонија типа А наставља да се дели и представља извор сперматогонија, а тиме и сперматозоида током читавог живота мушкарца, оне су **стем-ћелије (матичне ћелије)**. Друга половина престаје да се дели и постају сперматогоније типа Б. Сперматогоније типа Б улазе у фазу раста и сазревања, када од њих настају примарне сперматоците.

Захваљујући присуству стем-ћелија, мушкарци могу од стицања полне зрелости (пубертета) непрекидно током живота стварати сперматозоиде.

Фаза раста

У пубертету, под деловањем хормона, сперматогонија, која је прошла кроз око 30 митоза, улази у наредну фазу. Сперматогоније у овој фази увећавају своју запремину (расту) и диференцирају се у **примарне сперматоците**. Број хромозома се у примарним сперматокитима не мења (диплоидан је). Током фазе раста ДНК се реплицира, па примарне сперматоците пре уласка у следећу фазу имају хромозоме који се састоје од две хроматиде.

Фаза сазревања

Сазревање се врши током мејозе I и II. Примарна сперматоцита се дели мејозом I, при чему настају две **секундарне сперматоците** с упола мањим бројем хромозома, а сваки од хромозома има два молекула ДНК (две хроматиде). Секундарне сперматоците се затим деле мејозом II и настају **сперматиде**, које имају хаплоидан број хромозома (сваки хромозом има по један молекул ДНК). Значи, од једне диплоидне примарне сперматоците мејозом I и II настају четири хаплоидне сперматиде.

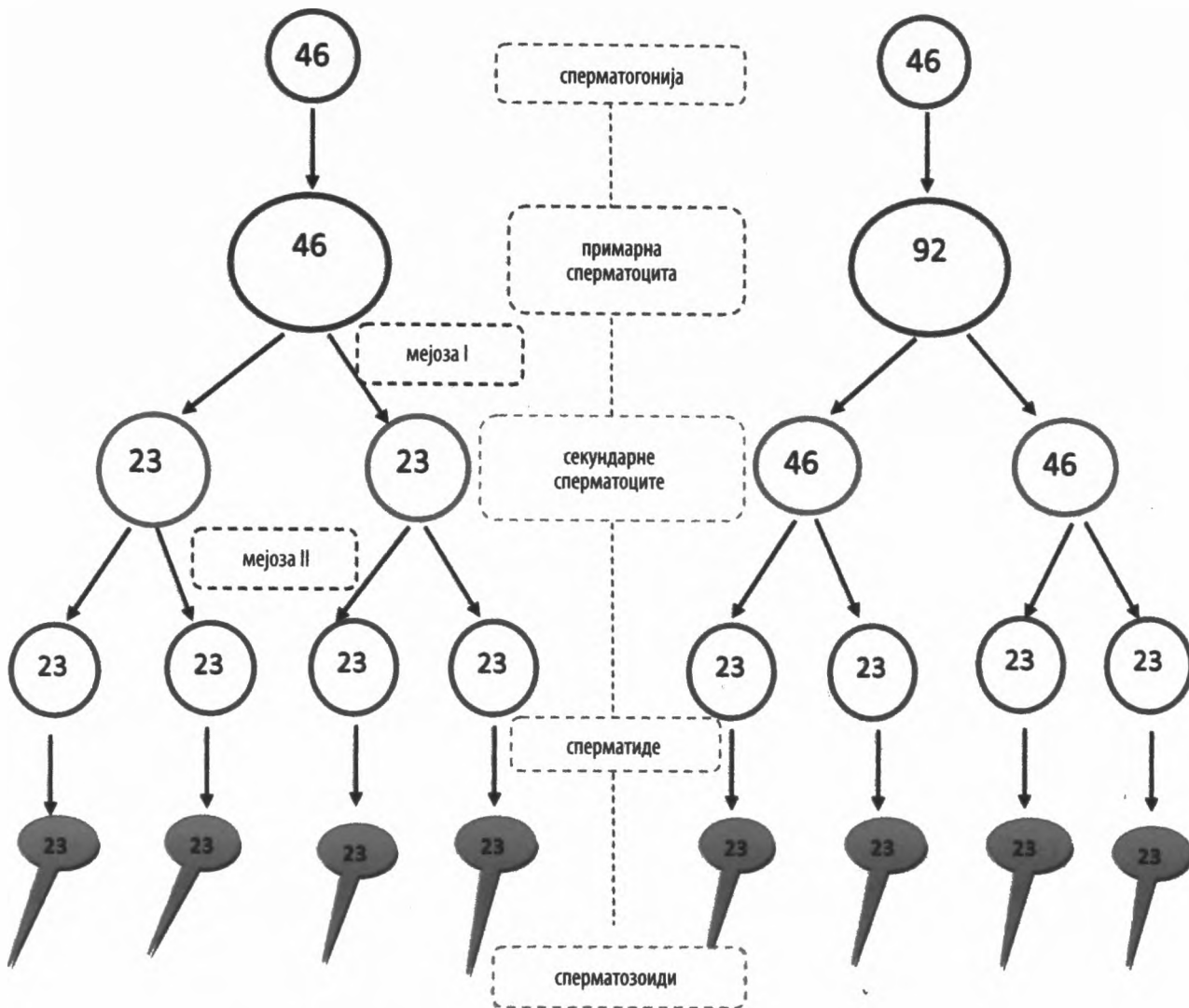


Закључите зашто је неопходно да сперматозоиди садрже хромозоме са по једном хроматидом?



Подсетите се шта сте научили о сестринским хроматидама.

Подсетите се шта сте научили о мејози I и II.



Слика 2.8. – Шема сперматогенезе - приказ настанка сперматозоида



Размислите о томе које су последице изостанка мејозе у сперматоцима.

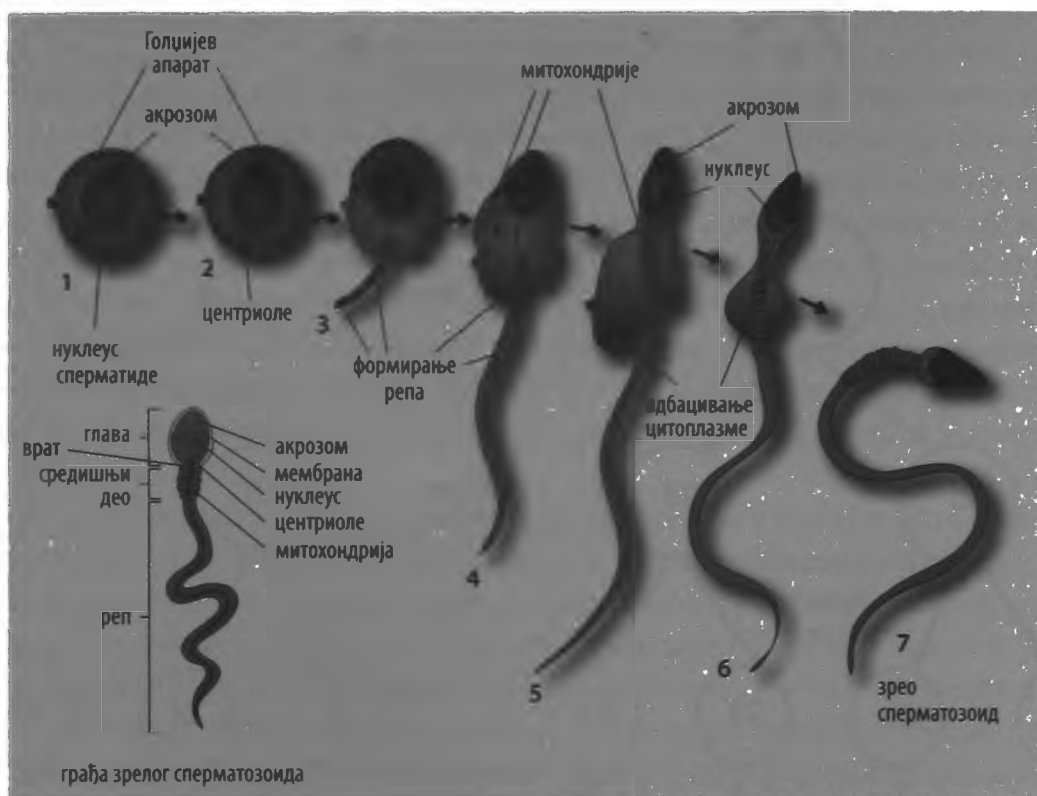
Спермиогенеза

Сперматида има редукован број хромозома, хаплоидна је, али још увек нема особине сперматозоида које му омогућавају да се креће и оплоди јајну ћелију. Због тога сперматиде морају да прођу кроз фазу спермиогенезе у којој се морфолошки и функцијски преображавају у сперматозоиде.

Промене којима подлежу сперматиде су формирање бича и акрозома, одбацивање цитоплазме и кондензација хроматина. Акрозом је лизозом у ком су ензими неопходни за разлагање омотача јајне ћелије при оплођењу.



Подсетите се шта сте научили о лизозомима.



Слика 2.9. – Спермиогенеза и грађа зрелог сперматозоида

Одбацивањем највећег дела цитоплазме постиже се смањење ћелијске масе сперматозоида и тиме се повећава његова покретљивост. Такође, кондензацијом хроматина максимално се смањује једро.



Објасните зашто је важно да се повећа покретљивост сперматозоида.

Овако диференцирани сперматозоиди одлажу се у пасменику (епидидимису) и још увек нису способни да оплоде јајну ћелију.

Сперматозоиди дозревају у пасменику и полним каналима жене. У пасменику сперматозоиди постају покретни, али још увек нису потпуно оспособљени за оплођење. У полним каналима жене (материца и јајоводи) догађа се биохемијско сазревање сперматозоида процесом који се назива **капацитација** (матурација или сазревање).

Грађа зрелог сперматозоида

У грађи сперматозоида огледа се јасна усаглашеност облика и функције. Сперматозоид плива у правцу јајне ћелије, па му је облик томе прилагођен.

Сперматозоид се састоји из главе, врата, средишњег дела и репа (бича). Главу сперматозоида сачињавају једро и акрозом. У једру се налази хаплоидан број хромозома у облику густо упакованог хроматина. Сперматозоид има врло малу количину цитоплазме. Акрозом (*acros* – врх; *soma* – тело) попут капе покрива једро.

У врату сперматозоида је смештен пар центриола који ће после оплођења омогућити образовање првог деобног вретена. Пошто је јајна ћелија без центриола, прва деоба после оплођења дешава се захваљујући центриолама сперматозоида.

Средишњи део испуњен је митохондријама у којима се производи енергија (АТР) неопходна за кретање сперматозоида покретима репа.

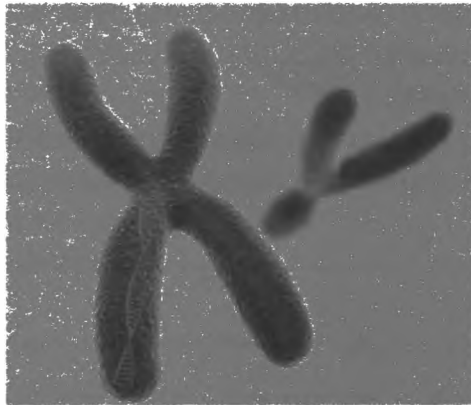


Наведите које су могуће последице формирања сперматозоида без бича.

Значај мејозе

У мејози се редукује број хромозома с диплоидног на хаплоидан, чиме се постиже да полне ћелије имају упола мањи број хомологих хромозома у односу на телесне.

У анафази мејозе I раздвајају се хомологи хромозоми, па полна ћелија садржи увек по један хромозом из сваког пара. То раздвајање врши се насумично, те тако 23 пара хомологих хромозома човека могу дати 2^{23} (око 8 милиона) генотипски различитих гамета. Према присуству полних хромозома, образују се два типа сперматозоида: они који садрже X хромозом (названи X сперматозоиди) и они који садрже Y хромозом (Y сперматозоиди).



Слика 2.10. – Хромозоми X и Y



Објасните како пол детета зависи од сперматозоида.

У профазе мејозе I врши се **кросинг-овер**, размена генетичког материјала између хомологих хромозома, чиме се постиже још већа генетичка различитост гамета (број од 8 милиона знатно се повећава).



Више о одређивању пола детета научићете у лекцији о оплођењу.

Подсетите се шта сте научили о кросинг-оверу и његовом значају.



Укратко

Сперматогенеза је процес образовања сперматозоида, који се одвија у семеним каналићима мушких полних жлезда, тестиса (семеника).

Сперматогенеза се одвија кроз три фазе: размножавање (пролиферација), раст и сазревање.

Сперматозоид се састоји из главе, врата, средишњег дела и репа (бича).

Проверите
научено

1. Када телесна ћелија неког организма има 16 хромозома, колико ће молекула ДНК имати: а) сперматогонија, б) секундарна сперматоцита, в) сперматозоид, г) примарна сперматоцита?
2. Када у фазу раста улази 20 сперматогонија, колико ће настати:
а) сперматозоида, б) примарних сперматоцита, в) секундарних сперматоцита?
3. Колико сперматозоида настаје код мушкарца из једне:
а) сперматиде, б) сперматогоније, в) секундарне сперматоците?
Нацртајте шему.
4. Које кључне особине сперматозоид мора да има да би се догодило оплођење?
5. Коју улогу имају стем-ћелије у тестисима мушкарца?
6. Колико сперматозоида с различитим комбинацијама хромозома може да образује организм који има $2n = 64$ хромозома?
7. Довршите реченицу. Стем-ћелије у тестисима мушкарца називају се _____.

Задатак

1. Предњи режањ хипофизе (аденохипофиза) лучи хормоне који учествују у регулацији сперматогенезе: ФСХ (фоликулостимулирајући хормон) и ЛХ (лутеинизирајући хормон).

На интернету или у школској библиотеци пронађите више података како недостатак ФСХ и ЛХ хормона утиче на сперматогенезу. Разговарајте о томе на часу.

БИО-забавник

1. Укупна дужина савијених семених каналића у једном тестису човека износи око 250 m!
2. На почетку развића гонаде (полне жлезде) пролазе кроз стадијум у ком се морфолошки не разликују мушке гонаде од женских гонада. Тестиси настају у седмој недељи развића, што је одређено присуством Y хромозома. Код оба пола гонаде су смештене у трбушној дупљи. Спуштање тестиса почиње у 3. месецу развића. Уколико се тестиси не спусте у скротуме (мошнице), већ заостану у трбушној дупљи, због више температуре тела атрофирају губе активност после четврте године живота. То изазива стерилитет (неплодност).
3. Мушкарац с вишком једног X хромозома (има комбинацију XXY) има Клинефелтеров синдром. Клиничка слика тог синдрома узрокује, између осталог, потпуни изостанак сперматогенезе, женски тип косматости, па и развиће дојки.

ООГЕНЕЗА (ОВОГЕНЕЗА)

Дешавања током сперматогенезе омогућила су стварање покрећљивих сперматозоида са хайлоидним бројем хромозома. У оогенези је најважније да јајна ћелија, поред хайлоидног броја хромозома, очува цитоплазму с органелма и свим материјама неопходним за несмешано развиће будућег ембриона.

Оогенеза или овогенеза (*oomit, ovum* – јаје, јајна ћелија) јесте формирање јајних ћелија у женским полним жлездама, јајницима (оваријумима).

Фазе оогенезе

Оогенеза, слично као сперматогенеза, врши се у три фазе: размножавање, раст и сазревање.

У фази размножавања од првобитних герминативних ћелија митотичким деобама настају **оогоније (овогоније)** с диплоидним бројем хромозома.

У фази раста од оогонија постају примарне ооците.

Фаза сазревања одвија се кроз мејозу I и II. Мејозом I примарне ооците се деле на две ћелије које су неједнаке величине: крупну **секундарну ооциту**, која садржи скоро сву цитоплазму, и сићушну **полоциту I** (прво поларно телашце или примарна полоцита).

У мејози II се обе те ћелије поделе, и то тако што од секундарне ооците опет настају ћелије неједнаке величине: крупна оотида и ситна полоцита II, а полоцита I се подели на две полоците II.

Тако, крајњи резултат мејозе је да се од једне ћелије диплоидним бројем хромозома формирају четири хаплоидне ћелије. Само је једна од њих функционална. Крупна оотида, која представља јајну ћелију, функционална је и спремна да буде оплођена, док су три полоците нефункционалне и ресорбују се.

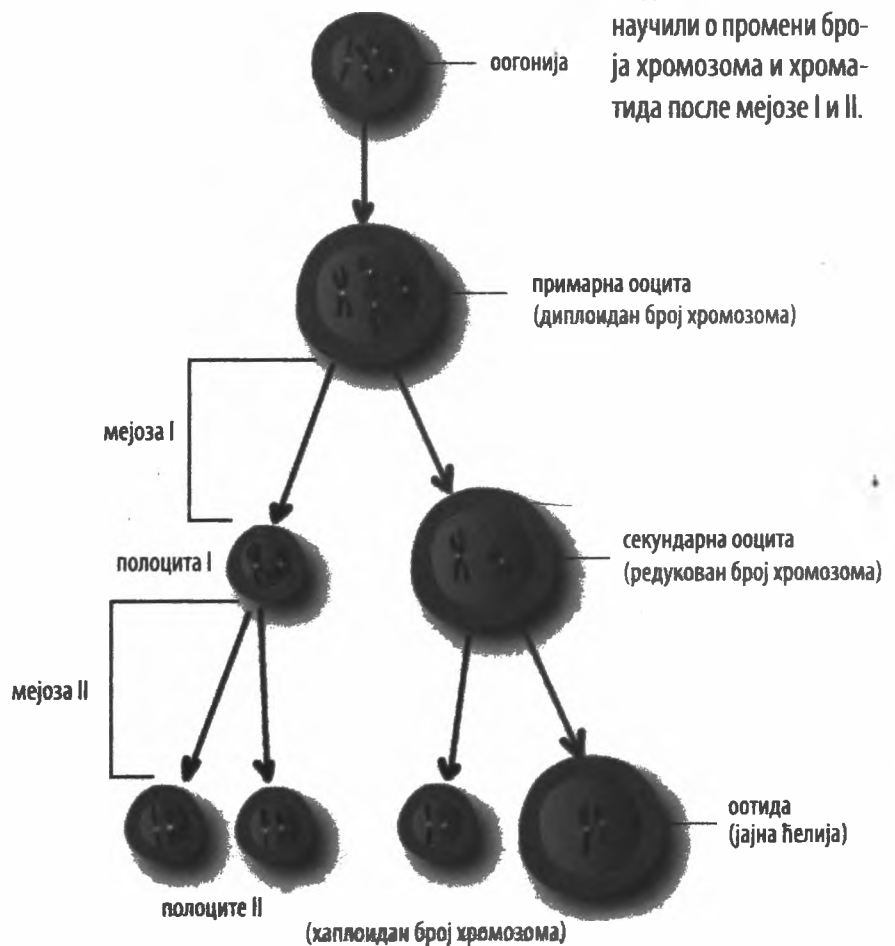


Кључне речи

- оогенеза (овогенеза)
- оогоније
- примарне ооците
- секундарна ооцита
- полоците I и II
- оотида
- Графов фоликул
- овулација
- прво заустављање
- друго заустављање

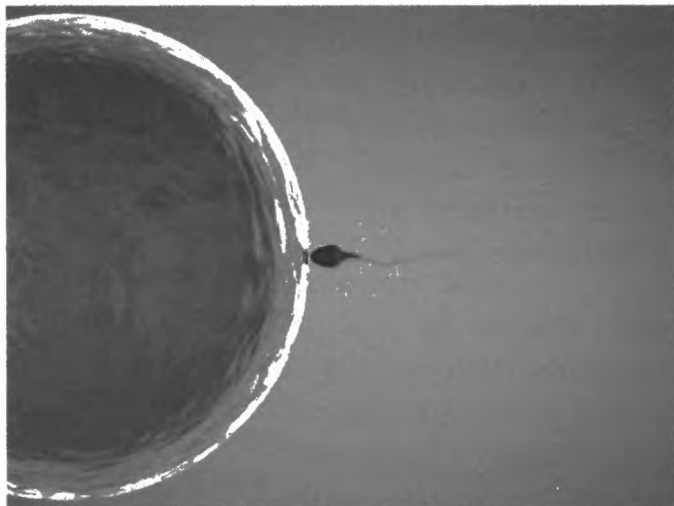


Подсетите се шта сте научили о промени броја хромозома и хроматида после мејозе I и II.



Слика 2.11. – Оогенеза

Разлике између сперматогенезе и оогенезе сисара



Слика 2.12. – Разлика у величини између јајне ћелије и сперматозоида

Фаза раста

Оогенеза и улога јајне ћелије у оплођењу и ембрионалном развоју су узајамно повезане. Због тога се оогенеза битно разликује од сперматогенезе.

Током оплођења сперматозоид даје једро са хаплоидним бројем хромозома и центрозома који ствара деобно вретено у првој деоби после оплођења. Јајна ћелија даје све остало, од ње се након оплођења развија ембрион. Зато се, супротно од сперматогенезе, у оогенези цитоплазма штеди, и то тако што полоците добијају минималну количину цитоплазме. Тиме од једне примарне ооците настаје само једна јајна ћелија, док у сперматогенези настају 4 функционална

сперматозоида. У цитоплазми јајне ћелије нагомилава се велика количина органела и различитих молекула (РНК, АТР, протеини). Због тога је фаза раста у оогенези много израженија него у сперматогенези.

Прекиди у оогенези

За разлику од сперматогенезе, која се после пубертета у целини непрекидно одвија, у оогенези се догађају два **заустављања**: прво је у мејози I, а друго у мејози II. Све примарне ооците образују се још на ступњу ембриона, све оогоније расту и диференцирају се у примарне ооците. Тако у јајницима људског фетуса старости 6 месеци већ постоји коначан број примарних ооцита

Примарне ооците се у јајнику налазе окружене слојем ћелија који образује **примарни фоликул** (*folikul* – мешак). После тога почиње пропадање примарних ооцита тако да се њихов број многоструко смањује.

Примарне ооците улазе у фазу сазревања, односно у мејозу I, али је не довршавају, већ се та деоба зауставља у профазу I. То је **прво заустављање** и често се назива **стадијум мировања**.

Прво заустављање дешава се после извршеног кросинг-овера! У том стадијуму ооците проводе дуг период, који износи од 10 до 50 година. Због тога се код старијих трудница (старијих од 35 година) повећава ризик рађања деце са хромозомским променама (хромозомске аберације) које узрокују тешке поремећаје, какав је Даунов синдром. Наиме, примарне ооците заустављене у профазу I своје развиће продужавају тек у време пубертета, када прва од њих прође кроз мејозу I и делом мејозу II и узрокује прву менструацију (та прва ооцита, дакле, мировала је око 10 година). Почев од прве менструације у пубертету па све до последње у менопаузи, када и престаје репродуктивна способност жене, циклично, сваког месеца најчешће по једна ооцита завршава своје развиће.



Подсетите се значаја кросинг-овера из лекције о мејози.

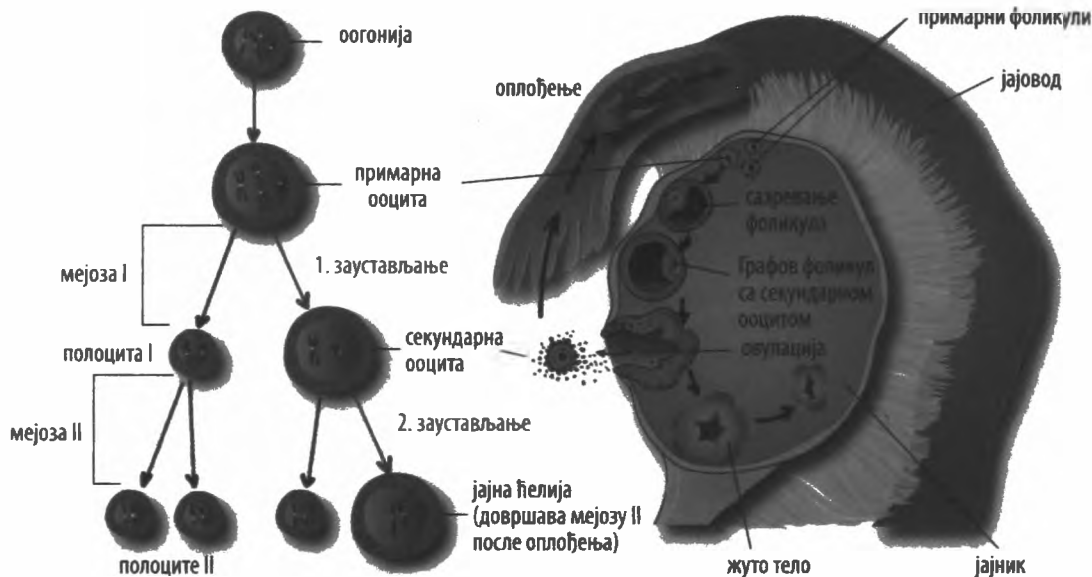
Примарна ооцита тада продужава мејозу I и подели се на две ћелије – секундарну ооциту и полоциту I. Секундарна ооцита почиње мејозу II и зауставља се у метафази II (**друго заустављање**). Тада се налази у већ зрелом фоликулу, који се назива **Графов фоликул**. Пуцањем Графовог фоликула секундарна ооцита се ослобађа из јајника и доспева у јајовод, што представља **овулацију**.



Објасните које су последице изостанка овулације.

Секундарна ооцита заустављена у метафази мејозе II је спремна за оплођење. Ако се ооцита не оплоди, у року од 24 часа она пропада. Од великог броја ооцита с којима се женско дете рађа, само 400–500 ооцита овулира, и то најчешће једна сваког месеца почев од пубертета, па до последње менструације (менопаузе).

Могло би се рећи да, за разлику од сперматозоите, **ооцита никада не постигне степен самосталне зреле полне ћелије**. Ако се не оплоди, завршава мејозу II и пропада на ступњу секундарне ооците, а ако се оплоди, довршава мејозу II, али тек пошто у њу уђе једно сперматозоида.



Слика 2.13. – Оогенеза и фоликулогенеза (сазревање фоликула)

Грађа јајне ћелије

Број произведених јајних ћелија, њихова величина и изглед доста се разликују код различитих врста животиња, али њихова грађа показује мању разноврсност. Јајне ћелије најчешће су елипсоидног или лоптастог облика.

Јајна ћелија, за разлику од сперматозоида, садржи велику количину цитоплазме. У њој се налази мноштво **митохондрија**, **рибозома** и **информационих молекула развића** (иРНК, различити протеини), који су неопходни за прве деобе после оплођења. Молекули иРНК садрже информације о томе како ће се и када одвијати развиће, митохондрије обезбеђују енергију, а на рибозомима се обавља синтеза протеина. У површинском слоју јајне ћелије, одмах испод ћелијске мембране, смештене су **кортикалне грануле** (лат. *cortex* – кора).

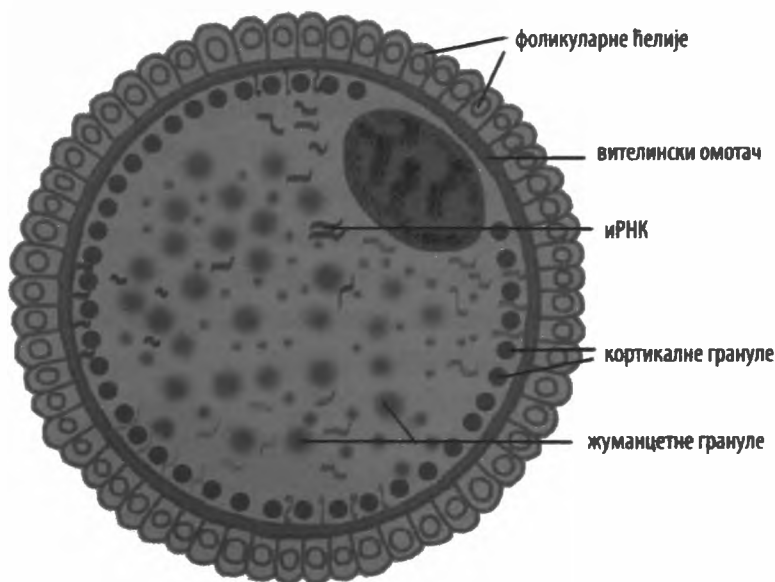


Уобичајено је да се овулацијом из јајника ослободи једна ооцита. Међутим, може се десити да се ослободи две, три или више њих.
Жуто тело настаје после овулације од прснутог Графовог фоликула.

Јајна ћелија је обавијена вителинским омотачем и додатним омотачем од фоликуларних ћелија. Вителински омотач налаже на ћелијску мембрану и лаче га фоликуларне ћелије и јајна ћелија.



Објасните зашто митохондрије наслеђујемо само од мајки.



Слика 2.14. – Сазревање јајне ћелије обухвата и синтезу жуманцетних гранула, кортикалних гранула и информационих молекула развића

Укратко



Оогенеза или овогенеза (ооит, овоит – јаје, јајна ћелија) јесте образовање јајних ћелија у женским полним жлездама, јајницима.

У фази умножавања од првобитних герминативних ћелија митотичким деобама настају оогоније (овогоније) с диплоидним бројем хромозома.

У фази раста од оогонија постају примарне ооците.

Почев од прве менструације у пубертету па све до последње у менопаузи, циклично, сваког месеца најчешће по једна ооцита завршава своје развиће.

Примарна ооцита продужава мејозу I и подели се на две ћелије – секундарну ооциту и полоциту I. Секундарна ооцита почиње мејозу II и зауставља се у метафази (друго заустављање). Тада се налази у већ зрелом фоликулу, који се назива Графов фоликул. Графов фоликул пуца, чиме се секундарна ооцита ослобађа из јајника и доспева у јајовод, што представља овулацију.

Ооцита никада не постигне степен самосталне зреле полне ћелије. Ако се не оплоди, не завршава мејозу II и пропада, а ако се оплоди, довршава мејозу II, али тек пошто у њу уђе једро сперматозоида.

1. Колико јајних ћелија настаје од једне примарне ооците?
2. У ком периоду живота жене се догађа друго заустављање у оогенези?
3. Објасните шта је овулација.
4. На ком ступњу развића се налази јајна ћелија када се догоди оплођење?
5. Које ћелије настају мејозом I у оогенези?
6. По чему се разликују полоцита I и полоцита II?
7. Зашто у оогенези настају полоците које нису функционалне?
8. Објасни разлику у фази раста између сперматогенезе и оогенезе.



Проверите
научено

1. Телесна ћелија човека садржи 46 хромозома, од чега су 22 пара аутозомни (телесни), а 1 пар су полни хромозоми (XX или XY).

У табелу упишите одговарајући број аутозомних и полних хромозома за наведене врсте ћелија које се образују током сперматогенезе и оогенезе.

Врсте ћелија	Укупан број хромозома у ћелији	Број аутозомних хромозома	Број и врста полних хромозома
Оогонија			
Сперматогонија			
Примарна ооцита			
Примарна сперматоцита			
Секундарна ооцита			
Секундарна сперматоцита			
Полоцита I			
Јајна ћелија			
Сперматид			
Полоцита II			
Сперматозоид			

На часу објасните податке уписане у табелу.



Задатак

1. Нагомилавање органела у јајној ћелији веће је него у било којој телесној ћелији, тако, нпр., има око 100.000 митохондрија и 100 милиона рибозома.
2. У јајницима људског фетуса старости од 6 месеци има око 7 милиона примарних ооцита. У време рођења има их око 2 милиона; пропадање се наставља и после рођења, па их у време пубертета остане само 400.000–500.000.



БИО-забавник

ОПЛОЂЕЊЕ (ФЕРТИЛИЗАЦИЈА)



Кључне речи

спољашње оплођење
унутрашње оплођење
овипарност
ововивипарност
вивипарност
акрозомска реакција
кортикална реакција
фертилизациони омотач
полиспермија

У љолни сисџем жене досје 100–200 милиона сјерматозоида, а само неколико сјојина сјије до месја ојлођења. Најчешје само један сјерматозоид ојлоди ооцију.

Оплођење је спајање мушког и женског гамета, након ког следи спајање њихових једара. Резултат тога је оплођена јајна ћелија (зигот), која се сложеним процесима развија у нов организм.

Према месту где се одвија, разликују се два основна типа оплођења: спољашње и унутрашње. При спољашњем оплођењу гамети се избацују у спољашњу средину, где се спајају. Унутрашње оплођење изискује копулацију, односно уношење сперматозоида (који се обично налазе у семеној течности) у тело жене, односно женке.

Начини развића оплођене јајне ћелије

Код животиња с унутрашњим оплођењем развила су се три начина ембрионалног развића: овипарност, ововивипарност и вивипарност.

У случају овипарности (*parere* – рађати; „носе јаја”) после оплођења женке полажу јаја у спољашњу средину, у којој се комплетира развиће и из јаја се излегу младунци. Присутна је код птица, жаба, већине врста гмизаваца и бескичмењака.

Када се ради о вивипарности (*vivum* – жив), оплођена јајна ћелија остаје у мајци и комплетно развиће ембриона се врши у телу мајке, на рачун ког се и храни. Када се заврши ембрионално развиће, рађају се живи младунци. Присутно је код већине сисара, код којих се исхрана и заштита ембриона остварују развићем посебног органа – плаценте (постељице).

При ововивипарности после оплођења развиће се одвија у телу мајке, али ембрион у исхрани не зависи од организма мајке, већ се храни жуманцетом које се налази у јајној ћелији. По завршетку ембрионалног развића рађају се живи младунци. Тај начин ембрионалног развића присутан је код неких гмизаваца, ајкула и многих инсеката.

Процес оплођења код сисара

Оплођење код сисара је унутрашње и одвија се у јајоводу женке (жене ако је реч о људској врсти).

Сперматозоиди треба да стигну до јајне ћелије, за шта је потребно да их има довољно и да буду покретљиви. Транспорт сперматозоида до места оплођења, осим покретљивости самог сперматозоида, потпомажу покрети трепљи у полним каналима и контракције мишића материце. Од значаја је и семена течност у којој су сперматозоиди. Њена улога је да



О плаценти ћете више научити у наредним лекцијама.

О грађи полног система жене научићете више из анатомије и физиологије.

блокира имунски одговор женског полног система на присуство страних ћелија и течности.



Размислите, па одговорите: Зашто се ствара велики број сперматозоида када најчешће само један оплоди јајну ћелију?

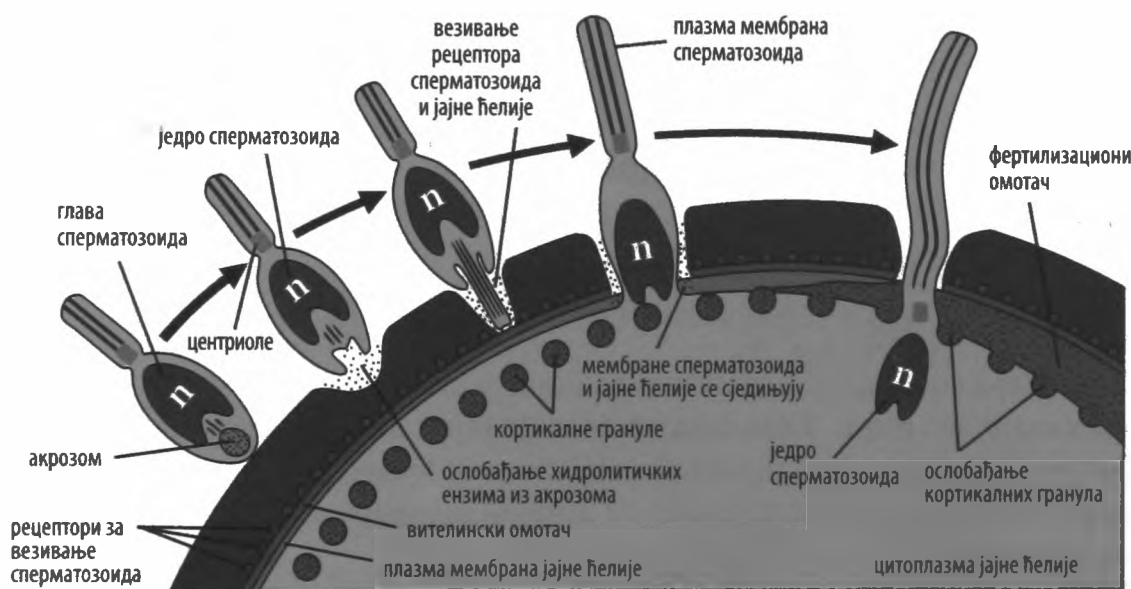


Капацитација код човека траје око 7 часова. Сперматозоиди у полним каналима жене могу да преживе око 72 сата.

Акрозомска реакција је врло брза: траје само неколико минута.

Сазревање сперматозоида и акрозомска реакција

Путујући кроз полни систем жене сперматозоиди довршавају своје сазревање (капацитација). Током сазревања постају покретљивији и јављају се промене на њиховој мембрани којима се ослобађају посебни рецептори. Рецептори сперматозоида и рецептори ооците се препознају. Тако се обезбеђује одвијање оплођења унутар исте врсте. За капацитацију је неопходно присуство прогестерона, женског полног хормона. Када сперматозоид додирне вителински омотач, јавља се акрозомска реакција. Акрозом се издужује у облику цеви и ослобађају се ензими. Ти ензими разлажу вителински омотач око ооците, чиме се омогућава продор делова сперматозоида у њу.

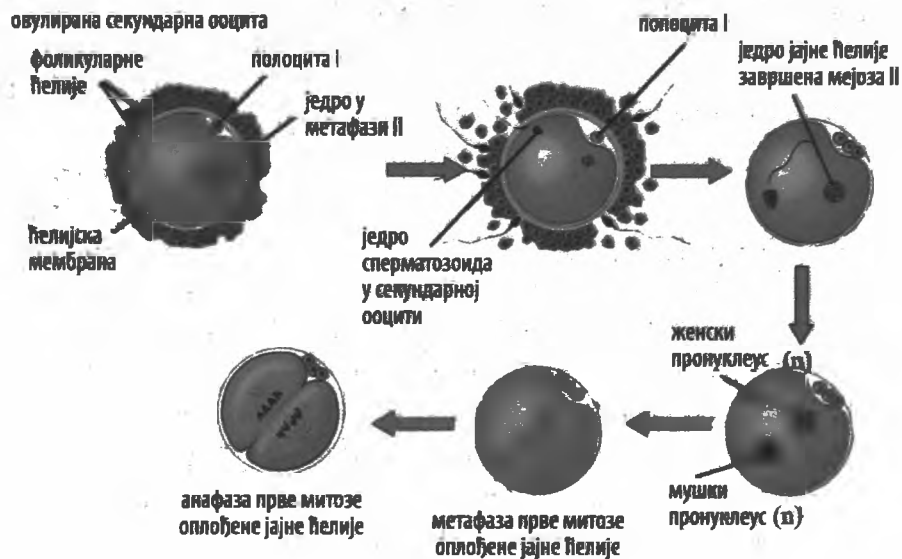


Слика 2.15. – Акрозомска и кортикална реакција

Улазак сперматозоида у ооциту и њена активација

Мембране ооците и сперматозоида се сједињују, чиме се омогућава улазак једра и центриола сперматозоида у цитоплазму ооците.

То активира ооциту, што се огледа у кортикалној реакцији и образовању фертилизационог омотача. **Кортикална реакција** представља „прскање” кортикалних везикула и ослобађање њиховог садржаја у вителински омотач, ван ооците (егзоцитоза). Почиње у близини места где су делови сперматозоида ушли у ооциту и шири се по целој њеној површини.



Слика 2.16. – Промене у секундарној ооцити после уласка делова сперматозоида

с рецепторима на мембрани сперматозоида. Тиме се избегава да се догоди оплођење између гамета две различите врсте животиња, па се то изузетно ретко дешава.



Мазга је врста која настаје укрштањем гамета две сродне врсте: коња ($2n = 64$ хромозома) и магарице ($2n = 62$ хромозома). Објасните зашто је број хромозома у ћелијама мазге узрок неплодности те врсте.

Спајање нуклеуса јајне ћелије и сперматозоида

Улазак једра сперматозоида активира ооциту да заврши мејозу II и тиме формира хаплоидно једро. Тада ооцита постаје јајна ћелија. Једро сперматозоида повлачи се ка једру јајне ћелије помоћу система микротубула. Спајањем једара сперматозоида и јајне ћелије настаје диплоидно једро зигота с комбинацијом гена родитеља.

ДНК хромозома се реплицира, због чега сваки хромозом има две хроматиде и одмах почиње прва митотичка деоба.



Образложите колико хромозома и молекула ДНК има оплођена јајна ћелија човека.

Значај оплођења

Спајањем хаплоидних нуклеуса успоставља се диплоидан број хромозома у зиготу. Потомачка генерација тиме задржава исти број хромозома као и родитељска. Зато је од великог значаја да само један сперматозоид оплоди јајну ћелију. Појава оплодне јајне ћелије већим бројем сперматозоида назива се полиспермија.

Садржај гранула упија воду, бубри и ствара **фертилизациони омотач** који спречава продор већег броја сперматозоида у ооциту (полиспермија).

На месту продирања сперматозоида у јајну ћелију (где су се њихове мембране сјединиле) образује се испупчење. Мембрана јајне ћелије се уздиже. Помоћу тог испупчења се делови сперматозоида обухвате и „увлаче“, улазе у унутрашњост јајне ћелије. Та снажна реакција ооците јавља се само уколико се **рецептори на њеној мембрани подударају**

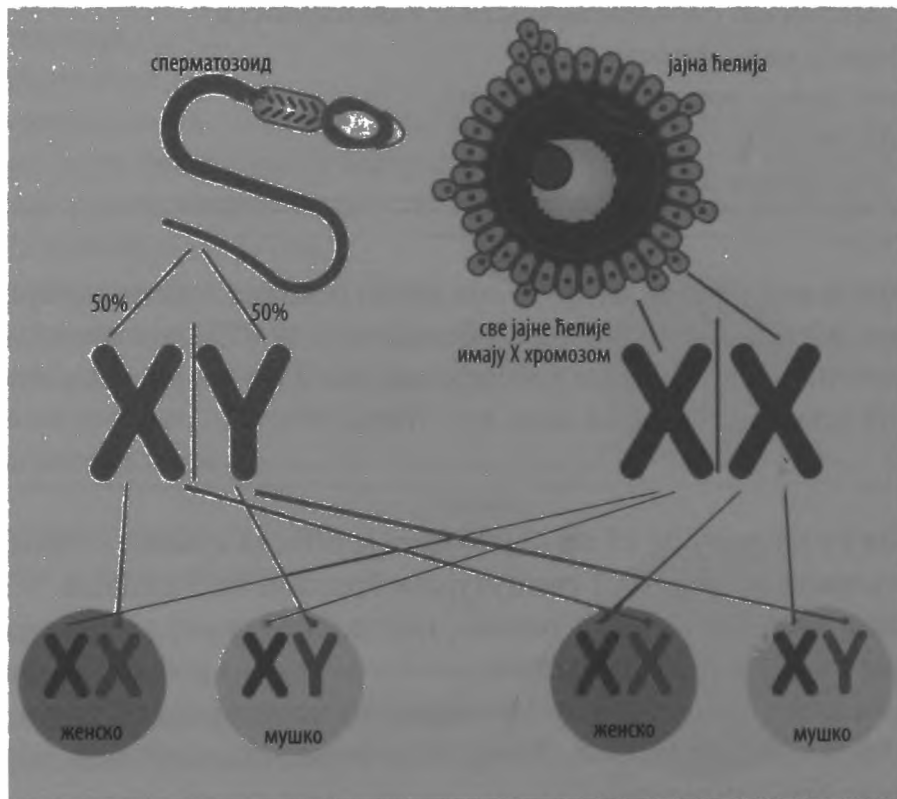
Код човека је полиспермија патолошка и узрокује образовање зигота с увећаним бројем гарнитура хромозома (најчешће је $3n = 69$ и $4n = 92$), што се углавном завршава летално (смртно).

Сасвим случајно, насумично спајање гамета омогућава огромну **разноврсност потомства**. Тако, код човека број могућих комбинација хромозома у зиготу износи $2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$, што представља велики број комбинација. Који ће сперматозоид (с којом комбинацијом гена) оплодити коју јајну ћелију (с којом комбинацијом гена), чиста је случајност.



Размислите, па одговорите на питање: Зашто је важно да потомство буде разноврсно?

Оплођењем се **одређује пол**, који код човека (сисара) зависи од сперматозоида. Ако јајну ћелију оплоди X сперматозоид, образоваће се женски пол (има два X хромозома – XX), а ако је оплоди Y сперматозоид – биће мушки пол (XY).



Слика 2.17. – Одређивање пола код човека



Објасните зашто постоји подједнака вероватноћа рађања женског и мушког детета.

Оплођењем се **активира јајна ћелија да отпочне браздање**. Пошто јајна ћелија сисара нема центриоле, деобно вретено у првој деоби после оплођења образују центриоле сперматозоида.

Укратко



Оплођење је спајање мушког и женског гамета, након ког следи спајање њихових једара. Резултат оплођења је оплођена јајна ћелија (зигот), која се сложеним процесима развија у нов организам.

Оплођење сисара је унутрашње и одвија се у јајоводу женке (жене).

Значај оплођења: 1. задржава се исти број хромозома из генерације у генерацију; 2. насумично спајање гамета омогућава огромну разноврсност потомства; 3. оплођењем се одређује пол потомака; 4. активирање јајне ћелије да отпочне браздање.

Проверите
научено



1. Процените шта ће се десити уколико јајну ћелију жене оплоде два сперматозоида.
2. Колико хромозома ће имати јајна ћелија коју су оплодила два сперматозоида?
3. Наведите последице ако се две јајне ћелије оплоде с два сперматозоида.
4. Шта је заједничко ововивипарности и вивипарности?
5. Дефинишите овипарност.
6. Објасните значај кортикалне реакције.
7. Довршите реченицу
Пол детета зависи од _____.

Задатак



1. Код птица је пол одређен на другачији начин неко код човека. Мужјаци птица имају два иста полна хромозома (обележавају се ZZ), док женке имају два различита полна хромозома (обележени као ZW). Користећи слику 2.16, нацртајте шему одређивања пола код птица.

БИО-забавник



1. Раздаљину у јајоводу од 15 cm (3.000 пута је већа од дужине сперматозоида) сперматозоиди превале за 1 сат путујући брзином од 3 mm/min.
2. Код неких животиња (нижи ракови, пчеле, осе) гамет се развија иако се оплођење није догодило. Развиће из неоплођених јаја је партеногенеза. Тако се код пчела трутови (мужјаци) развијају из неоплођених јаја, па су са хаплоидним бројем хромозома. Женке се развијају из оплођених јаја и имају диплоидан број хромозома.
3. Када се овулацијом, уместо уобичајене једне ооците, ослободе две, три или четири ооците и свака оплоди с по једним сперматозоидом, настају двојајчани близанци, као и тројке или четворке. Када се из једне оплођене јајне ћелије образују два независна ембриона, то су једнојајчани близанци. Ако они остану спојени неким делом тела, то су сијамски близанци.
4. Од првог контакта сперматозоида с првим омотачем ооците, па све до поделе зигота на две ћелије протекне 24 сата.

ВРСТЕ ЈАЈНИХ ЋЕЛИЈА

У јајној ћелији се као основна резервна храна за ембрион налази жуманце (грч. *lekhitos*; лат. *vitellus*), које се образује приликом раста јајне ћелије.

Јајне ћелије већине кичмењака су великих димензија у односу на телесне ћелије зато што садрже резервне материје које служе за производњу енергије током метаболизма. Та енергија је неопходна у фази развића, у којој организам нема могућности да узима хранљиве материје из спољашње средине. Што је дуже време које јајна ћелија проводи без извора енергије из спољашње средине, веће ће бити и димензије ћелије.

Према количини и распореду жуманцета, разликује се неколико типова јајних ћелија:

- олиголецитне,
- мезолецитне,
- телолецитне,
- центролецитне.

Изолецитне (*izo* – исто, подједнако) или **олиголецитне** (*oligos* – мало, сиромашно) јајне ћелије имају малу количину жуманцета равномерно распоређеног у цитоплазми као код сисара. У ту врсту може да се сврста и јајна ћелија човека, мада је она, у ствари, **алецитна** (без жуманцета). Изолецитне јајне ћелије имају бодљокошци – морски јеж, копљаста рибица, прстенасте глисте, сисари и др.



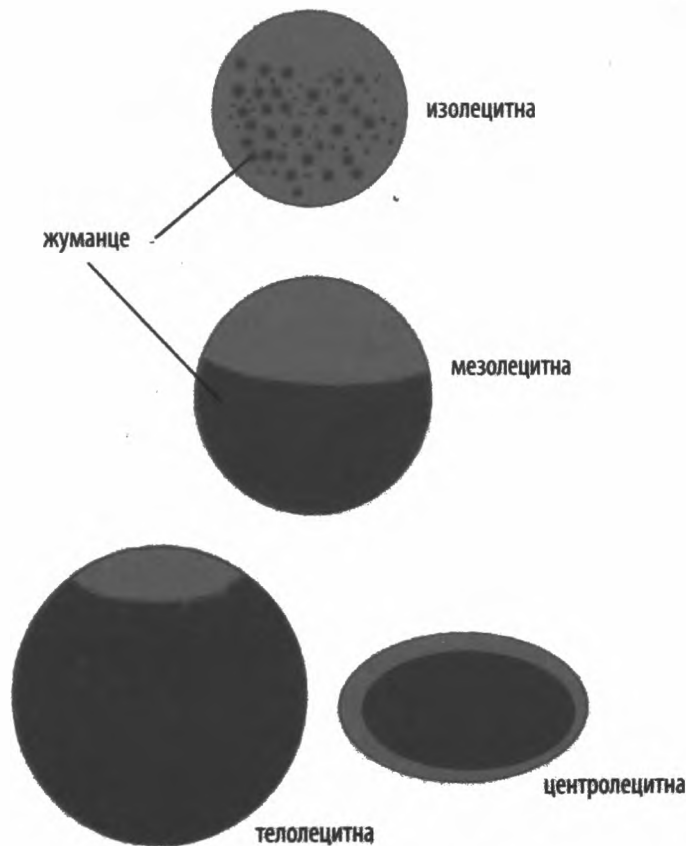
Објасните зашто су јајне ћелије човека алецитне.

Мезолецитне јајне ћелије средње су богате жуманцетом, које се налази у једној половини цитоплазме. На њима се разликују два пола: **анимални** и **вегетативни**. На анималном полу налази се цитоплазма с једром и из њега се развија ембрион животиња (лат. *Animalia*). На вегетативном полу се налази жуманце које служи за исхрану ембриона. Такав тип јајних ћелија имају водоземци.



Кључне речи

жуманце
олиголецитне јајне ћелије
мезолецитне јајне ћелије
телолецитне јајне ћелије
браздање
бластула
холобластично браздање
меробластично браздање
детерминисано браздање
недетерминисано браздање
бластомере
морула



Слика 2.18. – Врсте јајних ћелија

Телолецитне јајне ћелије садрже велику количину густо напакованог жуманцета, док је цитоплазма с једром сведена на мали диск који лежи на том жуманцету (јајне ћелије птица).



Зашто је јајна ћелија птица много већа од јајне ћелије жене?

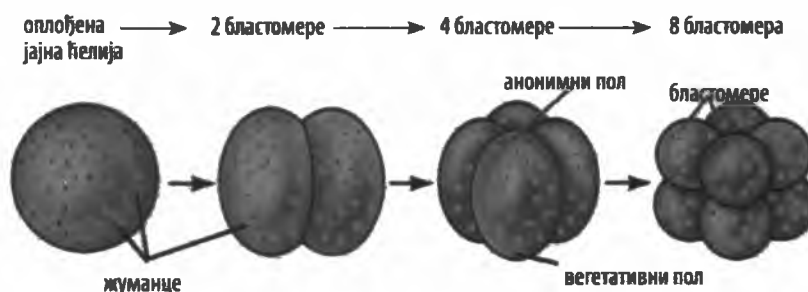
Центролецитне јајне ћелије имају велику количину жуманцета смештеног у центру, а цитоплазма је око њега у виду површинског слоја. У самом центру жуманцета налази се острвце цитоплазме с једром које је цитоплазматским мостићима повезано с површинском цитоплазмом.

Браздање

Да би се од једне оплођене јајне ћелије развио вишећелијски организам, неопходно је да она почне деобу – браздање. **Браздање је серија митотичких деоба оплођеног јајета између којих нема растења.** Приликом браздања број новонасталих ћелија се увећава геометријском прогресијом, од једне настану две, од две четири ћелије, затим осам, шеснаест ћелија итд. Тако се једна једина ћелија, оплођено јаје, трансформише у вишећелијски ембрион. Облик и величина ембриона се током браздања не мењају, што значи да сваком наредном деобом ћелије постају све ситније. **Резултат браздања је формирање ембрионалног стадијума који се назива бластула.**

Место на ком је сперматозоид (његово једро и његове центриоле) ушао у ооциту одређује раван прве деобе. Оплођено јаје се прво дели усправном деобном равни на 2 ћелије, затим се оне поново усправном равни (нормалном на претходну) поделе на 4 ћелије. Трећа деобна раван је хоризонтална и паралелна екватору јајета. Резултат те прве три деобе је 8 ћелија, при чему су 4 смештене на анималном, а 4 на вегетативном полу. Ћелије, које настају браздањем, називају се **бластомере** (*blastos* – ембрион; *meros* – део).

Подсетите се шта се дешава у Г1 фази ћелијског циклуса.



Слика 2.19. – Прве три деобе приликом браздања

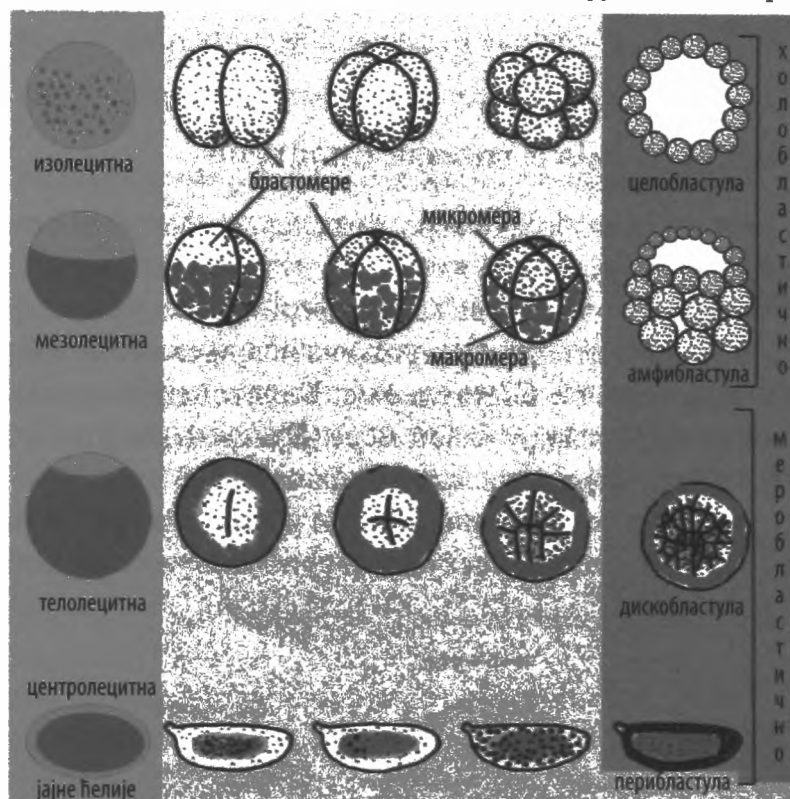
Типови браздања

На браздање утиче жуманце тако што његова велика количина може да успори или инхибира (заустави, спречи) браздање. Када се у јајној ћелији налази велика количина жуманцета, део који га садржи се не дели, већ се деобе одвијају само у

делу ћелије који нема жуманце (цитоплазма с једром и органелама). Према томе, постоје два основна типа браздања: потпуно (холобластично) и непотпуно (меробластично; од грч. *meros* – део).

Потпуно браздање карактеристично је за јаја с малом и средњом количином жуманцета, каква су олиголецитна и мезолецитна. При том браздању се подели читава јајна ћелија. Браздањем мезолецитних јаја настају бластомере неједнаке величине. На анималном полу су ситније (микромере) од бластомера на вегетативном полу (макромере). Јајне ћелије, које се потпуно браздају, називају се **холобластичне**.

Непотпуно се браздају јаја с великом количином жуманцета, при чему се бразда само део јајета са цитоплазмом, док део са жуманцетом остаје подељен. Јајне ћелије с непотпуним браздањем називају се **меробластичне**. Телолецитна јаја се браздају тако што се само подели цитоплазма у виду диска на анималном полу, па се такво браздање назива **дискоидално**. Центролецитна јаја браздају се **површинским** браздањем. При овом браздању деле се само једро и површински слој цитоплазме, док централно жуманце остаје подељено.



Слика 2.20. – Врсте јајних ћелија, начини браздања (потпуно и непотпуно) и типови бластула

Детерминисано и недетерминисано браздање (развиће)

У односу на судбину ћелија, браздање може да буде: детерминисано и недетерминисано. На веома раном ступњу развића од само 4 бластомере судбина (развојни пут) тих бластомера може да буде унапред одређена (детерминисана) и тада говоримо о **детерминисаном развићу**. У случају да се те 4 бластомере раздвоје и продуже самостално да се развијају, свака од њих даће по $\frac{1}{4}$ новог организма. Значи, правац њиховог развића је већ био предодређен, тако да оне дају део који би образовале и да нису раздвојене.

Када је у питању **недетерминисано развиће**, 4 раздвојене бластомере дају 4 нова организма зато што њихов развојни пут није унапред био одређен. Захваљу-

јући недетерминисаном браздању код човека постоји могућност рађања једнојајчаних близанаца. Блостомере на том раном ембрионалном ступњу су **тотипотентне** јер се из њих може развити цео организам. У ембриону човека, који је достигао развој од осам ћелија, сачувана је тотипотентност тих ћелија. Захваљујући томе, теоретски се из једног ембриона могу добити осморке.



Познат је случај рађања близанаца, од којих је један био белац, а други мешанац белкиње и црнца. Објасните како је то могуће.

Бластулација и типови бластуле

Умножавањем бластомера, браздањем, формира се краткотрајан ембрионални стадијум **морула**, која има облик дудиње (лат. *morus* – дуд). Ћелије из централног дела моруле размичу се ка периферији, тако да настаје бластула у облику шупље лопте чија је централна шупљина испуњена течномшћу. Таква бластула састоји се од **бластоцела** и **бластодерма**. **Бластоцел** је шупљина (дупља) испуњена течномшћу коју стварају бластомере. **Бластодерм** (гр. *dermos* – кожа) је површински слој ћелија који се налази око бластоцела.

У зависности од типа јајета и начина браздања, образују се различити типови бластула: **целобластула**, **амфибластула**, **дискобластула**, **перибластула** и **бластоцист**.



Слика 2.21. – Типови бластуле

Целобластула има облик шупље лопте и настаје потпуним браздањем олиголецитних јаја. **Амфибластула** настаје браздањем мезолецитних јаја, па се на њеном анималном полу налазе микромере, а на вегетативном су макромере. Услед неједнаке величине бластомера бластоцел није у центру као код целобластуле, већ је померен ка анималном полу. **Дискобластула** настаје непотпуним браздањем изразито телолецитних јаја (код птица). Код њих се бразда само цитоплазма на анималном полу, чиме се образује бластодерм у облику диска (**бластодиск**), који лежи на неподељеном жуманцету. Бластоцел је смештен између бластодиска и жуманцета. **Перибластула** (површинска бластула) састоји се од површинског слоја бластомера који обавија жуманце (код инсеката). **Бластоцист** представља бластулу човека.

Ембрионалне матичне ћелије

На бластоцисту човека разликују се два типа ћелија. Први тип чини **унутрашњу масу ћелија** од којих ће у даљем развићу настати сам **ембрион**. Други тип су ћелије **трофобласта**, које чине зид бластоциста и које у даљем развићу учествују у образовању плаценте. Ћелије унутрашње масе су ембрионалне матичне ћелије. Оне су **плурипотентне**, што значи да се могу неограничено делити и од њих може постати било која ћелија у организму. За разлику од бластомера на раном ступњу, које су тотипотентне, од плурипотентних матичних ћелија не може да настане цео организам.

Ембрионалне матичне ћелије се гаје у лабораторији под тачно одређеним условима у култури ћелија. Могу се преусмерити и водити у правцу постанка тачно одређене ћелије (нпр. нервне) тако што се у њима активирају одређени гени. Такве ћелије могле би се убризгати оболелој особи, у којој би замениле одумрле или оштећене ћелије. Паркинсонова болест, Алцхајмерова болест, шећерна болест, повреда кичмене мождине, дистрофија и др. могле би се лечити на тај начин. Међутим, одустало се од њихове примене из више разлога (етичких, појаве тумора и друго). Данас се као извор обнављајућих ћелија користе адултне матичне ћелије (нпр. из коштане сржи).

Велики значај, осим жуманцета, у јајној ћелији имају и молекули иРНК, који садрже податке о даљем току развића.

Према количини и распореду жуманцета, разликују се олиголецитне, мезолецитне, телолецитне и центролецитне јајне ћелије.

Браздање је серија митотичких деоба оплођеног јајета између којих нема растења, а приликом чега се број новонасталих ћелија увећава геометријском прогресијом.

Холобластично се браздају олиголецитне и мезолецитне јајне ћелије.

Меробластично се браздају телолецитне и центролецитне јајне ћелије.

Резултат браздања је формирање бластуле.



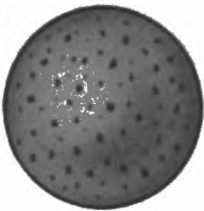
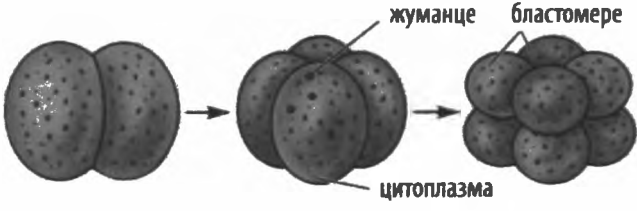
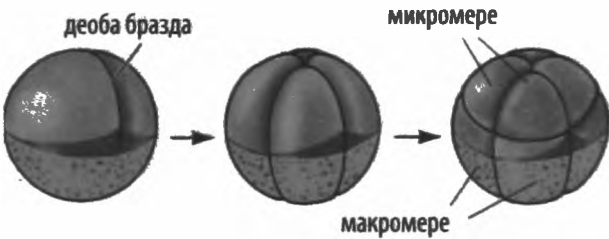
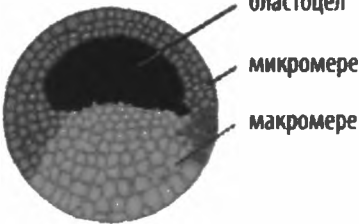
Укратко



БИО-забавник

1. Прве три деобе човековог зигота завршавају се почетком трећег дана од оплођења; свих 8 бластомера је округло. Браздање и почетак стварања бластоциста догађају се током путовања зигота кроз јајовод према материци и трају око три дана.
2. На стадијуму од 16 ћелија већ постоје две различите групе ћелија: трофобласт и ембриобласт (ћелије унутрашње масе).
3. Морула се код човека образује три дана после оплођења. Три и по дана након оплођења морула има 32 ћелије и налази се на ушћу јајовода у материцу.
4. Оплођење се догађа у јајоводу и протекне 5 дана док оплођена јајна ћелија не стигне у материцу, када је ембрион на ступњу бластоциста.

Табеларни преглед лекције

врсте јајних ћелија	типови браздања	типови бластуле
олиголецитне 	холобластично – потпуно браздање 	целобластула 
мезолецитне 	холобластично 	амфибластула 
телолецитне 	меробластично - дискоидално 	дискобластула 
центролецитне 	меробластично - површинско 	перибластула 

Проверите
научено

1. Повежите врсте јајних ћелија с количином жуманцета и његовим распоредом.

Врста јајне ћелије	Количина жуманцета
1 – телолецитне јајне ћелије	А – велика количина жуманцета на вегетативном полу
2 – олиголецитне јајне ћелије	Б – средња количина жуманцета на вегетативном полу
3 – мезолецитне јајне ћелије	В – равномерно распоређена мала количина жуманцета
4 – алецитне јајне ћелије	Г – велика количина жуманцета у центру јајне ћелије
5 – центролецитне јајне ћелије	Д – без жуманцета

2. Повежите типове браздања с одговарајућом врстом јајне ћелије.

Врста јајне ћелије	Тип браздања
1. центролецитне јајне ћелије	А – дискоидално браздање
2. телолецитне јајне ћелије	Б – потпуно браздање, бластомере једнаке величине
3. олиголецитне јајне ћелије	В – потпуно браздање, бластомере неједнаке величине
4. мезолецитне јајне ћелије	Г – површинско браздање

3. У чему је разлика између тотипотентних и плурипотентних ћелија?

4. Дефинишите појам меробластична јајна ћелија.

5. Заокружите појам који не припада датом скупу.

целобластула, бластоцист, бластодерм, амфибластула, перибластула, дискобластула

6. Довршите реченице.

1. Браздање при ком се дели само анимални пол јајета назива се _____

2. Тип браздања зависи од _____

Задатак

На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о вишејајчаним близанцима и направите презентацију. Представите своје истраживање на часу.

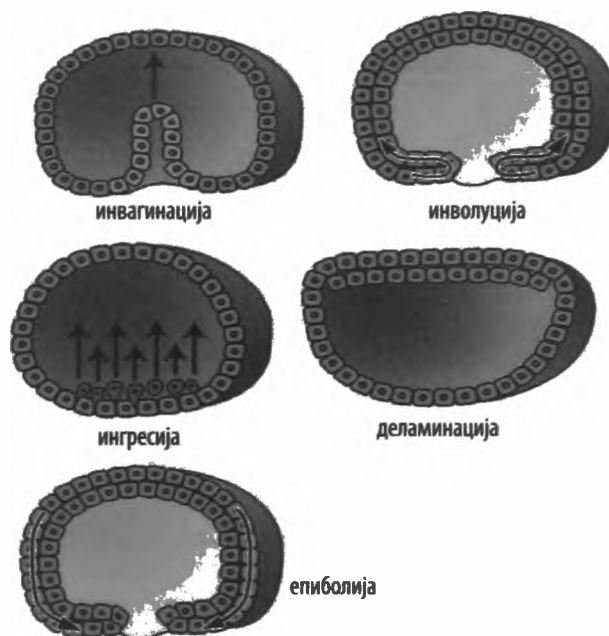
ГАСТРУЛАЦИЈА



Кључне речи

гаструла
клицини листови
ектодерм
ендодерм
мезодерм
гастроцел
бластопор
протостоме
деутеростоме

У гаструлацији се ћелије ембриона драматично прераспооређују! Формирају се нови слојеви и губи се облик лоптице, који је најчешће имала бластула. Неке ћелије улазе у унутрашњост и граде унутрашњи (ендодерм) и средишњи слој (мезодерм). Оне које су остале споља, граде спољашњи слој (ектодерм).



Слика 2.22. – Покрети бластомера током гаструлације

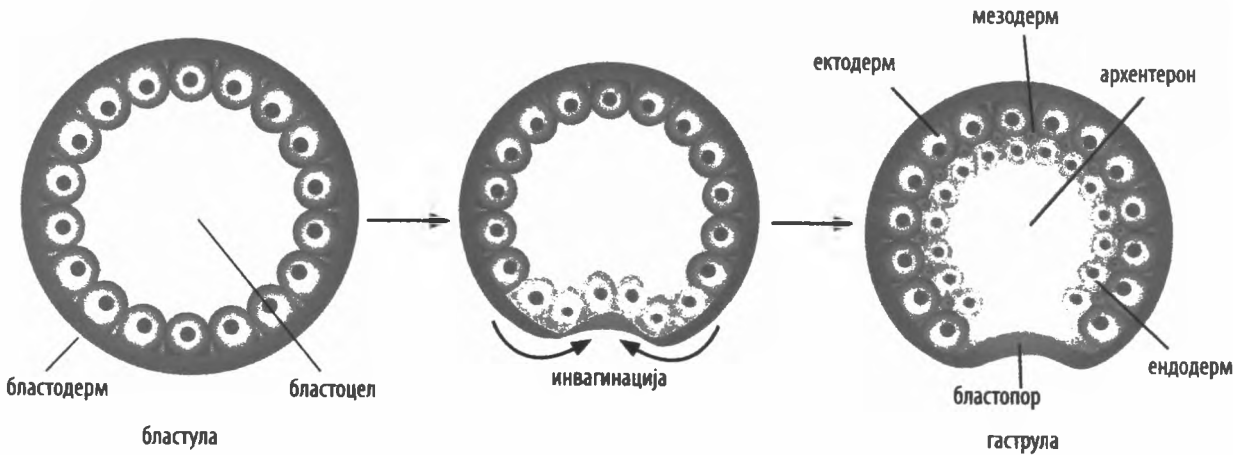
Гаструлација је процес настајања ембрионалног ступња гаструле. У гаструли се снажним покретима ћелијских маса од бластодерма образују клицини листови (ембрионски слојеви). У зависности од начина покретања ћелијских маса (морфогенетски покрети), гаструла може настати на више начина:

- **инвагинацијом** (увртањем), бластодерм се уврће ка унутрашњости бластуле,
- **ингресијом** (упадањем), појединачне ћелије или мале групе ћелија се одвајају и улазе у унутрашњост гаструле и смештају се између ектодерма

- и ендодерма (тако постаје мезодерм морског јежа),
- **инволуцијом** (подвлачењем), образује се нови слој који с унутрашње стране облаже претходни спољашњи слој (тако настаје мезодерм жабе),
- **деламинацијом** (раслојавањем), од једног слоја (бластодерма) образује се још један слој ћелија (тако настаје ендодерм птица и сисара),
- **епиболијом** (препокривањем), бластодерм остаје као унутрашњи слој, а њега обраста, око њега се формира још један слој (тако настаје ектодерм жабе).

Гаструла најчешће настаје комбинацијом две или три врсте покрета.

Инвагинација (увртање) врши се тако што се један део бластодерма уврће (инвагинише) ка бластоцелу, чиме од једнослојне бластуле настаје двослојна гаструла (има облик пехара). Део бластодерма, који се уврнуо ка бластоцелу, постаје унутрашњи клицин лист – **ендодерм**.



Слика 2.23. – Инвагинација

Део бластодерма, који је задржао спољашњи положај, постаје спољашњи клицин лист – **ектодерм**. **Мезодерм** је средишњи клицин лист – постављен је између ектодерма и ендодерма.

Клицини листови облажу дупљу гастреле – **гастроцел** (архентерон). Гастроцел је у контакту са спољашњом средином преко отвора **бластопора**. Бластопор има облик прстена и од њега у даљем развићу настају усни или анални отвор. Од гастроцела ће настати цревна дупља.

Протостоме и деутеростоме

Према томе да ли се од бластопора у каснијем развићу образује усни или анални отвор, животиње се сврставају у две велике групе:

1. **протостоме** (*protos* – први; *stoma* – уста), код којих од бластопора настаје усни отвор, а анални отвор се образује касније на супротном крају тела; тој групи припада већина бескичмењака,

2. **деутеростоме** (*deuteros* – други), код којих од бластопора настаје анални отвор, а усни се образује касније; припадају им хордати (међу њима кичмењаци као највећа група хордата).

Гаструлација је процес настајања ембрионалног ступња гастреле, у којој се снажним покретима ћелијских маса од бластодерма образују клицини листови. Клицини листови су: ектодерм – спољашњи слој, ендодерм – унутрашњи слој и мезодерм – средишњи слој.

Гастроула може настати инвагинацијом, ингресијом, инволуцијом, деламинацијом и епителијом, а најчешће настаје комбинацијом две или три врсте покрета.



Укратко

Проверите
научено

1. Повежите тип гаструлације с наведеним морфогенетским покретима.

Тип гаструлације	Морфогенетски покрети
1 – инг्रेसија	А – Бластодерм се уврће ка бластоцелу.
2 – епителија	Б – Око бластодерма обраста нови слој.
3 – инвагинација	В – Бластодерм се раслојава и тако даје нови слој нови слој.
4 – деламинација	Г – Спољашњи слој се облаже новим унутрашњим слојем.
5 – инволуција	Д – Групе ћелија се одвајају и улазе између спољашњег и унутрашњег слоја.

2. Дефинишите појмове:

а) протостоме и б) деутеростоме.

3. По чему се гастроцел разликује од бластоцела?

4. Заокружите појам који не припада датом скупу.

бластопорус, бластоцел, гастроцел, ектодерм, ендодерм, мезодерм

5. Довршите реченицу и заокружите слово испред тачног одговора.

Ембрионални ступањ на ком су формиран клицини листови је _____, чији је део:

а) бластопор; б) бластоцел; в) бластодерм; г) бластоцист.

Задатак

1. Нацртајте шему гастреле која настаје инвагинацијом и обележите њене делове. Шему можете урадити и на часу Рачунарства и информатике.

БИО-забавник

1. Почетак гаструлације код човека је 14. дана развића.

2. Гаструлација је критичан период у развићу јер поремећаји, који се у њему могу јавити, имају најтеже последице за даље развиће.

ОРГАНОГЕНЕЗА

Структуре образоване у једном стадијуму развића условљавају наста-
нак структуре у следећој фази. Тако, сваки клицин лист настао у фази
мезенхимације представља основу одређених органа ембриона, односно ди-
ференцира се у одређена ткива и органе у фази органогенезе. С почетком
органогенезе ембрион почиње више да личи на животињу, а мање на неку
ложиску творевину.

Органогенеза је процес образовања органа у индивидуалном развићу.
Пре гаструлације ниједан део ембриона се не може сматрати посебним
органом. Током органогенезе образују се привремени и стални органи.
Привремени органи имају улогу само током ембрионалног развића, као
постелица и ембрионални омотачи. **Стални органи** чине организам способ-
ним за самосталан живот, присутни су и на рођењу и током живота јединке.

Неурула – настанак осовинских органа и ембрионална индукција

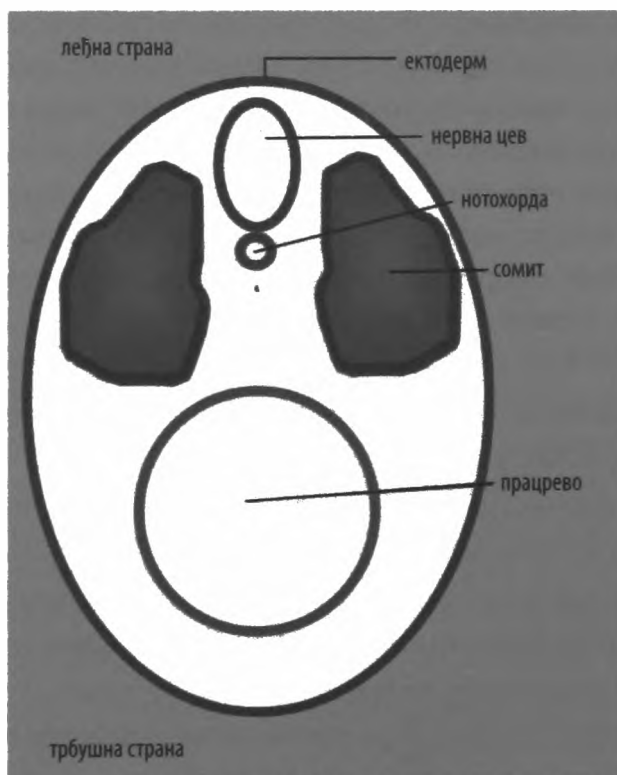
Код кичмењака се почетне промене облика, које означавају почетак ор-
ганогенезе, одигравају при образовању централног нервног система. Не
само да се код кичмењака овај органски систем развија први већ је његова
појава од огромног значаја за даље развиће других органа. Целокупна
симетрија одрасле јединке организована је око централног нервног систе-
ма (ЦНС-а), који се развија
дуж осе симетрије. Код бес-
кичмењака се најчешће прво
образује црево и од њега за-
виси распоред других органа.

Три клицина листа по-
чињу да образују телесна
ткива и органе. Осовински
органи кичмењака пружају
се дуж замишљене линије која
дели тело на две симетричне
половине, леву и десну. То су
три цеви у телу, **црево** на тр-
бушној страни, **нотохорда** и
нервна цев на леђној страни.



Кључне речи

органогенеза
привремени органи
стални органи
примарна индукција
неурулација
неурула
працрево
сомити
морфогенеза



Осовински органи у
средини тела су зајед-
нички за све кичмења-
ке и представљају њи-
хов општи план грађе.
Ембриони свих врста
кичмењака највише
личе у овој фази раз-
вића.

Слика 2.24. – Осовински органи
кичмењака

Први процес органогенезе јесте стварање нотохорде и нервне цеви. Ондах после завршетка гаструлације почиње да се уочава **нотохорда**. Нотохорда је основа примитивног скелета и од ње ће касније настати кичма. Она се образује од мезодерма дуж леђне стране ембриона. Део мезодерма издигне се и одвоји у облику штапића који се пружа од предњег ка задњем крају ембриона. Са сваке стране нотохорде од мезодерма се образују избочине у облику врећица, назване **сомити**, од којих ће настати мишићи.

Нотохорда индукује (изазива) формирање нервне плоче која представља зачетак ЦНС-а. Деловање нотохорде на ектодерм у ком се образује нервна плоча назива се **примарна индукција**. Нервна плоча образује се као задебљање у ектодерму које лежи изнад нотохорде. Савијањем нервне плоче настаје прво **нервни олуц**, а затим се спајањем његових ивица образује **нервна цев**. Процеси којима се образује нервна плоча и претвара се у нервну цев називају се **неурулација**. Ембрион током неурулације назива се **неурула**.



Слика 2.25. – Неурулација

Од предњег дела нервне цеви постаће у даљем развићу мозак, а од задњег кичмена мождина. Од шупљине нервне цеви настаће мождане коморе и канал кичмене мождине.

Цревна цев образује се на самом почетку гаструлације од ендодерма. Ендодерм инвагинише ка унутрашњости и формира цревну цев, **працрево** (од њега ће настати црево).

Остали органи образују се различитим покретима и комуникацијама између ћелија. Ћелије мењају облик, раздвајају се, повезују, чиме се величина, облик и пропорције ембриона мењају, што представља **морфогенезу** (*morpha* – облик; *genesis* – развиће, настанак).

Укратко

Органогенеза је процес образовања органа тако што се сваки клитин лист диференцира у одређена ткива и органе.

Нотохорда индукује (изазива) образовање нервне плоче у ектодерму, која представља зачетак ЦНС-а, што се назива примарна индукција.

Процеси којима се образује нервна плоча и претвара се у нервну цев називају се неурулација, а ембрион током неурулације назива се неурула.

Ћелије се савијају, раздвајају, повезују, чиме се величина, облик и пропорције ембриона мењају, а што представља морфогенезу.

 Проверите
научено

1. Од којих клициних листова настају осовински органи кичмењака?
2. Довршите реченицу.
Сомити су избочине мезодерма од којих ће настати _____.
3. Објасните како се формира працрево.
4. Заокружите слово испред тачног одговора.
Промена величине, облика и пропорција ембриона је:
а) индукција
б) морфогенеза
в) неурулација
г) хистогенеза
5. Примарна индукција представља процес којим
а) нотохорда изазива формирање нервне плоче
б) нервна цев изазива формирање нотохорде
в) нотохорда изазива формирање кичме
г) од ендодерма настаје працрево

 Задатак

1. Почетком 4. недеље ембрионског развића диференцира се предњи део нервне цеви на три дела мозга (примарне мождане везикуле). Од њих се у каснијем развићу образује пет секундарних можданих везикула.
Како од троделног мозга настаје петоделни мозак? Одговор на ово питање пронађите на интернету или у школској библиотеци. Нацртајте мозак који се састоји од три (обележите с А) и мозак од пет можданих везикула (обележите с Б). Уочите како се примарне мождане везикуле диференцирају у секундарне. На цртежима означите:
на цртежу А – предњи мозак, средњи мозак и задњи мозак,
на цртежу Б – велики мозак, међумозак, средњи мозак, мали мозак и продужену моздину.

Представите и објасните своје истраживање на часу.

 БИО-забавник

1. Обликовање шака и стопала човека током развића одвија се одумирањем ћелија. Шаке и стопала су у почетку целовити, а затим се одумирањем ћелија „кроје” прсти (уклања се ткиво између њих). Ако током развића то изостане, беба се рађа са сраслим прстима. Поремећај је наследан и назива се синдактилија (о том поремећају више ћете научити из биологије у 2. разреду).
2. Током ембрионалног периода мозак брзо расте. Раст мозга се наставља и после рођења. Од рођења до 16. године маса мозга се утростручи.

ОРГАНОГЕНЕЗА – ЕМБРИОНАЛНО ПОРЕКЛО ТЕЛЕСНИХ ТКИВА И ОРГАНА



Кључне речи

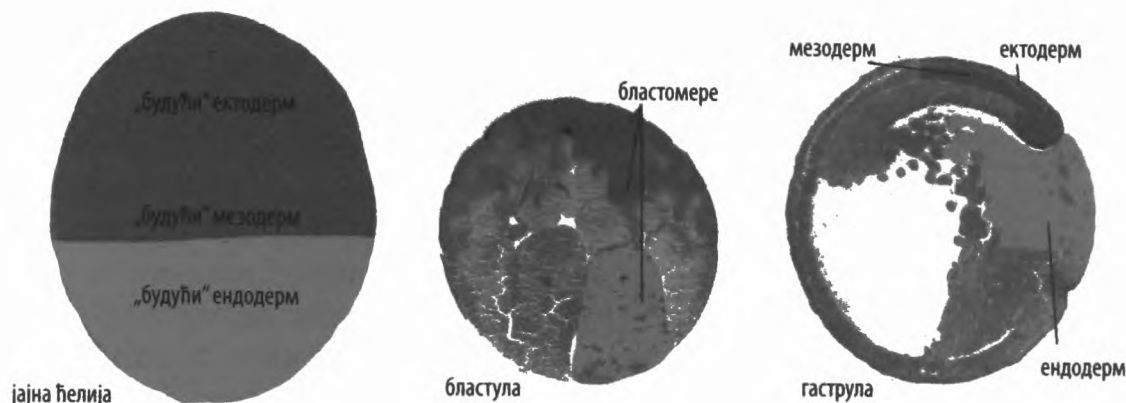
судбинске мапе
диференцијација
хистолошка диференцијација
хистогенеза

Клицини листови представљају материјал од ког ће се развити сва ткива и органи, и то како ембриона, тако и одрасле јединке. Анализом процеса органогенезе прецизно је одређено од ког клициног листа су настали одређено ткиво или орган.

Клицини листови	Органи/ткива који од њих настају
ектодерм	епидермис коже кожне творевине (жлезде, длаке, перје, крљушт, нокти, канџе итд.) нервни систем чула
ендодерм	епител црева и жлезде које су с њим у вези (јетра и панкреас) епител органа за дисање
мезодерм	везивно ткиво полне жлезде унутрашњи скелет мишићи органи за излучивање крвни судови

Табела 2.1. – Табеларни преглед клициних листова и органа и ткива који од њих настају

Један од начина на који је могуће пратити шта ће настати током развића од појединих бластомера јесте израда **судбинских мапа**. У ћелије гастреле убризгавају се боје. За ектодерм је усвојена плава боја, за мезодерм црвена, а за ентодерм жута.



Слика 2.26. – Судбинске мапе

У органогенези човека прво се развијају органи којима плацента не замењује функцију: ЦНС и кардиоваскуларни систем. Због њиховог наглог и раног раста настаје несразмерност тела ембриона, на ком су главени делови знатно већи и напреднији у развоју од задњих. Такође, неки унутрашњи органи постају несразмерно велики у односу на друге, што је последица њихове посебне функције током ембрионалног развића. Такви органи, на пример, јесу јетра (у њој се одвија хематопоеза – стварање крвних ћелија) или надбубрежна жлезда (у њој се стварају једињења непходна за синтезу хормона у плаценти који одржавају трудноћу).

Формирањем органа из клициних листова завршава се последња фаза ембрионалног развића. У ранијим стадијумима ћелије су скоро једнаке, али после органогенезе наступа завршна хистолошка диференцијација.

У почетним фазама органогенезе већина органа је малих димензија, са ћелијама без одређене функције. Растом и диференцијацијом органи постају способни да обављају специфичне функције.

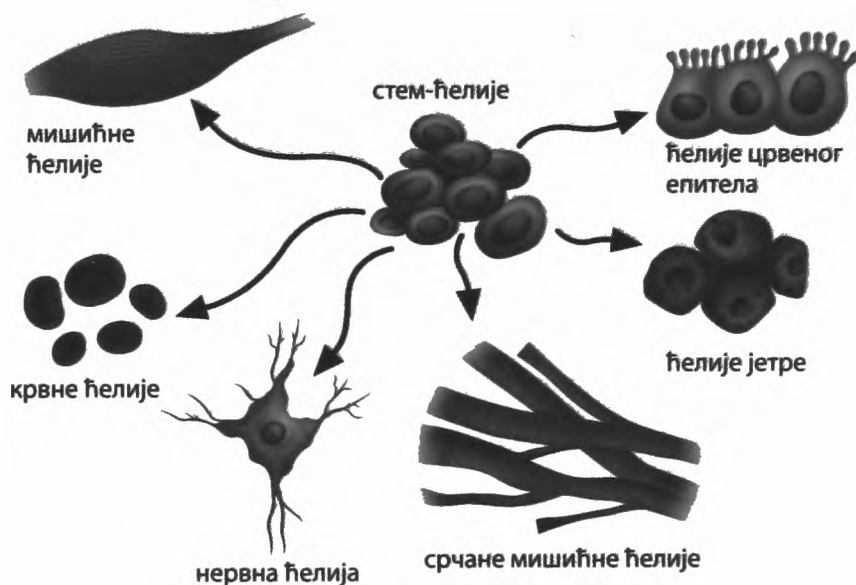


Размислите и одговорите на питање: Зашто је током органогенезе ембрион најосетљивији на дејство спољашњих фактора (разне хемикалије, радијација и др.) који изазивају урођене поремећаје?

Диференцијација

Диференцијација је процес током онтогенетског развића којим се ћелије или групе ћелија мењају по облику и функцији, чиме се оспособљавају за обављање одређене функције. Њоме се постиже разноврсност облика, структура и функција. Почетне ћелије су ембрионалне ћелије, а ћелије које настају од њих су најчешће сложеније и са смањеном способношћу деобе. Како процес диференцијације одмиче и ћелија се приближава завршном облику, постаје уско специјализована за обављање тачно одређене радње.

Сваки организам је клон ћелија потомака једне једине ћелије – оплођене јајне ћелије. Зато су све његове ћелије генетички истоветне, а разлике у њиховом облику, грађи и функцији настају током процеса диференцијације. Током диференцијације активирају се различите групе гена у различитим ћелијама.



Слика 2.27. — Хистогенеза

Хистогенеза је процес којим диференцијацијом ћелија настају ткива.

Вишећелијски организам поседује ограничен број диференцираних врста ћелија. Свака врста карактерише се одређеном морфологијом и сопственим молекулима. Диференцирана ћелија способна је да врши одређену улогу, а ту способност стекла је током хистогенезе. Специфичне функције ћелија задобијене током диференцирања задр-

жавају се читавог живота јединке. За време живота истрошене ћелије замењују се новим.



Размислите и одговорите на питање: Како се истрошене ћелије замењују новим ћелијама?

Број различитих врста ћелија далеко је мањи од укупног броја ћелија у организму. Тако, човек има више милиона ћелија, али само 200 врста ћелија (према неким ауторима, 300).

Диференцирана ћелија је прилично стабилна. Већина таквих ћелија не може се током нормалног развића преобратити у друге врсте ћелија.

Укратко



Клицини листови представљају материјал од којег ће се развити сва ткива и органи, и то како ембриона, тако и одрасле јединке.

Израда судбинских мапа је начин на који је могуће пратити шта ће од појединих бластомера настати током развића.

Диференцијација је процес током онтогенетског развића којим се ћелије или групе ћелија мењају по облику и функцији, чиме се оспособљавају за обављање одређене функције.

Задатак



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите још података о томе који органи и ткива настају од клициних листова. На рачунару или папиру нацртајте шематски приказ органа и ткива који настају од сваког клициног листа. На часу представите и објасните своје истраживање.

1. Повежите клицине листове с ткивима и органима човека који од њих настају.

Ткива и органи	Клицини листови
1 – крвно ткиво	А – ектодерм
2 – црево	Б – ендодерм
3 – мозак	В – мезодерм
4 – бубрези	
5 – крвни судови	
6 – коштано ткиво	

2. Објасните зашто је у одређеном периоду развића органа тело ембриона несразмерно.
3. Који од следећих органа НИЈЕ ендодермалног порекла:
- бубрег,
 - јетра,
 - плућа,
 - панкреас.
4. Довршите реченицу.
Процес којим се ћелије оспособљавају за обављање функција је _____

Проверите
научено

1. Осамнаести дан после оплођења сматра се почетком органогенезе људског ембриона. У органогенези прво учествују ектодерм и мезодерм, а нешто касније се укључује ендодерм.
2. Прве контракције срца људског ембриона јављају се 21. дана, а ембрионални крвоток 28. дана развића.
3. Код фетуса човека око четвртог месеца трудноће отпочиње еритропоеза (стварање еритроцита) у коштаној сржи и ту ће се одвијати током читавог живота јединке. Еритроцити су врхунски диференциране ћелије. Они су, у суштини, раствори хемоглобина окружени опном.



БИО-забавник

ЕМБРИОНАЛНИ ОМОТАЧИ (ЕКСТРАЕМБРИОНАЛНЕ ТВОРЕВИНЕ)



Кључне речи

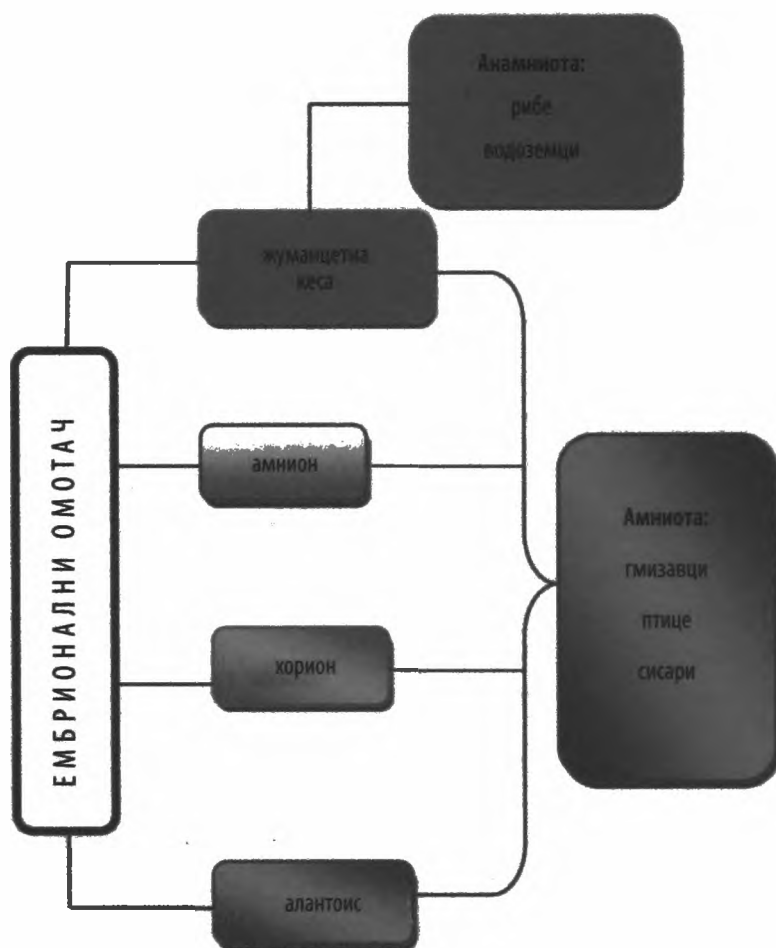
ембрионални омотачи
анамниота
амниота
жуманцетна кеса
амнион
хорион
алантоис
плацентална баријера
плацента

Код гмизаваца, птица и сисара формирају се четири ембрионална омотача, што указује на њихово заједничко еволуционо порекло.

Ембрионални омотачи не представљају део самог ембриона, али су неопходни за његово развиће и преживљавање (заштита, исхрана, снабдевање кисеоником и др.). Функционишу само током ембрионалног развића. У образовању тих структура учествују сва три клицина листа.

Код риба и водоземаца од ембрионалних омотача образује се само жуманцетна кеса. Зато се ти кичмењаци називају **анамниота** („без амниона”).

Код гмизаваца, птица и сисара, осим жуманцетне кесе, образују се још три ембрионална омотача: амнион, хорион и алантоис. Та група кичмењака назива се **амниота**. Код гмизаваца и птица ти омотачи представљају прилагођеност у развићу јаја која се полажу на копно. Код сисара ти омотачи су прилагођеност на интраутерино (у материци) развиће ембриона, па се од једног дела образује постељица.



Слика 2.28. — Подела кичмењака према ембрионалним омотачима

Жуманцетна кеса

Жуманцетна кеса има улогу резервоара жуманцета које се преко ње користи за исхрану ембриона. Организми чије јајне ћелије имају велику количину жуманцета (птице) имају добро развијену жуманцетну кесу. Код сисара та кеса губи значај у исхрани (исхрана се врши преко плаценте). У жуманцетној кеси сисара настају прве ћелије крви и првобитне герминативне ћелије, од којих настају гамети.

Амнион и хорион

Код гмизаваца и птица амнион и хорион образују се у виду двоструког амнионског набора који обавија ембрион и затвара га у амнионску дупљу. Дупља је испуњена течносту у којој се ембрион купа (код људских ембриона познатија као „плодова вода”, а амнион као „водењак”). На амнионском набору разликују се две површине (слоја): спољашња, окренута од ембриона,

јесте хорион („кожа”), а унутрашња, окренута ка ембриону, јесте амнион. Између амниона и хориона образује се дупља тако што се хорион потискује ка љусци јајета.

! Размислите и одговорите на питање: Како се на основу анализе епителних ћелија фетуса у амнионској течности (метода се назива амниоцентеза) може утврдити да ли ће беба имати Даунов синдром?

Улоге амниона и хориона код гмизаваца и птица су:

- заштита ембриона од исушивања (јаје је на копну, а ембрион се развија у води),
- заштита од механичких повреда (као водено јастуче),
- спречавање да се ембрион залепи за љуску јајета.

Истовремено, образовање амнионске дупље удаљава ембрион од површине јајета, односно од извора кисеоника (код птица).

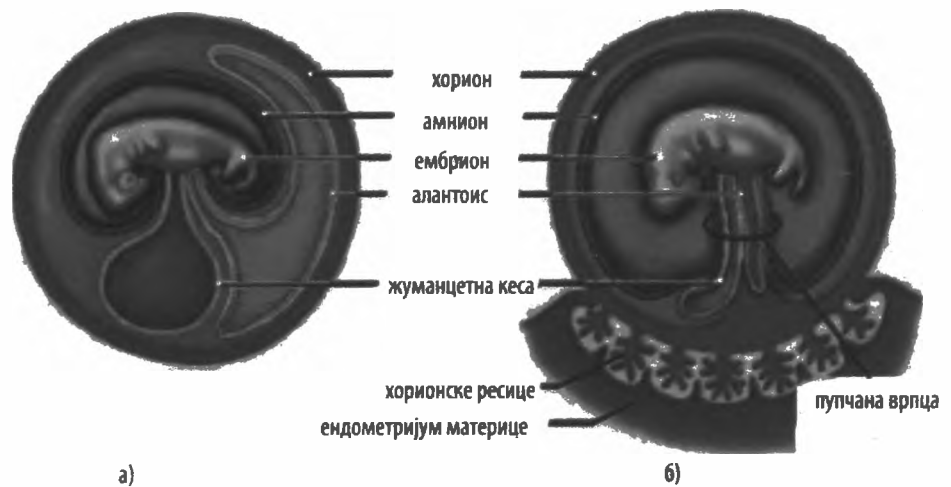
Код сисара хорион настаје од трофобласта, чији ензими разарају зид материце и омогућавају да се бластоцист у њега усади. Хорион формира израштаје у облику ресица (вили) који са зидом материце образују плаценту.

Алантоис

Алантоис настаје као кесаста избочина задњег црева, па се по пореклу сматра мокраћном бешиком. Алантоис се шири између амниона и хориона приближавајући се код гмизаваца и птица љусци јајета (извору кисеоника). Растом ембриона алантоис се коначно спаја са хорионом и омогућава дисање.

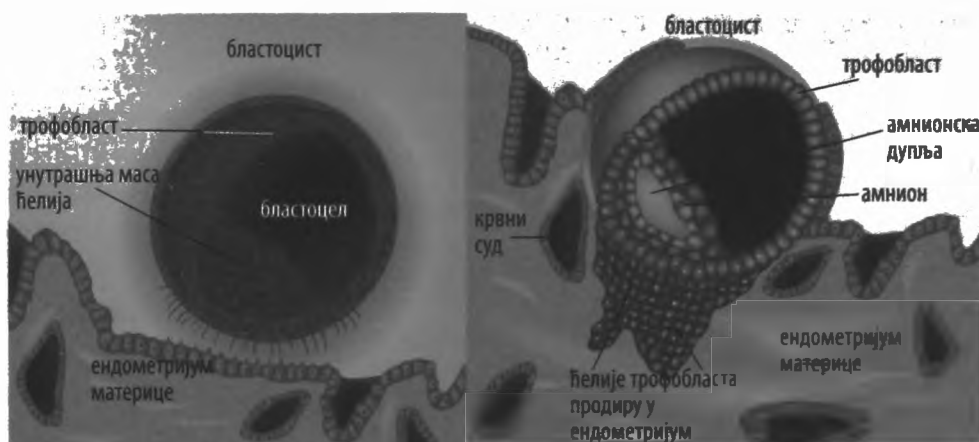
Код већине сисара алантоис залази у хорионске ресице – учествује у образовању плаценте. Алантоис је преко узане дршке у вези с ембрионом. Дршка жуманцетне кесе, алантоиса, пупчане вене и артерије заједно чине **пупчану врпцу**.

Примарна улога алантоиса код гмизаваца и птица је улога мокраћне бешике – одлагање непотребних и штетних материја у облику кристала мокраћне киселине. Секундарна улога је снабдевање ембриона кисеоником. Код сисара се задржала секундарна улога алантоиса гмизаваца и птица – снабдевање ембриона кисеоником и хранљивим материјама преко алантоиске мреже крвних судова.



Слика 2.29. – Ембрионални омотачи код птица (а) и сисара (б)

Плацента (постељица)



Пре имплантације

Имплантација

Слика 2.30. – Имплантација бластоциста за зид материце

Ембрионални омотачи сисара настају врло рано јер се животни процеси плода врше преко крвотока мајке. Бластоцист из јајовода улази у материцу и причврсти се за њен зид, што се назива **имплантација** (лат. *implantatio* – усађивање). Хорионске ресице различитих група сисара продиру до различитих слојева материце. Код еволутивно старијих организама само налажу на

епител зида материце, док код човека продиру у крвне судове, тако да су потпуно потопљене у крви мајке.

Плацентална баријера

Између крвотока мајке и крвотока ресица (ембриона) постоји **плацентална баријера**, која спречава мешање крви мајке и ембриона.

Плацентална баријера, иако има такав назив, јесте полупропустљива. Мали молекули пролазе кроз њу дифузијом – ка плоду пролазе вода и кисеоник, а у обрнутом правцу угљен-диоксид и уреа. Исто важи за соли и моносахариде. Пролазак сложених, великих молекула, какви су витамини, хормони, антитела, врши се пиноцитозом.

Извесни патогени организми и вируси могу да прођу кроз плаценталну баријеру и заразе плод. Тако продиру изазивачи сифилиса (бактерије), вируси – узрочници разних врста богиња (рубеола, варицела вируси), ХИВ-вирус. Лекови такође могу да пролазе кроз баријеру и узрокују оштећење плода.

Грађа и улоге плаценте

Плацента, дакле, јесте орган изграђен од материнског ткива (ендометријум материце) и ембрионалног ткива (хорионске ресице), који функционише само током интраутериног развића. Представља место размене материја између мајке и плода. Крв из постељице одлази у ембрион преко пупчане вене, а враћа се у плаценту преко пупчаних артерија. Основне улоге овог органа су:

- исхрана ембриона и размена гасова,
- одстрањивање штетних и непотребних материја,
- заштита,
- лучење хормона: естрогена и прогестерона, важних за одржавање трудноће.



Подсетите се шта сте научили о пиноцитози, дифузији и осмози.

.....

О грађи и улози плаценте код човека научићете више из анатомије и физиологије.

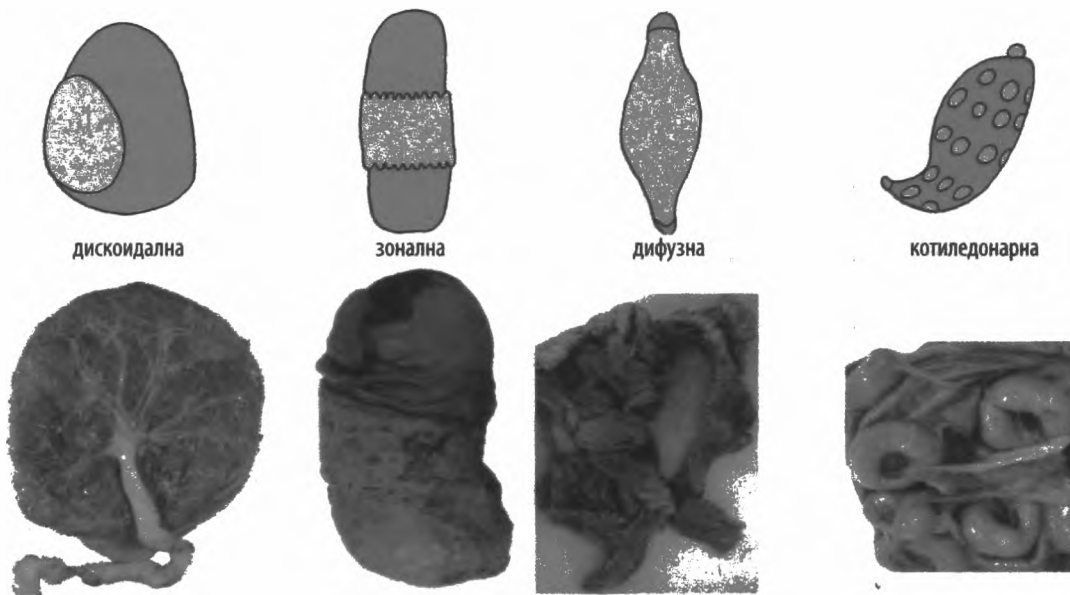


Ендометријум је унутрашњи слој зида материце.

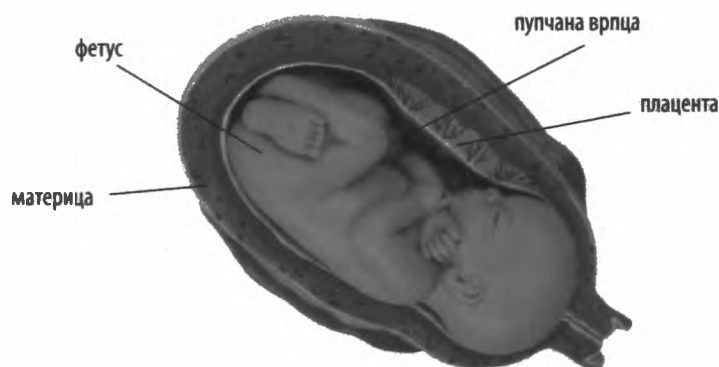
Типови плаценте

У зависности од распореда хорионских ресица, разликују се следећи типови плаценти:

1. **дифузна** – ресице су разбацане по целој површини хориона (код свиња),
2. **котиледонарна** – ресице су груписане у виду розете (котиледона), а између њих су делови глатког хориона (код говеда),
3. **зонална** – ресице су распоређене у виду појаса (код пса),
4. **бидискоидална** – ресице су ограничене на два предела облика диска, а остали делови хориона су глатки (код мајмуна),
5. **дискоидална** – ресице образују један диск (код човека).



Слика 2.31. – Типови плаценте према распореду хорионских ресица



Слика 2.32. – Дискоидална плацента код човека

Типови плаценти могу да се разликују и према томе који део ембрионалних омотача учествује у изградњи плаценте. По том критеријуму, разликују се два типа: хорио-вителинска и хорио-алантоиска плацента. Код **хорио-вителинске**

плаценте веза се успоставља између зида материце и дела хориона који је изнутра обложен жуманцетном кесом с њеном мрежом вителинских крвних судова (среће се код неких торбара). Код другог типа плаценте веза се успоставља преко хориона обложеног алантоисом. У **хорио-алантонској** плаценти крвни судови алантоиса обављају транспорт материја ка ембриону и из њега (присутна код свих плаценталних сисара).

Укратко



Ембрионални омотачи не представљају део самог ембриона, али су неопходни за његово развиће и преживљавање (заштита, исхрана, снабдевање кисеоником и др.).

Код риба и водоземаца од ембрионалних омотача образује се само жуманцетна кеса (називају се анамниота — без амниона). Код гмизаваца, птица и сисара, осим жуманцетне кесе, образују се још и амнион, хорион и алантоис, па се називају амниота.

Плацента је орган изграђен од материнског ткива (ендометријум материце) и ембрионалног ткива (хорионске ресице), који функционише само током интраутериног развића.

БИО-забавник



1. Пред сам порођај плацента је пречника 15–20 cm, дебљине око 3 cm, а тежине око 500–600 g.
2. Фетус гута амнионску течност, која се ресорбује у систему за варење и дисање и улази у крвоток фетуса.
3. Просечна дужина пупчане врпце је око 55 cm (од 30 до 90 cm), а пречника је 1–2 cm.
4. Код човека се амнион образује већ 12–14 дана после оплођења.
5. У циљу превенције појаве наследних болести које су последице промене у броју и структури хромозома, могуће је извршити анализу кариотипа фетуса. То се може урадити следећим методама: 1) хорионске ресице; 2) амниоцентеза и 3) кордоцентеза. Амниоцентезом (од 12. до 18. недеље трудноће) се узимају ћелије фетуса из амнионске течности, а кордоцентезом (после 18. или 20. недеље трудноће) из вене у пупчаној врпци. Првом методом се узима се узорак хорионских ресица, које у том периоду трудноће садрже велики број ћелија плода. Испитивање хорионских ресица врши се раније (од 9. до 11. недеље трудноће) и траје знатно краће, те зато има извесне предности у односу на остале две методе. Она ствара мање трауме код трудница зато што је период чекања на резултате краћи (око 6 дана).

1. Дефинишите појам плацентална баријера.
2. Повежите ембрионални омотач с његовом улогом.



Проверите
научено

Ембрионални омотача	Улоге
1 – амнион	А – складиште жуманцета за исхрану ембриона
2 – хорион	Б – мокраћна бешика код ембриона птица
3 – алантоис	В – Образује ресице које изграђују плаценту код сисара.
4 – жуманцетна кеса	Г – снабдевање ембриона птица кисеоником

3. На ком ступњу се врши имплантација код човека?
4. Наведите улоге жуманцетне кесе сисара.
5. Шта је заједничко за хорио-вителинску и хорио-алантоиску плаценту?
6. Попуните табелу.

Ембрионални омотач	Основна улога код	
	гмизаваца и птица	сисара
жуманцетна кеса		
амнион		
хорион		
алантоис		



Задатак

1. Количина плодове воде се мења током трудноће. У 4. месецу количина плодове воде је највећа, а најмања је пред сам порођај. Некада може да се деси да њена количина падне испод дозвољених граница. Тада се јавља поремећај **олигохидроамнион** (олигоамнион). На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о симптомима и последицама које може изазвати поремећај олигохидроамнион. Разговарајте о истраживању на школском часу.



Кључне речи

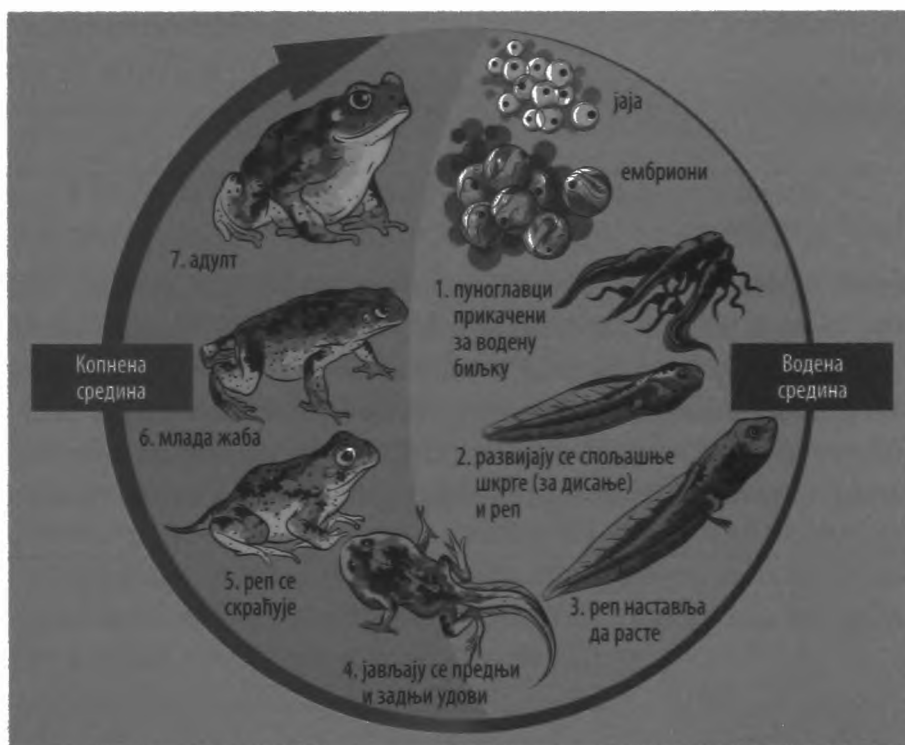
постембрионално развиће
постнатални период
метаморфоза
ларва
регенерација
старење
генетика старења

ПОСТЕМБРИОНАЛНО РАЗВИЋЕ

Постембрионално развиће је период индивидуалног развића које се дешава после изласка из јајних опни (излегања из јајета) или ембрионалних омотача (рођења). Код фетуса човека тај се период означава као **постнатални** (лат. *post* – после; *natalis* – рођење). Младунци се разликују од родитеља по величини, а код неких животиња и по изгледу. Током постембрионалног развића младунци расту, а ако не личе на родитеља, мењају и изглед. Осим тога, да би постали одрасле јединке (адулти), потребно је и да полно сазру.

Метаморфоза

Метаморфоза или **преображај** код животиња обухвата промене у организацији читавог организма којима од ларве настаје одрасли организам. Регулисана је хормонима. **Ларва** је посебан облик младунаца који пролазе кроз период метаморфозе (преображаја) да би постали слични одраслим јединкама своје врсте. Код бескичмењака се јавља врло често (инсекти), док је међу кичмењацима присутна код водоземаца. Поједине групе животиња имају јако сложено развиће током ког се смењује више ларвених ступњева који могу да буду веома различити. То је посебно изражено код паразитских облика пласматих црва (метиљи и пантљичаре).



Слика 2.33. – Животни циклус жабе с метаморфозом (1–7)

Током метаморфозе:

- образују се нови органи који функционишу код адулта, а ларве их нису поседовале (удови код одрасле жабе); промене којима се образују такви органи називају се прогресивне,
- редукују се или потпуно губе органи који су били неопходни ларви, а не потребни су адулту (нестају реп, шкрге пуноглавца, па су одрасле жабе без њих); промене којима се то дешава називају се регресивне,
- догађају се промене на органима који функционишу како код ларви, тако и код адулта.

Регенерација

Многе животиње поседују значајну пластичност и могу да залече ране настале у експерименту или у природи. Изгубљени делови могу се регенерисати (обновити), што значи да се развојни процеси неки пут могу поновити код одрасле јединке. Процеси зарастања озледа, обнављања изгубљених органа или већег дела тела називају се регенерација.

Способност регенерације разликује се код појединих група животиња. Сунђери могу да буду исечени на више делова и сваки од њих ће се развити у нову јединку. Тај начин регенерације је истовремено и бесполно размножавање јер од једне јединке настаје више јединки.

Код зглавкара регенеришу се удови (код ракова), као и код репатих водоземаца (даждевњаци), док се код гуштера може обновити реп, а код птица делови кљуна.

Код сисара је способност обнављања сведена на зарастање рана (**регенерација ткива**). У знатној мери се обнављају епително, везивно ткиво (хрскавица, кост, крвно ткиво) и ткиво јетре.



Размислите и одговорите на питање: Које ткиво одраслог човека нема способност регенерације?



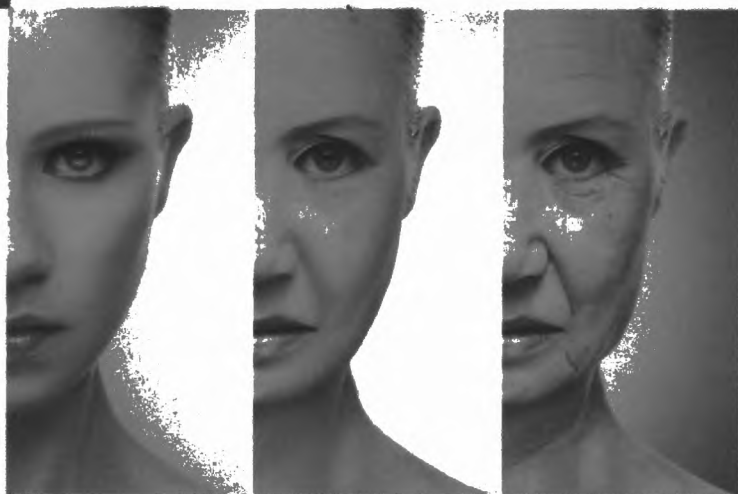
Слика 2.34. – Регенерација ноге даждевњака

Старење

Биолошко старење представља универзалан биолошки процес, природну фазу у индивидуалном развићу сваке јединке која се завршава смрћу. То је процес који представља генетички програмирано отказивање механизма који одржавају хомеостазу.



Подсетите се шта сте научили о хомеостази.



Слика 2.35. – Промене на кожи су најочљивије током процеса старења

Генетика старења бави се проучавањем промена на нуклеусном и митохондријском геному као узроку старења човека и других биолошких врста. Сва досадашња испитивања указују на чињеницу да су те промене значајан фактор у процесу старења.

У старости постепено слабе многе функције у организму, а смањују се величина тела и појединих органа. Функције полних органа се постепено смањују све док се у дубокој старости потпуно не угасе. Ране старих особа теже зарастају јер се ћелије спорије обнављају и промене на кожи су очљиве. Процеси старења код човека испољавају се на следеће начине:

- губитком воде из ћелија, што за последицу има задржавање токсина,
- успоравањем метаболизма и постепеним слабљењем функција појединих органа, при чему је нарочито смањена хормонска активност,
- таложењем соли калцијума у међупршљенским хрскавицама, што је последица смањеног кретања, а то смањује покретљивост кичме, па је стога старија особа повијена према напред,
- сужавањем крвних судова због склеротичних процеса, па се органи лошије снабдевају крвљу и то се одражава слабљењем њиховог рада,
- повећањем учесталости јављања најзаступљенијих врста канцера (плућа, дојке, дебелог црева и др.).

Ефекти старења животиња могу се пратити једино у вештачким, заштићеним срединама, као што су лабораторије и зоолошки вртови. У природним условима јединке су изложене нападима грабљивица, болести или недостатку хране, што узрокује њихову смрт у ранијем животном добу, тако да је старост ретка појава.

Укратко



Постембрионално развиће је период индивидуалног развића који се дешава после изласка из јајних опни (излегања из јајета) или ембрионалних омотача (рођења).

Метаморфоза код животиња обухвата промене у организацији читавог организма којима од ларве настаје одрасли организам и регулисана је хормонима. Процес зарастања озледа, обнављања изгубљених органа или већег дела тела назива се регенерација.

Биолошко старење представља универзалан биолошки процес, природну фазу у индивидуалном развићу сваке јединке која се завршава смрћу.

**Проверите
научено**

1. Објасните зашто паразити углавном образују велики број ларви.
2. Зашто најпростије животиње имају највећу моћ регенерације?
3. Шта проучава генетика старења?
4. Дефинишите постнатално развиће.
5. У каквој су вези хомеостаза и старење?
6. Која се ткива човека у знатној мери могу регенерисати?
7. Наведите примере регресивних промена које се јављају током метаморфозе жабе. Објасните одговор.

Задаци

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о врстама ларви код различитих група бескичмењака. Направите презентацију коју ћете представити на школском часу.
2. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о дужини живота појединих група животиња. Податке представите табеларно. Упоредите своје истраживање с истраживањима другова из разреда.

БИО-забавник

1. Неотенија (грч. *teinein* – истезати) јесте појава да се читавог живота задржавају неке особине ларви, јер се не завршава процес метаморфозе и истовремено ларве добијају способност размножавања. Проучавајући застој у развоју пуноглаваца, зоолог Јулијус Колман је први пут увео тај појам. Физиолошки је неотенија изазвана недовољним радом штитне жлезде, што може да буде условљено генетички или недостатком јода у води. Услед тога се хормони који изазивају метаморфозу и сазревање луче у недовољној количини, па се метаморфоза не завршава. Код неких организама је могуће додавањем хормона штитне жлезде, тироксина, изазвати метаморфозу.
2. Човечја рибица (*Proteus anguinus*), као и читава фамилија којој она припада, целог живота задржава спољашње шкрге и размножава се као ларва. Живи у подземним водама динарског карста од Словеније до Црне Горе, па добија типичне особине подземних облика: кожа без пигмента, слична људској (по томе је и добила име), очи закржљале и слабо развијене ноге.



Кључне речи

пренатални период
 постнатални период
 преембрионални период
 ембрионални период
 фетални период
 рађање
 неонатални период
 јувенилни период
 претпубертет
 пубертет
 адултни период
 старење
 смрт



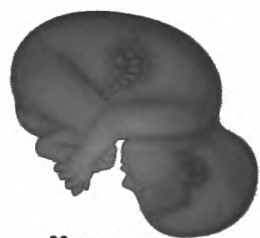
4. недеље



10. недеља



16. недеља



20. недеља

Слика 2.36. – Ембрион
 (4 недеље старости) и
 фетуси старости 10, 16
 и 20 недеља

ИНДИВИДУАЛНО РАЗВИЋЕ ЧОВЕКА

Сложен циклус индивидуалног развића може се поделити на два периода: **пренајални** и **посјнајални**. Пренајални период обухвата сложене морфолошке промене од сјварања зиота до рођења, а посјнајални низ промена од рођења, раста, полног сазревања, сјарења јединке, па до њене смрти.

Пренатални период

Наука која се бави проучавањем развића човека од оплођења до рођења јединке назива се **хумана ембриологија**. Развиће човека је непрекидан процес који започиње оплођењем јајне ћелије сперматозондом, при чему настаје зигот, да би се затим извршио сложен процес трансформације једноћелијског зигота у вишећелијски организам. Време потребно за развиће човека од оплођења до порођаја је 266 дана – 38 недеља. Међутим, како се тачно време оплођења обично не зна, за процену трајања трудноће и очекиваног термина порођаја користи се датум последње менструације. Прерачунато на тај начин, трудноћа траје две недеље дуже – 40 недеља, односно 280 дана (на 266 дана додато је 14 дана од последње менструације до оплођења).

Пренатални период се дели на три фазе: преембрионалну, ембрионалну и феталну.

Преембрионални период траје од оплођења до краја треће недеље. Током њега образују се зигот, морула, бластула, гастрела и догађа се имплантација.

Ембрионални период траје од почетка четврте недеље по оплођењу па до краја осме недеље. Током тог периода образују се органи (органогенеза), ткива (хистогенеза) и региони тела (глава, труп, удови).

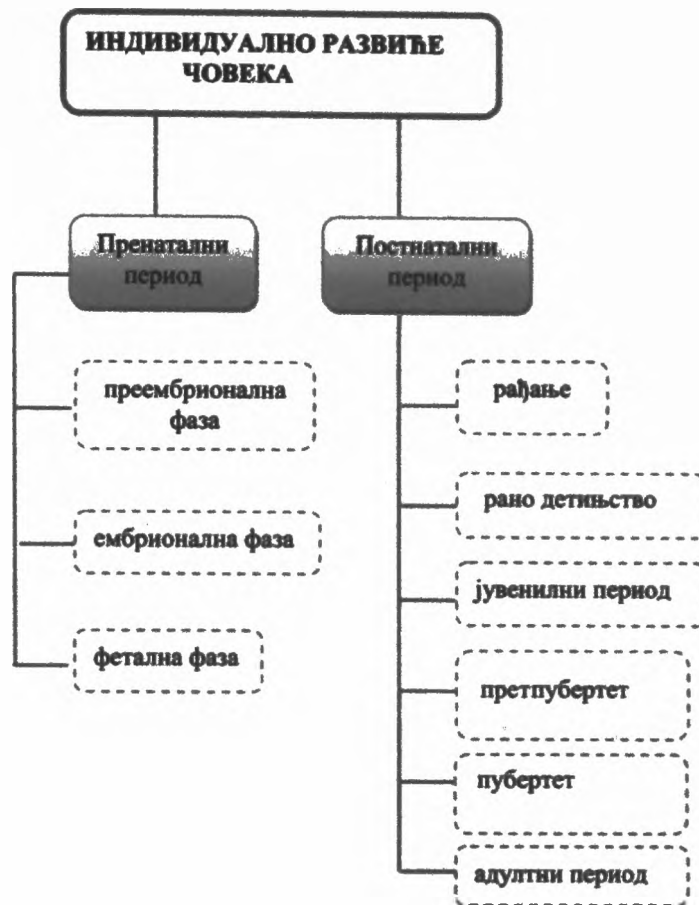
Фетални период траје од почетка 9. недеље по оплођењу све до рођења. Одликују га брз раст тела и диференцирање ткива и органа. У том периоду раст главе је успорен у односу на раст осталих делова тела.



Уобичајено је да се после 8 недеља развића људски ембрион означава као фетус.

Постнатални период

Већина развојних промена одиграва се пренатално, током ембрионалног и феталног периода, али се неке промене одвијају и постнатално – као мијелинизација нервних влакана, развој зуба и млечних жлезда жене. Та фаза обухвата рађање, рано детињство (неонатални период), детињство (јувенилни период), претпубертет, пубертет и адултни период.



Слика 2.37. – Фазе индивидуалног развића човека

Рађање

Пред само рођење плод заузима положај најпогоднији за његов излазак из тела мајке, а то је главом надолe. Порођај почиње грчењем мишића материце, прскањем амниона и ослобађањем плодове воде. Одмах по рађању бебе пресеца се пупчана врпца и пупак се заштити од инфекције.

Рано детињство

Рано детињство обухвата период од рођења до краја прве године живота. У том периоду је раст најинтензивнији, дојенче достигне висину од око 75 cm и тежину око 4 пута већу од оне при рођењу (дете од годину дана тешко је око 12–14 kg). У том периоду је окоштавање јако брзо, па скелет постаје чвршћи, што омогућава слободне покрете детета.

Јувенилни период

Период детињства траје до седме године живота. Током њега развијају се психофизичке способности. У другој години живота дете научи да хода, изговара прве речи, а покрети му постају складнији. Развијају се памћење, способност разликовања боја, дете разликује појмове и др.

Претпубертет

Почиње у осмој години живота и траје до уласка у пубертет. То је време поласка у школу, када дете учи да чита и пише, добро памти, изводи логичке закључке. Пред сам крај тог периода појављују се знаци секундарних полних одлика.

Пубертет

Време почетка пубертета се разликује код девојчица и дечака. У том периоду секундарне полне одлике се развијају до краја, постиже се полна зрелост, јављају се убрзан раст и промене у понашању.



Подсетите се које ћелије луче тестостерон.

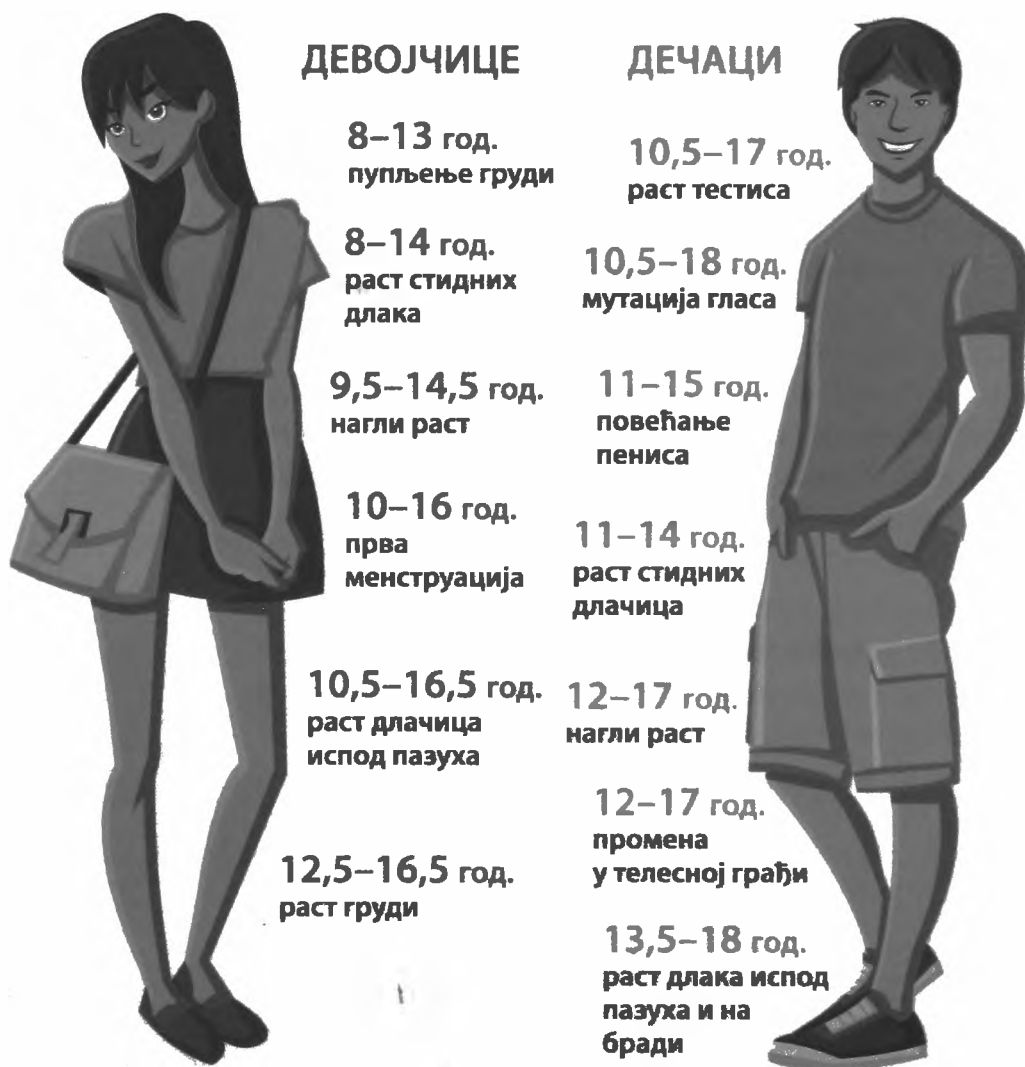


Наведите примарне полне одлике човека.

Код девојчица први знак пубертета јесте раст груди под утицајем хормона естрогена, који се лучи у јајницима. Упоредо с тим расту утерус и вагина и јавља се маљавост око полних органа. Прва менструација јавља се око 13. године, а полна

зрелост се огледа у овулацији. Први знак пубертета код дечака јесте увећање тестиса, а годину дана касније јавља се раст пениса, простате и других жлезда. Полну зрелост, способност сперматогенезе дечаки постижу, слично као и девојчице, између 14. и 15. године живота. У 14. години у јутарњој мокраћи дечака могу се наћи први сперматозоиди.

У том периоду догађа се нагли раст организма и органа (јетре, панкреаса, срца, плућа), који свој максимум брзине достиже око 12. године код девојчица, односно 14. године код дечака. Растење се успорава око 16. године код девојака и око 18. године код младића.



ДЕВОЈЧИЦЕ

8–13 год.
пупљење груди

8–14 год.
раст стидних
длака

9,5–14,5 год.
нагли раст

10–16 год.
прва
менструација

10,5–16,5 год.
раст длачица
испод пазуха

12,5–16,5 год.
раст груди

ДЕЧАЦИ

10,5–17 год.
раст тестиса

10,5–18 год.
мутација гласа

11–15 год.
повећање
пениса

11–14 год.
раст стидних
длачица

12–17 год.
нагли раст

12–17 год.
промена
у телесној грађи

13,5–18 год.
раст длака испод
пазуха и на
бради

Слика 2.38. — Развојне промене у пубертету

Под дејством хормона тестостерона код дечака се увећава мишићна маса и шире се рамена, док код девојчица естроген изазива ширење карлице. Код дечака се под дејством андрогених хормона надбубрежних жлезда јавља више физиолошких прилагођености. Повећавају се запремина срца и плућа, а расте и систолни крвни притисак, пулс постаје нижи, а количина хемоглобина већа него код девојчица.



Објасните зашто дечаци имају више хемоглобина у крви од девојчица.

Ове наведене промене праћене су јасним променама у понашању. Младим особама неопходни су разумевање у виду савета и разговори.

Адултни период или период одрасле јединке наступа после 20. године. У то време организам је способан за стварање потомства и испуњавање родитељских дужности. Завршава се постепеним старењем и смрћу јединке.

Индивидуално развиће човека може се поделити на пренатални период и постнатални период.

Пренатални период се дели на три фазе: преембрионалну, ембрионалну и феталну.

Време потребно за развиће човека од оплођења до порођаја је 266 дана – 38 недеља.

Постнатални период обухвата рађање, рано детињство, јувенилни период, претпубертет, пубертет и адултни период.

Адултни период завршава се постепеним старењем и смрћу јединке.



Укратко

1. Колико хромозома садржи телесна ћелија човека у ембрионалном периоду а колико у пубертету?

2. У ком периоду пренаталног развића нема раста ћелија?

3. Израчунајте очекивани термин порођај ако се зна да је последњи менструални циклус био 1. новембра.

4. Довршите реченице.

Најдужи период у пренаталном развићу човека је _____.

Повећање запремине плућа и срца код дечака у пубертету је под директним утицајем хормона _____.

5. Допуните реченицу.

Интензиван раст и брзо окоштавање скелета карактеристични су за _____ период.



Проверите
научено

Задатак



Користећи уџбеник и податке с интернета, направите табеларни преглед индивидуалног развића човека.

Периоди индивидуалног развића		Трајање	Главне промене
Пренатални период	преембрионални период		
	ембрионални период		
	рани фетални период		
	касни фетални период		
Постнатални период	рађање		
	неонатални период		
	јувенилни период		
	претпубертет		
	пубертет		
	адултни период		

Резултате упоредите с резултатима осталих ученика у одељењу.

ПОРЕМЕЋАЈИ РАЗВИЋА

Развиће је контролисано наследном основом, односно одвија се по плану уписаном у њеном зиготу.

Грешке у геному одразиће се у виду прекида ембриогенезе (смрт плода) или ће се родити јединка с **конгениталним** (урођеним) поремећајима (конгениталан поремећај настаје пре или током рођења).

Узроци тих поремећаја могу да буду:

- **мутације** (промене) гена или хромозома,
- **деловање штетних фактора средине** попут лекова, вируса, исхране, зрачења итд.,
- **мултифакторијални чиниоци** – заједничко дејство више гена и фактора средине.

У зависности од тога у ком периоду развића се испољавају, како грешке у геному, тако и утицаји фактора спољашње средине, разликују се следеће неправилности:

1. **гаметопатије** – представљају пропадање неправилно формираних (аберантних) гамета; аберантни гамети имају измењену морфологију (структура, облик), какви су, нпр.:

- сперматозоиди без репа, с два репа, с две главе,
- јајна ћелија с два једра или с више једара.



Слика 2.39. – Нормално и неправилно формирано сперматозоиди

Проучите слику 2.39 и опишите неправилности које се могу јавити на сперматозоидима.

Неки неправилно формирано гамети могу да преживе и изврше оплођење и тада се образује дегенерисан зигот; такав зигот може да угине или да настави да се развија,



Кључне речи

конгенитални поремећаји
гаметопатије
бластопатије
ембриопатије
фетопатије
тератогени чиниоци
фетусни алкохолни синдром



Плодност мушкарца је нарушена ако неправилно формирано сперматозоида има више од 30%.

2. **бластопатије** – поремећаји бластоциста (нпр. бластоцист без унутрашње масе ћелија); такав бластоцист или угине пре имплантације или се одбаци непосредно после имплантације,

3. **ембриопатије** – одбацивање плода у ембрионалном периоду (ембриогенези); плодови који се спонтано одбацују до трећег месеца трудноће имају грешке у броју и структури хромозома; тај период је најосетљивији на деловање фактора спољашње средине; најкритичнији за деловање спољашњих чинилаца је период гаструлације јер се тада формира општи план грађе, односно образују се клици-ни листови; гаструлација се дешава 14–18. дана након оплођења, дакле још пре жениног сазнања о трудноћи,

4. **фетопатије** – поремећаји на ступњу фетуса; у том периоду плод је мање осетљив и на генетичке грешке и на факторе средине; ипак, органи који у том периоду сазревају, посебно мозак и уrogenитални органи, и даље остају осетљиви.

Тератогени чиниоци

Спољашњи фактори који изазивају оштећења плода, урођене поремећаје називају се **тератогени фактори** (*terata* – наказа). У њих се убрајају многе хемикалије (укључујући и лекове), вируси, бактерије, радијација, недостатак у исхрани (нпр. витамина) и др. Плацентална баријера и мајчин организам не могу заштитити ембрион од њиховог деловања.

Лекови с тератогеним деловањем су многи антибиотици (тетрациклин, стрептомицин), цитостатици, неки седативи, алкохол и др. Посебно треба истаћи дејство алкохола, који изазива бројне поремећаје који се називају **фетусни алкохолни синдром**. Симптоми тог синдрома су многоструки: срчане мане, деформитети зглобова, удова и прстију, слаб физички раст пре и после рођења, проблеми с видом или слухом, умна заосталост, поремећај у понашању, спавању, учењу и др. Такође, сматра се да је најчешћи узрок појаве умне заосталости деце то што мајка узима алкохол за време трудноће.

Укратко

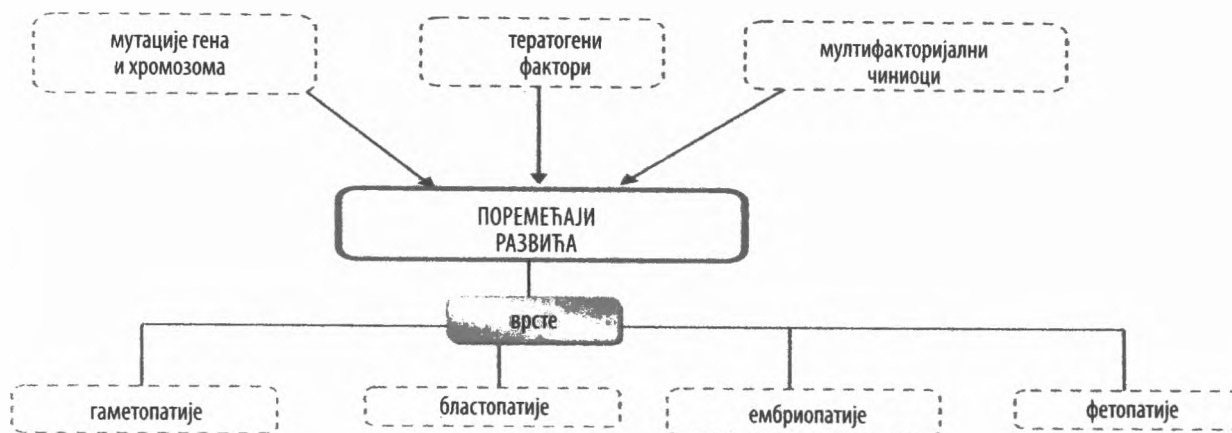


Грешке у геному одразиће се у виду прекида ембриогенезе (смрт плода) или ће се родити нова јединка с конгениталним (урођеним) поремећајима. Узроци тих поремећаја могу да буду мутације гена или оштећења хромозома, деловање штетних фактора средине, мултифакторијални чиниоци. Неправилности које се могу јавити током развића су: гаметопатије, бластопатије, ембриопатије и фетопатије. Спољашњи фактори, који изазивају оштећења плода, урођене поремећаје, називају се тератогени фактори. У тератогене факторе убрајају се многе хемикалије (укључујући ту и лекове), вируси, бактерије, радијација, недостатак у исхрани и др.



Подсетите се шта сте научили о плаценталној баријери.

Мапа лекције



1. Објасните појам тератогени фактори.
2. Набројте тератогене факторе.
3. У ком периоду развића је ембрион најосетљивији на тератогене факторе?
4. Зашто је фетус мање осетљив од ембриона на дејство фактора спољашње средине?
5. Наведите узроке рађања детета с конгениталним поремећајима.

Проверите
научено

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о тератогеним факторима. Да ли човек може од њих да се заштити или да умањи њихово дејство? Разговарајте на часу о свом истраживању.

Задаци

Најпознатији лек с тератогеним деловањем је талидомид, који је 50-их година прошлог века преписиван трудницама као благо средство за смирење. Током 10 наредних година узроковао је рађање 10.000–12.000 деце с тешким телесним оштећењима, па је повучен из употребе. Дешавања повезана с овим леком позната су као талидомидска трагедија. Бебе су се рађале с тешким оштећењима удова или њиховим потпуним одсуством, као и с аномалијама унутрашњих органа.



БИО-забавник

ПРОВЕРИТЕ СВОЈЕ ЗНАЊЕ

ТЕСТ 2.

1. Од датих појмова изаберите одговарајуће и допуните реченицу.

Регенерација као облик _____ размножавања јавља се код _____.

- а) планарије
- б) полног
- в) бесполог
- г) гуштера
- д) даждевњака

2. Уписивањем бројева од 1 до 5 поређајте по реду ћелије које настају током сперматогенезе, и то од најраније до најкасније.

___ – примарна сперматоцита, ___ – сперматид, ___ – секундарна сперматоцита,
___ – сперматогонија, ___ – сперматозоид

3. Заокружите слово испред тачног одговора.

Који од понуђених одговора није карактеристичан за старење?

- а) Количина воде у ћелији се смањује.
- б) Слабе функције појединих органа.
- в) Појачано се излучују хормони.
- г) Сужавају се крвни судови.

4. Допуните реченице.

- а) Једра сперматозоида и јајне ћелије имају _____ број хромозома.
- б) Код вивипарних животиња исхрана и заштита ембриона обављају се преко _____.
- в) Оплођење се код човека одвија у _____.
- г) Место образовања првих крвних ћелија у људском ембриону је _____.

5. Повежите клицине листове (ембрионске слојеве) с органима/ткивима који од њих постају.

- 1 – ектодерм
- 2 – ендодерм
- 3 – мезодерм

- А – јетра
- Б – мишићи
- В – унутрашњи скелет
- Г – бубрези
- Д – мозак
- Ђ – епидермис коже

6. Попуните дату табелу у којој ћете приказати однос између врсте јајних ћелија, количине жуманцета у јајној ћелији и типове браздања.

	Врсте јајних ћелија	Количина жуманцета	Типови браздања
1.			
2.			
3.			
4.			

7. Број хромозома у примарној сперматоцити неког организма је 24. Израчунајте број:

- а) хроматида у сперматиди _____,
- б) хромозома у сперматиди _____,
- в) хроматида у секундарној сперматоцити _____,
- г) хроматида у сперматозоиду _____.

8. Заокружите слово испред тачног одговора.

Овулацијом се из јајника жене ослобађа:

- а) примарна ооцита,
- б) секундарна ооцита,
- в) полоцита I и полоцита II,
- г) јајна ћелија заустављена у мејози I.

9. Бластомере на раном ступњу развића јесу тотипотентне, док су ембрионалне матичне ћелије плурипотентне. Објасните разлику између тотипотентних и плурипотентних ћелија.

10. Повежите фазе индивидуалног развића човека с одговарајућим процесом који се одвија у њима.

- 1 – преембрионални период
- 2 – ембрионални период
- 3 – фетални период

- А – органогенеза
- Б – бластулација
- В – гаструлација
- Г – брз раст тела
- Д – хистогенеза

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ЕКОЛОГИЈЕ

3

У овом поглављу сазнаћете о:

- предмету истраживања и значају екологије,
- структури екосистема,
- процесима који се одигравају у екосистему,
- односима организама у ланцима исхране,
- структури биосфере,
- биогеохемијским циклусима у биосфери,
- значају биодиверзитета за опстанак живота на Земљи.



ДЕФИНИЦИЈА, ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА И ЗНАЧАЈ ЕКОЛОГИЈЕ



Кључне речи

екологија
биотички фактори
абиотички фактори
животна средина
живи организми
заштита животне средине



Реч екологија потиче од две грчке речи: *oikos* – кућа, дом, станиште и *logos* – наука.

Екологија је наука која се бави изучавањем односа које жива бића имају међу собом, њиховог односа са спољашњом средином и начином на који су се прилагодила условима те средине. Појам екологија у биологију је увео немачки научник Ернст Хекел (1866). На нашим просторима екологијом се први бавио српски биолог Синиша Станковић.

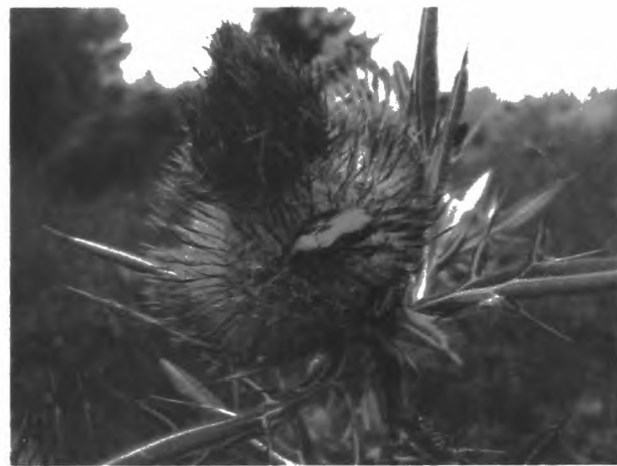
Према дефиницији, предмет проучавања екологије јесу **живи организми**, као и њихова **животна средина** (нежива природа). Трећи предмет изучавања екологије јесу **односи** који се успостављају између живих организама, као и између њих и спољашње средине.

Живи организми изучавају се као појединачне јединке, али и као групе организама исте врсте или различитих врста. Најчешће се проучавају њихове прилагођености (у изгледу и начину функционисања) специфичним условима у животној средини, као и различити односи који постоје између њих, као што су односи размножавања и исхране.

Свака јединка је у свом животном простору окружена другим јединкама исте врсте или различитих врста, као и неживом природом (ваздух, земљиште, вода). Они представљају **живу (биотичку) и неживу (абиотичку) компоненту екосистема**. Задатак екологије је да проучи прилагођености организама средини у којој живе, као и законитости које се успостављају у односима у природи.



Слика 3.1. – Јединке у свом животном простору



Слика 3.2. – Организми различитих врста у свом животном простору



Објасните нивое изучавања екологије на основу датог низа: организам -> популација -> биоценоза -> екосистем.

За разлику од екологије, која је данас једна од најзначајнијих природних наука, **заштита животне средине** представља дисциплину која примењује знања из екологије да би се ефикасно заштитила и очувала

природна средина. Познавање и разумевање еколошких закона који владају у природи омогућава нам да на правилан начин чувамо природне ресурсе да се не би нарушила осетљива равнотежа биосфере на Земљи. Применом принципа савремене заштите животне средине могуће је одржати ту равнотежу.

Еколошка знања увелико се примењују у пољопривреди, шумарству, ловству, рибарству, медицини и другим областима људске делатности и омогућавају да се избегну многе штетне

и често трагичне последице људског деловања на природу. Опстанак многих биљака и животиња је угрожен. Ради добијања пољопривредног земљишта човек је искрчио огромна прострaнства шума. Степен загађености животне средине (пестицидима, хербицидима, отпадним водама итд.) достигао је толики ниво да је угрожен опстанак и самог човека. Поштовањем основних еколошких принципа могуће је очувати природна богатства и разноврсност органских врста на Земљи.

Екологија је наука која се бави изучавањем односа које живи организми имају међу собом, њиховог односа са спољашњом средином и начина на који су се прилагодили.

Заштита животне средине представља дисциплину која примењује знања из екологије да би се ефикасно заштитила и очувала природна средина.



Укратко

1. Објасните разлику између екологије и заштите животне средине.
2. Наведите шта је предмет изучавања екологије.
3. Који је задатак екологије?
4. Набројте абиотичке и биотичке факторе.



Проверите
научено

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите податке о утицају биотичких и абиотичких фактора на живот људи у различитим деловима света. Своје истраживање прикажите у виду презентације и разговарајте о овој теми на часу.



Задатак

Еколози су научници који изучавају екологију, проучавају односе између живих организама и њихове околине. Неки еколози проучавају специфичне врсте или станиште. Проучавају понашање једне врсте да би видели како ступа у интеракције с другим организмима и са животном средином. Еколог може да проучава много различитих врста које или зависе једне од других (нпр. ланци исхране), или се међусобно такмиче за храну и простор. Постоје области екологије које тек треба да буду откривене.



БИО-забавник

СТРУКТУРА ЕКОСИСТЕМА



Кључне речи

екосистем
биоценоза
биотоп
еколошки фактори
произвођачи
потрошачи
разлагачи
ланци исхране
метаболизам биоценозе
мреже ланаца исхране
трофичке пирамиде
трофичка структура
трофички ниво

Екосистем је еколошки систем који чине биоценоза (заједница живих организама), биотоп (станиште у ком живе) и односи који постоје између њих.

Оштре границе између суседних екосистема не постоје, па тако они могу да се преклапају или се један екосистем може налазити у другом (екотон). Екосистеми могу да буду веома мали (нпр. пало дрво у шуми) или велики (нпр. шума).

Просторно блиски екосистеми (налазе се на мањем географском подручју) удружују се у пределе. Предела се удружују у биоме који изискују велика географска пространства. Сви биоми удружени су у највећи и најсложенији систем, биосферу. Без обзира на величину и различитост, у свим екосистемима одвијају се исти основни процеси, од којих су два посебно важна: протицање енергије и кружење материје. Правилно функционисање тих процеса од виталног је значаја за опстанак организама у екосистему и за очување самог екосистема.



Слика 3.3. — Мали екосистем (оборено стабло) у великом екосистему (шума)

Биотоп

Сваки организам живи у одређеном типу животног станишта, у једном језеру, реци или пустињи. На свако живо биће у његовом станишту делују друга жива бића, нежива материја и различити облици енергије (светлост,



Слика 3.4. — Горила живи у одређеном типу животног станишта

топлота). Простор који се одликује специфичним комплексом еколошких фактора назива се животно станиште или биотоп. Биотоп насељава једна животна заједница (биоценоза) коју чини специфичан скуп различитих врста биљака, животиња, гљива и микроорганизама. Сви услови који одређују спољашњу средину и омогућавају живот одређеног организма у њој означени су као **животни или еколошки фактори**.

Еколошки фактори одређују услове живота у станишту и могу да буду абиотички и биотички. Абиотички услови обухватају особине земљишта, климе, рељефа итд. Биотички фактори обухватају све утицаје који постоје између живих организама, као и утицаје живих организама на спољашњу неживу средину. Утицај човека на живи и неживи свет у природи издваја се као посебан биотички фактор.

Биоценоза

Биоценоза представља биолошки систем образован од **популација** различитих врста биљака, животиња, гљива и микроорганизама. Између чланова биоценозе успоставља се читав сплет различитих односа. Састав популација различитих врста у животној заједници веома је специфичан.



Слика 3.5. – Биоценоза језера

Свака биоценоза одликује се одређеним особинама: састав врста и бројност јединки сваке врсте, одређени односи исхране, просторни и временски распоред популација.

У оквиру биотопа живи организми задовољавају своје потребе: крећу се, хране се, дишу, размножавају, налазе заклон и заштиту итд. Они успостављају врло сложене међусобне односе и истовремено се одређеним односима повезују с околином у којој живе.



Слика 3.6. – Биотоп насељавају припадници одговарајуће биоценозе.



Објасните зашто нека биолошка врста припада популацији, биоценози, екосистему и биому.

Еколошка ниша

Еколошка ниша подразумева простор и ресурсе које одређена врста изискује за свој живот и своју функционалну улогу у животној заједници (нпр. врсту исхране). Свака врста у биоценози има своју еколошку нишу, користи свој део ресурса и заузима свој део простора. Еколошка ниша говори о улози једне врсте у екосистему. Често се говори да нека врста заузима одређену еколошку нишу, што заправо значи да се она разликује од друге врсте у погледу, нпр., начина исхране, периода активности, коришћења различитих склоништа и др. Сливовито објашњено – појам животно станиште једног организма можемо схватити као његову адресу, а еколошку нишу као професију.

Еколошки односи

Функционално јединство свих компонената екосистема заснива се на међусобним односима живих организама и интеракцијама с њиховом неживом околином. Екосистеми су врло сложени и динамични системи јер их

одликују бројне структурне и функционалне особине (односи исхране, кружење материје, протицање енергије и др.). Свака промена у саставним деловима екосистема одражава се на систем у целини.

У сваком екосистему разликују се три типа односа између његових саставних делова:

1. **акције**, које представљају утицаје неживе природе на живе организме,
2. **реакције** – дејства живих организама на биотоп,
3. **коакције** – узајамни утицаји самих организама; њима припадају сви односи исхране у биоценози и бројни конкурентски односи (за задовољавање потреба за храном, заштитом, размножавањем и др.).

Односи исхране (трофичка структура)

Основни начин узајамног повезивања чланова једне животне заједнице представља **метаболизам биоценозе**. Он чини основу организације њеног живота, тј. њену трофичку структуру. Односи исхране чврсто повезују све врсте чланова биоценозе. Према начину исхране, сви чланови биоценозе сврставају се у две основне функционалне групе: аутотрофе и хетеротрофе.

Аутотрофни чланови биоценоза су **произвођачи** органских материја који непосредно или посредно служе као храна за хетеротрофне организме. Хетеротрофни организми сврставају се у две основне функционалне групе: потрошаче и разлагаче. **Потрошачи** у исхрани користе друге живе организме или њихове делове, док **разлагачи** разграђују угинуле и полураспаднуте делове других организама. Постоји више категорија потрошача: **биљоједи** (хране се биљкама), **месоједи** (хране се другим животињама), **сваштоједи** (хране се и биљкама и животињама) и различити **детритоједи**, који се хране остацима угинулих распадајућих организама.

Разлагачима припадају **хетеротрофне бактерије и гљиве**. Ти организми разлажу остатке органских супстанци до неорганских састојака (угљен-диоксида и воде). На тај начин враћају их у природу у облику употребљивом за биљке. Од тих материја биљке фотосинтезом поново стварају органске материје богате енергијом.



Подсетите се шта су аутотрофи и хетеротрофи.

Органску материју, коју производе зелене биљке фотосинтезом, користе читави низови потрошача. Заједно с произвођачем, који се налази у основи низа, серија потрошача образује **ланац исхране**.



Слика 3.7. – Ланац исхране

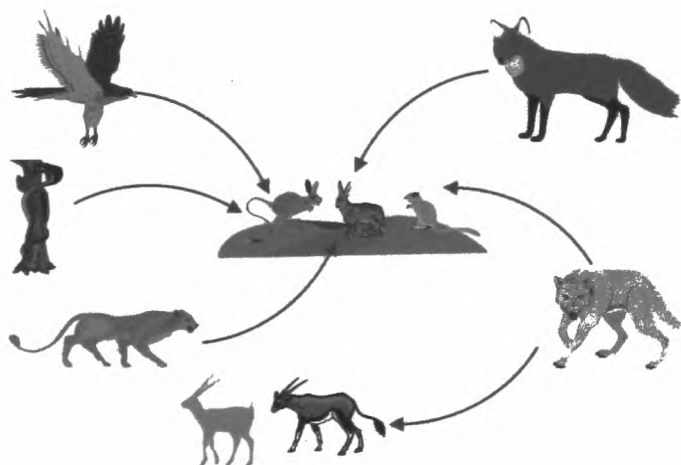
Сваки организам заузима специфично место у ланцу исхране и оно је познато као његов **трофички ниво**. Прва карика у ланцу, први трофички ниво су произвођачи, који синте-

зом органских материја обезбеђују храну за све остале трофичке нивое. Други трофички ниво заузимају биљоједи, који се означавају као примарни потрошачи (потрошачи првог реда). На трећем трофичком нивоу су потрошачи другог реда, месоједи, који се хране биљоједима. Месоједи, који једу друге месоједе, на четвртном су трофичком нивоу итд. Последњу карику у ланцу чини потрошач који у животној заједници нема директних природних непријатеља.

Треба имати у виду да једна врста у истом екосистему и у исто време може да заузима више трофичких нивоа. Тако, врабац је потрошач првог реда када се храни семенима, плодовима. Истовремено врабац је и потрошач другог реда када се храни црвима и инсектима.



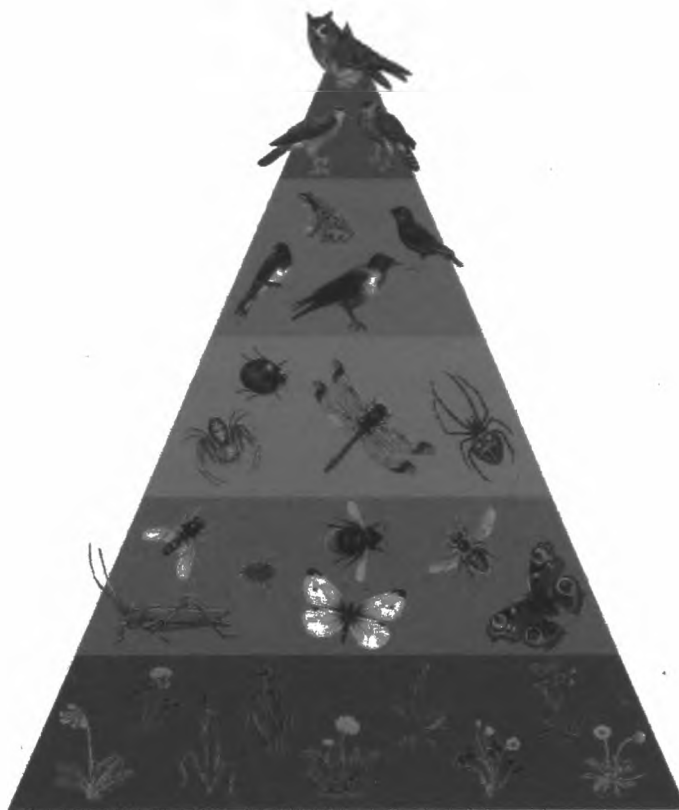
Колико трофичких нивоа може да заузима човек?



Слика 3.8. – Мрежа исхране

Животиње потрошачи су обично истовремено чланови више ланаца исхране јер се ретко хране само једном врстом биљака и животиња. Исто тако, биљка произвођач скоро редовно представља почетну карику за већи број ланаца исхране. То значи да различити ланци исхране имају заједничке карики помоћу којих се укрштају и чине сплет (мрежу) исхране.

Ланци исхране показују једну општу правилност: бројност и биомаса свих организама који припадају одређеним трофичким нивоима опадају у смеру од произвођача ка крајњем потрошачу. Графички се то представља помоћу **трофичких пирамида биомасе и бројности**, при чему основу пирамиде чине произвођачи а врх крајњи потрошачи.



Слика 3.9. – Трофичка пирамида бројности и биомасе

Међутим, чест је случај да се у сваком наредном трофичком нивоу повећава маса јединке, а смањује број јединки, односно јединке су у сваком наредном трофичком нивоу све крупније. Шума има велику биомасу (основа пирамиде) и у њој живи мноштво биљних инсеката. Такође бројни, али мање од претходних, јесу инсекти месоједи. У односу на њих, далеко је мање птица које се хране инсектима. Чitava шума може да буде станиште само једном пару птица грабљивица (врх пирамиде). Од тог

правила одступају паразитски ланци исхране пошто сићушац паразит може да има много крупнијег домаћина. У воденим екосистемима такође се јавља одступање јер биомаса риба далеко превазилази биомасу фитопланктона којим се рибе хране.

Укратко



Екосистем је еколошки систем који чине биоценоза (заједница живих организама), биотоп (станиште у ком живе) и односи који постоје између њих.

Сви услови који одређују спољашњу средину и омогућавају живот одређеног организма у њој означени су као животно или еколошки фактори.

Простор, који се одликује специфичним комплексом еколошких фактора, назива се животно станиште или биотоп.

Биоценоза представља биолошки систем образован од популација различитих врста биљака, животиња, гљива и микроорганизама.

Аутотрофни чланови биоценоза су произвођачи органских материја.

Хетереотрофни организми сврставају се у потрошаче и разлагаче. Потрошачи у исхрани користе друге живе организме или њихове делове, док разлагачи разграђују утинуле и полураспаднуте делове других организама.

Заједно с произвођачем, који се налази у основи низа, серија потрошача образује ланац исхране.

Различити ланци исхране имају заједничке карице помоћу којих се укрштају и чине мрежу ланаца исхране.

Ланци исхране показују општу правилност: бројност и биомаса свих организама који припадају одређеним трофичким нивоима смањују се у смеру од произвођача на крајњем потрошачу. То се графички представља помоћу трофичких пирамида.

Проверите научено



1. Објасните како оборено дрво (дебло) у некој шуми чини екосистем.
2. Објасните да ли је у еколошком смислу риба сом у реци Дунав само део популације или је и део биоценозе, екосистема и биома.
3. Набројте чланове трофичке структуре екосистема који су задужени за рециклажу.
4. Образложите да ли произвођачи могу да опстану у екосистему без потрошача.
5. Опишите разлике између ланца исхране и мреже исхране.
6. Да ли се у природи чешће срећу ланци или мреже исхране? Објасните одговор.

Задатак



1. Нацртајте шематски приказ мреже исхране која би се могла наћи у типичном екосистему неког језера. Прикажите најмање три различита трофичка нивоа. Представите шематски приказ на часу и образложите како исте врсте могу да заузимају више трофичких нивоа.

ПРОЦЕСИ КОЈИ СЕ ОДИГРАВАЈУ У ЕКОСИСТЕМУ

Сваки члан биоценозе налази се на одређеном трофичком нивоу. Први (најнижи) ниво су произвођачи, аутотрофни организми.

Произвођачи, потрошачи и разлагачи представљају три основна нивоа исхране (трофичка нивоа) у природи, кроз које **материја кружи**, а **енергија једносмерно протиче** од једног до другог нивоа. При томе се облик материје (органска у неорганску и обрнуто) и енергије мењају (светлосна, хемијска, топлотна енергија).



Кључне речи

кружење материје
протицање енергије
биоми
продуктивност екосистема

Протицање енергије

Сунце је једини извор енергије за све екосистеме на Земљи ако изузмемо екосистеме на великим дубинама океана. Произвођачи процесом фотосинтезе енергију Сунца претварају у хемијску енергију, коју складиште и користе за производњу хранљивих материја.

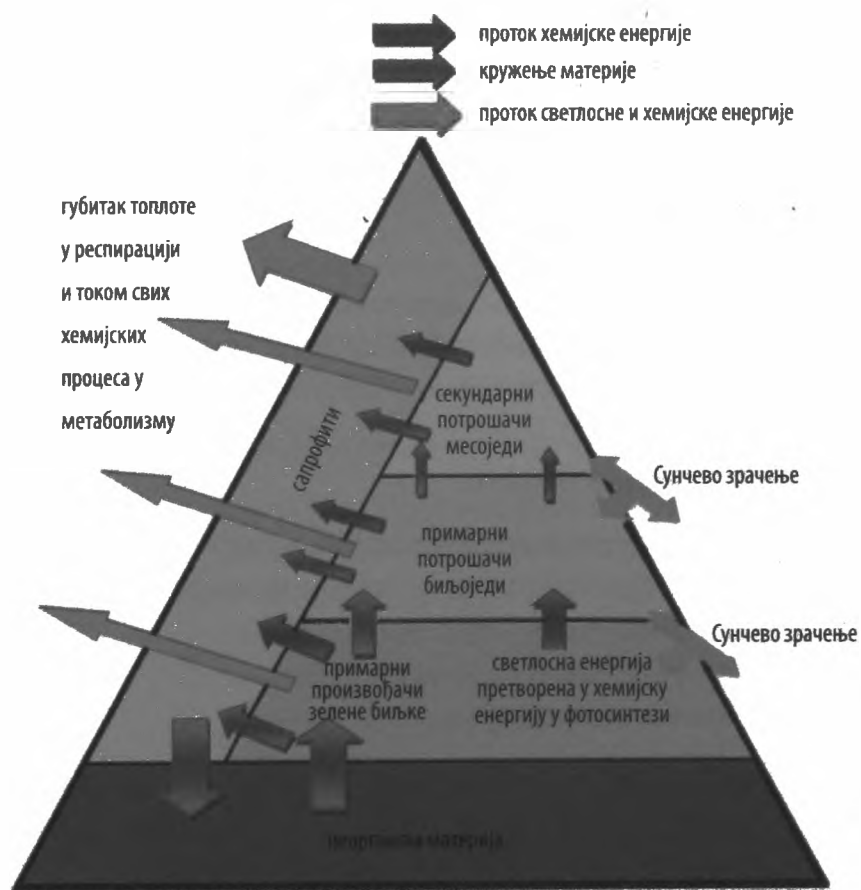


Подсетите се шта се дешава током процеса фотосинтезе а шта током процеса ћелијског дисања

Биљке, биљоједи, месоједи у процесу ћелијског дисања ослобађају ту хемијску енергију и користе је за животне процесе.

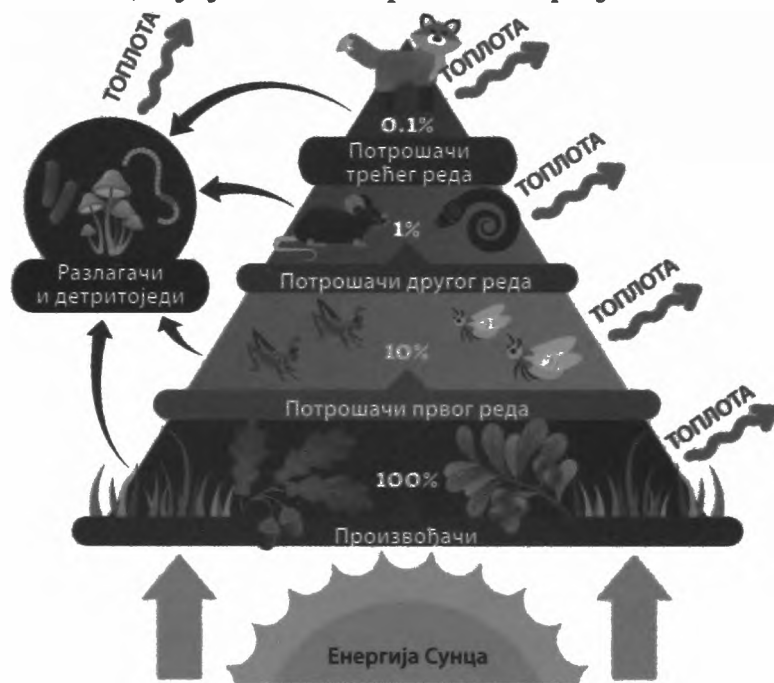
Ток енергије увек је једносмеран, од произвођача ка потрошачима. Дакле, Сунчева енергија, коју упијају биљке и претварају је у хемијску енергију, протиче кроз различите трофичке нивое у екосистему.

Енергетске потребе организама на вишем трофичком нивоу зависе од организама на nižем нивоу. Количина енергије смањује се са сваким наредним трофичким нивоом. Ефикасност којом се енергија преноси с једног нивоа на следећи варира између различитих организама и креће се између 5 и 20% или, у просеку, око 10%. Другачије речено, око 80–95% енергије из једног трофичког нивоа не преноси се на следећи



Слика 3.10. – Протицање енергије кроз трофичке нивое: произвођачи, потрошачи 1. и 2. реда

ниво, већ се губи, у виду топлоте одлази у атмосферу. То се графички представља као **пирамида енергије**. С обзиром на то да, како се повећава трофички ниво, све мање енергије прелази с нижег на виши трофички ниво, мање биомасе се може произвести на вишим трофичким нивоима. То се графички представља као пирамида биомасе, која је слична пирамиди енергије.



Слика 3.11. – Пирамида биомасе

Енергија прелази из једног облика у други, користи се за обављање животних процеса и на сваком трофичком нивоу део енергије се ослобађа и лагано у виду топлоте напушта систем.



Подсетите се шта сте из физике научили о принципима термодинамике.

Зато се у екосистем непрестано морају уносити нове количине енергије чији је неисцрпни извор Сунце.

Кружење материје

Организмима је за живот (раст, размножавање, одржавање функција) неопходно да се стално снабдевају хранљивим материјама. Енергија Сунца је неограничена. Стално притиче нова

количина те енергије на нашу планету. Извор енергије је ван екосистема и енергија напушта екосистем у виду топлоте. За разлику од енергије, количина материје је ограничена и била би за одређено време потрошена. Прорачунато је, нпр., да би се угљен-диоксид потрошио за око 35 година. Због тога су развијени природни механизми рециклаже, обнављања материје. Хранљиве материје се никада не губе из екосистема, већ непрекидно круже кроз њега, тако да се током године иста материја користи у екосистему више пута. Материја на нивоу биосфере кружи кроз тзв. **биогеохемијске циклусе** (*bio* – живот; *geo* – камен, ваздух, вода).

Кружење материје у ланцима исхране дешава се током узастопних фаза:

- аутотрофни организми везују енергију Сунца и од неорганских материја стварају органску материју,
- биљоједи користе те органске материје,
- месоједи користе органску материју биљоједа,
- разлагачи разлажу органске материје до неорганских,
- неорганске материје у земљишту користе аутотрофи за синтезу органских материја.

Продуктивност екосистема

Делови екосистема функционишу као целина ако се у њему непрекидно производи материја (продуктивност), разграђују угинули организми, ако у њему кружи материја и кроз њега протиче енергија.

Органска продуктивност екосистема представља укупну количину образоване органске материје (биомасе) коју сви организми на различитим трофичким нивоима производе у одређеном временском периоду по јединици површине или запремине. Органску продуктивност чине примарна и секундарна продуктивност.

Примарна продуктивност је укупна количина органске материје коју створе произ-

вођачи. Највећу примарну продукцију имају тропске кишне шуме, влажне ливаде и плитка језера, а најмању имају пустиње и отворене морске пучине, где има мало минералних елемената. Примарна продуктивност зависи од биљне врсте која насељава конкретно подручје и од различитих фактора средине. Она се разликује у различитим екосистемама. **Секундарна** продуктивност је укупна количина нове органске материје коју стварају потрошачи и разлагачи.

Груписање екосистема – биоми

Различите врсте организама које живе на Земљи нису по њој расуте насумично, него свака има своје одређено место. Распоред врста последица је неједнаког загревања Земљине атмосфере, копна и вода Сунчевом топлотом. Због лоптастог облика Земље полови примају мање Сунчеве енергије него екватор. То узрокује образовање климатских зона, од тропске у близини екватора, преко умерене до хладне око Северног и Јужног пола. Осим тога, неједнако загревање Земље узрокује и појаву ветрова и океанских струја, који у интеракцији с физичким карактеристикама рељефа (планине, језера, острва) изазивају различите врсте падавина. Због тога су неке области сушне, док су друге с обиљем падавина. Количина падавина утиче на климу и тип земљишта, а они заједно одређују врсту и број биљака које ту могу опстати. То заузврат одређује величину популације и разноликост врста које насељавају одређено подручје.

Захваљујући свему томе, могуће је разликовати велике регионе које карактерише одређена комбинација биотопа и биоценоза.

Различити екосистеми у једној климатској зони групишу се у веће целине – биоме (велике заједнице). У биому је више екосистема повезано сложенијим односима акције, реакције, коакције и ланцима исхране. У њима кружи велика количина материје и кроз њих протиче велика количина енергије.

Биоми се групишу у три основне области живота:

1. **област мора и океана,**
2. **област копнених вода** (стајаће и текуће),
3. **сувоземна област живота.**

У сувоземној области основни типови биома јесу:

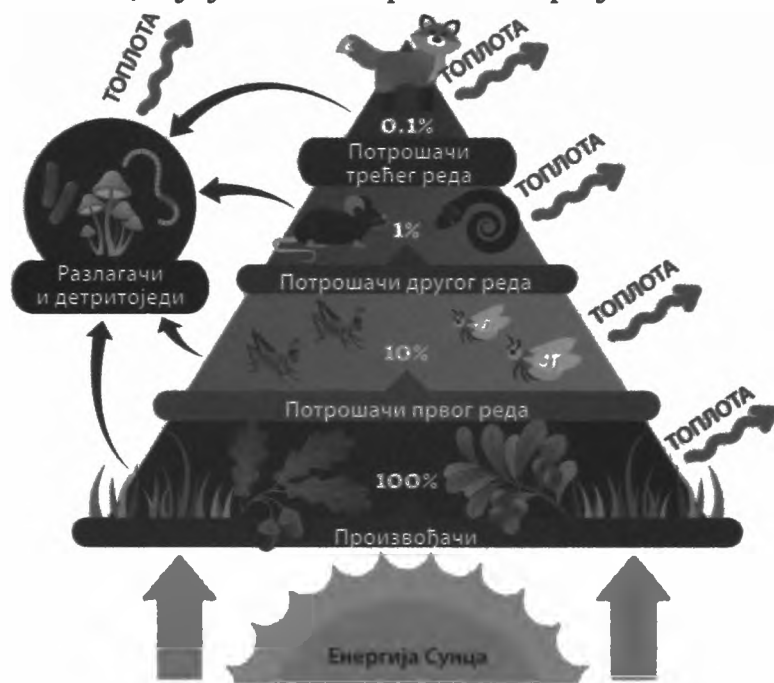
- **тропске кишне шуме** (џунгле) – највеће богатство и разноврсност живог света; на екватору владају стабилни климатски фактори током читаве године; карактеришу их високо дрвеће и лијане, а од животиња бројне врсте мајмуна и лењиваца, крупне мачке (тигрови, пантери и др.), џиновске змије (питони, анаконде, бое) итд.;



Слика 3.12. – Тропска кишна шума

- **листопадне шуме умерених области** – смењивање лета и зиме; главни градителји тих шума су различите врсте листопадног дрвећа (буква, храст и др.); типични представници животиња су јелени, дивље свиње, медведи, вукови, лисице, птице грабљивице и др.;
- **тајге** (северне четинарске шуме) – северни делови Европе, Азије и Америке; градителји тих шума су врсте смрча, борова и др., док су од животиња најупечатљивији лосови;
- **тундре** – најсевернија област вегетације; ниске температуре и сиромашно земљиште, па је и живи свет сиромашан; главни пред-

ниво, већ се губи, у виду топлоте одлази у атмосферу. То се графички представља као **пирамида енергије**. С обзиром на то да, како се повећава трофички ниво, све мање енергије прелази с нижег на виши трофички ниво, мање биомасе се може произвести на вишим трофичким нивоима. То се графички представља као пирамида биомасе, која је слична пирамиди енергије.



Слика 3.11. – Пирамида биомасе

Енергија прелази из једног облика у други, користи се за обављање животних процеса и на сваком трофичком нивоу део енергије се ослобађа и лагано у виду топлоте напушта систем.



Подсетите се шта сте из физике научили о принципима термодинамике.

Зато се у екосистем непрестано морају уносити нове количине енергије чији је неисцрпни извор Сунце.

Кружење материје

Организмима је за живот (раст, размножавање, одржавање функција) неопходно да се стално снабдевају хранљивим материјама. Енергија Сунца је неограничена. Стално притиче нова

количина те енергије на нашу планету. Извор енергије је ван екосистема и енергија напушта екосистем у виду топлоте. За разлику од енергије, количина материје је ограничена и била би за одређено време потрошена. Прорачунато је, нпр., да би се угљен-диоксид потрошио за око 35 година. Због тога су развијени природни механизми рециклаже, обнављања материје. Хранљиве материје се никада не губе из екосистема, већ непрекидно круже кроз њега, тако да се током године иста материја користи у екосистему више пута. Материја на нивоу биосфере кружи кроз тзв. **биогеохемијске циклусе** (*bio* – живот; *geo* – камен, ваздух, вода).

Кружење материје у ланцима исхране дешава се током узастопних фаза:

- аутотрофни организми везују енергију Сунца и од неорганских материја стварају органску материју,
- биљоједи користе те органске материје,
- месоједи користе органску материју биљоједа,
- разлагачи разлажу органске материје до неорганских,
- неорганске материје у земљишту користе аутотрофи за синтезу органских материја.

Продуктивност екосистема

Делови екосистема функционишу као целина ако се у њему непрекидно производи материја (продуктивност), разграђују угинули организми, ако у њему кружи материја и кроз њега протиче енергија.

Органска продуктивност екосистема представља укупну количину образоване органске материје (биомасе) коју сви организми на различитим трофичким нивоима производе у одређеном временском периоду по јединици површине или запремине. Органску продуктивност чине примарна и секундарна продуктивност.

Примарна продуктивност је укупна количина органске материје коју створе произ-

вођачи. Највећу примарну продукцију имају тропске кишне шуме, влажне ливаде и плитка језера, а најмању имају пустиње и отворене морске пучине, где има мало минералних елемената. Примарна продуктивност зависи од биљне врсте која насељава конкретно подручје и од различитих фактора средине. Она се разликује у различитим екосистемама. **Секундарна** продуктивност је укупна количина нове органске материје коју стварају потрошачи и разлагачи.

Груписање екосистема – биоми

Различите врсте организама које живе на Земљи нису по њој расуте насумично, него свака има своје одређено место. Распоред врста последица је неједнаког загревања Земљине атмосфере, копна и вода Сунчевом топлотом. Због лоптастог облика Земље полови примају мање Сунчеве енергије него екватор. То узрокује образовање климатских зона, од тропске у близини екватора, преко умерене до хладне око Северног и Јужног пола. Осим тога, неједнако загревање Земље узрокује и појаву ветрова и океанских струја, који у интеракцији с физичким карактеристикама рељефа (планине, језера, острва) изазивају различите врсте падавина. Због тога су неке области сушне, док су друге с обиљем падавина. Количина падавина утиче на климу и тип земљишта, а они заједно одређују врсту и број биљака које ту могу опстати. То заузврат одређује величину популације и разноликост врста које насељавају одређено подручје.

Захваљујући свему томе, могуће је разликовати велике регионе које карактерише одређена комбинација биотопа и биоценоза.

Различити екосистеми у једној климатској зони групишу се у веће целине – биоме (велике заједнице). У биому је више екосистема повезано сложенијим односима акције, реакције, коакције и ланцима исхране. У њима кружи велика количина материје и кроз њих протиче велика количина енергије.

Биоми се групишу у три основне области живота:

1. **област мора и океана,**
2. **област копнених вода** (стајаће и текуће),
3. **сувоземна област живота.**

У сувоземној области основни типови биома јесу:

- **тропске кишне шуме** (џунгле) – највеће богатство и разноврсност живог света; на екватору владају стабилни климатски фактори током читаве године; карактеришу их високо дрвеће и лијане, а од животиња бројне врсте мајмуна и лењиваца, крупне мачке (тигрови, пантери и др.), циновске змије (питони, анаконде, бое) итд.;



Слика 3.12. – Тропска кишна шума

- **листопадне шуме умерених области** – смењивање лета и зиме; главни градителји тих шума су различите врсте листопадног дрвећа (буква, храст и др.); типични представници животиња су јелени, дивље свиње, медведи, вукови, лисице, птице грабљивице и др.;
- **тајге** (северне четинарске шуме) – северни делови Европе, Азије и Америке; градителји тих шума су врсте смрча, борова и др., док су од животиња најупечатљивији лосови;
- **тундре** – најсевернија област вегетације; ниске температуре и сиромашно земљиште, па је и живи свет сиромашан; главни пред-

ставници биљака су бусенасте маховине, лишцајеви, траве, а од животиња су то ирваси, мошусно говече, поларна лисица и др.;



Слика 3.13. – Тундра

– **стеpe** – простране травнате заједнице без шумског дрвећа и жбуња; степе су евроазијске травнате заједнице, прерије су у Северној Америци, а пампаси у Јужној Америци; за степе су карактеристичне антилопе, за прерије бизони, док у пампасима живе ламе;



Слика 3.14. – Травнате заједнице

– **саване** – доминирају високе траве између којих је разбацано малобројно дрвеће; од животиња су присутни крупни биљоједи (слонови, жирафе, носорози и др.) и месоједи (лавови, леопарди, гепарди и др.);



Слика 3.15. – Сувоземна област – савана

– **пустиње** – мале количине падавина, високе просечне температуре и велика колебања температуре; слаба заступљеност живог света; карактеристичне биљке су кактуси, агаве и др., а од животиња су то једногрба камила, пустињска лисица, скочимиш и др.;



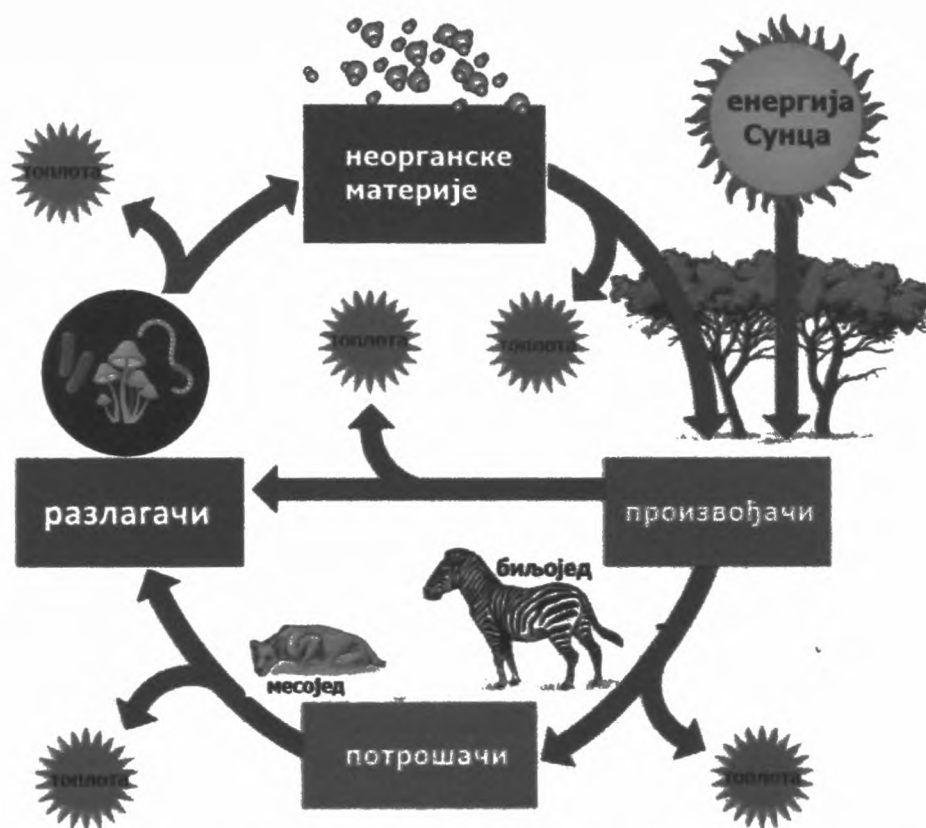
Слика 3.16. – Сувоземна област – пустиња

– **медитеранске вечнозелене шуме и макије** – у приморским подручјима разних континената; дуго сушно лето и благе зиме с доста падавина; осиромашењем шума, деловањем човека настају шибљаци познати као макије (Средоземље) и чапарал (Калифорнија); главни представници животиња су козе, муфлони, шакали, лисице, вукови и др.



Укратко

У екосистему материја кружи, а енергија једносмерно протиче од једног до другог трофичког нивоа. Сунчева енергија, коју упијају биљке и претварају је у хемијску енергију, протиче кроз различите трофичке нивое у екосистему. Хранљиве материје се никада не губе из екосистема, већ непрекидно круже кроз њега. Различити екосистеми у једној климатској зони групишу се у веће целине – биоме (велике заједнице). Биоми се групишу у три основне области живота: област мора и океана, област копнених вода (стајаће и текуће) и су-воземна област.



Кружење материје и протикање енергије у екосистему



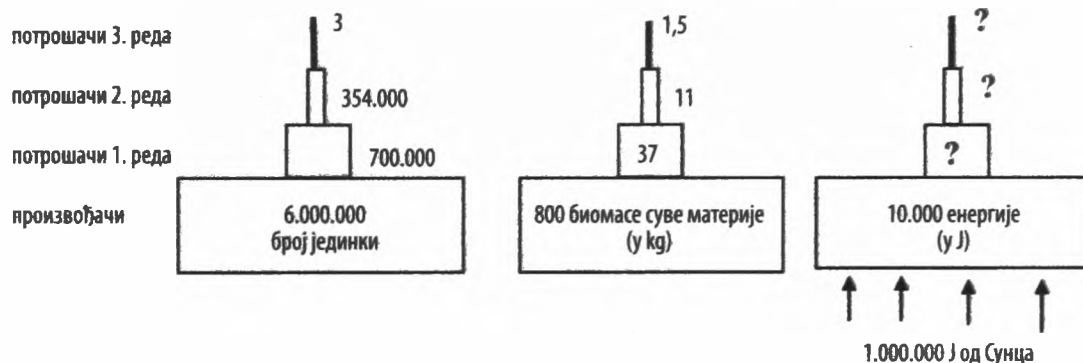
Задатак

1. Пирамиде енергије и биомасе показују да биосфера може да храни далеко више људи који се хране искључиво биљном храном. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о вегетаријанској исхрани. Образложите свој став: да ли предност дајете или не дајете вегетаријанској исхрани. Организујте дебату на ту тему.

Проверите
научено

1. Дате су трофичке пирамиде броја јединки, њихове биомасе и енергије у једном ливадском екосистему.

Допуните трофичку пирамиду енергије водећи рачуна о количини пренете енергије (узети просечну вредност) из једног трофичког нивоа у наредни трофички ниво.



2. Имајући у виду податке и решење 1. задатака, колико потрошача нема природних непријатеља?
3. Који проценат Сунчеве енергије произвођачи претворе у хемијску енергију?
4. Где припада људска врста према врсти хране коју користи за своју исхрану?
5. Опишите улогу биљака током:
 - а) протицања енергије,
 - б) кружења материје.

БИО-забавник

1. Годишња нето примарна продуктивност целе биосфере је око 170 милијарди тона суве тежине органске материје. Од тога је продуктивност океана само око 55 милијарди тона, иако они заузимају око 70% површине планете Земље. Остатак се производи на копну.
2. Неке врсте бактерија користе хемијску енергију добијену разлагањем водоник-сулфида за производњу органских материја које користе као храну. Тај начин аутотрофне производње хране назива се хемосинтеза. То је веома редак начин исхране и јавља се у неким необичним срединама каква је дубина океана од 2.500 m. На тој дубини има веома мало кисеоника и уобичајене су високе температуре. Врела магма, која избија из Земљине коре на дну океана, прегрева воду.

БИОДИВЕРЗИТЕТ

Биодиверзитет настаје од две речи: био (грч. *bios* – живот), скраћено од биолошки, и диверзитет (лат. *diversitas* – разноврсност).

Биодиверзитет (биолошка разноврсност) представља разноврсност свих живих организама на планети Земљи, односно свеукупност гена, врста, екосистема на нашој планети. Осим дивљих врста флоре и фауне, гљива, бактерија и вируса, биолошка разноврсност обухвата и културне биљке, као и животиње које човек гаји.

Биодиверзитет представља разноврсност живота. Може се изучавати на различитим нивоима. Могу се посматрати све различите органске врсте на планети Земљи. Такође, могуће је изучавати разноврсност живих организама у једном језеру или парку.

Према томе, могу се разликовати **три организациона нивоа** биодиверзитета: **генетички диверзитет**, **специјски (диверзитет врста)** и **екосистемски диверзитет**. Та три нивоа су повезана и условљена јер је разноврсност живота јединствена и целовита. Препознавање и разумевање односа између свих нивоа живота на Земљи неки су од највећих изазова у науци.

Диверзитет врста обухвата укупну разноврсност свих органских врста на Земљи од самог настанка живота до данас. До данас је класификовано и описано око 1,7 милиона органских врста. Међутим, процењује се да је њихов број далеко већи и износи од 3 до 10 милиона.



Кључне речи

биодиверзитет
генетички диверзитет
специјски диверзитет
екосистемски диверзитет



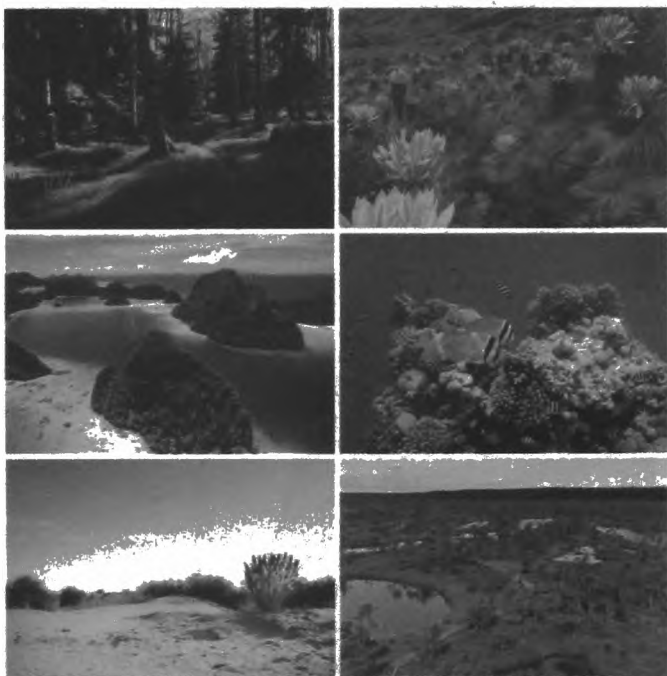
Слика 3.17. – Биодиверзитет



Подсетите се шта сте о биљном и животињском свету Србије научили из географије.

Генетички диверзитет представља скуп гена свих постојећих живих организама на нашој планети пошто је сваки организам непоновљива комбинација гена.

Екосистемски диверзитет представља разноврсност станишта, биоценоза, као и разноврсност начина на које врсте делују једна на другу и на спољашњу средину у којој живе.



Слика 3.18. – Екосистемски диверзитет

 **Објасните на који начин су специјски, генски и екосистемски диверзитет повезани један с другим и међусобно условљени.**

Биодиверзитет није равномерно распо-ређен, већ у великој мери варира широм света, као и унутар одређених региона. Разноликост свих живих организама зависи од температуре, падавина, надморске висине, земљишта и присуства других врста.

Значај биодиверзитета за опстанак живота на Земљи

Биодиверзитет има пресудан и непроцењив значај за опстанак живота на Земљи. Услови животне средине непрестано се мењају, па је једини могући одговор на ту променљивост управо биодиверзитет. Током геолошке прошлости Земље догађале су се промене у њеном саставу, температури и облику, што је узрокова-

ло изумирање неких врста, а појављивање дру-гих. Да није постојала биолошка разноврсност, свака од тих промена изазвала би уништавање живог света на Земљи.

Природно богатство Земље, поред земљишта, воде и ваздуха, чине и сви живи организми, којима и сами припадамо! Сви заједно смо део екосистема наше планете. Ако доведемо у опасност биодиверзитет, наше здравље и средства за живот такође ће бити у опасности. Смањењем биодиверзитета животи милиона људи биће угро-жени услед недостатка хране или воде за пиће.

До већине медицинских открића, којима се лече болести или продужава животни век човека, дошло се захваљујући огледима на биљкама и животињама. Свака изумрла врста представља заувек изгубљену генску разноврсност. Никада нећемо знати да ли је баш та врста била у стању да омогући проналазак неке нове вакцине или новог лека.

Биодиверзитет је важан део тзв. услуга екосистема које живот човека чине подношљивим на Земљи и које често користимо без размишљања о последицама. Те услуге обухватају бројне ствари које добијамо из природе, попут воде, обрадивог земљишта, кисеоника, стабилности климе и др.

 **Подсетите се шта сте о богатству у рекама, језерима и термоминералним водама Србије научили из географије.**

Неопходно је поштовање основних еколошких принципа да бисмо очували природна богатства и разноврсност органских врста на Земљи.

 **Објасните које нам еколошке услуге пружа шумски екосистем.**

Биодиверзитет омогућава екосистемима да се прилагоде последицама екстремних промена у природи попут великих пожара или поплава. Генска разноврсност омогућава боље прилагођавање врста променама у спољашњој средини.

**Укратко**

Биодиверзитет (биолошка разноврсност) представља разноврсност свих живих организама на планети Земљи, односно свеукупност гена, врста, екосистема и предела на нашој планети.

Могу се разликовати три организациона нивоа биодиверзитета: генетички диверзитет, диверзитет врста и екосистемски диверзитет. Ти нивои су повезани и међусобно условљени јер је разноврсност живота јединствена и целовита.

**Проверите научено**

1. Наведите организационе нивое биодиверзитета.
2. Објасните који је организациони ниво биодиверзитета најбројнији.
3. Шта су услуге екосистема?
4. У чему се огледа значај биодиверзитета?

**Задаци**

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о биодиверзитету врста и екосистема Србије. Направите презентацију о томе и представите је на часу.
2. Бројност организационих нивоа биодиверзитета представите као пирамиду и образложите свој одговор.

**БИО-забавник**

1. Уједињене нације прогласиле су 2010. годину за међународну годину биодиверзитета, чиме је наглашен значај његовог очувања.
2. Према биолошкој разноврсности, наша земља представља један од 6 европских центара биодиверзитета и један од 153 светска центра биодиверзитета.

БИОСФЕРА КАО ЈЕДИНСТВЕН ЕКОЛОШКИ СИСТЕМ ЗЕМЉЕ



Кључне речи

атмосфера
хидросфера
литосфера
биогеохемијски циклуси
кружење угљеника
кружење кисеоника
кружење азота
азотофиксатори
кружење воде



Подсетите се шта сте научили о биомима.

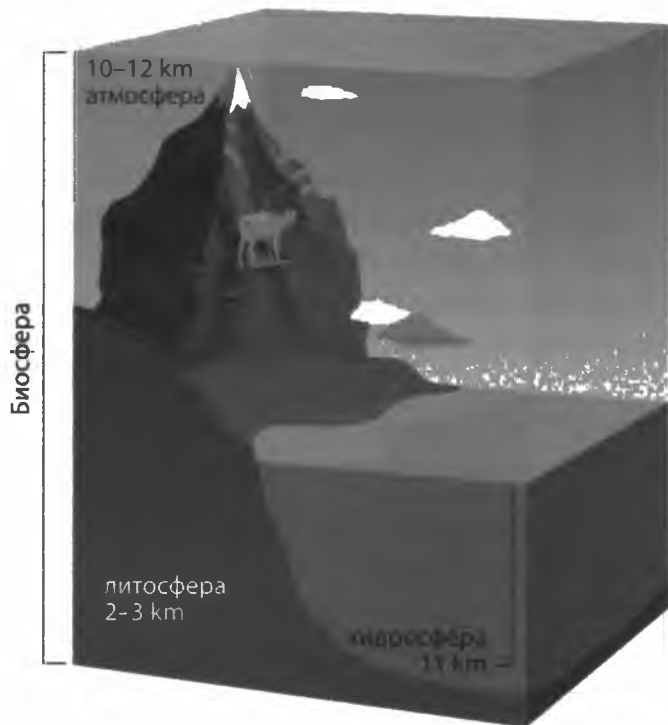
Јединство живе и неживе природе не ограничава се на екосистеме, већ се проиже и на читаву планету Земљу. Сви екосистеми Земље чине функционалну целину названу биосфера (сфера живота).

Биосферу сачињавају делови осталих Земљиних сфера: **атмосфера** (слој ваздуха који чини периферну облогу наше планете), **хидросфера** (водени омотач Земље) и **литосфера** (спољашњи, површински, тврди покривач Земље), а које су насељене живим организмима. Простире се од 10 до 12 km изнад површине Земље па до 2–3 km испод њене површине. Доња граница биосфере у океанима је до дубине од 11 km.

У биосфери се обједињују сви ступњеви организације живог света, тако да биосфера представља **врхунски ниво организације материје на Земљи и посебан еколошки систем**.

Биосфера се одликује специфичном структуром, која се огледа у одређеном просторном распореду биома: хоризонталном и вертикалном. **Хоризонталан распоред биома** одређен је пре свега климатским условима. Када се иде од екватора ка половима, може се уочити извесна правилност у распореду различитих биома на обе Земљине полулопте. **Вертикалан распоред екосистема** на копну у складу је са хоризонталним распоредом биома од екватора ка половима. Од подножја до планинских врхова температура се снижава и мења се клима, па се у складу с тим смењују и екосистеми. Тако, лишћарске и четинарске шуме смењују ливаде и пашњаке, а планинске тундре и зона вечног леда налазе се на врховима планина.

Све компоненте биосфере повезане су **биогеохемијским циклусима** размене материје и енергије.



Слика 3.19. – Делови и границе биосфере

Биогеохемијски циклуси

Организми за правилан раст и обнављање ткива, осим енергије, изискују и 17 хемијских елемената (који се називају есенцијални). Угљеник, водоник, кисеоник и азот неопходни су организмима у великим количинама јер чине око 95% њихове масе.

Функционисање биосфере огледа се у повезаности њених различитих екосистема на принципима **кружења материје и једносмерном протицању енергије** у глобалним размерама.

Енергија у екосистеме и биосферу у целини доспева као светлосна, Сунчева енергија коју биљке у процесу фотосинтезе трансформишу у хемијску и која се налази ускладиштена у молекулима угљених хидрата, липида и протеина. Ту енергију користе саме биљке, али и хетеротрофни организми непосредно или посредно путем ланаца исхране. Хемијска енергија, фиксирана и трансформисана у процесу фотосинтезе, ослобађа се из органских једињења у процесу ћелијског дисања.

Основне елементе (C , O_2 , H_2 , N и др.) организми уграђују у органска једињења у

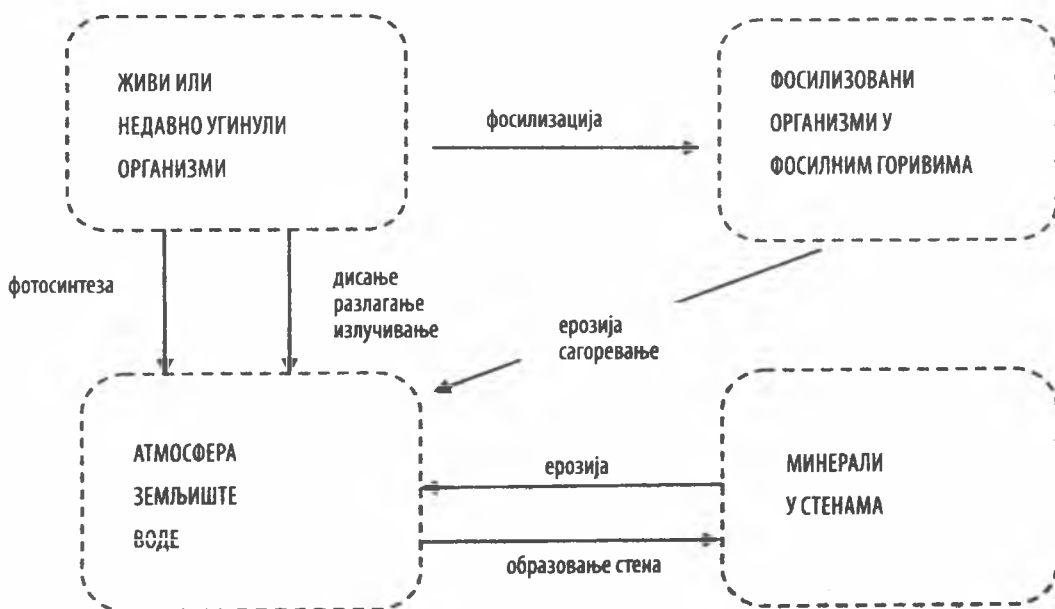
свом телу. Органска материја пролази кроз ланце исхране и на крају се разлаже и минерализује. Тако се основни елементи враћају у спољашњу средину, одакле поново могу да се искористе. Тај пут основних елемената представља биогеохемијске циклусе материје на Земљи који се могу утврдити за сваки елемент посебно.

Сви биогеохемијски циклуси обухватају размену елемената између четири основна резервоара у природи:

1. живи и угинули биљни и животињски организми,
2. атмосфера, земљиште и вода,
3. фосилизовани остаци организама који улазе у састав фосилних горива (нафта, тресет, угаљ),
4. стене.

Из прва два резервоара елементи се лако користе, док се они из фосилних горива и стена теже користе. Сагоревањем фосилних горива и ерозијом стена елементи се враћају у атмосферу, воду и земљиште и тиме постају доступни организмима.

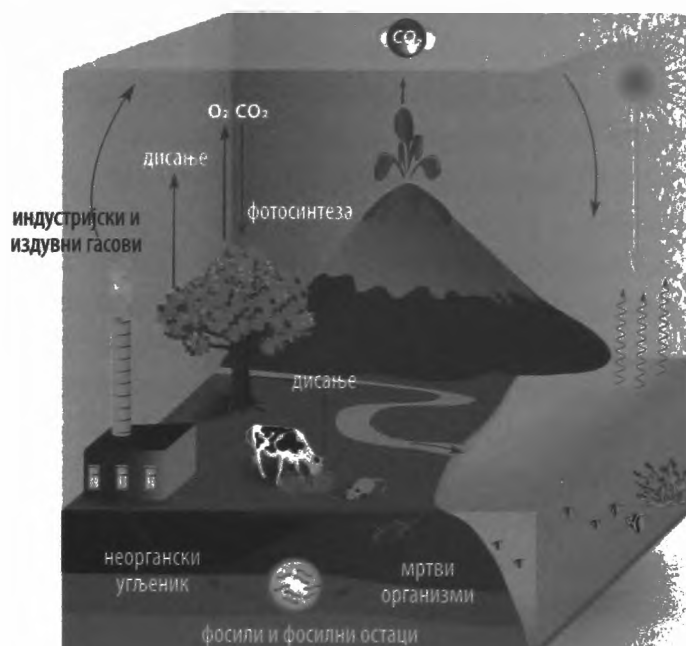
Угљеник се налази у атмосфери у облику CO_2 и у хидросфери растворен у води. У про-



Сва жива бића која су икада живела на нашој планети посредно се повезују биогеохемијским циклусима. Тако, угљеник, који је пре око сто милиона година био део неког диносауруса, данас је можда део неког голуба у парку.

Слика 3.20. — Шема кружења материје између четири основна резервоара материје у природи

цесима фотосинтезе се као угљена киселина везује и гради органска једињења.



Слика 3.21. – Кружење угљеника

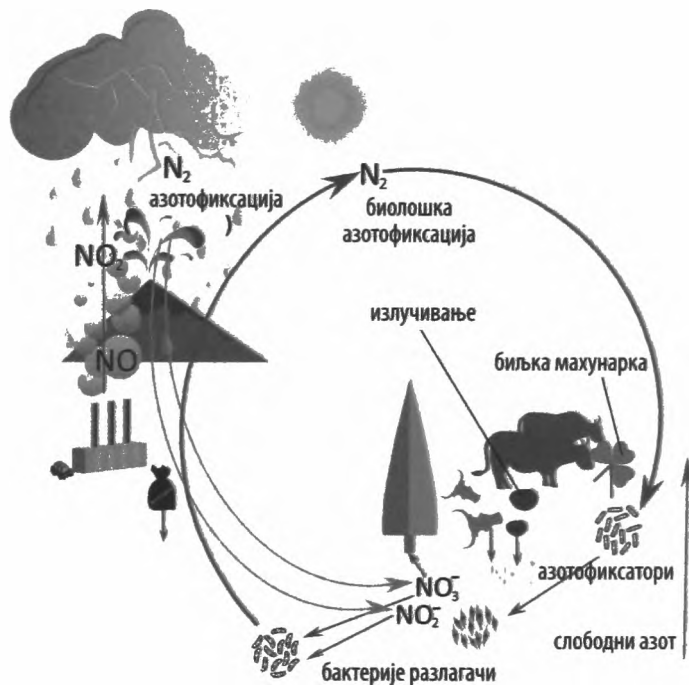
Један део угљеника враћа се у атмосферу и воду дисањем организама. Највећи део угљеника враћа се у спољашњу средину процесима труљења и врења које обављају гљиве и бактерије. Међутим, знатна количина угљеника остаје дуже или краће ван кружења. Понекад остаци угинулих организама, због посебних услова у којима се нађу (на дну океана, дубоко под земљом, у условима ниских температура, где су процеси распадања успорени), не могу да буду потпуно разложени. Од таквих остатака настају тресет, лигнит, камени угаљ и нафта (фосилна горива). Њих човек користи као гориво, па их тако поново укључује у кружење угљеника.



Коју улогу имају шумски пожари и вулканске активности у кружењу угљеника?

Кисеоник се налази у атмосфери (има га око 21%) и растворен у води. Користи се за процесе дисања организама, а враћа се у спољашњу средину процесом фотосинтезе.

Азот се налази у атмосфери, али га већина организама не узима директно из атмосфере. Само су неки организми (бактерије **азотофиксатори** које живе у симбиози с кореном биљака махунарки) у стању да вежу атмосферски азот у органска једињења. Труљењем и разлагањем тих бактерија једињења азота прелазе у неоргански облик (нитрати) и доспевају у земљиште, одакле биљке могу да их користе. Тако се азот уграђује у органска једињења (амино-киселине, протеини, нуклеинске киселине, пигменти) прво у телу произвођача, а затим потрошача и разлагача. Разлагањем угинулих организама поново се у спољашњу средину ослобађају различите неорганске соли азота.



Слика 3.22. – Кружење азота

Кружење воде почиње њеним испаравањем с површине мора и океана, који представљају резервоаре воде на Земљи. Тиме настају масе облака који одлазе према копну, из којих у облику падавина вода стиже до површине Земље. С те површине она се различитим водотоковима поново враћа у мора и океане. Део воде с површине Земље улази у састав живих бића,



Слика 3.23. – Кругење воде

а затим испаравањем и излучивањем поново напушта те организме. Сва вода се на крају враћа у мора и океане.

Активно учешће организама омогућује ток биогеохемијских процеса у биосфери. Кругење материје значајно је због тога што се једна иста количина материје може користити безброј пута. Осим тога, у биосфери се један облик једињења непрестано смењује с другим на рачун енергије која непрекидно једносмерно протиче.

На принципима кругења материје и протичања енергије заснива се живот.



Укратко

Биосферу сачињавају делови Земљиних сфера: атмосфера, хидросфера и литосфера које су насељене живим организмима.

Биосфера се одликује специфичном структуром, која се огледа у одређеном просторном распореду биома: хоризонталном и вертикалном.

Сви биогеохемијски циклуси обухватају размену елемената између четири основна резервоара у природи:

1. живи и угинули биљни и животињски организми,
2. атмосфера, земљиште и вода,
3. фосилизовани остаци,
4. стене.

Функционисање биосфере огледа се у повезаности њених различитих екосистема на принципима кругења материје и једносмерном протичању енергије у глобалним размерама.

Проверите
научено

1. Објасните зашто се нафта и угаљ називају фосилна горива.
2. Опишите улогу бактерија у кругењу материја.
3. Које Земљине сфере улазе у састав биосфере?
4. Како настају фосилна горива?
5. На које начине се угљеник враћа у спољашњу средину?
6. Објасните значај азотофиксатора за живи свет на Земљи.
7. На којим принципима се заснива функционисање биосфере?
8. Нацртајте шему кругење кисеоника у биосфери.

Задачи



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о азотофиксаторима. Направите презентацију о томе и представите је на часу.
2. Деведесетих година прошлог века у Аризони је започет пројекат Биосфера 2. Ми живимо у Биосфери 1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о овом пројекту. Напишите извештај о томе и представите га на часу.

БИО-забавник



1. После воде угљеник је најзаступљенија компонента живих система, о чему сведочи податак да 49% суве материје организма чини угљеник.
2. За организме који живе у води веома је значајан кисеоник растворен у води пошто га користе за дисање. У воденим екосистемима количина кисеоника се мења у вертикалном и хоризонталном правцу. Површински слојеви су богатији кисеоником из два разлога. Један је што ту фитопланктон обавља фотосинтезу, а други је што се у тим слојевима кисеоник из атмосфере раствара у води. Осим тога, количина кисеоника у води зависи и од температуре, густине популација организама који ту живе и користе кисеоник за дисање, као и од интензитета хелијског дисања.
3. У морима и океанима се налази 97% воде, 2% воде је заробљено у леду, а осталих 1% су подземне воде, вода у језерима и рекама, живим бићима и др.
4. Фиксација азота представља редукциони процес превођења гаса азота из ваздуха у форму амонијака. Ово је виталан еколошки процес. Све зелене биљке имају потребу за азотом у облику амонијака или нитрата. Азот им је неопходан за синтезу аминокиселина, од којих изграђују своје протеине. Бактеријама које фиксирају азот припадају оне које живе слободно у земљишту, оне које живе у симбиози с биљкама махунаркама и у воденим екосистемима су то цијанобактерије. Много проучавање, посебно са становишта њиховог значаја у пољопривреди, јесу биљке махунарке, којима припадају пасуљ, грашак, луцерка, детелина и др. Оне представљају значајне културе у ротирању усева на пољопривредним површинама јер побољшавају плодност земљишта. На чворићима корена тих биљака живе бактерије које из биљака користе шећере произведене у процесу фотосинтезе, а заузврат их снабдевају азотом.

Када бисмо анализирали азотофиксаторске цијанобактерије, могли бисмо рећи да су то организми који су сами себи довољни. Њима су потребни само угљен-диоксид и неке неорганске супстанце за метаболизам, а све остало су у стању да саме обезбеде. То је разлог што су ти облици пионирске заједнице – успевају да колонизују нова станишта (нпр. стене тек изложене на површини земљишта после земљотреса или ерупције вулкана) пре него што је било која друга група организама у стању ту да живи.

ПРОВЕРИТЕ СВОЈЕ ЗНАЊЕ

ТЕСТ 3.

Заокружите слово испред тачне тврдње.

1. Правац кружења азота је:

- а) азотофиксатори > разлагачи > потрошачи,
- б) разлагачи > потрошачи > произвођачи,
- в) азотофиксатори > произвођачи > потрошачи.

2. Основни елементи које организми уграђују у своја органска једињења јесу:

- а) C, O₂, H₂, N, б) C, O₂, H₂, P, в) N, O₂, H₂, S, г) N, O₂, H₂, P.

3. Који организам у наведеном ланцу исхране заузима трећи трофички ниво:

трава → скакавац → миш → змија?

- а) скакавац б) миш в) змија г) трава

4. Допуните следеће реченице (једна црта – једна реч).

- а) Екосистем је еколошки систем који чине _____ (заједница живих организама), _____ (станиште у ком живе) и односи који постоје између њих.
- б) Аутотрофни чланови биоценоза су _____ органских материја. Они непосредно или посредно служе као храна за _____ организме.
- в) Материја на нивоу биосфере кружи кроз _____.

5. Попуните табелу уписивањем знака + у одговарајуће поље.

Повежите типове биома с наведеним биолошким врстама које у њима живе.

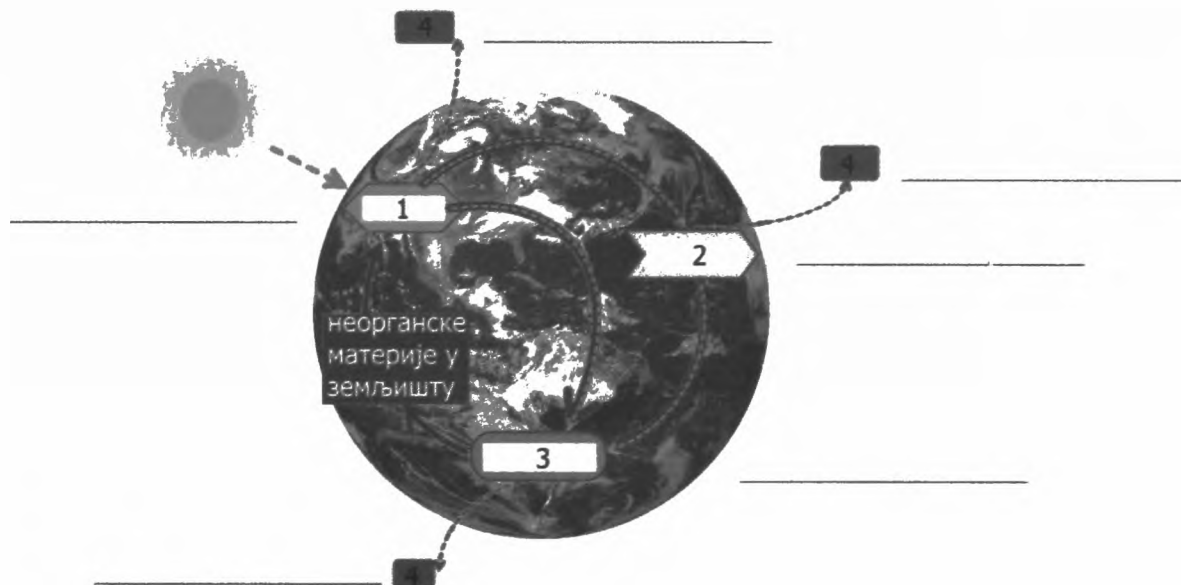
	траве	антилопе	лишаји	ирваси	лијане	мајмуни	борови	лосови
џунгле								
тајге								
тундре								
степе								

6. Заокружи слово испред тачне тврдње.

Укупна количина синтетизоване органске материје коју су изградили произвођачи јесте:

- а) примарна продуктивност,
- б) секундарна продуктивност,
- в) органска продуктивност,
- г) ниједан понуђен одговор није тачан.

7. На шеми је представљено кружење материје и протицање енергије у екосистемима. Допуните шему уписивањем појмова који недостају (од 1 до 4).



8. Изаберите одговарајући појам и допуните реченице.

А. Угљеник се из атмосфере усваја _____.
а) дисањем б) фотосинтезом в) из фосилних горива г) из угинулих организама

Б. Комплекс више екосистема у једној климатској области јесте _____.
а) биосфера б) биоценоза в) еколошка ниша г) биом

В. Биолошки систем образован од популација различитих врста биљака, животиња, гљива и микроорганизама јесте _____.
а) биоценоза б) биотоп в) биом г) биосфера

9. Заокружите слово Т уколико је тврдња тачна, а слово Н уколико тврдња није тачна.

- | | | |
|--|---|---|
| а) Биодиверзитет представља разноврсност свих живих организама на планети Земљи. | Т | Н |
| б) Способност коришћења атмосферског азота имају све бактерије. | Т | Н |
| в) Назив екологија у науку је увео Синиша Станковић. | Т | Н |
| г) Улога коју има неки члан у једној биоценози јесте ареал. | Т | Н |

10. Уписивањем бројева од 1 до 7 поређајте нивое организације биолошких система од једноставних ка сложенијим:

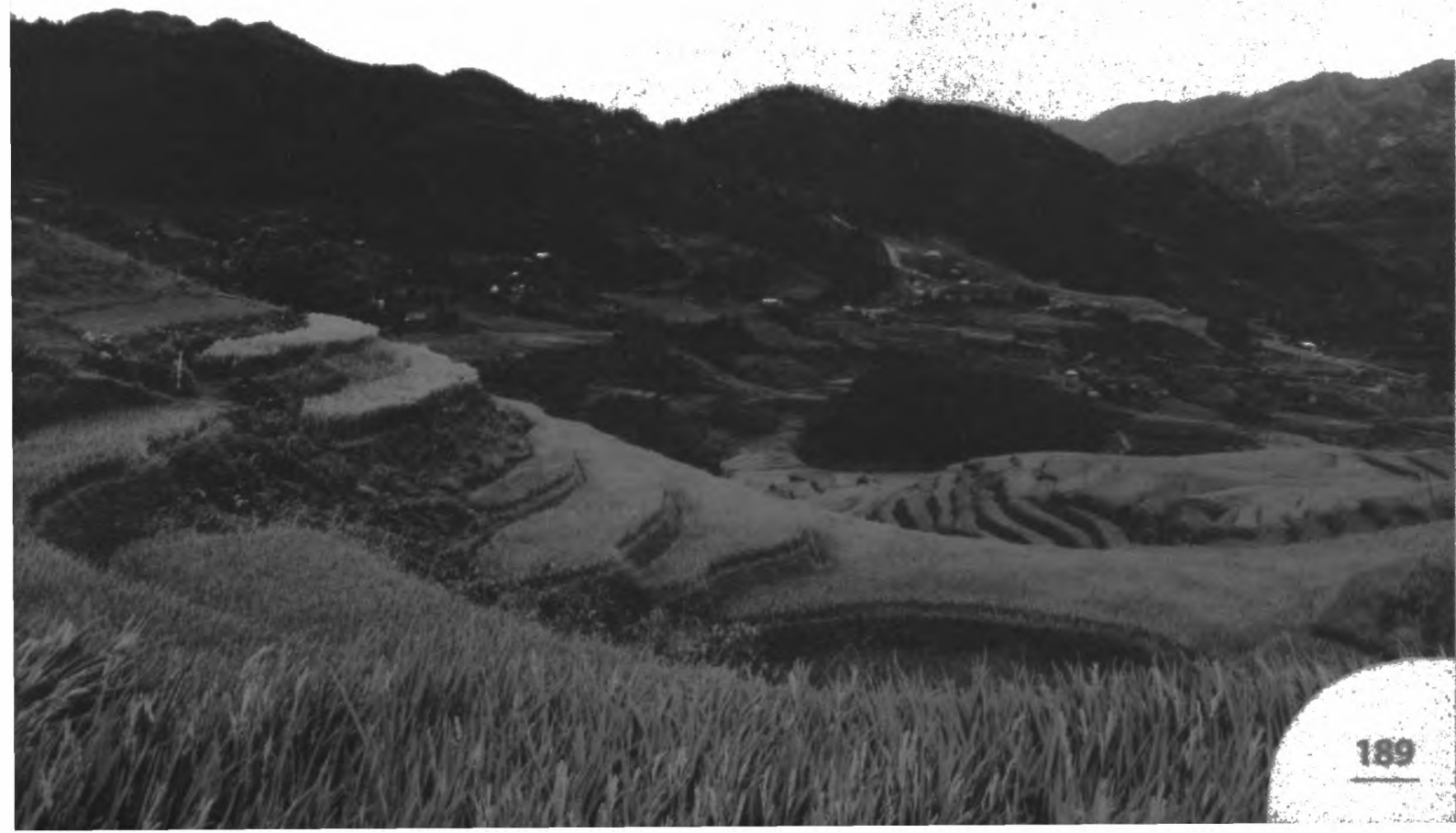
___ – популација, ___ – биоценоза, ___ – јединка, ___ – екосистем, ___ – биосфера, ___ – биом, ___ – предео.

ЖИВОТНА СРЕДИНА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

4

У овом поглављу сазнаћете о:

- изворима загађивања животне средине,
- врстама загађивања свог непосредног окружења
- последицама загађивања животне средине,
- значају одрживог развоја,
- облицима енергетске ефикасности,
- узроцима нестајања биљних и животињских врста на територији Србије,
- последицама глобалних климатских промена.



ИЗВОРИ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ



Кључне речи

извори загађивања
хемијско загађивање
физичко загађивање
биолошко загађивање
радиоактивно загађивање
загађивачи
киселе кише

Када се говори о загађивању животне средине, углавном се мисли на оно изазвано различитим људским делатностима које узрокује промене њених физичких и хемијских особина. Те промене изазване су прекомерним загађивањем биосфере коју чине три нераскидиво повезане целине: вода, ваздух и земљиште. Свака врста загађивача која се испушта у ваздух пре или касније доспева у воду и земљиште. На сличан начин загађења из земљишта доспевају у воду и обрнуто.

Све врсте материја и енергија које имају штетно дејство по животну средину називају се **загађивачи** (полутанти). Места на којима се те материје стварају и из којих се ослобађају у животну средину представљају **изворе загађивања**.

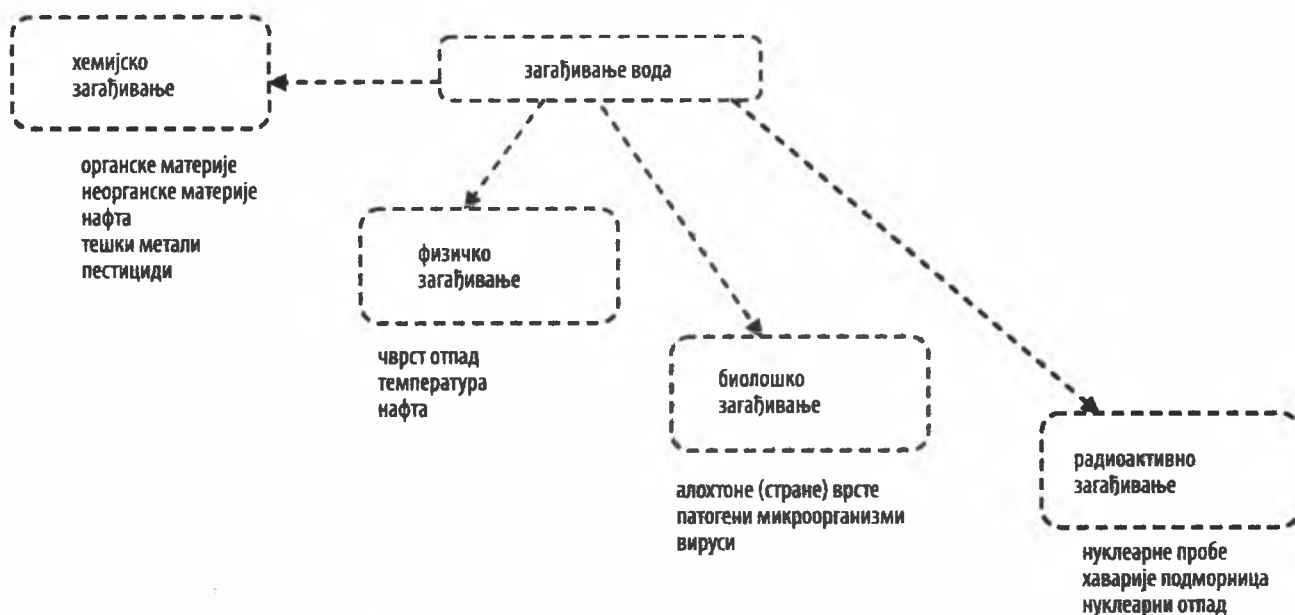


Загађивање изазвано делатношћу човека назива се антропогено.

Загађивање и извори загађивања вода

Једна трећина светске популације нема увек обезбеђену воду за пиће!

Потпуно хемијски чиста вода у природи не постоји јер у њу процесом кружења материја доспевају различити гасови, минерали, микроорганизми и др. Када настану промене у физичко-хемијском и биолошком саставу воде које негативно утичу на живе организме, сматра се да је вода загађена.



Слика 4.1. – Разноврсни облици загађивања вода



хемијско загађивање вода



загађивање вода чврстим отпадом

Слика 4.2. – Загађивање вода

Загађивање изазвано делатношћу човека може да буде случајно и намерно. Разне категорије природних вода (атмосферске, површинске, подземне воде, воде мора и океана) изложене су различитим врстама и процесима загађивања: хемијским, физичким, биолошким и радиоактивним.

Већина површинских вода, текућих и стајаћих (језера, баре), изложена је интензивном загађивању из разних извора, па су веома загађене. Главни извори загађења су индустријски отпади, отпадне воде рудника, топла вода из електрана, пољопривредна земљишта, отпадне воде из домаћинства итд.

 У свету постоје примери коришћења специјалних еко-тоалета без употребе воде за испирање. Објасните које су еколошке предности таквог начина одстрањивања људског отпада.



смог



индустријско загађење

Извори загађивања ваздуха

Ваздух је загађен када су количине материја присутних у ваздуху толике да могу негативно да утичу на живе организме, екосистеме, промену климе или објекте које је човек изградио.

Понекад се ваздух загађује природним путем, али се много чешће то дешава под утицајем човека. Вулканским ерупцијама, шумским пожарима, олујама и сл. у атмосферу се ослобађају природни гасови, као и честице чађи и прашине.

Под утицајем човекових активности у атмосферу се испуштају гасови, честице чађи и прашине, аеросоли, радио-



издувни гасови

Слика 4.3. – Загађивање ваздуха

активне супстанце. У ваздух доспевају огромне количине вештачки синтетисаних загађујућих материја попут флуорида, кетона, тешких метала и сл.

Главни извори загађења ваздуха су саобраћај (око 60% укупног загађења), индустрија и термоелектране.

Најзагађенији је ваздух изнад великих индустријских градова с густим саобраћајем. Он садржи честице чађи и прашине, који заједно с гасовима (оксиди азота из издувних гасова аутомобила), светлошћу и маглом чине **фотохемијски смог**. У издувним гасовима налазе се и тешки метали попут олова (састојак је бензина).

Реч смог настаје спајањем две речи из енглеског језика *smoke* (дим) и *fog* (магла).

Извори загађивања земљишта

Загађивање земљишта представља промене његових физичких, хемијских и биолошких својстава. Те промене смањују његову плодност и способност за нормално одвијање процеса разлагања, чиме се ремети кружење материја у природи. Свака промена у својствима земљишта може имати последице на процесе који се одвијају у екосистему и на укупан састав живог света.

Један од највећих извора загађивања земљишта је савремена пољопривреда. Пољопривредна земљишта данас обухватају огромна пространства. У нашој земљи чине више од 60% укупне територије. Пољопривредна земљишта загађују се непосредно хемијски – пестицидима и прекомерном употребом вештачких ђубрива. Пестициди се користе ради сузбијања корова и других штеточина.

Поред тога, земљиште се непосредно хемијски загађује и физички уништава бројним

депонијама комуналног и индустријског отпада, рудницима с површинским копом, каменоломима. Уништава се и акумулационим језерима којима се потапа плодно земљиште. Због прекомерне и неадекватне урбанизације, сече шума јавља се и ерозија плодног земљишта.

Чврсти отпади, пластика, гума, стакло, као и многи метали углавном се тешко разграђују природним путем. Депоније, на које се ти отпади одлажу, покривају и загађују земљиште. Спирањем с таквог земљишта доспевају у воде којима се преносе на удаљена места.



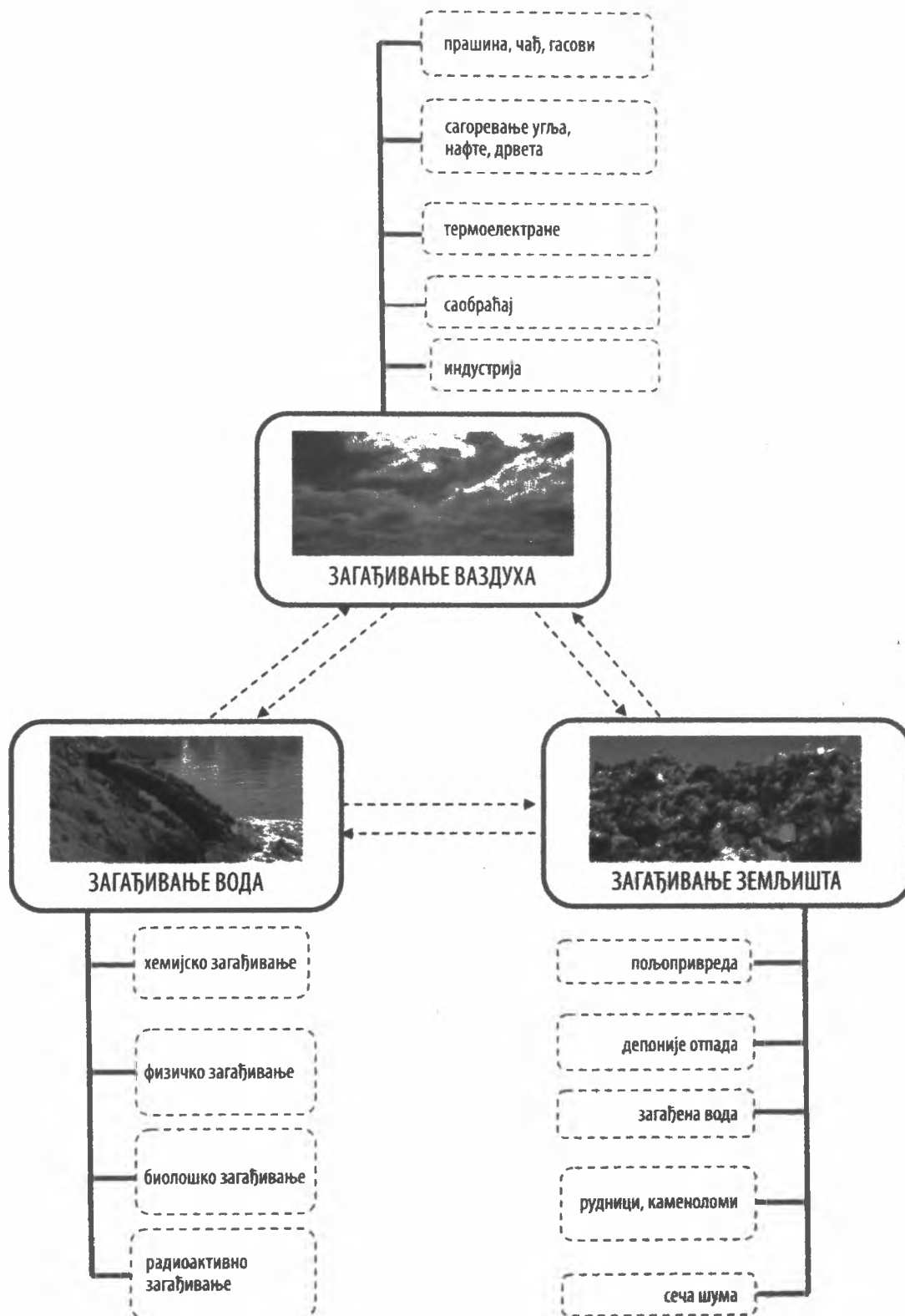
Слика 4.4. – Депонија

Посредни извори загађивања земљишта представљају киселе кише, као и загађена вода (плављење загађеном реком, заливање загађеном водом и сл.). Скоро све загађујуће материје спирањем са земљишта загађују површинске и подземне воде и долазе до светског мора, а преко ланаца исхране и до човека као храна.



Више о киселим кишама научићете у наредним лекцијама.

Мапа лекције



Укратко



Главни извори загађења вода су индустријски отпади, отпадне воде рудника, топла вода из електрана, пољопривредна земљишта, отпадне воде из домаћинства и др.

Ваздух је загађен када су количине материја присутних у ваздуху толике да могу негативно да утичу на живе организме, екосистеме, промену климе или објекте које је човек изградио. Загађивањем земљишта мењају се његова физичка, хемијска и биолошка својства. Тиме се смањују његова плодност и способност за нормално одвијање процеса разлагања. Тако се ремети кружење материја у природи.

Проверите научено

1. Повежите појмове из колоне А (извори, врсте, облици загађивања) с појмовима из колоне Б (компоненте животне средине). Појам из колоне А може се повезати с више појмова из колоне Б.

КОЛОНА А	КОЛОНА Б
1. хемијско загађивање	А – ваздух
2. биолошко загађивање	
3. загађивање чврстим отпацима	
4. пестициди	Б – воде
5. антибиотици	В – земљиште
6. вулканска активност	
7. киселе кише	Г – храна
8. тешки метал	

2. Објасните везу између загађивања вода, ваздуха и земљишта.
3. Зашто се данас све више користи безоловни бензин?
4. Који су главни извори загађивања ваздуха?
5. Како настаје фотохемијски смог?
6. Због чега је пољопривреда један од највећих извора загађивања земљишта?
7. Заокружите слово испред тачног одговора. Сагоревањем бензина преко издувних гасова аутомобила у атмосферу се ослобађа:
- метан,
 - олово,
 - кисеоник,
 - прашина.
8. Заокружите слово испред тачног одговора. Главни извори загађења река су:
- индустријски отпади,
 - отпадне воде рудника,
 - топла вода из електрана,
 - отпадне воде из домаћинства,
 - сви наведени.

Задаци



- Нацртајте шематски приказ извора непосредног и посредног загађивања земљишта. Приликом израде шематског приказа користите одговарајуће слике с интернета или новина. На часу разговарајте о овим изворима загађивања земљишта.
- Направите листу отпадних материја које стварате у свом домаћинству током једног дана и једне недеље. Разговарајте на часу да ли постоје начини да се количина отпада смањи.

ПОСЛЕДИЦЕ ЗАГАЂИВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Природни екосистеми делују на принципима технологије без отпада и имају затворен циклус размене материја. Човекова производња и потрошња израђене су све већим стварањем отпадних материја које природа више не може да асимилије, те се оне набијају и заглађују животну средину.

Човек има двоструку улогу у оквиру сваког екосистема на Земљи. Као и свако друго живо биће, он је саставни део природе, екосистема области у којој живи. Друга улога човека односи се на то што он више него било које друго живо биће мења природу. **Тиме постаје један од најмоћнијих еколошких биотичких фактора, који контролише функционисање сваког екосистема.**

Штете које је проузроковао човек дешавају се толико брзо да природа не може сама да се опорави и обнови. Савремени човек променио је изглед читавих предела: опустошени и еродирани терени настали прекомерним уништавањем шума и сточарством, огромне површине пољопривредног земљишта, различита индустријска постројења и депоније данас су слика биосфере.



Слика 4.5. – Формирањем обрадивих површина уништавају се шуме

и хемијских својстава атмосфере на глобалном нивоу јесу појачавање ефекта стаклене баште, уништавање озонског омотача и појава киселих киша.

Промене квалитета ваздуха могу изазвати појаву болести дисајних органа као што су астма, бронхитис и рак плућа. Бол у грудима, гушење, упала грла, кардиоваскуларне болести, респираторне болести неке су од последица чији је узрок загађење ваздуха. Као последица загађења вода могу настати иритација коже и осип.



Кључне речи

радиоактивно зрачење
глобални проблем
тератогено дејство
мутагено дејство
канцерогено дејство

Уништавање водених екосистема, повећање бројности бактерија, протозоа, црва, смањење бројности риба, промена хемијског састава, провидности и температуре воде, као и велика количина органских материја у води неке су од најчешћих последица загађивања вода. Болести, као што је дизентерија, преносе се загађеном водом.

Директне последице наглих промена физичких



О ефекту стаклене баште, уништавању озонског омотача и појави киселих киша научићете више у наредним лекцијама.

Загађивање земљишта такође има бројне последице: мења се његов хемијски састав тако што се нагомилавају тешки метали, пестициди, јављају се ерозија и ширење пустиња (дезертификација), смањује се принос, а депонијама се нарушава и његов физички изглед. На загађеном земљишту одгајају се биљке које постају нездрава храна за човека и животиње.



Слика 4.6. – Ерозија земљишта

Штетно деловање буке одражава се на чуло слуха и остале органе и системе органа, првенствено на нервни и крвни систем.



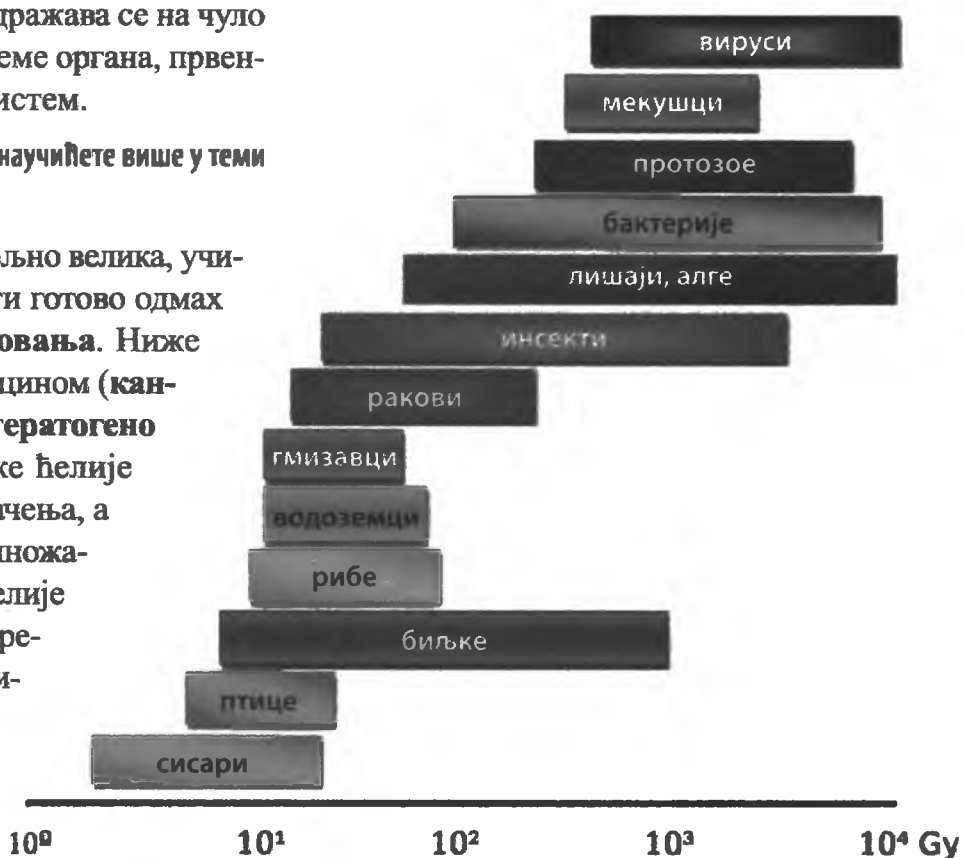
О штетном деловању буке научићете више у теми Еколошка култура.

Када је доза зрачења довољно велика, учинак на човека може се видети готово одмах у облику **радијационог тровања**. Ниже дозе могу проузроковати карцином (**канцерогено дејство**) и имати **тератогено** или **мутагено дејство**. Неке ћелије су подложније учинцима зрачења, а највише оне које се брзо размножавају (ћелије коштане сржи, ћелије корена косе, ћелије епитела црева). Ћелије често могу поправити штету насталу зрачењем. Ако се ћелија подели пре него што је штета по-

прављена, нове ћелије биће промењене. Учинак врло малих доза јонизујућег зрачења још увек је предмет расправа. Зна се да то зрачење има кумулативно (сабирно) дејство. Мале дозе, које се примају непрекидно током живота, сабирају се и могу негативно деловати на ћелију или организам.

Радиоактивно зрачење не утиче исто на све органске врсте. Неке врсте га боље подносе од других. Тако, бактерије могу да поднесу неколико стотина пута већу дозу зрачења од човека. Зглавкари, посебно шкорпије, ракови и инсекти такође подносе много веће дозе зрачења од човека.

Загађење животне средине се непрекидно повећава и данас представља **глобални проблем**. Због тога су потребни заједнички напори и међународна сарадња јер је загађење еколошки проблем који се односи на читаву биосферу.



Слика 4.7. – Леталне дозе зрачења за поједине групе организама изражене у грејима (Gy)



Укратко

Човек је један од најмоћнијих еколошких биотичких фактора који контролише функционисање сваког екосистема.

Загађивање земљишта има бројне последице: мења се његов хемијски састав, јављају се ерозија и ширење пустиња, смањује се принос, а депонијама се нарушава и његов физички изглед.

Промене квалитета ваздуха могу изазвати појаву болести дисајних органа, као и кардиоваскуларног система.

Када је доза зрачења довољно велика, учинак на човека може се видети готово одмах у облику радијационог тровања.

Зрачење може да има кумулативно (сабирно) дејство, тако да се мале дозе, које се примају непрекидно током живота, сабирају и могу негативно деловати на ћелију или организам.



Проверите научено

1. Образложите зашто је данас загађење животне средине глобални проблем.
2. Заокружите слово испред тачног одговора
Код човека најосетљивији на зрачење:
а) је мозак, б) су чула, в) су мишићи, г) је корен косе.
3. Загађени ваздух промењеног квалитета може да изазове:
а) астму, б) рак плућа, в) бронхитис, г) све наведене болести.
4. Ширење пустиња као последица загађења земљишта назива се:
а) ерозија, б) детоксикација, в) дезертификација, г) дезаминација.



Задатак

1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о томе које се загађујуће материје могу наћи у отпадним водама у једном домаћинству. Разговарајте на школском часу о последицама изливања таквих вода у реке.



БИО-забавник

1. Проблем одлагања чврстог отпада може се решити рециклажом и његовим поновним коришћењем у индустрији (секундарне сировине).
2. Папир и текстил чине 42% кућног чврстог отпада, метал, пластика, стакло 23%, отпад из дворишта (трава и лишће) чини 18%, а отпади од хране чине 7% тог отпада.

ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ



Кључне речи

црвене књиге
црне књиге
Црвена књига флоре Србије
природне реткости
национални парк
in situ заштита
ex situ заштита
реинтродукција
интродукција

Човек је својом делатношћу изменио изглед Земље и у знатној мери оштетио биосферу. На огромним површинама планете постојано су уништени природни екосистеми (шуме, стиге, мочваре) или су замењени веštaчким (плантаже, фарме, насеља).

Проблеми угрожености

Оно мало нетакнуте природе у великој је опасности да нестане делом савременог човека. Животну средину на Земљи савремени човек угрожава у мери која прети да угрози и његов опстанак.

Најкрупније промене физичких услова и изгледа средине су: крчење шума, исушивање бара, језера, па чак и мора, стварање водених акумулација, изградња насеља и саобраћајница, избацивање отпадних материја итд. Готово половина шума је нестала. Око 16 милиона хектара земљишта под шумама нестаје годишње. Читаво Средоземље било је некада покривено тврдолисном, слаборастућом шумом, а сада је та област сечом шума претворена у антропогену пустињу и камењар.



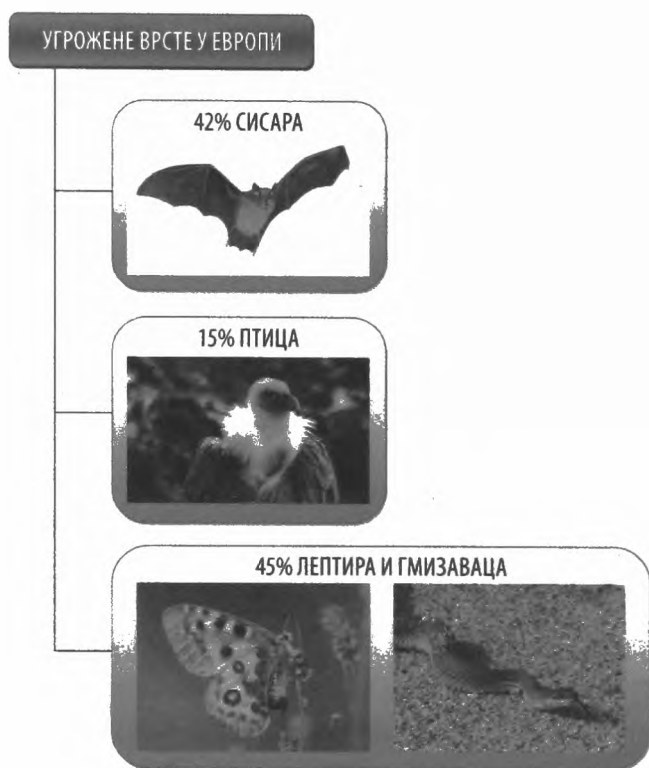
Слика 4.8. — Лик џиновске панде постао је светски симбол угрожених врста.

Биодиверзитет је кључни показатељ здравља екосистема. Широко спектар врста боље ће се носити с претњама од ограниченог броја. Изумирање врсте може имати непредвидиве последице, понекад и у виду уништавања читавих екосистема. Губитак биодиверзитета убрзао се до невиђеног нивоа у Европи и свету. Процењује се да је тренутна глобална стопа изумирања од 100 до 1.000 пута већа од природне стопе.

Светске организације за заштиту природе дале су званичне процене о угрожености врста. Више од четвртине укупне светске флоре (око 60.000 врста биљака) угрожено је или ће нестати у наредних неколико деценија.



Подсетите се шта сте научили о биодиверзитету



Слика 4.9. – Угрожене врсте у Европи

Заштите угрожене флоре, фауне и животних заједница

Заштита биодиверзитета представља скуп мера и поступака којима се угрожене биљне и животињске врсте штите од негативног човековог деловања.

Црвене књиге су специјализоване публикације с научним подацима о угроженим

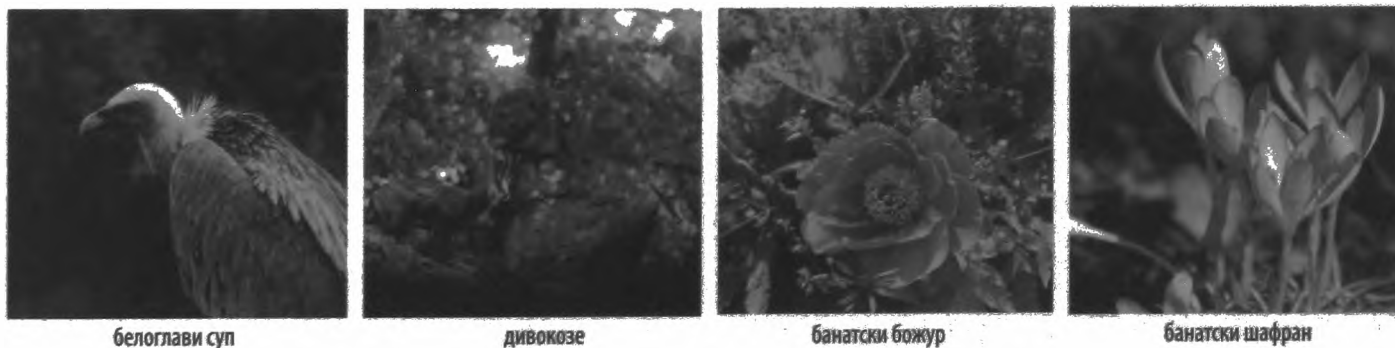
биљним и животињским врстама, а које се објављују ради њихове заштите и заштите њихових станишта. Црвена, упозоравајућа боја у њиховом називу и боји корица указује на то колико су подаци озбиљни и упозорава на могућност нестајања и угрожавања врста.



Слика 4.10. – Црвена књига флоре Србије

У црвеним књигама се налазе угрожени таксони сврстани у категорије које је предложила Међународна унија за заштиту природе (*International Union of the conservation of Nature* – IUCN).

Црна књига садржи списак заувек несталих биљних и животињских врста. У Србији



Слика 4.11. – Угрожене животињске и биљне врсте у Србији и банатски шафран који је ишчезнуо из Србије

таква књига не постоји, али се зато на том „црном” списку налазе и животињске врсте које су живеле само у Србији и неповратно су нестале: орао брадан, тетреб ружевац, бела кања и мала дропља.

Угрожене биљне и животињске врсте у Србији

У Европи постоји шест главних биорегиона, од чега је пет заступљено у Србији, што довољно говори о богатству биодиверзитета у Србији. Ради заштите тог богатства 1999. је урађена научна публикација *Црвена књига флоре Србије* (I том – који садржи прелиминарну листу најугроженијих биљака) према критеријумима Међународне уније за заштиту природе (IUCN). Поједине врсте биљака истовремено су стављене и на светску и европску Црвену листу, чиме је указано на њихов значај.

Основни узроци изумирања биљних и животињских врста на нашој планети, према подацима Светског мониторинг центра за заштиту живог света, јесу уништавање природних станишта, уношење страних врста у екосистеме, прекомерна експлоатација врста, као и загађивање животне средине (земљишта, вода, ваздуха). Сви ти узроци у мањој или већој мери важе и за нашу земљу.

У Србији су изражени негативни утицаји човека у различитим привредним делатности-

ма: пољопривреди, шумарству, водопривреди, рударству, туризму и рекреацији. Осим тога, значајне делатности које угрожавају очување биодиверзитета у Србији јесу урбанизација и изградња инфраструктуре, уношење алохтоних (страних) врста и загађивање животне средине.

Пољопривредне површине покривају око 65% укупне територије Србије, што потпуно задовољава потребе за производњом хране, па њихово даље ширење није потребно. На удару су посебно водени екосистеми (баре, мочваре, језера), који су скоро потпуно уништени. Последњи остаци барских и мочварних станишта су Царска и Обедска бара, Лудошко језеро и Ковиљски рит.

Потапањем кањонских долина и клисура, Ђердапа и Дрине, ради изградње вештачких акумулација потпуно су уништене популације врста и екосистеми. Депоније јаловине и пепелишта из површинских копова угља и подземних рудника формирају се углавном на обрадивом земљишту.

Планински и високопланински екосистеми угрожени су сечом шума, испашама и планинским туризмом, посебно зимским (изградња скијашких стаза, насеља у срцу планина).

Урбанизацијом и изградњом пратеће инфраструктуре (саобраћајнице и др.) угрожавају се природни екосистеми у непосредној околини. Шумске и мочварне области посебно су угрожене саобраћајницама.



Царска бара



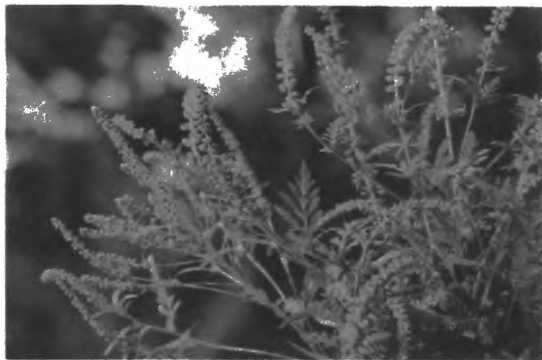
Лудошко језеро



Обедска бара

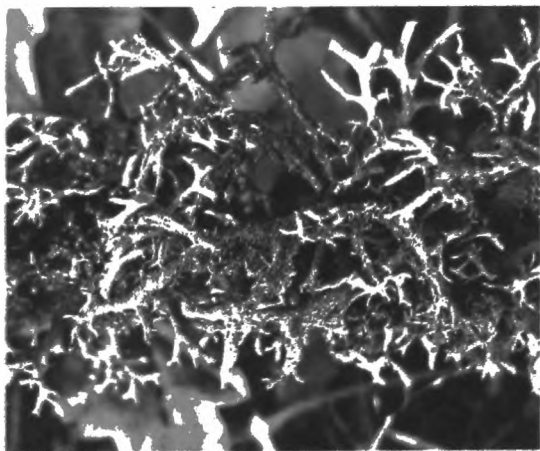
Слика 4.12. – Последњи остаци барских и мочварних станишта у Србији која се налазе на међународној Листи рамсарских подручја

Уношење страних врста може имати негативан ефекат на природне екосистеме. Некада такве врсте могу да буду опасне по здравље човека, као што је то **амброзија**. Средином XIX века та биљка је с пољопривредним производима случајно унета из Северне Америке у Француску и Немачку. Одатле се проширила и на остале земље. Производи велике количине полена на који су људи алергични.



Слика 4.13. – Амброзија

Загађивање ваздуха одражава се на биодиверзитет природних екосистема пре свега постепеном променом састава животних заједница. Нису све врсте подједнако осетљиве на то загађење. Четинари су осетљивији од широколисног дрвећа, док су најосетљивији лишајеви. Лишајеви служе као биоиндикатори загађености (нема их у срединама са загађеним ваздухом). Киселе кише као облик загађивања ваздуха изазивају сушење шума на великим просторствима.



Слика 4.14. – Лишај с Голије

На смањење биолошке разноврсности водених екосистема утиче загађивање вода пре свега из индустријских, градских и пољопривредних извора.

Вегетацијски покривач уништава се ерозијом земљишта, што је свакако повезано са сечом шума.

Угрожене биљне врсте

Биљке које представљају природне реткости заштићене су посебним законом о заштити природе. Уништавање или берба тих биљака, осим што наноси непроцењиву штету биодиверзитету, истовремено је и кривично дело које се може казнити по Закону.

Заштићене биљке не треба брати, ни сакупљати!

Неке од угрожених и истовремено и заштићених биљака Србије, које су под заштитом првог степена, јесу:

- **Панчићева оморика**, која се може наћи на планинама око средњег тока Дрине у западној Србији (Тара, Милешевка),
- **тиса**, налази се по планинама и клисурама,
- **молика**, расте на Шар-планини и Проклетијама,
- **степски божур**, који расте у Делиблатској пешчари,
- **гороцвет**, расте на Фрушкој гори, у Делиблатској пешчари, Суботичкој пешчари и др.,
- **росуља**, која се може наћи на Старој планини и Власини,
- **саса**, које има на Фрушкој гори и у Делиблатској пешчари,
- **рунолист**, има га на Копеонику, Мучњу, Проклетијама,
- **жута линцура**, живи на неприступачним каменим литицама,
- **госпина папучица**, врста орхидеје која расте на Сувој планини и заштитио ју је УНЕСКО као светску природну реткост.



Слика 4.15. — Неке од биљака које су под заштитом првог степена у Србији

Списак заштићених биљака овде се не завршава, већ су дате само биљке карактеристичне за одређена подручја.

Ретке, угрожене и заштићене животиње

Најпознатије, оне о којима се највише говори и пише, међу заштићеним животињама су: Аполонов лептир, црни даждевњак, велики тетреб, белоглави суп, видра, слепи мишеви, шарени твор и др.

Заштита природних станишта

Основни услов заштите ретких и угрожених органских врста јесте заштита њихових природних станишта, а што се остварује на више начина:

- евидентирање угрожених врста путем поменуте *Црвене књије*,
- заштита Законом,
- проглашавање станишта заштићених врста за строге природне резервате, где је активност човека минимална,
- формирање националних паркова као најобухватнијих видова заштите.

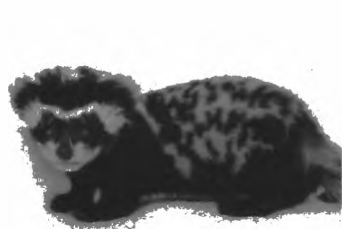


Аполонов лептир

црни даждевњак

видра

велики тетреб



шарени твор



слепи миш



белоглави суп

Слика 4.16. — Неке од заштићених животиња

Поступци формално-правне заштите угрожених врста

На основу научних података о степену угрожености врста, доносе се правна акта: закони, уредбе, наредбе, декларације, кодекси, конвенције, резолуције, стратегије на међународном или националном нивоу. На основу њих се различитим врстама, у зависности од степена и карактера угрожености, додељује одговарајући ниво правне заштите.

Практичне мере заштите угрожених врста

Активне методе и поступци заштите биодиверзитета су *in situ* заштита, *ex situ* заштита, реинтродукција, интродукција, едукација и презентације.

In situ заштита

In situ заштита подразумева очување, одржавање и опоравак популација и врста на њиховим природним стаништима. Угрожене врсте могу се штитити само ако су том заштитом обухваћена и њихова природна станишта с којима су у нераскидивој вези. Законом су одређена заштићена подручја (природна добра): национални паркови, паркови природе, предели изузетних одлика, резервати природе, специјални резервати природе и споменици природе.



Подсетите се шта сте научили из географије о заштићеним природним добрима у Србији.

Ex situ заштита

Ex situ заштита подразумева чување, гајење и размножавање биљака и животиња изван њихових природних станишта: гајење угрожених биљака у ботаничким баштама, формирање приватних колекција живих биљака и животиња, формирање банака гена, размножавање биљака

и животиња у специјализованим лабораторијама на хранљивим подлогама (културе ткива).

Реинтродукција и интродукција

Реинтродукција је враћање угрожених врста на њихова природна станишта с којих су ишчезле или им прети опасност да нестану. Она подразумева и истовремено спровођење строгих мера *in situ* заштите тих врста на њиховим природним стаништима. У Засавицу, бару која се налази на северу Мачве, године 2004. враћен је европски дабар, њен некадашњи становник, који је истребљен још у XIX веку.



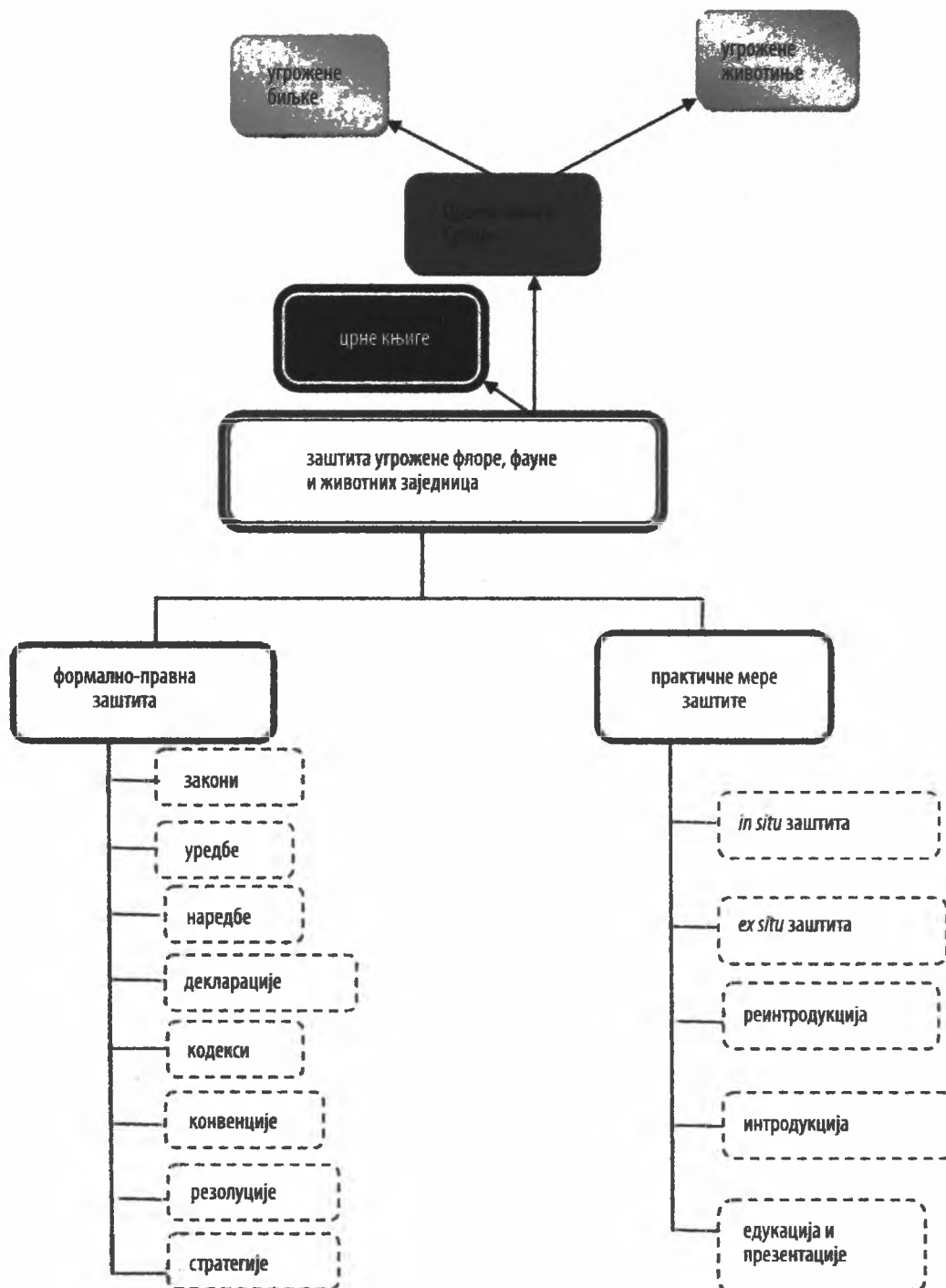
Слика 4.17. – Европски дабар

Интродукција је покушај да се угрожена врста вештачки насели на простор на којем раније није живела. Мера која доприноси заштити угрожених лековитих и ароматичних биљних врста у природи је њихово плантажно гајење.

Едукација и презентације

Специфичан вид активности на пољу заштите угроженог живог света је и презентација досадашњих сазнања и резултата, објављивање постера и публикација, снимање ТВ емисија, ЦД-а, организација предавања и изложби. Циљ свих тих активности је да се јавност упозна са значајем биодиверзитета и с начинима заштите које сваки појединац може да предузме у његовом очувању (формирање еколошке културе).

Мапа лекције





Укратко

Заштита биодиверзитета представља скуп мера и поступака којима се угрожене биљне и животињске врсте штите од негативног човековог деловања.

Црвене књиге су специјализоване публикације с научним подацима о угроженим биљним и животињским врстама, а које се објављују ради њихове заштите и заштите њихових станишта.

Уништавање или берба биљака које представљају природне реткости, осим што наноси непроцењиву штету биодиверзитету, истовремено је и кривично дело које се може казнити по Закону.

Формирање националних паркова је најобухватнији вид заштите природних станишта ретких и угрожених врста.

Активне методе и поступци заштите биодиверзитета су *in situ* заштита, *ex situ* заштита, реинтродукција, интродукција, едукација и презентације.

Проверите
научено

1. Објасните како алохтона врста може да угрози неки екосистем.
2. У чему је разлика између *in situ* и *ex situ* заштите?
3. Објасните улогу лишаја као биоиндикатора загађености средине.
4. Објасните значај националних паркова једне државе.



Задаци

1. Направите презентацију о угроженим биљним и животињским врстама Србије. Прикажите је на часу и објасните узроке угрожености и нестајања врста у Србији.
2. На норвешком острву Свалбард, најсевернијем насељеном подручју на Земљи, основана је 2008. године глобална банка семена за спас човечанства у случају катастрофе. Свалбард банка је пројектована да издржи глобално загревање, земљотресе, па чак и нуклеарне ударе. На интернету или у школској библиотеци прикупите више података о банци семена. Објасните како човечанство може да буде спасено овом банком семена.



БИО-забавник

1. До сада је описано око 2 милиона различитих врста, а процењује се да је њихов број далеко већи.
2. Светски дан заштите животиња је 4. октобар.
3. Светски дан заштите животне средине обележава се 5. јуна.
4. Светски дан заштите биодиверзитета је 22. мај.

ОДРЖИВИ РАЗВОЈ



Кључне речи

одрживи развој
еколошки отисак
енергетска ефикасност
енергија ветра
енергија Сунца
хидроенергија

Концепт одрживог развоја јесте изражење начина живота и рада који ће у будућности омогућити свим људима света да воде здрав и економски сигуран живот без уништавања животне средине и без ујрожавања будуће благодати људи и планете Земље. Човек је толико уништио животну средину да је сада последњи тренутак да се очувају дарови и лепоћа Земље за садашње и будуће генерације!

Последње деценије XX века биле су обележене различитим програмима и акцијама у области заштите, обнове и унапређења животне средине. Један од основних концепт економије природних ресурса и животне средине јесте **концепт одрживог развоја** или одрживости. Том концепту припада централно место приликом разматрања дугорочне перспективе опстанка и напретка човечанства.

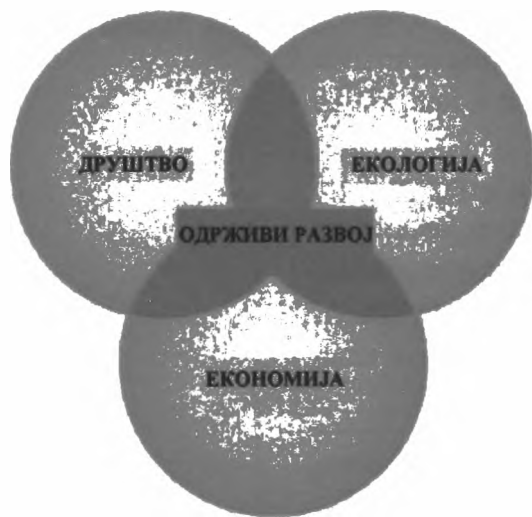
Концепт одрживог развоја подразумева да се животна средина може сачувати само ако паралелно теку економски, друштвени, технолошки и културни развој. Према томе, концепт одрживог развоја обухвата и повезује економску одрживост, еколошку одрживост и друштвену одрживост. Концепт подржава јак економски и социјални развој, али само онај који не уништава животну средину и природне ресурсе.

Право садашње генерације на искоришћавање ресурса и животне средине не сме угрозити исто такво право наредним генерацијама.

„Одрживи развој представља тежњу да се створи бољи свет равнотежом социјалног и економског стања и факторима заштите животне средине” (из Националне стратегије Републике Србије).

Постизање одрживости на еколошком плану односи се на коришћење природних ресурса и животне средине. Одрживим се сматра стање у ком је задовољен минимум услова стабилности и уравнотежења екосистема. Многобројни примери данашњег стања животне средине, изазваног делатношћу човека, говоре о ремећењу равнотеже у екосистемима на глобалном нивоу. Према ставовима одрживог развоја, потребно је установити које активности човек треба да избегава јер нарушавају равнотежу екосистема, а које активности човека су погодне за очување те равнотеже.

Однос између потребе за природним ресурсима (воде, земљишта, ваздуха, нафте, угља, руде итд.) и њихове потрошње представља **еколошки отисак**. Што је потрошња природних ресурса већа, већи је и еколошки отисак као мера људских захтева за природним ресурсима. Већи еколошки отисак изазива веће негативне последице по животну средину.



Слика 4.18. — Концепт одрживог развоја



Предложите мере помоћу којих је могуће смањити еколошки отисак.

Облици енергетске ефикасности

Енергетска ефикасност подразумева различите техничке мере или промене у понашању људи које се примењују да би се смањила потрошња енергије.

Промене у понашању односе се на рационалније и ефикасније коришћење енергије, а не на њену штедњу у смислу одрицања и ограничавања сопствених потреба. Тако, нпр., нећемо седети у мраку да би смо штедели струју, већ ћемо користити штедљиве сијалице и гасити светло по изласку из просторија, грејаћемо кућу до 21°C, а хладити је до 27°C, штампати папир обострано и сл.

Природни ресурси као извори енергије

Потребе индустрије за новим изворима енергије у непрекидном су порасту. Природни ресурси се деле на обновљиве, необновљиве и сталне. Посебно су значајни **необновљиви извори енергије (природни гас, нафта, руде метала, угаљ)** зато што су на Земљи присутни у ограниченим количинама. Њихове резерве биће исцрпљене до краја 21. или 22. века.

Ако се не експлоатишу прекомерно, **обновљиви извори енергије** могу самостално да

се обнављају. Зато је потребно начин на који их човек троши ускладити с брзином и могућностима њихове обнове у природи. Примери обновљивих извора енергије су биомаса (дрво), биогас (настаје разградњом органских материја помоћу бактерија у одсуству кисеоника), вода.

Стални извори се од обновљивих разликују по томе што не морају да се обнављају, па би требало развијати индустрију која њих користи. Примери ових извора су енергија ветра, енергија Сунца и енергија воде (хидроенергија). Под хидроенергијом подразумевамо енергију водених токова, таласа, плиме и осеке.

Предности сталних извора енергије су многоструке: не загађују животну средину, нема опасног отпада, могу да произведу много више енергије, јефтинији су и сл. **Хидроенергија** је један од водећих сталних извора енергије. У Србији је до данас искоришћено око 60% хидроенергетског потенцијала, док се преостали део може користити из сликова Дрине и Мораве. Други извор по искоришћености је **енергија ветра**. Ветар ствара и до 200 пута више енергије него што је свету данас потребно. Турбине на ветар највише се користе у Европи, где постоје „паркови ветра” у којима се производи електрична енергија.

Соларна енергија се добија тако што фотопанели претварају Сунчеву енергију у елек-



Слика 4.19. – Турбине на ветар

тричну или тако што се та енергија користи директно за грејање воде (колектори). У Србији постоји велики број сунчаних сати у години (од 2.000 до 2.300), што представља потенцијал за коришћење те енергије.

Укратко

Један од основних концепта економије природних ресурса и животне средине јесте концепт одрживог развоја или одрживости. Однос између потребе за природним ресурсима (воде, земљишта, ваздуха, нафте, угља, руде итд.) и њихове потрошње представља еколошки отисак.

Необновљиви извори енергије су природни гас, нафта, руде метана, угљ.

Обновљиви извори енергије су биомаса, биогас, док се стални извори од обновљивих разликују по томе што не морају да се обнављају (енергија ветра, Сунца, воде).

Проверите научено

1. Који су стални извори енергије?
2. Који су обновљиви извори енергије?
3. Која је разлика између сталних и обновљивих извора енергије?
4. Шта је одрживи развој?
5. Од чега зависи величина еколошког отиска?

БИО-забавник

1. Светски дан енергетске ефикасности је 5. март.
2. Данска још од 19. века користи снагу ветра за производњу електричне енергије и данас је лидер у тој производњи у свету.

Задатак

1. Попуните табелу тако што ћете штриклирати оно што свакодневно радите. Проверите да ли штедите или „расипате” енергију.

1.	Гасим светло по изласку из просторије.	
2.	Користим штедљиве сијалице.	
3.	Након што напуним мобилни телефон, искључујем пуњач из струје.	
4.	У кући користимо електричне апарате с ознаком енергетске звезде.	
5.	Искључујем ТВ, конзолу за игре и сл. када их више не користим.	
6.	Користим „паметне” утичнице.	
7.	Искључујем компјутер када га не користим.	

Колико сте ставки штриклирали? Свака штриклирана ставка означава штедњу енергије. Упоредите своју табелу с табелама осталих ученика у одељењу. На школском часу разговарајте о начинима на које бисте могли да побољшате своју „енергетску ефикасност”.

ГЛОБАЛНЕ ПРОМЕНЕ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ И ЊИХОВЕ ПОСЛЕДИЦЕ

Глобални еколошки проблеми данас су ефекти стаклене баште, киселе кише и оштећен озонски омотач. Различити врсти загађивача доприносе сваком од њих глобалних еколошких проблема, што оштежава утврђивање шта је главни узрок и шта предузети да би се тај узрок оклонио.

Ефекат стаклене баште

Земљина атмосфера састоји се од мешавине гасова, и то око 79% азота, 21% кисеоника, 0,03% угљен-диоксида и др. Сматра се да је повећање количине угљен-диоксида главни узрок глобалног загревања, односно да је његов удео 50–55% у том еколошком проблему. Главни узрок повећане количине угљен-диоксида у атмосфери је свакако сагоревање фосилних горива којим се тај гас испушта у атмосферу. Други узрок су смањене површине под шумама које би, да нису посечене, трошиле ту повећану количину угљен-диоксида.

Метан се у атмосферу ослобађа природним путем, распадањем органских једињења, али се његова највећа количина ослобађа из индустријских постројења. Највећи део азот (I)-оксида, као и метана, ослободи се у индустрији, мада не треба занемарити ни количину ослобођену у вулканским ерупцијама.

Сунчево зрачење пролази кроз атмосферу, пада на површину Земље и загрева је, а један његов део се одбија и враћа у атмосферу. Слој угљен-диоксида, метана, честица и других производа загађивања ваздуха попут стакленог крова одбија и враћа топлотно зрачење, чиме се укупна количина топлоте на Земљи повећава. Та појава обухвата читаву планету, па је добила назив **глобално загревање**. Последице глобалног загревања је раст средње годишње температуре на нашој планети. Клима се мења и све чешће наступају суше. Топљењем ледника подиже се ниво мора и океана.

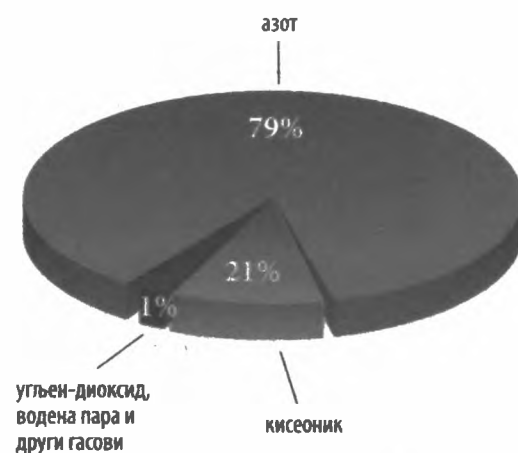


Објасните како глобално загревање утиче на биљке, животиње и људе.

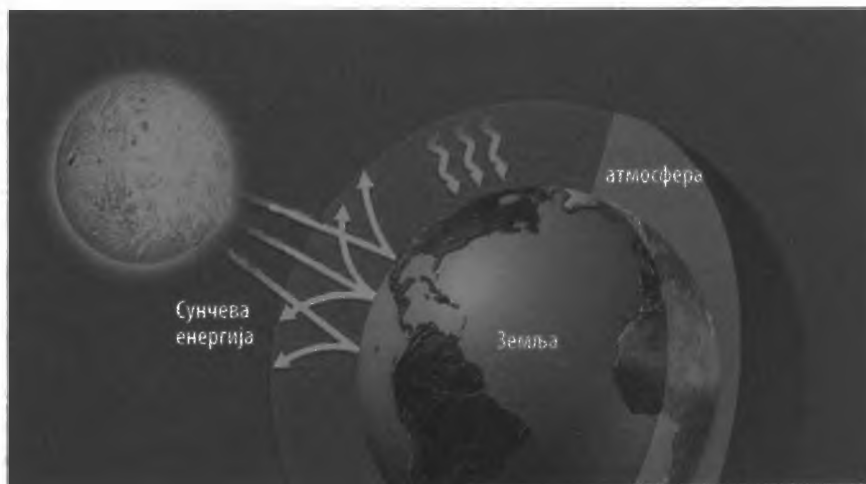


Кључне речи

ефекат стаклене баште
хлоро-флуоро-угљеници
глобално загревање
„добар озон“ (озонски омотач)
„лош озон“
„озонске рупе“



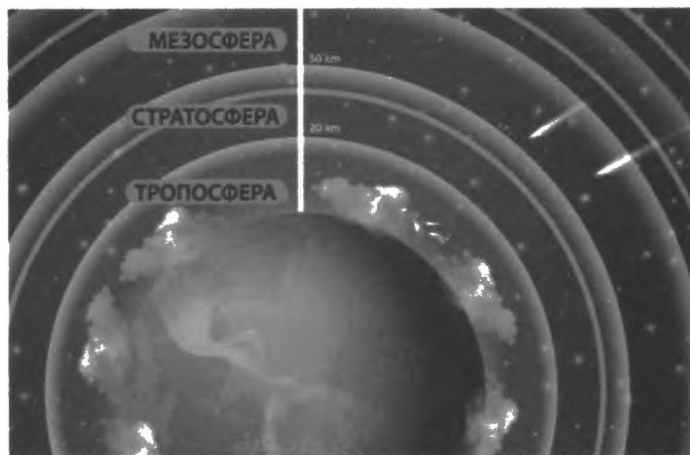
Слика 4.20. – Састав Земљине атмосфере



Слика 4.21. – Ефекат стаклене баште

Оштећење озонског омотача

Озон се углавном налази у два региона Земљине атмосфере. Већа количина озона (око 90%) налази се у тзв. **стратосфери**, која се простире 11–48 km изнад Земљине површине. Остатак озона налази се у доњим деловима атмосфере, на висини 0–20 km изнад површине Земље, у тзв. **тропосфери**.



Слика 4.22. – Региони Земљине атмосфере

Молекули озона у горњим слојевима атмосфере (стратосфере) и доњем слоју атмосфере (тропосфере) хемијски су идентични и настају под утицајем ултраљубичастог (УВ) сунчевог зрачења. Састоје се од три атома кисеоника (хемијска формула је O_3). Међутим, они имају веома различите улоге у атмосфери и врло различите ефекте на људе и друге живе организме.

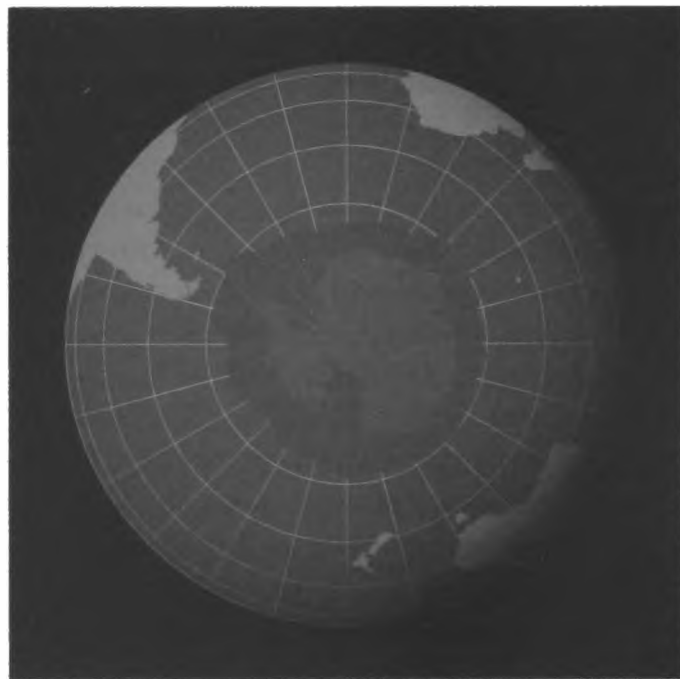
Озон у стратосфери назива се „**добар озон**” (озонски омотач), има корисну улогу јер апсорбује највећи део биолошки штетних ултраљубичастих сунчевих зрака, што омогућава да само мала количина стигне до површине Земље. УВ зрачење је штетно за већину живих организама на нашој планети. Овај омотач утиче и на расподелу топлоте, чиме регулише и климу.

Озон у тропосфери је штетан, токсичан за живе организме и због тога се назива „**лош озон**”. Доказани су штетни ефекти тог озона на биљке, раст шума и здравље људи.

Загађење атмосфере узрокује углавном два еколошка проблема повезана с количином озона у атмосфери. Један од њих је повећање концентрације „**лошег озона**”, и представља главни узрок појаве фотохемијског смога у градовима широм света. Други је још важнији, а то је смањење озонског омотача. Он постаје тањи или чак на појединим деловима нестаје и тада настају **озонске рупе**. То је у директној вези с повећањем деловања штетног УВ зрачења на жива бића. Прекомерно излагање УВ зрачењу код човека изазива оштећење коже (па и појаву рака коже), алергију на Сунце, слабење имунитета и оштећење очију.



Које би последице по живи свет изазвало потпуно уништење озонског омотача?



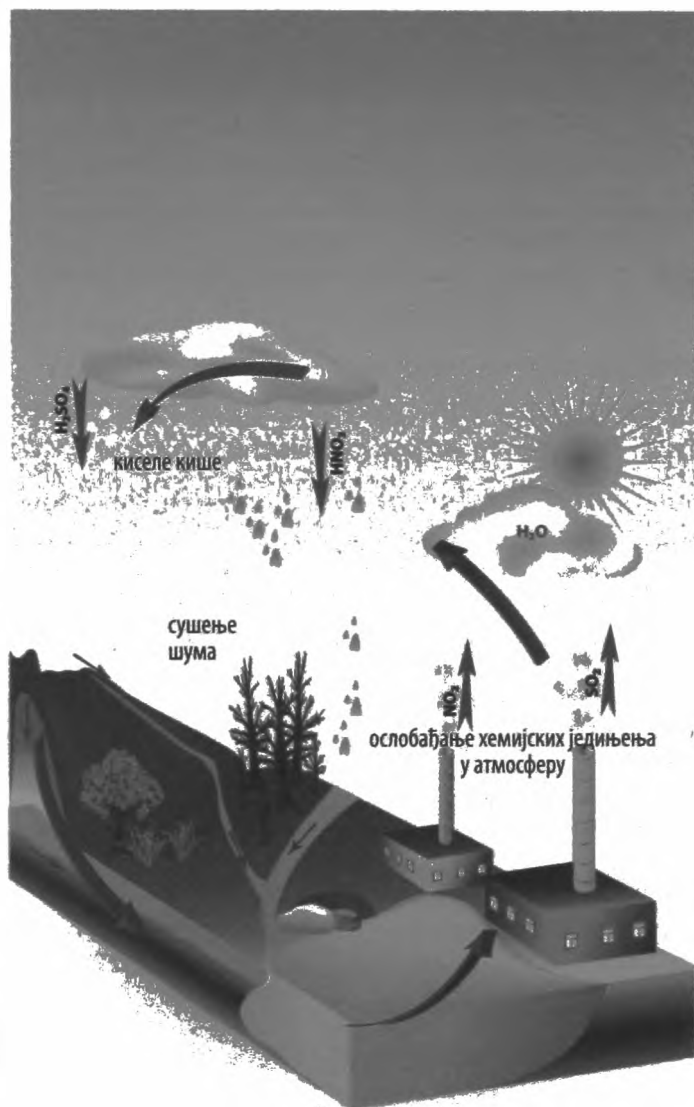
Слика 4.23. – Цртеж озонске рупе (љубучасто) изнад Антарктика 2015. године

На дебљину озонског омотача утичу једињења (хлоро-флуоро-угљеници) која имају ширу примену. Једињења која оштећују озонски омотач су она која у различитим комбинацијама садрже хлор, флуор, бром, угљеник и водоник – фреон, халон и др. Користе се као расхладна средства у фрижидерима, замрзивачима и другим

расхладним уређајима (фреон), клима-уређајима и топлотним пумпама, аеросол распршивачима (дезодоранси, лакови за косу и сл.), средствима за стварање пене, средствима за чишћење и апаратима за гашење пожара (халони).

Киселе кише

Један од главних узрока одумирања шума и велики извор загађења животне средине јесу свакако киселе кише (као и снег, магла, суснежица, лед). Атмосфера прима велику количину сумпор-диоксида, азотних оксида и других хе-



Слика 4.24. – Киселе кише



Слика 4.25. – Сушење шума као последица киселих киша

мијских једињења која се ослобађају као производ људске делатности (саобраћај, индустрија и др.). У атмосфери се та једињења у додиру с водом претварају у киселину (сумпорну, азотну и др.). Због тога киселе кише имају већу киселост од киша које падају у незагађеним деловима. Незагађене кише су због садржаја угљен-диоксида, који с водом даје угљену киселину, такође киселе. Њихова рН вредност је 5,6 и то је гранична вредност. Вредности рН мање од 5,6 важе за киселе кише.

Киселе кише делују штетно на биљке јер из земљишта спирају минерале, па тако смањују фотосинтезу, успоравају њихов раст, изазивају сушење биљних органа, смањује њихову отпорност на паразите, хладноћу итд.

Осим што делују штетно на биљке, киселе кише слично дејство имају и на животиње. Неке животиње, нпр. неке рибе и жабе, не могу да се размножавају или живе у киселој средини. Развој микроорганизама разлагача се ремети, а тиме се ремете и ланци исхране.

Киселе кише могу негативно да утичу и на људско здравље јер се стварају честице у ваздуху које могу да изазову респираторне проблеме или отежано дисање.

Културна добра, споменици од мермера, бетон, као и метал подложни су разарајућем деловању киселих киша.

 Предложите мере које свако од нас може да предузме да би се смањила појава киселих киша. Наведите мере које је неопходно спровести на светском, глобалном нивоу.



Слика 4.26. – Највећа камена статуа Буде на свету оштећена деловањем киселих киша (Кина)

Укратко



Глобални еколошки проблеми данас су ефекат стаклене баште, киселе кише и оштећен озонски омотач.

Слој угљен-диоксида, метана, честица и других производа загађивања ваздуха попут стакленог крова одбија и враћа топлотно зрачење, чиме се укупна количина топлоте на Земљи повећава, па добија назив глобално загревање.

Озон у стратосфери (озонски омотач) има корисну улогу јер апсорбује највећи део биолошки штетних ултраљубичастих сунчевих зрака.

Озон у тропосфери је штетан, токсичан за живе организме.

Киселе кише настају када се у атмосфери оксиди сумпора, азота и других хемијских једињења у додиру с водом претварају у киселину.

Проверите научено



1. Објасни разлику у деловању на живи свет између „доброг” и „лошег” озона.
2. Наведите који је главни узрок повећане количине угљен-диоксида у атмосфери.
3. Наведите три последице глобалног загревања.
4. Зашто киселе кише имају мању рН вредност од незагађених киша?
5. У каквој су вези озонске рупе и штетно деловање УВ зрачења на људе?



БИО-забавник

1. Природни извор угљен-диоксида је дисање, којим се производи око 60 милијарди тона годишње и океан, из ког се ослободи око 90 милијарди тона годишње. Из антропогених извора годишње се добија око седам милијарди тона угљен-диоксида. Од те количине, око три милијарде тона остаје у атмосфери и око две милијарде тона се апсорбује у океанима. Научници сматрају да највећи део од преостале две милијарде тона апсорбује вегетација трошећи га за процес фотосинтезе.
2. Прва оштећења озонског омотача примећена су 1985. изнад Антарктика, на Јужном полу.



Задаци

1. Разговарајте на часу о узроцима и последицама глобалног загревања.
2. На интернету или у школској библиотеци прикупите податке о штетном деловању УВ зрачења. Своје истраживање представите у презентацији.
3. У табели су дати подаци о количини CO_2 у атмосфери и просечној годишњој температури. Нацртајте графикон на милиметарском папиру или рачунару.

Година	Количина CO_2 у атмосфери	Просечна годишња температура у $^{\circ}\text{C}$
1960	316,7	13,96
1965	319,9	13,89
1970	325,5	14,03
1975	331,0	13,94
1980	338,5	14,18
1985	345,7	14,10
1990	354,0	14,41
1995	360,9	14,39
2000	369,4	14,36

Образложите да ли концентрација CO_2 у атмосфери утиче на промену температуре ваздуха.

ПРОВЕРИТЕ СВОЈЕ ЗНАЊЕ

ТЕСТ 4.

Заокружите слово испред тачне тврдње.

1. Чврсти отпаци попут гуме и стакла:

- а) лако се разграђују у природи,
- б) тешко се разграђују,
- в) могу да се рециклирају,
- г) тачно је под б) и в).

2. Киселе кише штетно делују на:

- а) шуме,
- б) биљке,
- в) животиње,
- г) споменике,
- д) све наведено.

3. Допуните реченицу уписујући одговарајуће тачне појмове.

Земљина атмосфера састоји се од мешавине гасова око _____ азота, _____ кисеоника, _____ угљен-диоксида и др.

- а) 79%, б) 89%, в) 15%,
- г) 21%, д) 3%, ђ) 0,03%.

Заокружите слово испред тачне тврдње.

4. Заједничка особина липљана, росуље и молике је следећа:

- а) све су угрожене врсте биљака,
- б) све врсте су изумрле,
- в) све врсте живе у Србији,
- г) све су аутохтоне врсте.

5. Најугроженији екосистеми у Србији су:

- а) баре,
- б) мочваре,
- в) језера,
- г) сви наведени.

6. Допуните реченицу уписујући одговарајући појам.

Специјализоване публикације с научним подацима о угроженим биљним и животињским врстама називају се _____.

- а) црне књиге, б) црвене књиге,
- в) плаве књиге, г) зелене књиге.

7. У одговарајуће групе: 1. необновљиви извори енергије, 2. обновљиви извори енергије и 3. стални извори енергије, разврстајте природне ресурсе као изворе енергије: енергија ветра, биомаса, хидроенергија, вода, нафта, биогаз, руде метала, угаљ, енергија Сунца.

8. Заокружите слово Т уколико је тврдња тачна, а слово Н уколико тврдња није тачна.

- а) Киселе кише негативно утичу на људско здравље јер могу да изазову отежано дисање. Т Н
- б) Смањење количине угљен-диоксида је главни узрок глобалног загревања. Т Н
- в) Озон у стратосфери спречава деловање УВ зрачења на живи свет. Т Н
- г) Соларна енергија се користи за директно грејање воде. Т Н

9. Допуните реченицу уписујући одговарајући појам.

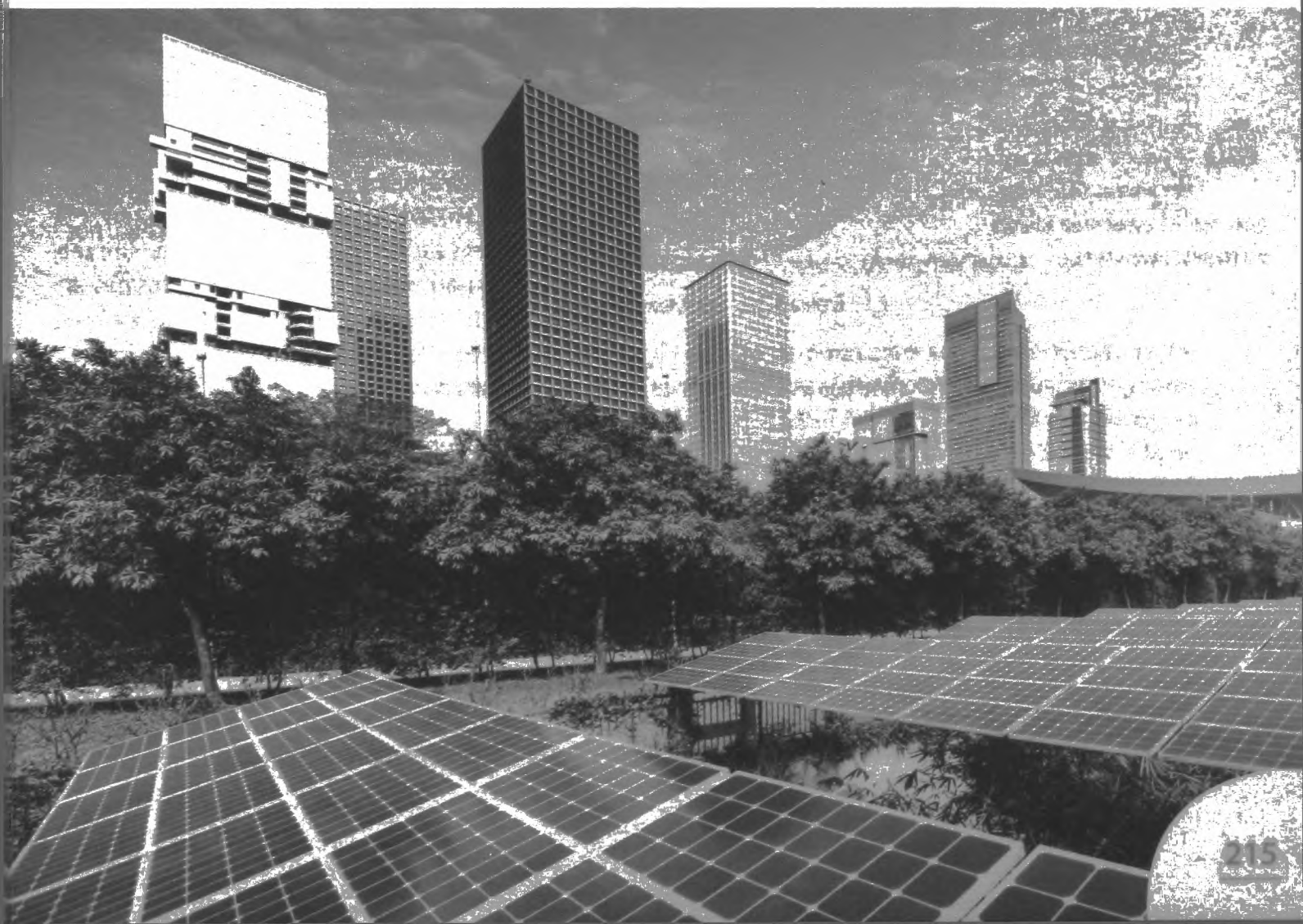
Прекомерно уништавање шума је један од узрока повећане количине _____ у атмосфери.

- а) угљен-диоксида, б) угљен-монооксида,
- в) метана, г) оксида азота.

10. На који концепт се односи следећа реченица: „Право садашње генерације на искоришћавање ресурса и животне средине не сме угрозити исто такво право наредним генерацијама.”

У овом поглављу сазнаћете о:

- значају одржавања личне хигијене, хигијене животног и радног простора,
- адитивима који су опасни по здравље,
- значају употребе производа у складу с декларацијом и упутством ради очувања сопственог здравља и заштите животне средине,
- значају употребе биоразградиве амбалаже,
- начинима и значају одлагања отпада,
- утицају стреса, буке, психоактивних супстанци, брзе хране и физичке активности на здравље човека.



ЕКОЛОШКА КУЛТУРА



Кључне речи

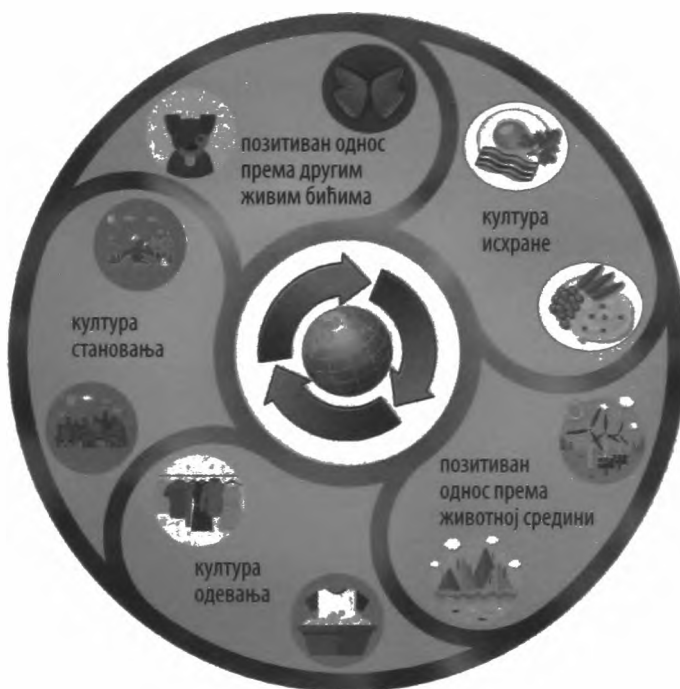
еколошка култура
уређење простора
лична хигијена
животни простор
радни простор
хигијена просторија
професионалне штетности

Услед савременог и неустрашивог развоја пољопривреде, урбанизације и индустријализације, човек је битно променио изглед и квалитет животне средине на планети Земљи. Повећање бројности људске популације и све веће зајимавање животне средине чине да у средину све мање погодног за живот. Да би се сачувала даља деградација и поправило постојеће стање, неопходно је формирање еколошке културе или културе живљења савременог човека.

Решавање бројних еколошких проблема изискује да из основе променимо своје понашање и да потрошачку културу заменимо еколошком културом.

Еколошка култура заснива се на еколошким знањима, поштовању еколошких законитости и критичком вредновању нашег односа према средини у којој живимо.

Еколошка култура испољава се у нашим свакодневним активностима и разним областима живота као култура исхране, култура одевања, култура становања, као и позитиван однос према другим живим бићима и животној средини.



Слика 5.1. – Еколошка култура

Уређење животног и радног простора

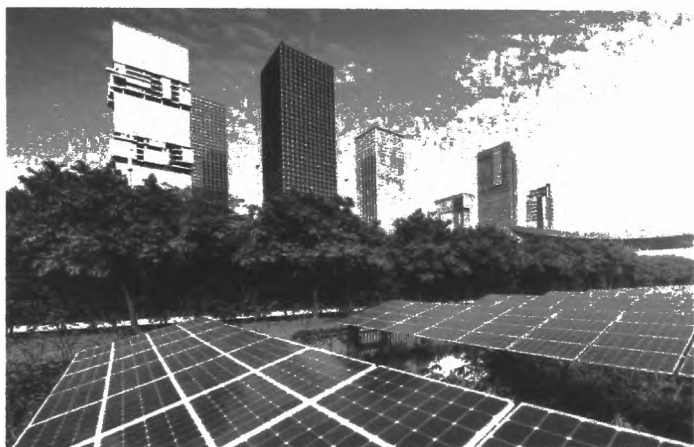
Проблеми заштите животне средине морају да буду укључени у све друштвене и просторне планове. Заштита животне средине у тим плановима обухвата заштиту природе, ваздуха, вода, земљишта, урбаног наслеђа, као и заштиту од катастрофа (земљотреси, поплаве, клизање терена и сл.), уклањање отпадака и омогућавање нормалног функционисања насеља.

Просторно планирање и уређење простора морају да буду усклађени с еколошким односима и принципима на којима се заснива функционисање читаве биосфере. Не постоји јединствено решење за уређење било ког простора у било ком делу биосфере јер се еколошка ситуација на Земљи веома разликује. Ради проналажења најбољег решења за одређени



Проучите слику 5.1 и повежите значење еколошког симбола у средини круга с областима живота и активностима човека.

еколошки простор неопходно је познавање абиотичких услова, као и састава живог света у том екосистему. Да би планирање било по еколошким законима и усклађено просторно, неопходно је и познавање екологије чланова животне заједнице на том простору, њихових односа исхране и механизма којима се регулише еколошка равнотежа тог екосистема.



Слика 5.2. – Еко-град

Катастрофалне грешке настају када се простор предвиђен за изградњу насеља посматра као празан географски простор. Тада се не узима у обзир биолошка компонента тог простора, односно његов еколошки садржај. Очување основних абиотичких и биотичких делова природних екосистема је предуслов за успешно просторно планирање. Мора се водити рачуна да се на простору планираном за изградњу насеља већ налази природни екосистем ком је неопходно прилагодити нову урбану средину. **Будућа урбана средина мора се прилагодити природном екосистему који ту већ постоји.**



Подсетите се шта сте научили о екосистему.

Хигијена животног простора

Животни и радни простор представљају основну потребу човека јер су то места за телесни и психички одмор, као и за умни и физички рад.

Изградња станова мора да буде прилагођена одређеним захтевима хигијене. Стан мора да буде сув (заштићен од влаге), у близини зелених површина, удаљен од индустријске зоне (извора дима, прашине, буке, хемикалија и сл.), да има водовод, канализацију, електричну мрежу и да се у његовој близини налази саобраћајница.

Просторије у којима људи бораве и раде морају да буду светле и сунчане. **Сунчева светлост** повољно делује на организам, а осим тога има и дезинфекциону моћ јер уништава неке бактерије или спречава њихово размножавање. **Чист и свеж ваздух** у просторијама постиже се редовним и честим проветравањем, при чему свако проветравање треба да траје 10–20 минута. **Температура ваздуха** треба да буде између 16°C и 20°C.



Слика 5.3. – Осунчана, светла просторија

Свако одржавање хигијене пода, зидова и намештаја доприноси бољем очувању здравља. Посебно треба обратити пажњу на просторије и посуде у које се одлаже и у којима се припрема **храна**, као и на просторије у којима се одржава лична хигијена. **Отпатке** од хране треба редовно износити, **сортирати** и, ако је могуће, **рециклирати**. Посуде за отпад треба увек да буду затворене да би се спречио приступ инсектима и домаћим животињама које разносе нечистоћу и тиме повећавају опасност од заразе.

Хигијена радног простора

Професионалне штетности	Деловање на организам човека	Последице по здравље човека
висока температура	знојне жлезде, мишићи	повишена телесна температура, замор, грчеви у мишићима
ниска температура	органи за дисање	реума, болести бубрега
јонизујуће зрачење	кожа, очи	карцином
УВ зрачење	кожа, очи	рак коже
бука	чуло слуха, крвни судови, срце, психа	ширење крвних судова, поремећаји у ритму срчаног рада, промене крвног притиска, психички проблеми
вибрације	руке, ноге, зглобови	промене на рукама, грчеви
отровне паре и гасови	мутагено, тератогено и канцерогено	болести имуног, нервног и ендокриног систем

Табела 5.1. – Професионалне штетности и њихово дејство на човека

У радној средини у индустрији, фабрикама, разним пословима и професијама могу да се јаве различити лоши фактори који штетно утичу како на здравље, тако и на радну способност. Ти лоши фактори, који се јављају на послу, зову се **професионалне штетности** и могу да изазову настанак професионалних обољења људи.

Ради отклањања тих штетних фактора или њиховог смањивања на најмању могућу меру, предузимају се различите мере заштите на раду (техничке, личне, хигијенске, медицинске и др.).

Одржавање личне хигијене

Лична хигијена представља одржавање чистоће тела, што подразумева негу и чистоћу руку, коже, ногу, уста, косе и целог тела, као и хигијену одеће и обуће. Она је основа здравствене заштите и културе сваког човека.

Нега руку је важан чинилац у одржавању личне хигијене, јер су оне део тела који је најизложенији прљању. На прљавим рукама могу се наћи заразне клице које могу да буду узрочници многих заразних, најчешће цревних

болести. Руке треба прати више пута дневно топлем водом, сапуном или детерџентом за прање и дезинфекцију руку: увек пре и после јела, пре и после коришћења тоалета, додиривања неког прљавог предмета и сл.

Кожа се негује и одржава чистом углавном умивањем, туширањем и купањем млаком или топлем водом. Као спољашњи омотач тела она је изложена разним загађењима и на њој се таложе излучевине. Треба се умивати најмање два пута дневно: ујутру и увече, а туширати сваког дана. После сваког туширања посебно је важно обући чист доњи веш и другу одећу која иде директно уз кожу. Та одећа упија телесне течности, зној и мртве ћелије којима се бактерије хране, чиме се ствара непријатан мирис. Када почне пубертет, време је за коришћење дезодоранса.

Одржавање хигијене и здравља усне дупље постиже се прањем зуба два пута дневно (ујутру и увече) и редовним одласком код стоматолога.



О одржавању личне хигијене учићете више из хигијене и здравственог васпитања.



Укратко

Будућа урбана средина мора се прилагодити природном екосистему који ту већ постоји.

Стан мора да буде сув, светао и сунчан, у близини зелених површина, удаљен од индустријске зоне, да има водовод, канализацију, електричну мрежу и да се у његовој близини налази саобраћајница.

Чист и свеж ваздух у просторијама постиже се редовним и честим проветравањем, при чему свако проветравање треба да траје 10–20 минута.

Отпатке од хране треба редовно износити, сортирати и, ако је могуће, рециклирати.

У радној средини могу да се јаве различити лоши фактори који штетно утичу како на здравље, тако и на радну способност.

Лична хигијена представља одржавање чистоће тела, што подразумева негу и чистоћу руку, коже, ногу, уста, косе и целог тела, као и хигијену одеће и обуће.

Проверите
научено

1. Наведите које свакодневне активности подразумевају еколошку културу.
2. О чему се мора водити рачуна приликом просторног планирања и уређења простора?
3. Које су хигијенске навике које обављате сваког јутра пре него што пођете у школу и увече пре спавања? Опишите их.
4. На који начин можете да подстичете једни друге у разреду или свом друштву на правилно обављање личне хигијене?
5. Истражите да ли се у вашој школи отпад одлаже по прописима.



Задатак

Фотографишите у свом граду примере правилно и неправилно уређеног животног и радног простора. Од фотографија направите презентацију и објасните свој закључак.



БИО-забавник

1. Антропогени екосистеми су измењени природни екосистеми настали под утицајем људских делатности, и то било да је реч о агроекосистемима (пољопривредне обрадиве површине), било да се ради о урбаним екосистемима (насељена места).
2. Екологија простора (ландшафтна екологија) јесте млада грана екологије у којој се изучава однос човека и предела у ком се налази.

ПОТРОШАЧКА КУЛТУРА



Кључне речи

адитиви
декларација
биоразградива амбалажа
рециклажа

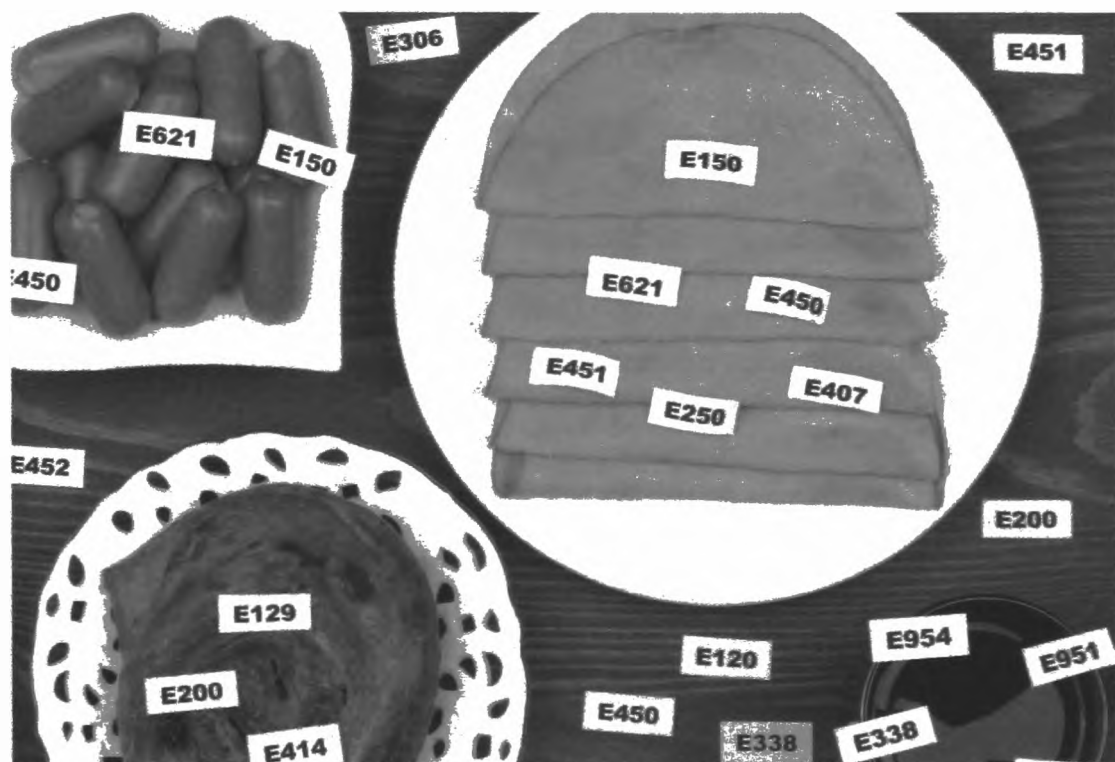
Потрошачка култура може се широко дефинисати као култура у којој су друштвени стањус, вредности и активности људи повезани с потрошњом добара и услуга. Еколози се залажу за то да се промени глобална потрошачка култура и да се укаже на важност одрживог развоја и формирање еколошке културе. Пораст потрошње свих врста производа на глобалном нивоу угрожава стабилност екосистема и биодиверзитет. То се односи на коришћење одређених биљака и животиња за људску исхрану, на смањење појединих природних резерви (извори необновљиве енергије) и на заглађивање животне средине.

Адитиви опасни по здравље

Прехрамбена индустрија и савремена исхрана данас се не могу замислити без адитива. Употребом прехранбених адитива прерађена храна дуже време задржава побољшана својства (свежину, трајност, укус, боју и др.). Храна без одговарајућих адитива губи привлачност, за њу је купац мање заинтересован, њена конкурентност је смањена, а тиме је смањен и профит произвођача.

Адитиви су велика група хемијских супстанци познатог састава који се додају храни да би се продужило њено трајање (конзерванси и антиоксиданси), побољшали њен укус, мирис (појачивачи ароме), изглед (боје, средства за повећање запремине и др.) и чврстина, постојаност хране (емулгатори).

Адитиви, према европским стандардима, означавају се великим словом Е и одговарајућим бројем. У наредној табели дат је преглед неких група адитива које



Слика 5.4. — Адитиви у храни

су у најчешћој употреби и без којих се не може замислити савремена производња хране.

Ознака адитива	Употреба
E 100–199	боје
E 200–299	конзерванси (спречавају труљење хране изазвано микроорганизмима)
E 300–340	антиоксиданси (спречавају оксидацију хране, чиме продужавају њену трајност)
E 322, E 400–499, E 1400–1451	емулгатори (одржавају глатку текстуру, чврстину)
E 600–650	појачивачи укуса
E 550–572	спречавају згрушћавање
E 420, E 421, E 950–970	заслађивачи

Табела 5.2. – Ознаке најчешће употребљаваних адитива

Адитиви могу да буду веома штетни по здравље због дуготрајне употребе (свакодневне примене), и неконтролисане употребе. Код људи с бронхијалном астмом или неким опструктивним дисајним проблемима конзерванси **сулфити** могу да погоршају стање или провоцирају астматични напад. Поједине особе могу да буду преосетљиве на појачиваче ароме – **глутаминате**, или на неке вештачке боје (нпр. **тартразин**). Испитивања су показала да је мање од 1 на 1.000 људи алергично или осетљиво на боје или конзервансе.

Нека од тих једињења имају **канцерогено**, **мутагено** и **тератогено** дејство.



Подсетите се шта сте научили о деловању тератогена и мутагена.

Употреба адитива мора да буде под строгим контролом и не препушта се слободној вољи произвођача. Свака супстанца која се додаје храни мора да буде детаљно токсиколошки и биохемијски испитана пре него што се дозволи њена употреба. Листа дозвољених адитива, њихова производња, промет, квалитет, ограничења употребе, као и означавање на производима законски су регулисани.

Препорука Светске здравствене организације (WHO) и Организације за храну и пољопривреду (FAO) гласи овако: „Адитив се не сме користити ради прикривања грешака у процесу производње, односно не сме служити за фалсификовање квалитета у сврху варања потрошача. Употреба адитива у производњи основних намирница или намирница које се сезонски користе мора да буде ограничена и не сме недовољно да утиче на здравље потрошача.”

Употреба производа у складу с декларацијом и упутством

Ознака **СЕ** на производима је знак да је тај производ безбедан за употребу у Европској унији.

Произвођачи хране и других производа који су у свакодневној употреби (средства за одржавање личне хигијене и хигијене животног и радног простора и сл.) дужни су по Закону да на производ поставе декларацију и упутство за употребу.

Декларација (од лат. *declaratio* – изјава, изјашњавање) садржи податке о садржају (попис састојака, адитива који су обележени ознаком **E**), као и основне информације о производу (име производа, датум производње, назив и седиште произвођача, рок употребе, назив увозника ако је производ увезен и сл.). На прехранбеним производима је често назначено да су без конзерванса, што истовремено не значи да су и без осталих адитива.

Осим тога, неопходно је да садржи упозорење о могућој опасности при употреби ако таква опасност постоји. Ако је потребно, треба да буду наведени и посебни услови чувања, употребе и упозорења појединим категоријама људи на које тај производ може штетно да делује (деца, труднице, дијабетичари, особе алергичне на одређене састојке хране и др.).

На декларацији за енергетска пића мора да стоји упозорење да се не препоручује особама које су осетљиве на кофеин, дијабетичарима, трудницама, деци, као и да се не смеју мешати с алкохолом. Таква и слична упозорења морају да буду јасно дефинисана и уочљива. Такође, када се у производњи хране користе ГМО (генетички модификовани организми), то треба јасно да буде наведено. Потребно је да декларација сваком од нас омогући да дођемо до информација и података о производу који намеравамо да купимо. Неопходно је куповати само производе који имају детаљну декларацију и упутство. **Јако је важно да развијемо навику читања декларација и упутства на прехранбеним и другим производима јер тиме штитимо своје здравље.**

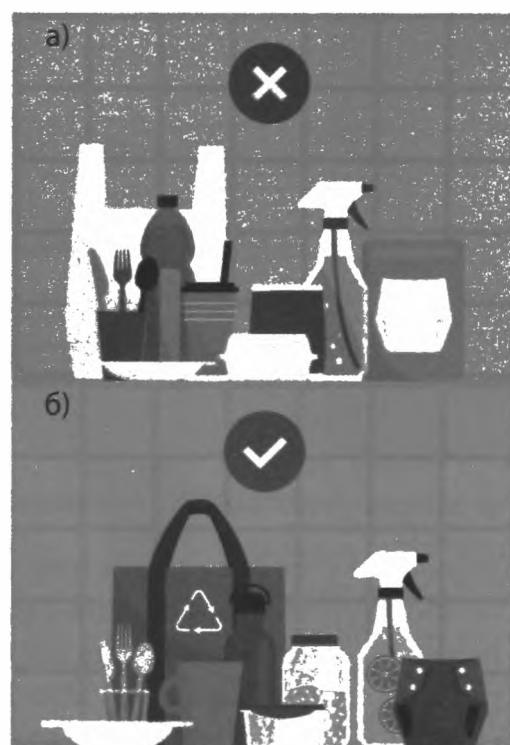
Биоразградива амбалажа

Амбалажа се после употребе одбацује, чиме постаје велики проблем за животну средину јер чини велики део чврстог отпада. Одређене врсте отпада, попут ПЕТ боца, пластичних кеса или лименки, јако дуго се разлажу. Такав отпад је велики загађивач планете, што је приказано у наредној табели.

Да би се тај проблем смањило, тежи се коришћењу амбалаже која не загађује животну средину. Због тога се све више уводи, осим еколошки прихватљивих материјала (попут стакла, папира, картона), и биоразградива амбалажа.

Амбалажни отпад	Време разлагања
папир	10–30 дана
памучни материјал	од 2 месеца до 5 месеци
дрво	10–15 година
конзерве, лименке	100–500 година
пластика, ПЕТ боце, кесе	неколико стотина до 1.000 година
стакло	никад

Табела 5.3. – Време разлагања амбалажног отпада у природи



Слика 5.5. – Амбалажа: а) од пластике; б) од биопластике

Биоразградива амбалажа прави се од биоматеријала (**биополимери** или **биопластика**) који су произведени из **обновљивих извора**, биљних и животињских сировина. По томе се разликују од уобичајених, синтетичких полимера (пластика), који се добијају из необновљивих извора као што су нафта и угаљ. За производњу биопластике троши се мање енергије и она не загађује животну средину. Лако се разграђује дејством микроорганизама, ензима



Слика 5.6. – Амбалажа која може да се рециклира

и других фактора у спољашњој средини. Од највећег њеног дела се као крајњи производи образују угљен-диоксид, вода и биомаса. При томе не долази до ослобађања штетних материја у средину.

Еколошки прихватљива амбалажа треба да задовољи одређене критеријуме. Треба да је биоразградива и да после резградње не загађује животну средину. Затим, важно је да се њена маса смањи, те да се може користити више пута, као и да се рециклира. Од ње се могу добити вредне секундарне сировине, посебно када је реч о папиру, стаклу, металу, пластици.

Адитиви су велика група хемијских супстанци познатог састава које се додају храни да би се продужило њено трајање, побољшали њен укус, мирис, изглед и чврстина, постојаност.

Декларација (од лат. *declaratio* – изјава, изјашњавање) садржи основне информације, упозорење о могућој опасности при употреби, посебним условима чувања и употребе, као и упозорење појединим категоријама људи на које тај прозвод може штетно да делује.

Еколошки прихватљива амбалажа треба да је биоразградива и да после резградње не загађује животну средину.



Укратко

1. Које се биљке могу користити за производњу природних боја за храну?
2. Објасните када употреба адитива може да буде штетна за здравље људи.
3. Зашто астматичари не би смели да користе храну која је конзервисана сулфитима?
4. Који се адитиви додају храни да би се продужило њено трајање?
5. Објасните шта се подразумева под мутагеним, канцерогеним и тератогеним дејством неких адитива.
6. Објасните зашто биоразградива амбалажа не загађује животну средину.



Проверите
научено

Задатак



1. Издвојте пет производа које свакодневно користите у исхрани и након што детаљно прочитате декларације на амбалажи попуните табелу. Знацима „+” и „-” означите да ли декларација садржи податке из табеле или их не садржи. У ред под називом „адитиви” потребно је унети списак адитива с декларације.

Врста хране					
Попис састојака					
Адитиви					
Датум производње					
Рок употребе					
Назив и седиште произвођача					
Услови чувања					
Начин употребе					
Упозорење					

Користећи податке из табеле, представите своје истраживање и образложите:

- која прехранбена намирница садржи све податке наведене на декларацији,
- која прехранбена намирница садржи највише адитива,
- који адитив се најчешће употребљава у прехранбеној индустрији,
- која је од изабраних намирница најсигурнија за употребу.

БИО-забавник



1. У нашој земљи је употреба адитива регулисана Правилником о прехранбеним адитивима.
2. Светски дан хране је 16. октобар.
3. Наука која проучава штетне (токсичне) ефекте хемијских материја на живе организме назива се токсикологија. Изучавањем деловања отрова на организме, популације и екосистеме у условима загађене средине бави се еко-токсикологија.
4. Храна може да буде загађена и токсинима, као, нпр., афлатоксином ког производе гљиве (*Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*) којих има у ваздуху и земљишту. Када њихове споре доспеју на клип кукуруза, оне се ту развијају и гљиве производе афлатоксин. Ако се такав кукурз користи за исхрану животиња, афлатоксин доспева у њихово тело, највише у млеко и унутрашње органе. У млеку је најопаснији јер се не може уништити пастеризацијом. Најбезбеднији су производи од млека, као што су јогурт, кисело млеко и слично, јер је таквом прерадом могућност да отров остане у храни смањена. Афлатоксин може да буде канцероген и смањује отпорност организма.

НАЧИНИ И ЗНАЧАЈ ОДЛАГАЊА ОТПАДА

Данас у светлу многи уређаји, материјали и предмети, који се свакодневно користе, троше многу енергије, а направи су од њихко разградивих материјала. После престанка њихове употребе одбацују се као отпад, који завршава на депонијама, а понекад и у рекама и на земљишту и непосредно их загађује. Органски отпад (угинули организми, излучевине, медицински отпад, хартија, дрво, уљ, остаци хране и намирница) је **биоразградив**, али је опасан зато што може да садржи патогене микроорганизме. **Неоргански отпад** чине неопходне масе, стакло, керамички материјали, метали, разне хемијске материје и др.

Отпад се одлаже на различите начине. Значај правилног одлагања отпада је у томе што се спречава загађивање земљишта, вода и ваздуха. Осим тога, спречава се ширење непријатних мириса и заразних болести. Нагомилани отпад је извор хране за животиње (глодари, муве и др.) које су преносиоци различитих болести.

Проблем одлагања отпада поприма глобалне размере, па му се у данашње време посвећује посебна пажња. На подручју Србије има око 170 званичних депонија за одлагање комуналног отпада не рачунајући дивље депоније које сами стварамо сваког дана. На званичним депонијама се годишње одложи око 3,5 милиона кубних метара отпада, што представља више од 1 kg дневно по глави становника.

Депоније су места где се одлаже отпад. Оне представљају најједноставнији, најјефтинији и најзаступљенији начин одлагања отпада. Више од 70% отпада у Европи се одлаже на депонијама. Највећи део отпада су органске материје које се могу биолошки разградити, при чему се ослобађају гасови који највише садрже метан и угљен-диоксид. **Депонијски гас** загађује околину и представља опасност јер је запаљив, отрован, непријатног мириса и др. Осим тога, средину загађују и метали који спирањем доспевају у земљиште и мењају његов састав. Пластика, која је биолошки неразградива, посебан је загађивач животне средине. Депоније не смеју да буду близу града, реке или подземне воде, не треба да буду на ветровитом месту итд. Депонија коју нису одобриле стручне службе назива се **дивља депонија**.



Слика 5.7. – Дивља депонија



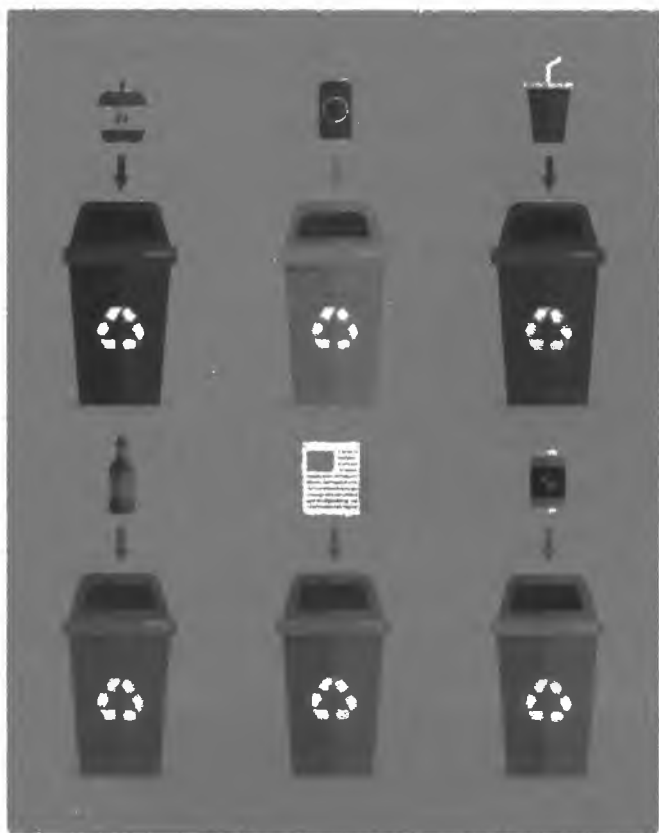
Кључне речи

биоразградив отпад
рециклажа
депонија
компостирање
спаљивање отпада
електронски отпад
електрични отпад
медицински отпад
нуклеарни отпад

Компостирањем помоћу хетеротрофних бактерија на температури од око 75°C, која уништава патогене микроорганизме, јаја паразита и ларве ин-

секата, органске материје из отпада прерађују се у природно ђубриво. Овај начин користи се само за отпад из ког су претходно отклоњени неоргански и неразградиви материјали.

Отпад може и да се спаљује, чиме се његова количина смањује, а истовремено се користи топлотна енергија, врела пара, за загревање или се претвара у електричну енергију. Недостаци фабрика за спаљивање отпада су у томе што су врло скупе, а дим који испуштају загађује ваздух.



Слика 5.8. – Контејнери за сортирање отпада

Смањивању општег загађења највише доприноси рециклажа отпада. Рециклажа је издвајање материјала из отпада и његово поновно коришћење као секундарне сировине. Обухвата сакупљање, издвајање, прераду и израду нових производа из искоришћених ствари или материјала. Тако не само што се значајно смањује количина отпада већ се истовремено чувају природни ресурси и животна средина. Њиме се најмање загађује животна

средина. Данас се највише користи рециклажа папира, картона, дрва, тканине, стакла, метала и пластике. Утрошена енергија и трошкови прераде секундарних сировина су много нижи него при употреби примарних сировина. На пример, трошкови добијања челика из секундарних сировина износе само 1/6 у односу на производњу прерадом руде, за алуминијум је разлика седам пута већа, стари папир може да подмири чак више од 90% производње итд.

Електрични и електронски отпад

У Србији постоје компаније које се баве откупом електронског и електричног отпада. Електронски отпад (мобилни телефони, рачунари, таблети и сл.) и електрични (апарати у домаћинству) имају карактер **опасног отпада**. Према **Закону о управљању отпадом**, не могу се мешати с другим врстама отпада. Потребно је да се тим отпадом веома пажљиво рукује и да се рециклира уз строго поштовање закона.

Електронски производи израђени су од драгоцених материјала, укључујући ту и метале, пластику и стакло, за чију производњу се троши енергија. Рециклирањем одбачених електронских уређаја штеде се природни ресурси и смањује се емисија штетних гасова (ефекат стаклене баште), чиме се избегава загађење животне средине. Рециклирањем мобилних телефона могу се повратити килограми сребра, злата и палладијума.

Медицински отпад

Медицински отпад је сав отпад настао у здравственим установама, истраживачким центрима и лабораторијама, без обзира на његов састав, особине и порекло. Он је смеша класичног комуналног отпада (око 85%) и опасног медицинског отпада (око 15%).



Слика 5.9. – Медицински отпад

Због несигурно одложених игала и шприцева у свету је 2000. године забележен око 21 милион инфекција вирусом хепатитиса Б, 2 милиона хепатитисом Ц и 250 хиљада инфекција ХИВ-ом. У Београду пет пута чешће обољевају од хепатитиса Б медицински радници (лаборанти, медицинске сестре, помоћни радници) него особе из опште популације.



Слика 5.10. – Амбалажа за сакупљање инфективних оштрих елемената отпада

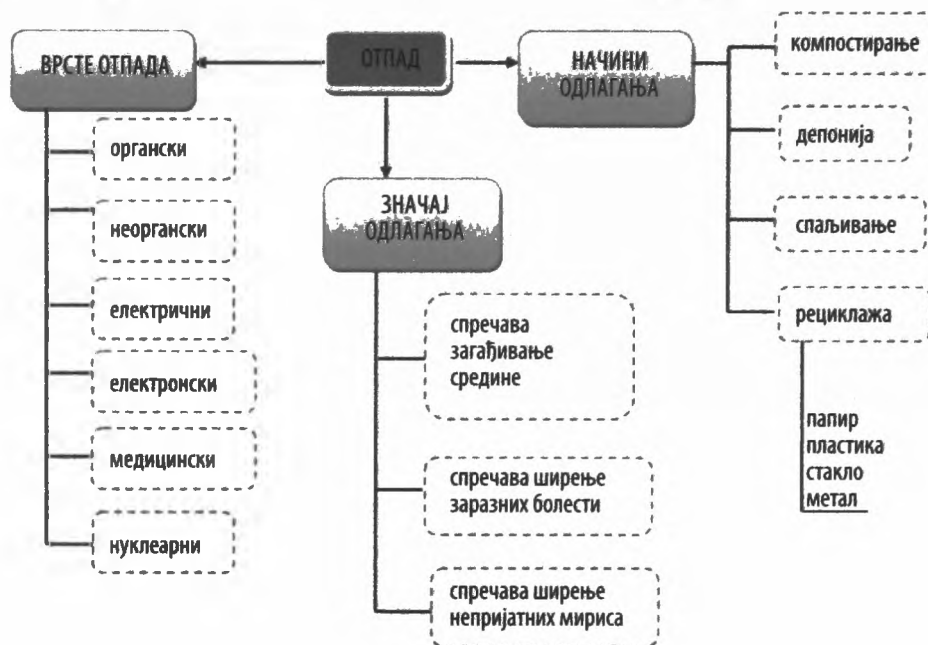
Ови подаци говоре да је важно правилно руковање медицинским отпадом. На самом месту настанка опасни делови медицинског отпада се сакупљају у посебну амбалажу, која је различите боје, облика и величине, те се тако разврстава тај отпад и омогућава његово допремање на место где се складишти.

Нуклеарни отпад

Горући проблем данашњице јесте одлагање и сигурно чување радиоактивног отпада, чија се количина вртоглаво повећава. Најопаснији део радиоактивног отпада јесте искоришћено нуклеарно гориво јер садржи више од 90% своје радиоактивности. Нуклеарне електране се налазе релативно близу градова за које производе електричну енергију. Отпадни материјал, који ту настаје, непосредно би угрозио животе великог броја људи у ближој околини када не би био на одговарајући начин изолован за време употребе, односно све док не би био отпремљен као отпад.

За сада се искоришћено нуклеарно гориво привремено чува у посебним складиштима док се његова радиоактивност не смањи и тако се поједностави даље руковање њиме. После тога планира се његов дугорочни смештај, одлагање, и то стотину метара под земљу, у гранитне стене, наслаге соли (најчешће су то рудници соли) или друге стабилне слојеве који нису подложни земљотресима и потапању водом. Ту ће без надзора остати трајно изолован од околине много хиљада година.

Мапа лекције



Укратко



Многи уређаји, материјали и предмети после престанка њихове употребе одбацују се као отпад који завршава на депонијама, а понекад и у рекама и на земљишту и непосредно их загађује.

Значај правилног одлагања отпада у томе је што се спречава загађивање земљишта, вода и ваздуха, ширење непријатних мириса и заразних болести.

Рециклажа је издвајање материјала из отпада и његово поновно коришћење као секундарне сировине.

Највише се рециклирају папир, картон, стакло, метал и пластика.

Проверите
научено

1. Да ли знате где се налази најближа депонија у вашем граду?
2. Опишите како изгледа депонија у близини вашег града.
3. Који отпад највише стварате у свом домаћинству?
 - а) неразградив отпад (пластичне кесе)
 - б) биолошки разградив отпад (папир, органски отпади...)
 - в) отпад за рециклажу (стакло, папир, метал, електронски отпад, електрични отпад...)
4. Да ли чланови твоје породице сортирају отпад?

Задаци



1. На интернету или у школској библиотеци пронађите више података о електронском и електричном отпаду и њиховој рециклажи. Разговарајте на часу о свом истраживању.

Наведите мере које ћете предузети да бисте смањили стварање отпада у свом домаћинству и у школи.

УТИЦАЈ САВРЕМЕНОГ НАЧИНА ЖИВОТА НА ЗДРАВЉЕ ЧОВЕКА

Утицај стреса, буке, психоактивних супстанци, брзе хране и физичке активности на здравље човека

Стрес

Стрес је појам који се данас често употребљава да би се описало стање незадовољства и неуритетности. Утицаји који изазивају стрес веома су различити. То могу да буду опасност која угрожава живот, бука или повишена температура. Утицај психичких фактора као што су свађа, неуритетивост, развод брака, па чак и одговарање за оцену у школи могу изазвати стрес.

Рад свих ћелија у нашем телу у динамичкој је равнотежи којом се одржава сталност унутрашње средине или хомеостаза.



Подсетите се шта сте научили о хомеостази.

Деловањем негативних утицаја из спољашње средине може се пореметити хомеостаза. Наше тело се од тога брани физичком или психичком реакцијом, због чега наступа стање које се назива стрес. Када је стање стреса продужено, свакодневно, слаби имунитет и развијају се болести. Телесне болести изазване стресом су повишен крвни притисак, шећерна болест, чир на желуцу, мигрена, гојазност и др. Особа под стресом је нервозна, узнемирена, пати од несанице, а може и психички да оболи.

Бука

Општи проблем животне средине људи представља **бука** зато што може да буде присутна на сваком месту.

Штетно деловање буке одражава се на чуло слуха и остале органе и системе органа, првенствено на нервни и крвни систем. Дејство буке на чуло слуха огледа се у потпуном губитку слуха или различитим облицима његовог оштећења, смањењу оштрине. Дејство на нервни систем испољава се у виду повећане раздражљивости, замора, главобоље, поремећеног сна, губитка пажње, слабог памћења и др. Бука може да изазове и болове у пределу срца, промене срчаног ритма, а штетно делује и на полни систем и органе за варење.



Кључне речи

стрес
бука
психоактивне супстанце
дувански дим
„брза храна“
гојазност
физичка активност

Степен	Јачина буке	Утицај на организам
I	40–50 dB	психичке реакције
II	60–80 dB	растројство вегетативног нервног система
III	90–110 dB	ослабљен слух
IV	више од 120 dB	повреда слуха и слушног апарата
	150 dB	механичке повреде слушног апарата
	170 dB	смрт

Табела 5.4. – Класификација буке на четири степена, јачина буке изражена у dB (децибел)

Психоактивне супстанце

У психоактивне супстанце убрајају се **никотин, алкохол, различити лекови и дроге** забрањене законом. Оне делују на нервни систем тако што изазивају промене у расположењу, понашању или мишљењу. Особе које их употребљавају након краћег или дужег времена постају зависне од њих, а у зависности од саме психоактивне супстанце. Тада је неопходно узимање тих супстанци да би се особа осећала нормално. У супротном, када особа престане да их узима, јављају се знаци психичке и физичке кризе који погоршавају целокупно психофизичко стање зависника.



Слика 5.11. – Психоактивне супстанце

У другој половини XX века објављена су прва сазнања о **дуванском диму** као узрочнику многих болести људи. Његово штетно деловање односи се како на активне пушаче, тако и на оне који су изложени дуванском диму (пасивни пушачи). Податак да се сагоревањем само једне цигарете у околни простор ослободи око 2 l дуванског дима довољно говори колико су и непушачи угрожени. Удахнути дувански дим доспева до плућних мехурића (алвеола), а одатле у крв, којом се даље разноси до свих ткива и органа.

 Подсетите се шта сте научили из анатомије и физиологије о грађи плућних мехурића и размени гасова у њима

У дуванском диму има око 4.000 штетних састојака, међу којима чак и један радиоактиван елемент (**полонијум 210**)! Од тих састојака се по штетности за здравље човека издвајају **никотин, катран и угљен-моноксид**.



Подсетите се шта сте научили из прве помоћи о тровању алкохолом, лековима и психоактивним супстанцама

Правилна исхрана



Једите мање шећера и соли! Једите више воћа и поврћа! Избегавајте брзу храну! Једите пет пута дневно!

Исхрана је од изузетног значаја за развој нашег тела, за отпорност на болести, за способност да издржимо физичке и психичке напоре. Храна треба да садржи све што је нашем телу неопходно за нормалан рад: угљене хидрате (шећере), масти, беланчевине, минерале, витамине и воду. Тих пет главних прехранбених група намирница потребно је уносити у организам сваког дана. Осим хране, нашем телу је неопходна и одређена количина воде јер се она стално из организма губи (мокраћа, зној и др.).



Подсетите се шта сте научили о улози угљених хидрата, масти, протеина и неорганских материја.



Слика 5.12. – Пирамида правилне исхране

Угљени хидрати и масти служе као извор енергије и угљеника потребног за изградњу

органичких једињења. **Протеини** учествују у изградњи ћелија и обнављању ткива, па се због тога називају градивне материје. Оне морају да се узимају свакодневно јер не могу да се нагомилавају у телу као масти.

Витамини су неопходни за нормалан рад наших ћелија (метаболизам) и заштиту од штетних фактора. Витамин А је важан за нормалан вид. Витамин Б (то је у ствари група од 12 витамина) утиче на раст, рад мишића и нерава, кожу и косу. Витамин Ц је важан за одбрану од инфекција, а витамин Д за образовање и развој костију. Тиме није завршен списак од више од 20 данас познатих витамина.

Минерали чине чврстим зубе и кости (фосфор, калцијум), успостављају правилан рад мишића (калцијум), провођење надражаја кроз нервне ћелије (калијум и натријум) итд.



Слика 5.13. – Правилан доручак

Правилна исхрана заснива се и на три главна оброка (доручак, ручак, вечера) и две ужине, једна између доручка и ручка и друга између ручка и вечера. Ужине су обично свеже или сушено воће. Доручак је врло важан оброк јер се њиме унесе око 40% дневних потреба за енергијом.

У припремању хране треба избегавати пржење. Углавном треба јести барену или кувану храну. Такође, велика опасност прети од тзв.



Слика 5.14. – Брза храна

брзе хране, која је данас много заступљена у исхрани младих. Под том храном подразумевају се хамбургери, пржени кромпирићи, пице, газирани сокови, поховано и пржено месо, масна пецива, слаткиши, различите „грицкалице“ (чипс, смоки)... Све те намирнице имају малу хранљиву вредност (не дају дуго осећај ситости), сиромашне су витаминима и минералима и углавном се претварају у резерве масти, па могу да буду узрок гојазности.

Последице неправилне исхране

Када се у организам уноси већа количина хране (енергије) него што се троши, повећава се тежина тела, јавља се **гојазност**. Узроци гојазности могу да буду и психички фактори, оштећење хипоталамуса, недовољна физичка активност, претерано уношење алкохола, наследност и др. Гојазне особе имају повећан ризик од појаве болести срца и крвних судова, дијабетеса, можданог удара и др. У лечењу гојазности примењују се различите дијете, узимање мање количине хране, као и повећана физичка активност.



Израчунајте свој индекс телесне масе (BMI). Користите калкулаторе на интернету или једноставан рачун. Своју тежину (y kg) поделите висином (y m²). Нормалне вредности овог индекса су 18–25, вредности испод 18 указују на потхрањеност, а изнад 25 на гојазност. Шта ћете предузмете ако ваш BMI није у границама нормалних вредности?

Физичка активност

Најбоља нега мишића јесте свакодневна физичка активност. Под физичком активношћу подразумева се не само бављење одређеним спортом већ и трчање, пешачење, пливање, вожња бицикла или ролера. Свакако да активно бављење спортом најбоље обликује мишиће, па тело изгледа снажно, а тиме и здраво.

Величина мишића у знатној мери зависи од тога колико се тај мишић употребљава. Мишићи који се не употребљавају губе тонус и омлитаве, док они с добрим тонусом могу јако да се контрахују. Свакодневним кретањем и вежбањем правилно се развијају мишићи и стиче се конди-



Слика 5.15. – Физичка активност

ција. Кондиција представља способност мишића да издржи појачане физичке напоре. Стална физичка активност доприноси бољој циркулацији крви, јачању костију, зглобова, срчаног мишића, као и побољшању рада глатких мишића, а умна и радна способност се повећавају.



Више о деловању физичке активности на људски организам учићете из хигијене и здравственог васпитања.

Укратко



Деловањем негативних утицаја из спољашње средине може да се поремети хомеостаза, против чега се наше тело брани физичком или психичком реакцијом, што узрокује појаву стреса.

Штетно деловање буке одражава се на чуло слуха и остале органе и системе органа, првенствено на нервни и крвни систем.

Особе које употребљавају психоактивне супстанце после краћег или дужег времена (у зависности од саме психоактивне супстанце) постају зависне од њих.

Штетно деловање дуванског дима односи се како на активне пушаче, тако и на оне који су изложени дуванском диму (пасивни пушачи).

Храна треба да садржи све што је нашем телу неопходно за нормалан рад: угљене хидрате, масти, протеине, минерале, витамине и воду, које је потребно уносити у организам сваког дана.

**Проверите
научено**

1. Да ли сте и ако јесте, у којој прилици сте били изложени стресу?
2. Опишите реакције организма на стресну ситуацију.
3. Како можете да се заштитите од стреса?
4. Попуните табелу поделе хранљивих материја на пет главних група и њихове улоге у организму.

Група хранљивих материја	Основна улога у организму
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

5. Које хранљиве материје се недовољно уносе у организам ако се исхрана заснива на „брзој храни“?
6. Које се последице јављају уколико се исхрана базира на „брзој храни“?

**Задатак**

1. На интернету и у школској библиотеци пронађите више података о последицама коришћења опојних дрога и алкохола. Разговарајте на часу о свом истраживању и објасните које су могуће последице коришћења тих психо-активних супстанци за појединца, породицу и друштво.

**БИО-забавник**

1. У нашој земљи је на снази Закон о забрани пушења у затвореном простору у јавним установама, као и забрана продаје цигарета малолетним особама.
2. Одраслим особама је потребно да унесу дневно 1 g беланчевина на килограм телесне тежине. Деци је потребно знатно више беланчевина него одраслима. Деци у пубертету потребно је 1,4–1,6 g на килограм телесне тежине, а бебама чак 3,5 g дневно на килограм тежине.

ПРОВЕРИТЕ СВОЈЕ ЗНАЊЕ

ТЕСТ 5.

Заокружите слово испред тачне тврдње.

1. „Брза храна” не садржи довољно:

- а) беланчевина,
- б) масти,
- в) витамина,
- г) минерала.
- д) Тачни одговори су под в и г.

2. Дијабетичарима, трудницама и деци се не препоручује употреба:

- а) хране с конзервансима,
- б) хране с антиоксидансима,
- в) енергетских напитака,
- г) свега наведеног.

3. Повежите прехранбене намирнице с одговарајућом улогама коју имају у организму.

- | | |
|----------------|-----------------------|
| 1. витамин Д | а) извор енергије |
| 2. минерали | б) обнављање ткива |
| 3. беланчевине | в) развој костију |
| 4. масти | г) контракције мишића |

4. Допуните реченицу уписујући одговарајући појам.

Најзаступљенији начин одлагања отпада јесте _____.

- а) одлагање на депоније, б) компостирање,
- в) спаљивање, г) рециклажа.

5. Заокружите слово испред тачне тврдње. Особина коју треба да има еколошки прихватљива амбалажа је:

- а) да је биоразградива,
- б) да се може користити више пута,
- в) да се може рециклирати,
- г) сви одговори су тачни.

6. Допуните реченицу уписујући одговарајућу тврдњу.

Када је на декларацији прехранбеног производа назначено да је без конзерванса, то значи да та храна _____.

- а) уопште не садржи адитиве,
- б) не садржи адитиве означене с Е 200– 299,
- в) не садржи адитиве означене с Е 300–340,
- г) не садржи ГМО.

7. Повежите наведене врсте материја, које се могу наћи у храни, с њиховим дејством на организам човека.

- 1 – токсичне материје
- 2 – канцерогене материје
- 3 – мутагени
- 4 – тератогене материје

А – узрокују промене у хромозомима и ДНК

Б – изазивају оштећења ембриона

В – узрокују појаву рака

Г – изазивају тровање

8. Заокружите слово испред тачног одговора.

Успешно просторно планирање мора се заснивати на:

- а) прилагођавању природног екосистема новој урбаној средини,
- б) прилагођавању урбане средине природном екосистему,
- в) очувању делова природних екосистема;
- г) свему наведеном.
- д) Тачни одговори су под б и в.

9. Заокружите слово Т уколико је тврдња тачна, а слово Н уколико тврдња није тачна.

а) Дејство буке на организам испољава се у виду повећане раздражљивости, замора, главобоље и ослабљеног вида. Т Н

б) Сунчева светлост у просторијама за рад и живот људи уништава неке бактерије. Т Н

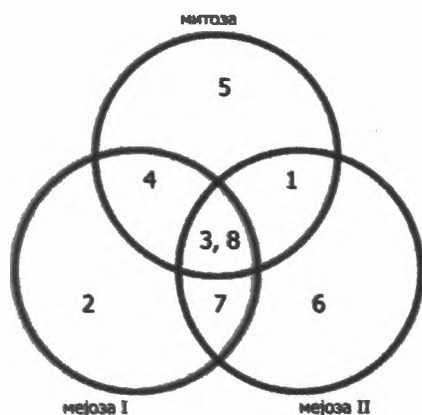
в) Амбалажни отпад који се у природи не разграђује је стакло. Т Н

РЕШЕЊА ТЕСТОВА

ТЕСТ 1.

Биологија ћелије

1. а), г); 2. б); 3. а), б); 4. б); 5. а);
6. Хромозоми у Г1 фази садрже једну хроматиду (1 молекула ДНК), док у Г2 фази интерфазе имају две сестринске хроматиде (2 молекула ДНК).
7.



8. А – 3, Б – 3, В – 2, Г – 1, Д – 4; 9. Прокариотска ћелија: 1; еукариотска ћелија: 3, 5; прокариотска и еукариотска ћелија: 2, 4, 6; 10. ДНК: 2, 4; РНК: 1, 6; ДНК/РНК: 3, 5, 7; 11. Повећати интензитет светлости и количину угљен-диоксида.

ТЕСТ 2.

Биологија развића

1. в), а); 2. 2, 4, 3, 1, 5; 3. в); 4. а) хаплоидан, б) плаценте, в) јајоводу, г) жуманцетна кеса; 5. 1 – Д, Ђ; 2 – А; 3 – Б, В, Г; 6. Ред 1. олиголецитна, мала, потпуно (холобластично); ред 2. мезолецитна, средња, потпуно (холобластично); ред 3. телолецитна, велика, непотпуно дискоидално; ред 4. центролецитна, велика, непотпуно површинско; 7. а) 12; б) 12; в) 24; г) 12; 8. б); 9. Од тотипотентних бластомера може да настане читав организам, док од плурипотентних настаје било која ћелија у организму; 10. 1 – Б, В; 2 – А, Д; 3 – Г

ТЕСТ 3.

Основни појмови екологије

1. в); 2. а); 3. б); 4. а) биоценоза, биотоп, б) произвођачи, хетеротрофне, в) биогеохемијске циклусе;
5.

	траве	антилопе	лишаји	ирваси	лијане	мајмун	борови	лосови
цунгле					+	+		
тајге							+	+
тундре			+	+				
степе	+	+						

6. а); 7. 1 – произвођачи; 2 – потрошачи; 3 – разлагачи; 4 – топлота; 8. А. б), Б. г), В. а); 9. а) Т, б) Н, в) Н, г) Н; 10. 2, 3, 1, 4, 7, 6, 5

ТЕСТ 4.

Животна средина и одрживи развој

1. г); 2. д); 3. а), г), ђ); 4. в); 5. г); 6. б); 7. 1. нафта, руде метала, угаљ; 2. биомаса, био-гас, вода; 3. енергија ветра, енергија Сунца, хидроенергија; 8. а) Т, б) Н, в) Т, г) Т; 9. а); 10. на концепт одрживог развоја.

ТЕСТ 5.

Еколошка култура

1. д); 2. в); 3. 1. – в), 2. – г), 3. – б), 4. – а); 4. а); 5. г); 6. б); 7. 1 – Г; 2 – В; 3 – А; 4 – Б; 8. д); 9. а) – Н, б) – Т, в) – Т.

РЕЧНИК ПОЈМОВА

А

Аденозинтрифосфат (скр. АТР) јесте нуклеотид који се састоји од аденина за који је везана рибоза, а за њу у низу три фосфатне групе, од којих су две крајње везане ковалентним везама богатим енергијом.

Азотна база је део нуклеотида ДНК и РНК и може да буде пуринска (аденин и гуанин) или пиримидинска (цитозин, тимин и урацил).

Акрозомска реакција је реакција активације сперматозоида при оплођењу и представља излучивање ензима из акрозома којима се разлажу опне око јајне ћелије, а чиме се омогућава продор сперматозоида у њу.

Активан транспорт кроз ћелијску мембрану обавља се тако што се материје помоћу протеина носача и уз утрошак енергије (АТР) крећу из средине с мањом у средину с већом концентрацијом.

Амино-киселине су градивне јединице протеина повезане пептидним везама у полипептидни ланац.

Амнион је врста ембрионалног омотача који обавија ембрион и затвара га у амнионску дупљу испуњену течностима.

Амниота су кичмењаци код који се образују сви ембрионални омотачи: жуманцетна кеса, амнион, хорион и алантоис (гмизавци, птице и сисари).

Анафаза мејозе I је период мејозе у ком се број хромозома смањује тако што се хомологи хромозоми раздвајају и с обе своје хроматиде одлазе на супротне полаве ћелије.

Анафаза митозе је фаза у којој се сестринске хроматиде раздвајају и одлазе на супротне полаве ћелије.

Антропогени еколошки фактор је утицај човека на функционисање екосистема.

Аутотрофи су организми (биљке, алге и неке бактерије) способни да врше фотосинтезу или хемосинтезу, да Сунчеву или хемијску енергију употребе за синтезу органских материја.

Б

Бинарна деоба је тип бесполог размножавања бактерија, неких хетеротрофних протиста, као и неких органела (митохондрије, хлоропласти) у еукариотској ћелији.

Биогас је обновљив извор енергије, гас који настаје разградњом органских материја у анаеробним условима.

Биогени елементи су хемијски елементи који улазе у састав ћелија живих организама.

Биогеохемијски циклуси (*bio* – жива природа; *geo* – нежива природа) јесу начини на које хемијски елементи и једињења круже од живе ка неживој природи и обрнуто.

Биодиверзитет (биолошка разноврсност) јесте научни термин за разне облике живота на Земљи. То се не односи само на врсте већ и на екосистеме и разлике у генима унутар једне врсте.

Биоматеријали (биополимери или биопластика) јесу произведени из обновљивих извора уз утрошак мање енергије и не загађују околину јер се лако разграђују.

Биоми (велике заједнице) јесу целине које настају груписањем различитих екосистема у једној климатској зони.

Биосфера (сфера живота) јесте функционална целина свих екосистема на Земљи.

Биотички еколошки фактор је утицај других живих организама који неки организам трпи.

Биотоп је просторно ограничена јединица која се одликује специфичним комплексом еколошких фактора.

Биоценоза је биолошки систем образован од популација различитих врста биљака, животиња, гљива и микроорганизама.

Бластодерм (гр. *dermos* – кожа) јесте површински слој ћелија бластуле који се налази око бластоцела.

Бластомере (*blastos* – клица, ембрион; *meros* – део) јесу ћелије које се образују браздањем оплођеног јајета.

Бластула је ембрионални стадијум настао браздањем оплођене јајне ћелије.

Браздање је серија узастопних митотичких деоба оплођеног јајета којима настаје вишећелијска бластула.

Бука је посебан вид физичког загађивања који оставља штетне последице на слушни апарат и здравље људи.

В

Вакуоле су мембранске органеле биљне ћелије које имају функцију лизозома ћелија животиња.

Вештачки извори загађивања (антропогени) јесу разни отпаци настали делатношћу човека, а које човек не користи, већ се они ослобађају у средину и загађују је.

Вотсон–Крикова спирала је модел грађе ДНК који су дали Вотсон и Крик, а по ком су два полинуклеотидна ланца ДНК повезана преко комплементарних база и увијена у виду двоструке спирале.

Г

Гамети су полне ћелије: сперматозоиди и јајне ћелије.

Гаметогенеза је процес образовања полних ћелија.

Гастрала је ембрионални стадијум који настаје од бластуле и на ком се разликују три клицина листа, основе будућих органа.

Гастралација је процес настајања ембрионалног ступња гастрале у којој се снажним покретима ћелијских маса од бластодерма образују клицини листови.

Генетички диверзитет представља скуп гена свих постојећих живих бића на нашој планети пошто је сваки организам непоновљива комбинација гена.

Ген је део ДНК који садржи информацију за синтезу РНК с одређеном функцијом у организму.

Гликоген је резервни полисахарид кичмењака изграђен од великог броја молекула глукозе.

Гликолиза је прва фаза у разлагању глукозе, одвија се у цитоплазми у одсуству кисеоника.

Глукоза (гликоза) је моносахарид са шест угљеникових атома (хексоза) и представља главни извор енергије у ћелијама кичмењака.

Голџијев апарат је ћелијска органела у којој протеини и липиди синтетисани у ендоплазмном ретикулуму задобијају коначну структуру.

Графов фоликул је зрео фоликул који пуца и из њега се у јајовод ослобађа секундарна ооцита заустављена у мејози II, која је спремна за оплођење.

Д

Дезоксирибонуклеинска киселина (скр. ДНК) је-сте врста нуклеинске киселине, основни генетички материјал који одређује структуру протеина и на тај начин особине јединке.

Деобно вретено је структура која се образује од микротубула и различитих протеина и омогућава кретање хромозома током деобе.

Диверзитет врста је укупна разноврсност свих органских врста на Земљи од самог настанка живота до данас.

Диплоидан (гр. *diploos* – двострук) **број хромозома**, представља две гарнитуре хромозома које потичу једна од мајке, друга од оца и налази се у телесним ћелијама и оплођеној јајној ћелији.

Дифузија је транспорт материја кроз ћелијску мембрану из средине с већом у средину с мањом концентрацијом све док се концентрације не изједначе.

Е

Егзоцитоза (секреција, излучивање) је избацивање специфичних производа ћелије или неких других материја у ванћелијску средину.

Екологија је наука која се бави изучавањем односа које живи организми имају међу собом, њиховог односа са спољашњом средином и начином на који су се прилагодила условима те средине.

Еколошка ниша подразумева услове и ресурсе које одређена врста изискује за свој живот и своју функционалну улогу у животној заједници.

Еколошки односи су односи између живих организама и спољашње средине, као и односи између живих организама.

Еколошки фактори (животни фактори) јесу сви услови који одређују спољашњу средину и омогућавају живот одређеног организма у тој средини.

Екосистем је однос који се успоставља између биоценозе (заједнице живих бића) и биотопа (станишта у ком живе).

Екосистемски диверзитет представља разноврсност станишта, биоценоза, као и разноврсност начина на које врсте делују једна на другу и на спољашњу средину у којој живе.

Ембрионалне матичне ћелије (стем-ћелије) јесу ћелије унутрашње масе бластоциста које се могу неограничено делити и од њих може постати било која ћелија у организму.

Ембрионални омотачи су неопходни за развиће и преживљавање ембриона (заштита, исхрана, снабдевање кисеоником и др.), иако нису део самог ембриона.

Ендодерм је унутрашњи клицин лист.

Ендоплазмни ретикулум је органела која се састоји од мембрана које ограничавају унутрашње просторе (цистерне) и пружају се готово кроз читаву ћелију попут мреже (лат. *reticulum* – мрежа).

Ендоцитоза је уношење великих молекула у ћелију које се обавља активним учешћем мембране, при чему она образује везикуле.

Енергетска ефикасност подразумева различите техничке мере или промене у понашању људи које се примењују да би се смањила потрошња енергије.

Ензими су протеини који катализују све биохемијске реакције у ћелији.

Еукариоти су организми (припадају им сви живи организми, осим вируса и прокариота) грађени од ћелија еукариотског типа.

Еукариотска ћелија садржи јасно оформљено једро и бројне ћелијске органеле и структуре.

Ex situ заштита је заштита која подразумева чување, гајење и размножавање биљака и животиња изван њихових природних станишта.

З

Загађење је присуство загађивача у животној средини које изазива негативне промене и представља опасност по живе организме и природу јер средина не може да их обради и неутралише у догледно време.

Загађивачи (загађујуће материје) или полутанти су све врсте материја и енергија које имају штетно дејство на животну средину.

И

Интерфаза (лат. *inter* – између) јесте период ћелијског циклуса између две деобе у којем се ћелија припрема за деобу.

Интродукција је покушај да се угрожена врста вештачки насели на простор на којем раније није живела.

In situ заштита подразумева очување, одржавање и опоравак популација и врста на њиховим природним стаништима.

Ј

Јајне ћелије су женске полне ћелије.

Једарце (нуклеолус) јесте област у нуклеоплазми у којој се синтетишу субјединице рибозома.

Једро (лат. *nucleus*; грч. *karyon*) јесте органела еукариотских ћелија у којој се налази генетички материјал и која управља радом ћелије.

К

Канцерогени фактори су чиниоци хемијске, физичке и биолошке природе способни да нормалну ћелију преобрате у ћелију рака.

Капацитација (матурација, сазревање) јесте биохемијско сазревање сперматозоида које се врши у полним каналима жене (материца и јајоводи).

Кариотип је скуп свих хромозома у једној телесној ћелији карактеристичан за сваку биолошку врсту и непромењив током живота.

Кинетохор је парна протеинска структура која се образује у пределу центромера хромозома у профази деобе. За њега се везују конци деобног вретена.

Клицини листови су слојеви ћелија гастреле, спољашњи (ектодерм), унутрашњи (ендодерм) и средишњи (мезодерм), од којих ће настати органи.

Клон је низ јединки с истим генетичким материјалом који има родитељ од ког су настале бесполним размножавањем.

Концепт одрживог развоја подржава јак економски и социјални развој, али само онај који не уништава животну средину и природне ресурсе.

Кросинг-овер је размена генетичког материјала између хроматида хомологих хромозома у профази мејозе I.

Кружење материје представља кружење елемената и једињења од живе материје ка неживој и обрнуто.

Л

Ланци исхране су системи живих организама који се хране једни другима и образују их три основне карике: произвођачи, низ потрошача и разлагачи.

Лејдигове ћелије налазе се у тестисима и под утицајем хормона хипофизе луче хормон тестостерон, који подстиче сперматогенезу и развиће мушких полних одлика.

Лизозом је ћелијска органела у којој се разлажу материје унете у ћелију, као и делови саме ћелије.

Литосфера је спољашњи, површински, тврди покривач Земље насељен живим организмима.

М

Макроелементи су биогени елементи који се у ћелији налазе у великим количинама.

Мезодерм је средишњи клицин лист.

Мејоза I је прва деоба у мејози у којој се број хромозома редукује и размењује генетички материјал између хроматида хомологих хромозома.

Мејоза II је друга деоба у мејози, која је слична митози.

Мејоза је деоба герминативних ћелија којом се формирају полне ћелије с редукованим бројем хромозома.

Метаболизам представља укупан промет материје и енергије у организму.

Метаболичка вода (ендогена вода) јесте вода која настаје у унутрашњости организма процесима разградње сложених једињења.

Метаморфоза или преображај код животиња обухвата промене у организацији читавог организма којима од ларве настаје одрасли организам и регулисана је хормонима.

Метафаза је период митозе и мејозе у ком се хромозоми постављају на екватор ћелије.

Микротубуле (микроцевчице) јесу делови цитоскелета у облику шупљег цилиндра и могу се налазити као појединачне или груписане у снопове.

Микрофиламенти (лат. *filamentum* – конач, нит) јесу делови цитоскелета, микроскопски ситна влакна.

Митоза је деоба телесних ћелија којом новонастале ћелије добијају исти број хромозома и гена као и мајка ћелија.

Миторибозоми су рибозоми у митохондријама слични прокариотским (ситнији су од рибозома у цитоплазми).

Митохондрије су ћелијске органеле у којима се налазе ДНК и рибозоми, обавијене су двоструком мембраном и у њима се обавља ћелијско дисање.

Моносахариди су прости шећери од којих се кондензацијом добијају сложени шећери (в. полисахариди).

Морула (лат. *morus* – дуд) јесте краткотрајни ембрионални стадијум који настаје браздањем оплођеног јајета.

Морфогенеза (грч. *morphe* – облик; *genesis* – развиће, настанак) јесте промена величине, облика и пропорција ембриона током развића.

Мрежа (сплет) ланаца исхране су међусобно повезани различити ланци исхране који имају заједничке карике помоћу којих се међусобно укрштају.

Н

Непотпуно браздање (меробластично; од гр. *meros* – део) јесте браздање јаја с великом количином жуманцета, при чему се бразда само део јајета са цитоплазмом, док део са жуманцетом остаје неподељен.

Неурулација је скуп процеса којима се образује нервна плоча и претвара у нервну цев.

Нехистонски протеини су протеини хроматина, ензими који учествују у процесима транскрипције, транслације и др.

Нуклеусни овој је омотач једра изграђен од две мембране између којих се налази перинуклеусни простор.

Нуклеинске киселине су макромолекули изграђени од огромног броја нуклеотида повезаних у полинуклеотидне ланце.

Нуклеоплазма је унутрашњост једра одвојена од цитоплазме нуклеусним овојем, а у којој се налазе хромозоми – хроматин и једарце.

Нуклеотиди су основне јединице грађе нуклеинских киселина, а налазе се и слободни у ћелији као носиоци енергије (нпр. АТР), учествују у ћелијском дисању и др.

О

Обновљиви извори енергије су извори који се у природи обнављају.

Олакшана дифузија је пасиван транспорт материја кроз ћелијску мембрану (нпр. глукозе) помоћу молекула носача (протеини мембране).

Олигосахариди (грч. *oligos* – мало по броју, сиромашно) јесу угљени хидрати изграђени 2–10 моносахарида.

Онтогенетско развиће (грч. *ontos* – биће; *genesis* – постанак) јесте индивидуално развиће од образовања оплођене јајне ћелије па до одрасле јединке.

Оогоније (грч. *oosit* – јајна ћелија) јесу ћелије које настају од герминативних ћелија током оогенезе у ембриону.

Оплођење је спајање женског и мушког гамета.

Органогенеза је процес образовања органа током индивидуалног развића.

Осмоза је дифузија воде кроз ћелијску мембрану.

Осморегулација је одржавање сталног састава телесних течности, равнотеже воде и минералних соли у организму.

П

Пептидна веза је хемијска веза која се образује између две аминокиселине у полипептидном ланцу.

Пероксисоми су мале мембранске везикуле које садрже ензими за оксидацију масних киселина и аминокиселина, при чему се као споредан производ јавља водоник-пероксид.

Пирамида енергије је графичко приказивање да се количина енергије на сваком наредном (вишем) трофичком нивоу смањује пошто се један њен део губи у виду топлоте.

Пластиди су органеле присутне искључиво у биљним ћелијама. Постоје три врсте пластида: хлоропласти, хромопласти и леукопласти.

Плацента је орган изграђен од ткива материце (ендометријум материце) и ембрионалног ткива (хорионске ресице) који функционише само током интраутериног развића.

Пол човека одређује се приликом оплођења у зависности од тога да ли је јајну ћелију оплодио сперматозоид са X хромозомом (добија се комбинација XX – женски пол) или сперматозоид са Y хромозомом (добија се комбинација XY – мушки пол).

Полипептидни ланац је низ аминокиселина повезаних пептидним везама по редоследу који је одређен генима.

Полирибозоми (полизоми) јесу ћелијске структуре које се образују повезивањем већег броја рибозома молекулом иРНК.

Полоцита I је ћелија која се образује мејозом I примарне ооците током оогенезе.

Полоците II су ћелије које настају мејозом II полоците I у оогенези.

Популација је група јединки исте врсте које насељавају одређени простор и могу међусобно да се размножавају дајући потомство.

Постсинтетичка фаза (Г₂) јесте период интерфазе ћелијског циклуса који следи после синтетичке фазе, а пре деобе.

Потпуно браздање (холобластично) јесте браздање при ком се подели читава оплођена јајна ћелија и карактеристично је за јаја с малом и средњом количином жуманцета, каква су олиголецитна и мезолецитна.

Пресинтетичка фаза (Г₁) јесте период интерфазе ћелијског циклуса који следи после деобе и у ком ћелија расте.

Примарна продуктивност је укупна количина органске материје коју створе произвођачи.

Примарне ооците (овоците) јесу ћелије које се образују растом и сазревањем оогонија током оогенезе у фетусу човека.

Примарне сперматоците су ћелије које се образују током сперматогенезе растом и сазревањем сперматогонија типа Б.

Прокариоти су бактерије и архее које имају прокариотски тип грађе ћелије.

Прокариотска ћелија је ћелија без једра и ћелијских органела.

Протицање енергије обавља се кроз биосферу јер планета Земља стално прима и отпушта енергију.

Профаза је прва фаза у митози и мејози.

Р

Радиоактивно загађивање је облик вештачког загађивања.

Регенерација је процес зарастања озледа, обнављања изгубљених органа или већег дела тела.

Редукција броја хромозома је смањивање броја хромозома у мејози да би полне ћелије имале упола мањи број хромозома у односу на телесне ћелије.

Реинтродукција је враћање угрожених врста на њихова природна станишта с којег су ишчезле или им прети опасност да нестану.

Реп (бич) јесте део сперматозоида који му служи за кретање.

Репликација ДНК је процес којим ћелија добија дупло већу количину ДНК јер се сваки од хромозома дуплира, па после репликације има две сестринске хроматиде.

Рециклирање (рециклажа) јесте издвајање материјала из отпада и његово поновно коришћење као секундарне сировине.

Рибоза је моносахарид с пет угљеникових атома (пентоза) који изграђује нуклеотид РНК и АТР.

Рибозоми су ћелијске структуре у којима се врши синтеза протеина.

Рибонуклеинска киселина (РНК) јесте врста нукелинске киселине изграђена од једног ланца рибонуклеотида.

С

Самопречишћавање отпадних вода је природно пречишћавање које настаје радом чланова биоценозе, нарочито биљака, гљива и микроорганизама.

Секундарна продуктивност је укупна количина органске материје коју стварају потрошачи и разлагачи.

Секундарне ооците су ћелије које настају мејозом II примарних ооцита. Код жене су заустављене у метафази мејозе II, када су спремне да буду оплођене.

Секундарне сперматоците су ћелије које се образују мејозом I примарних сперматоцита током сперматогенезе.

Семени каналићи чине унутрашњост тестиса и у њима се обавља сперматогенеза.

Семипермеабилност (полупропустљивост) или селективна пропустљивост мембране је особина ћелијске мембране да је практично непропустљива за макромолекуле, релативно је непропустљива за наелектрисане јоне, док сасвим пропушта мале молекуле растворљиве у липидима.

Сертолијеве ћелије налазе се у семеним каналићима тестиса, где исхрањују сперматогене ћелије од којих настају сперматозоиди.

Сестринске хроматиде су уздужне половине хромозома које настају репликацијом, па су међусобно једнаке.

Синапса је спаривање хомологих хромозома, мајчиног и очевог, у профазе мејозе I.

Синтетичка фаза (C) јесте период интерфазе ћелијског циклуса који следи после пресинтетичке фазе и у ком се репликује ДНК и дуплирају центрозоми.

Сперматиде су ћелије које се образују мејозом II секундарних сперматоцита током сперматогенезе.

Сперматогоније су ћелије у семеним каналићима тестиса од којих ће у процесу сперматогенезе постати сперматозоиди.

Сперматозоиди су мушке полне ћелије.

Спермиогенеза је фаза сперматогенезе током које од сперматиде постају сперматозоиди.

Стерониди су посебна група липида која не садржи масне киселине.

Стратосфера је део атмосфере који се простире 11–48 km изнад Земљине површине.

Т

Телофаза је период ћелијске деобе у ком се дели цитоплазма (цитокинеза) и у кћеркама ћелијама формирају се једра.

Течно-мозаички модел односи се на грађу ћелијске мембране по ком липиди граде двослој у који су уроњени молекули протеина (попут мозаика) и за које су везани олигосахариди на спољашњој страни мембране.

Ткива настају удруживањем ћелија које имају исту грађу, функцију и исто ембрионално порекло.

Трепље (цилије) јесу танке, кратке, многобројне структуре које полазе с површине многих еукариотских ћелија, покривене су ћелијском мембраном и учествују у кретању ћелије.

Тропосфера је доњи део атмосфере који се простире на висини 0–20 km изнад површине Земље.

Трофичке пирамиде биомасе или бројности су графички прикази којима се показује правилност

да се бројност и биомаса појединих врста (карика у ланцу исхране) смањују у смеру од произвођача ка крајњем потрошачу.

Ћ

Ћелијска мембрана налази се на површини сваке ћелије, а у еукариотској ћелији налази се и у њеној унутрашњости, где ограничава поједине органеле.

Ћелијске органеле су одељци у ћелији организовани ћелијском мембраном и оспособљени да обављају одређене функције.

Ћелијске структуре су делови ћелије који обављају одређене функције и немају мембрану.

Ћелијски зид је структура која належе на површину мембране биљних ћелија, гљива и бактерија.

Ћелијско дисање је процес у ком се органске материје оксидују, при чему као крајњи производи те оксидације настају угљен-диоксид, вода и енергија у облику молекула АТР.

Ф

Фагозом је везикула која се образује у ћелији око супстрата који треба да буде разграђен.

Фагоцитоза (грч. *phagein* – јести; „ћелија једе“) јесте облик ендоцитозе.

Фертилизација, в. оплођење

Фертилизациони омотач је омотач који се образује после уласка делова првог сперматозоида у јајну ћелију да би спречио патолошку полиспермију.

Физичко загађивање је облик вештачког загађивања.

Фоликуларне ћелије граде фоликуле у којима сазревају примарна и секундарна ооцита.

Фосфолипиди су липиди који чине основу ћелијске мембране у којој граде двослој. Састоје се од глицерола, два молекула масних киселина и фосфатне групе.

Фотосинтеза је процес у ком се помоћу хлорофила Сунчева енергија претвара у хемијску да би се та хемијска енергија (АТР) употребила за синтезу органских материја из неорганских (CO_2 и H_2O).

Х

Хаплоидан (гр. *haploos* – једнострук) **број хромозома** је упола мањи у односу на диплоидан и налази се у полним ћелијама.

Хемијско загађивање је облик вештачког загађивања различитим хемијским једињењима.

Хетеротрофи су организми који узимају готове органске материје храном и сагоревањем тих материја обезбеђују потребну енергију.

Хетерохроматин је кондензован облик хроматина, због чега је тамнији и лако се уочава у једру. Неактиван је у транскрипцији.

Хидросфера је водени омотач Земље насељен живим бићима.

Хидрофилне („воле воду“) су материје које имају афинитет према води.

Хидрофобне („плаше се воде“) материје немају афинитет према води (уља, масти).

Хистони су протеини хроматина који учествују у „паковању“ ДНК да би се огромна дужина ДНК могла сместити у сићушно једро.

Хлоропласти (грч. *chloros* – зелен) јесу врста пластида који врше фотосинтезу.

Холестерол је врста стероида у мембранама животињских ћелија којима даје чврстину и омогућава нормално функционисање на високим и ниским температурама.

Хомеостаза (грч. *homoios* – сличан; *stasis* – стање) јесте одржавање сталности унутрашње средине у организму у одређеним границама независно од промена у спољашњој средини.

Хомологи хромозоми су слични хромозоми који се спарују у профазу мејозе I и потичу један од мајке, а други од оца.

Хормони (грч. *hormao* – покрећем, подстичем) јесу група хемијских материја које управљају метаболичким процесима у ћелији.

Хроматин је хромозомски материјал у облику мреже влакана у интерфазном једру.

Хромозоми су структуре у једру видљиве за време деобе ћелије. У њима се налази ДНК (гени).

Хромопласти (грч. *chromos* – боја) јесу врста пластида који дају боју плодовима и цветовима, па је њихова улога еколошка (привлачење инсеката, разношење плодова).

Ц

Центриоле су ћелијске структуре цилиндричног облика које учествују у организацији деобног вретена.

Центрозома чине две центриоле постављене међусобно под правим углом и окружене аморфним материјалом.

Центромера је сужење хромозома.

Цитозин је пиримидинска азотна база која улази у састав нуклеотида ДНК и РНК.

Цитокинеза је подела цитоплазме у ћелијској деоби.

Цитоплазма представља унутрашњи садржај ћелије, одвојен од нуклеуса, у ком се налазе ћелијске органеле (укључујући ту и нуклеус) и структуре.

Цитоскелет (ћелијски скелет) јесте мрежа протеинских структура (облика влакана и цевчица) у ћелији одговорна за промену облика ћелије, кретање органела и саме ћелије, као и међусобно повезивање ћелија.

Цитосол је водени раствор који се налази у окци-ма цитоскелетне дво- и тродимензионалне мреже, цитоплазме.

ЛИТЕРАТУРА

- Barnard, C. N.: *Tijelo kao stroj*, Globus, Загреб, 1981.
- Burgess, J.: *An introduction to plant cell development*, CUP Archive, 1985.
- Hale, W. G., Morgham, J. P.: *Школска енциклопедија биологије*, Књига-комерц, Београд, 1998.
- Lewin, B.: *Cells*, Jones & Bartlett Publishers, 2007.
- Wise, R. R., Hooper, J. K.: *The Structure and Function of Plastids*, Springer, 2007.
- Вујић, А.: *Заштита природе*, Нови Сад, 2007.
- Анђелковић, И., Стајковац, А., Илић, А.: *Анатомија и физиологија за I разред медицинске и зуботехничке школе*, Завод за уџбенике, Београд, 2009.
- Балош, Д., Панић, Д., Стевановић, Б., Пауновић, К., Стевановић, Ђ., *Биологија I – за I разред медицинске и ветеринарске школе*, ЗУНС, Београд, 2005.
- Велика енциклопедија Људско тело*, Књига комерц, Београд, 2012.
- Вујаклија, М.: *Лексикон страних речи и израза*, Просвета, Београд, 2006.
- Вујковић, Љ. и сарадници: *Техника нејзажної пројектовања*, Шумарски факултет, Београд, 2003.
- Глишић, Р., Обрадовић, Ј.: *Практикум из биологије ћелије са радном свеском*, ПМФ, Крагујевац, 2011.
- Глишић, Љ.: *Општа цитологија*, Унија биолошких научних друштава Југославије, Београд, 1980.
- Гроздановић-Радовановић, Ј.: *Цитологија*, ЗУНС, Београд, 2000.
- Група аутора: *Енциклопедијски лексикон – Биологија*, Интерпрес, Београд, 1973.
- Давидовић, В.: *Физиологија I*, ЗУНС, Београд, 2003.
- Диклић, В., Косановић, М., Дукић, С., Николиш, Ј.: *Биологија са хуманом енемиком*, Графопан, Београд, 2001.
- Ђорђевић Милорадовић, Ј.: *Екологија биљака – ауторизована скрипта*, ВТШСС Пожаревац, Пожаревац, 2008.
- Ђорђевић Милорадовић, Ј.: *Основе екологије – ауторизована скрипта*, ВТШСС Пожаревац, Пожаревац, 2001.
- Ђорђевић Милорадовић, Ј.: *Биологија I – ирактикум за вежбе*, ВТШСС Пожаревац, Пожаревац, 2003.
- Ђукановић, М.: *Еколошки изазов*, Београд, 1991.
- Илустрирана енциклопедија Човек*, „Вук Караџић”, Младинска књига, Љубљана, 1985.
- Јанковић, М., Ђорђевић, В.: *Примењена екологија*, Научна књига, Београд, 1981.
- Јанковић, М.: *Биологија живојне средине*, Научна књига, Београд, 1986.
- Јанковић, М.: *Физиоекологија*, Београд, 1986.
- Јанчић, Р.: *Бошаника фармацеутика*, Службени лист СЦГ, Београд, 2004.
- Калезић, М.: *Основи морфологије кичмењака*, ЗУНС, Београд, 2001.
- Карлсон, П.: *Биокетија, Школска књига*, Загреб, 1976.
- Којић, М., Пекић, С., Дајић, З.: *Бошаника*, „Драганић”, Београд, 2004.
- Којић, М.: *Бошаника*, Научна књига, Београд, 1989.
- Кољевић, Р., Цвијић, Г., Ђорђевић, Ј., Недељковић, Н.: *Биологија за III разред гимназије природно-математичкој смера*, ЗУНС, Београд, 2004.
- Кораћ, А.: *Виши курс биологије ћелије*, Биолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд, 2009.
- Крунић, М., Савић, И., Ђурчић, Б.: *Биологија 2 за II или I разред медицинске и II разред ветеринарске школе*, ЗУНС, Београд, 2005.
- Лакушић, Д., Јовановић, С.: *Биологија – за 8. разред основне школе*, Завод за уџбенике, Београд, 2010.
- Лакушић, Д., Шинжар-Секулић, Ј., Ракић, Т., Сабљевић, М.: *Основи екологије*, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, Београд, 2015.

- Маринковић, Д., Стевановић, Б., Пауновић, К.: *Биологија и екологија за 1. разред економске школе*, ЗУНС, Београд, 2001.
- Маринковић, Д., Савић, И., Ђурчић, Б., Терзија, В.: *Биологија за 4. разред гимназије*, ЗУНС, Београд, 1994.
- Маричек, М., Ђурчић, Б., Радовић, И.: *Специјална зоологија*, Научна књига, Београд, 1986.
- Матић, Ј.: *Лексикон – БИОЛОГИЈА*, Епоха, Пожега, 2001.
- Нешковић, М., Коњевић, Р., Пулафић, Љ.: *Физиологија биљака*, ННК, Београд, 2002.
- Пантић, В.: *Ембриологија*, Научна књига, Београд, 1989.
- Пантић, Р. В.: *Биологија ћелије*, Универзитет у Београду, Београд, 1997.
- Петров, Б., Калезић, М.: *Биологија за II разред гимназије природно-математичкој смера и II разред пољопривредне школе*, Завод за уџбенике, Београд, 2010.
- Петровић, В. М., Радојичић, Р., М.: *Упоредна физиологија – друштво гео*, ЗУНС, Београд, 1994.
- Петровић, В., Цвијић, Г.: *Ендокринологија, оштећења и упоредна*, ЗУНС, Београд, 1997.
- Петровић, В. М.: *Упоредна физиологија – први гео*, ЗУНС, Београд, 1991.
- Петровић, Н. Ђ.: *Основи ензимологије*, ЗУНС, Београд, 1998.
- Поповић, Ж.: *Физиологија биљака – исхрана и метаболизам*, Научна књига, Београд, 1987.
- Поповић, С.: *Ембриологија човека*, Дечије новине, Београд, 1990.
- Симоновић, П., Томовић, Љ., Радојичић, Ј., Кризманић, И., Марић, С.: *Системадика вертебрата – љактикум*, ННК Интернационал, Београд, 2004.
- Станковић, С.: *Екологија животиња*, Београд, 1979.
- Стевановић, В., Јовановић, С., Лакушић, Д., Томовић, Г., Никетић, М.: *Урожене биљке Србије (љриучник о заштити рејких и урожених биљака)*, Биолошки факултет ИП ННК Интернационал, Београд, 2006.
- Стојковић, Б., Шинжар-Секулић, Ј.: *Биологија, уџбеник за четврти разред гимназије природно-математичкој смера*, Klett, Београд, 2018.
- Татић, Б., Костић, Г.: *Наша љриродна добра и љшреба њихове заштите*, ЦЕА и ЗУНС, Београд, 1996.
- Трпицац, Д.: *Хистологија*, Кућа штампе, Београд, 2001.
- Ђурчић, Б.: *Развиће животиња*, Научна књига, Београд, 1990.
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С.: *Биологија – за IV разред гимназије природно-математичкој смера*, ЗУНС, Београд, 2006.
- Шербан, М. Н.: *Покрећне и неокрећне ћелије – увод у хистологију*, Савремена администрација, Београд, 1995.
- Шербан, М. Н.: *Ћелија – структура и облици*, ЗУНС, Београд, 2001.
- Шербан, Н., Цвијан, М., Јанчић, Р.: *Биологија – за I разред гимназије и пољопривредне школе*, ЗУНС, Београд, 2006.

САЈТОВИ НА ИНТЕРНЕТУ ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

I тема: Биологија ћелије

Више података о развоју цитологије http://www.bionet-skola.com/w/Razvoj_i_dostignu%C4%87a_citologije

Видео-материјали <https://www.youtube.com/user/biointeractive>

Анимација ДНК, транскрипције, транслације, репликације <http://www.johnkyrk.com/DNAanatomy.html>

Текст о урацилу у ДНК <http://www.scienceinschool.org/sr/2011/issue18/uracil>

Игрица о структури ДНК https://www.nobelprize.org/educational/medicine/dna_double_helix/dnahelix.html

Анимација ДНК, РНК, транскрипције, транслације <http://www.stolaf.edu>

Анимација транскрипције <http://www.biologieenflash.net>

Текст о дистичној фибрози <http://www.dnk.rs>

Унутрашњост ћелије <http://learn.genetics.utah.edu>

Игрица о ћелијским органелама, ћелијском циклусу <https://www.nobelprize.org>

Биљна и животињска ћелија <https://www.youtube.com/watch?v=4PMzLCaKkCY>

Ћелијске органеле и структуре <https://www.youtube.com/watch?v=KIFdOsnmOco>

Центромера и кинетохор http://www.bionet-skola.com/w/Su%C5%BEenja_na_hromozomu

Анимација ћелијског циклуса, митозе и мејозе, биљне и животињске ћелије <http://www.cellsalive.com>

Анимације ћелијских деоба <http://www.stolaf.edu>

Разлике између митозе и мејозе <http://svet-biologije.com>

Текст, слике и видео-материјали о ћелијској мембрани

<https://www.britannica.com>

Анимација транспорта материја кроз мембрану <http://www.wiley.com>

Анимације о процесима у ћелији <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations/>

Симулација транспорта кроз мембрану <https://phet.colorado.edu/sr/simulation/legacy/membrane-channels>

II тема: Биологија развића

Анимације и видео материјал о оплођењу, бластулацији, раним фазама ембрионалног развића човека <http://www.dnatube.com>

Анимација оплођења и сперматогенезе <http://higher.ed.mheducation.com>

Анимација браздања, бластулације, о ембрионалним омотачима <https://embryology.med.unsw.edu.au>

Текст и слике о гаструлацији (на енглеском језику) <http://biology.kenyon.edu>

ПП презентација о гаструлацији <http://bioloji.bio.bg.ac.rs>

Анимација неурулације <http://learningobjects.wesleyan.edu>

Видео о гаструлацији и ембрионалним омотачима <https://www.youtube.com/watch?v=3XOLIWgUxew>

Видео о регенерацији <https://www.youtube.com/watch?v=byLDgtSMI0w>

Текст о генетици старења човека, Дауновом синдрому <http://www.bionet-skola.com>

Животни циклус репродуктивних функција жене и мушкарца <http://www.mfub.bg.ac.rs>

Више података о оогенези (енглески језик) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>

Онлајн лекција о сперматогенези (енглески језик) <https://www.khanacademy.org>

Више о вантелесној оплодњи <http://ivf.zcvaljevo.rs>

III тема: Основни појмови екологије

Текст, слике и видео материјали о трофичким пирамидама, екосистему, биосфери <https://www.britannica.com>

Слике, текст и видео-лекције о трофичким пирамидама <http://www.ck12.org>

Еколошке занимљивости <http://www.reciklirajte.me>

Видео-лекција о екосистему (на енглеском језику) <http://www.biology.ualberta.ca>

IV тема: Животна средина и одрживи развој

Више података о биодиверзитету <http://www.wwf.rs/>

Биодиверзитет Србије <http://biodiverzitet-chm.rs/>

Текст, слике и видео о биодиверзитету <https://www.britannica.com>

О заштити природе и биодиверзитета <http://www.zzps.rs>

Агенција за заштиту животне средине Републике Србије <http://www.sepa.gov.rs/>

О биодиверзитету <http://www.edutelevision.com>

Анимација о биодиверзитету <http://www.smithsonianmag.com>

Сат за нашу планету <http://www.edutelevision.com/vesti/sat-za-nasu-planetu>

Биогеохемијски циклуси

http://www.bio.bg.ac.rs/materijali_predmeta/15-biogeohemijski-ciklusi.pdf

Кружење угљеника <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/>

Информације о животној средини <http://www.ekoregistar.sepa.gov.rs/>

Министарство пољопривреде <http://www.eko.minpolj.gov.rs>

Центар за заштиту сова Србије <http://www.sove.org.rs/>

Измерите свој еколошки отисак <http://footprint.wwf.org.uk/> и <http://ecologicalfootprint.com/>

Писмо индијанског поглавице америчком председнику http://ekospark.com/info/11_info_pojmovi/pismo_indijanskog_poglavice/pismo_indijanskog_poglavice.html

Есеј о одрживом развоју <http://www.sepa.gov.rs/download/odrziviRazvoj/EsejiOR.pdf>

Експеримент о ефекту стаклене баште <http://www.pmf.ni.ac.rs>

Више података о озонском омотачу (НАСА) <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>

Више података о одрживом развоју <http://ro.tfbor.ac.rs>

V тема: Еколошка култура

Текст о јонизујућем зрачењу www.vtssa.edu.rs

О штетном утицају соларијума и сунчања на кожу, пушењу и здрављу, одвикавање од алкохола <http://www.stetoskop.info>

Текст о радиоактивном зрачењу и буци <http://www.rgf.bg.ac.rs/>

Више података о одлагању отпада <http://www.astc.org>

Светски дан заштите животиња <https://www.worldanimalday.org.uk/>

Градови будућности https://www.youtube.com/watch?v=NmRoc7_jVdo

О здрављу и хигијени <http://www.etssd.edu.rs>

Више података о болестима зависности <http://www.izjzkg.rs>

Е-магазини, е-часописи, портали, еколошке акције, пројекти, видео-игрице

Е-магазин „Планета” <http://www.planeta.org.rs>

Угрожене животиње и биљке <https://www.joomag.com>

Портал за енергетску ефикасност <http://efikasnost.com/>

Еколошка култура, међународни еколошки календар <http://ekospark.com>

Пројекат Одрживи развој <https://odrzivirazvoj.wordpress.com>

Сајт за популаризацију науке <https://www.svetnauke.org>

Игрице из биологије <http://biogames.info/>

Е-часопис „Национална географија” на српском језику <http://www.nationalgeographic.rs>

Е-магазин „Екологија” <http://www.ekologija.rs>

Е-магазин „Стаклено звоно” <https://staklenozvono.rs>

Научни портал Центра за промоцију науке <http://elementarium.cpn.rs/>

Међународни научни портал (енглески језик) <http://www.scientix.eu/>

Министарства, заводи, институти, фондови, агенције, уније

Институт за јавно здравље Србије www.batut.org.rs

Министарство здравља <http://www.zdravlje.gov.rs/>

Завод за заштиту природе www.natureprotection.org.rs или <http://www.zzps.rs>

Светски фонд за заштиту дивљих животиња у Србији <http://www.wwf.rs/>

Министарство заштите животне средине <http://www.ekologija.gov.rs/>

Европска агенција за сигурност хране <http://www.efsa.europa.eu>

Агенција за заштиту животне средине <http://www.sepa.gov.rs>

МУП Србије – о дрогама <http://arhiva.mup.gov.rs>

Институт за јавно здравље Крагујевац – више података о загађивању средине <http://www.izjzkg.rs>

Међународна унија за заштиту природе <https://www.iucn.org/>

Црвена листа <http://www.iucnredlist.org/>

Апликације за андроид уређаје

Апликација за мерење нивоа буке <https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.sira.sound&hl=en>

Апликација за израчунавање еколошког отиска <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.safeinch.carbonfootprint>

Снежана Трифуновић • БИОЛОГИЈА за први разред медицинске школе, образовни профил медицинска сестра–техничар, фармацеутски техничар, лабораторијски техничар и зубни техничар • Прво издање, 2020. година • Издавач: ЗАВОД ЗА УЏБЕНИКЕ, Београд, Обилићев венац 5, www.zavod.co.rs • Ликовни уредник: мр Тијана Павлов • Лектор: Јелка Јовановић • Графички уредник: Борис Поповић • Коректор: Татјана Зорић • Дизајн и припрема за штампу: Горан Скакић • Обим: 31 штампарски табак • Формат: 20,5 × 26,5 cm • Тираж: 5000 примерака • Рукопис предат у штампу јуна 2020. године • Штампаче завршено јуна 2020. године • Штампа „Бирограф”, Земун
