

БИОЛОГИЈА

учебник за
прва година
гимназиско
образование

I



БИОЛОГИЈА

учебник за прва година
гимназиско образование

I

Др Гордана Димеска
Мр Александар Алексовски
Васка Стојкова



Скопје, 2026
(второ издание)

БИОЛОГИЈА I учебник за прва година гимназиско образование
Авторски права © 2026 АЛБИ ДОО, Скопје

Издавач:

Друштво за издавачка дејност, производство, промет и услуги АЛБИ ДОО, Скопје

Уредник:

Елена Стефановска

Автори:

Др Гордана Димеска
Мр Александар Алексовски
Васка Стојкова

Стручна редакција:

Ас. мр Сара Вурмеска Цветаноска
Институт за биологија,
Природно-математички факултет, Скопје

Лектор:

Љупка Евроска

Ликовно и графичко обликување:

Паблик дипломаси Скопје

Печати:

Бранко Гапо – графичко производство, Скопје 2026

Тираж:

100

Сите права се задржани. Ниту еден дел од оваа книга не смее да биде препечатуван или пренесуван во каква било форма или со какви било средства, електронски или механички, вклучувајќи и фотокопирање, документирање или да биде зачуван во систем за повторно пронаоѓање без писмена согласност од издавачот.

Овој учебник е одобрен за употреба во деветгодишно основно образование, со Одлука за одобрување и употреба на учебник по наставниот предмет Математика за I (прва) година гимназиско образование број 96-935/1 од 26.08.2025 година, Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

57(075.3)=163.3

ДИМЕСКА, Гордана

Биологија I : учебник за прва година гимназиско образование /
Гордана Димеска, Александар Алексовски, Васка Стојкова. - (2. изд.). -
Скопје : Алби, 2026. - 231, [2] стр. : илустр. ; 27 см

Библиографија: стр. [233]

ISBN 978-608-241-085-2

1. Алексовски, Александар [автор] 2. Стојкова, Васка [автор]

COBISS.MK-ID 69217797

ПРЕДГОВОР

Овој учебник е приспособен според наставната програма за предметот „Биологија“ за прва година на гимназиското образование.

Наставните содржини во учебникот содржат објаснувања на поими, примери и илустрации, кои се сумирани како најважни информации за ученикот. Секоја методска единица започнува со нагласување на резултатите кои ученикот ќе ги постигне со разработката на дадената наставна содржина. Утврдувањето на совладаното знаење се постигнува со прашања за повторување и утврдување на разбирањето на учениците на главните моменти во содржината. На самиот крај на методската единица се издвоени клучни точки, како резиме на важните информации.

Учебникот во целост ги следи тематските распределби по содржини, со постојан фокус на вниманието и интересите на учениците, учењето низ активности и развојот на вештините во насока на експериментирање критичко размислување и давање конкретни решенија на зададени проблеми и задачи.

Како автори, го прифативме предизвикот за пишување на овие содржини, во однос на возраста на учениците кои ќе го изучуваат овој предмет, на која требаше да се приспособи комплексна материја, а имајќи ги предвид насоките од наставната програма за овој предмет. Настојувавме изложувањето на содржините да биде на едноставен начин, прифатлив и интересен за учениците, за да се остварат целите на предметот. Во содржините се вметнати слики и табели, кои треба да го олеснат совладувањето на наставната програма, но и да побудат дополнителен интерес за оваа област, а можеби и идна професија.

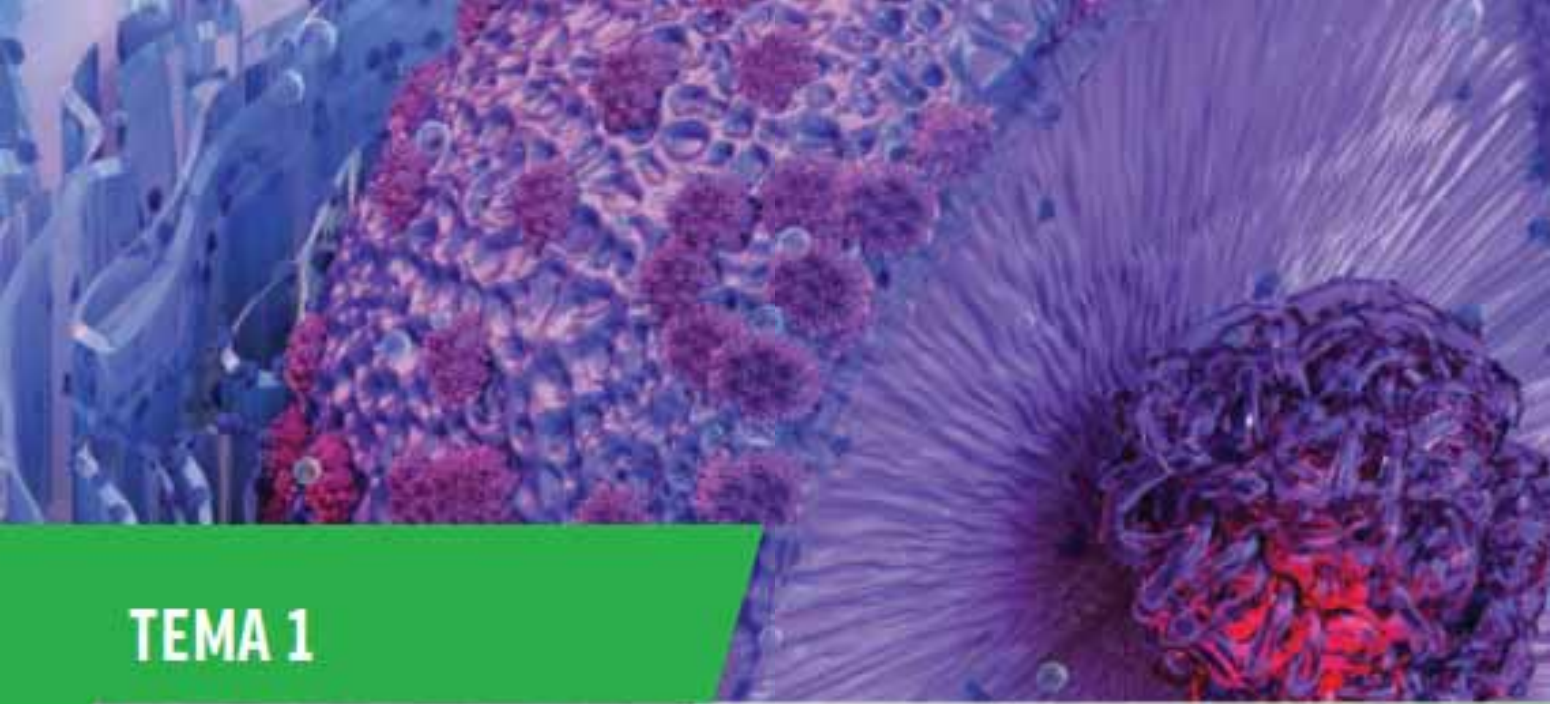
Во секоја тема се предложени прашања, задачи и насоки за истражување, за индивидуална и групна работа, за кои не се потребни посебни услови, а со цел ученикот сам да ја оцени својата оспособеност и потреба да вложи дополнителен труд.

Од авторите

СОДРЖИНА

I ТЕМА: ОРГАНИЗАЦИЈА НА КЛЕТКАТА	6
1.1. Неоргански и органски материи кај живите организми	8
1.2. Вода – структура и функции кај живите организми	14
1.3. Неклеточни облици – вируси	18
1.4. Основна разлика меѓу прокариотска и еукариотска клетка	22
1.5. Основна разлика меѓу растителна и животинска клетка	25
1.6. Клеточни структури кај еукариотска клетка и специјализација	28
1.7. Транспорт на материи во клетката	33
1.8. Фактори кои влијаат на брзината на дифузијата	37
II ТЕМА: ОСНОВИ НА ГЕНЕТИКАТА	42
2.1. Структура и својства на нуклеинските киселини	44
2.2. Репликација на ДНК	47
2.3. Видови РНК и нивна функција	49
2.4. Генетски код, ген, геном	53
2.5. Генотипски и фенотипски соодноси при наследување	57
2.6. Градба и особини на хромозомите	62
2.7. Хаплоидно и диплоидно јадро	66
2.8. Кариотип, кариограм и идиограм	70
2.9. Клеточен циклус и интерфаза	73
2.10. Делба на јадрото – кариокинеза	76
2.11. Цитокинеза	81
2.12. Варијабилност. Ненаследна и наследна варијабилност	83
2.13. Модификации и мутации	86
2.14. Поим за видови селекција (природна и вештачка селекција)	90
III ТЕМА: КАРАКТЕРИСТИКИ И КЛАСИФИКАЦИЈА НА ОРГАНИЗМИТЕ	96
3.1. Историски преглед и основи на системите за класификација	98
3.2. Поим за бинарна номенклатура	101
3.3. Царство монера (monera)	104
3.4. Царство протиста (protista) – праживотни	107
3.5. Царство протиста (protista) – алги	111
3.6. Царство габи (fungi)	115

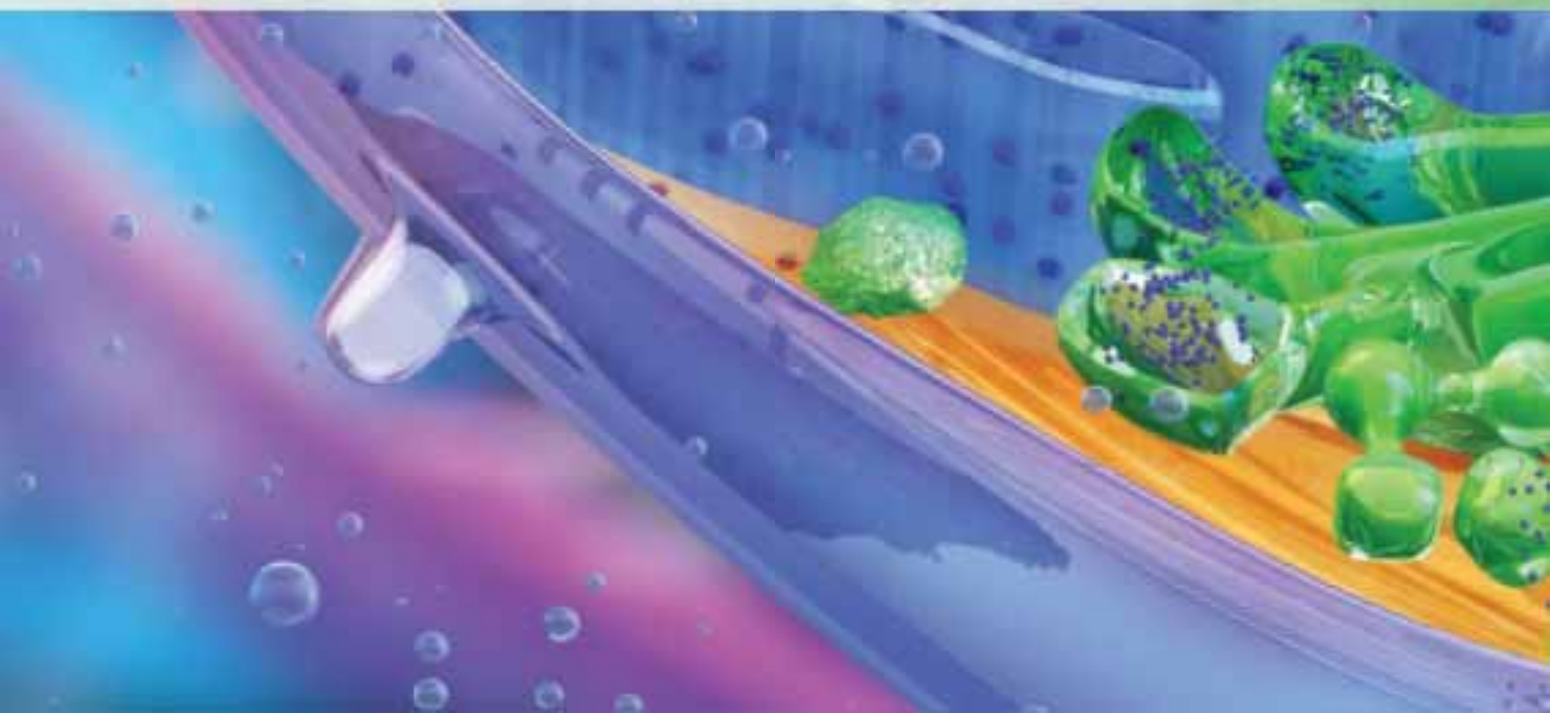
3.7. Царство растенија (Plantae)	120
3.8. Царство животни (Animalia)	131
3.9. Улога на морфологијата во класификацијата на живите организми. Изработка на дихотомни клучеви	142
IV ТЕМА: ОСНОВИ НА ОРГАНСКА ЕВОЛУЦИЈА	146
4.1. Биоеволуција на планетата земја	148
4.2. Теорија на еволуцијата и принципи на природната селекција	153
4.3. Фосили и биогеографија како докази на еволуцијата	157
4.4. Преодни форми и палеонтолошки низи како докази на еволуцијата	160
4.5. Споредбена анатомија и споредбена ембриологија како доказ на еволуцијата	162
4.6. Рудиментирани органи и атавизми	165
4.7. Типови адаптација	170
4.8. Модели на еволуцијата	174
V ТЕМА: ОРГАНИЗМИТЕ И НИВНАТА ЖИВОТНА СРЕДИНА	178
5.1. Сонцето како примарен извор на енергија во биолошките системи	180
5.2. Проток на енергија во живите организми	183
5.3. Синцир и мрежа на исхрана	188
5.4. Видови еколошки пирамиди	193
5.5. Биогеохемиски циклуси. Циклус на водата	196
5.6. Циклус на јаглерод и кислород	200
5.7. Азотен циклус и улога на микроорганизмите во циклусот	204
5.8. Човекови активности кои влијаат врз биогеохемиските циклуси	208
5.9. Одржливи практики	214
5.10. Единка како поим во екологијата. Популација и карактеристики на популацијата	219
5.11. Еколошки нивоа	224
5.12. Еколошки фактори и односи	227
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	233

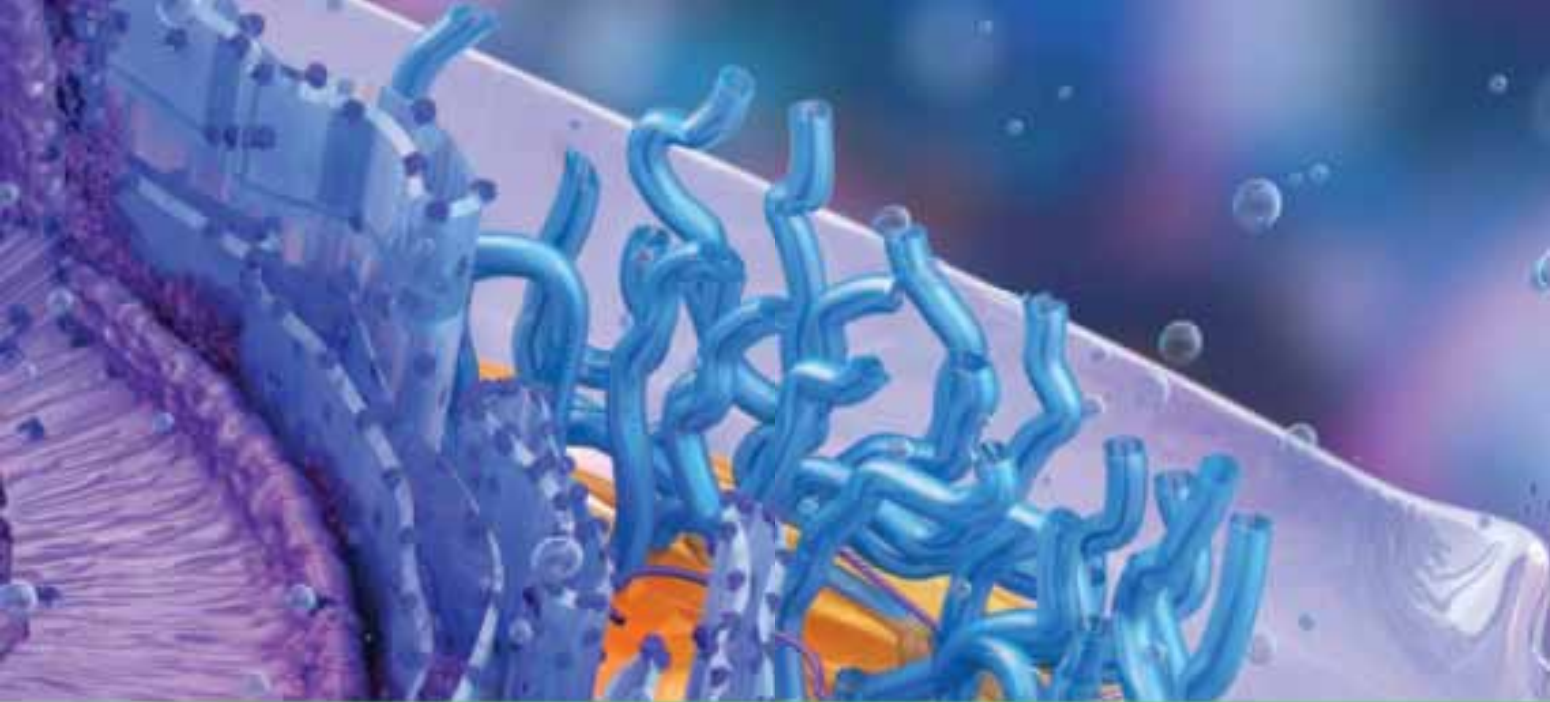


ТЕМА 1

ОРГАНИЗАЦИЈА НА КЛЕТКАТА

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕТО > > >





Ученикот/ученичката ќе биде способен/способна да:

- го опишува хемискиот состав на клетката и ги објаснува улогата и функцијата на клеточните структури;
- ги објаснува структурата и организацијата на клетката преку примери;
- го објаснува транспортот на материји во и надвор од клетката.



Во табелата 1.1 е даден преглед на застапеноста на некои елементи во жива клетка изразени во проценти.

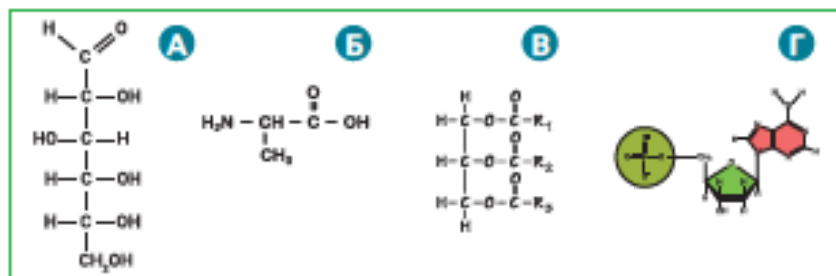
Табела 1.1. Процент на застапеност на елементи во жива клетка

Елемент	Процент (%)	Елемент	Процент (%)	Елемент	Процент (%)
Водород	9,5	Сулфур	0,3	Железо	Во трагови
Јаглерод	18,5	Калциум	1,5	Натриум	0,2
Азот	3,3	Магнезиум	0,1	Калиум	0,4
Кислород	65,0	Манган	Во трагови	Јод	Во трагови
Фосфор	1,0	Цинк	Во трагови	Хлор	0,2

Без разлика на процентуалната застапеност, важноста на секој од елементите е огромна за правилно функционирање и живот на клетката. На пример, железото е од големо значење за функционирањето на хемоглобинот (Слика 1.2.A), магнезиумот е важен составен дел на хлорофилот (Слика 1.2. А), додека јодот е важен за правилна синтеза на тироидните хормони. Натриумот и калиумот се клучни за одржувањето на функцијата на нервните и мускулните клетки, додека калциумот е значаен за функционирањето на мускулните клетки. Натриумот и хлорот се важни за одржување на крвниот притисок и регулирање на нивото на водата во телото. Тие имаат важна улога во организмот во одржување на кисело-базната рамнотежа, осмотскиот притисок и др.

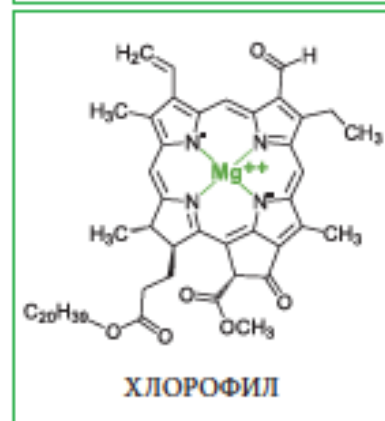
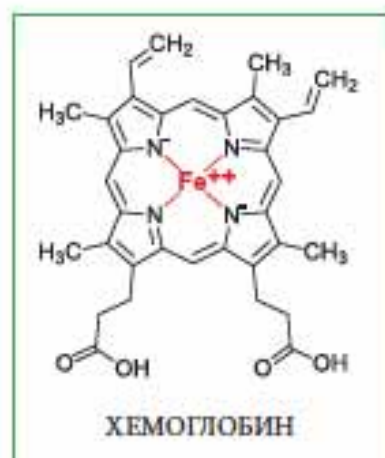
ОРГАНСКИ МАТЕРИИ ВО СОСТАВОТ НА КЛЕТКАТА

Живите клетки, покрај минералните соли, во најголем дел се изградени од органски материи: јаглехидрати, протеини, липиди и нуклеински киселини. Централно место во структурата на сите четири групи органски материи е атомот на јаглерод. Тој има специфична карактеристика да гради стабилни ковалентни врски со други атоми и да формира најразлични соединенија. Всушност, сите органски молекули својата структура ја должат на оваа карактеристика. На сликата 1.2Б се претставени со хемиски формули на шеќер, аминокиселина, липид и нуклеотид во чија основа се наоѓаат атомите на јаглеродот „C“.



Слика 1.2Б Хемиски формули на (од лево кон десно) шеќер А, аминокиселина Б, липид В и нуклеотид од нуклеинска киселина Г.

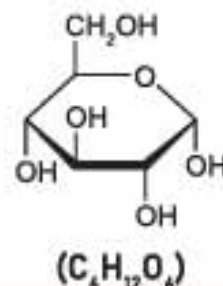
Јаглехидрати (шеќери) се органски соединенија изградени од јаглерод, водород и кислород. Може да бидат прости (моносахариди) и сложени (полисахариди).



Слика 1.2А Хемиски формули на хемоглобин и хлорофил

Моносахаридите во зависност од бројот на јаглеродни атоми може да бидат: триози – 3 јаглеродни атоми, тетрози – 4 јаглеродни атоми, пентози – 5 јаглеродни атоми, хексози – 6 јаглеродни атоми итн. Од посебно значење се пентозите деоксирибоза и рибоза, кои влегуваат во составот на нуклеинските киселини. Од хексозите, најпозната е глюкозата (Слика 1.3), или народно позната како гроздов шеќер, бидејќи ја има во поголеми количини во грозјето, но е застапена и во другите овошни плодови и во крвта. Таа е основен извор на енергија за клетките. Фруктозата или овошен шеќер е хексоза што ја има во овошјето.

Сахарозата, или обичниот бел шеќер, е дисахарид (изграден од две единици моносахарида) кој го има во големи количини во шеќерната репа и шеќерната трска (Слика 1.4).

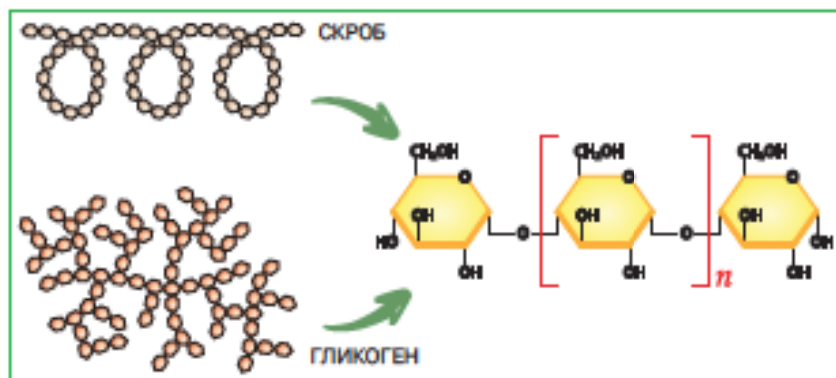


Слика 1.3 Хемиска формула на глюкозата претставена како прстен



Слика 1.4 Бел шеќер (сахароза) и шеќерна трска

Полисахаридите се изградени од 11 и повеќе моносахаридни единици. Од нив најзначајни се гликогенот, скробот и целулозата. Станува збор за макромолекули изградени од глюкозни единици, во ланци што на различен начин се разгрануваат во странични гранки (Слика 1.5). Оваа структурна разлика им дава специфични карактеристики. Па така, гликогенот го има во животинските клетки и е резервен шеќер кој се складира во црниот дроб и мускулите. За разлика од него, скробот и целулозата се сложени шеќери специфични за растенијата.



Слика 1.5 Градба на молекулите на скроб и гликоген

Притоа, скробот е полисахарид кој се формира веднаш по создавањето на глюкозните единици при фотосинтезата и е резервен шеќер, додека целулозата влегува во градбата на клеточниот ѕид кај растителните клетки (Слика 1.6).

Липидите се органски соединенија кои не се растворливи во вода, туку во органски растворувачи (етер, ацетон, бензен и др). Тука спаѓаат две категории соединенија, масти (во цврста агрегатна состојба) и масла (во течна агрегатна состојба). Разликата која ги прави масти или масла е во структурата на макромолекулите. Имено, липидите се изградени од алкохол глицерол и виши масни киселини. Вишите масни киселини се делат на заситени и незаситени масни киселини. Разликата е во постоењето двојни врски во структурата на вишата масна киселина (Слика 1.7), што ја прави незаситена. Липидите, чии масни киселини се незаситени виши масни киселини, градат масла, додека заситените градат масти. Маслата се карактеристични за растенијата. Особено богати со масла се јаткастите плодови и маслодајните растенија (сончогледот, маслодајната репка, маслинката и сл.). Мастите, пак, се специфични за животните. Маслата се препорачливи во исхраната, за разлика од мастите, токму поради присуството на двојни врски во нивните структури.



Слика 1.6 Брашно (скроб) и дрвесина (целулоза)



Слика 1.7 Заситена и незаситена виша масна киселина

Има различни класификации на липидите, а најчесто се делат на прости и сложени. Во прости спаѓаат липидите (наречени триглицериди). Додека, сложените масни материи (наречени липоиди) во својот состав содржат и нелипидно соединение, како јаглехидрати, протеини, фосфорна киселина и др. Такви се: фосфолипидите и липопротеините кои влегуваат во состав на мембраните и имаат заштитна функција. Липидите ги има во сите клетки во мали количини, а во клетките на масното ткиво ги има во големи количини.

Липидите се најголем извор на енергија. По потреба, а посебно при долго гладување, се разложуваат до јаглерод диоксид и вода, при што се ослободува големо количество енергија.

Некои значајни хормони во човековото тело по природа се липидни структури. Такви се, на пример, половите хормони.

Протеините (белковини) се важни органски соединенија, застапени со 10-20% од вкупната маса. Протеините се градежен материјал за клеточните структури и за организмите во целост. Исто така, најголем дел од хормоните и ензимите се протеини. При екстремно гладување, протеините можат да се користат и како извор на енергија, откако ќе се потрошат јаглехидратите и липидите.

Молекулата им е изградена од: јаглерод, кислород, водород и азот, а може да има и фосфор и сулфур. Тоа се макромолекули изградени од различни аминокиселини. Во природата постојат 20 аминокиселини, од кои се изградени сите протеини во живиот свет (Слика 1.2 Б).

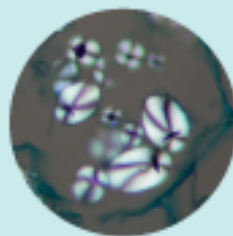
Протеините се разликуваат по бројот, видот и распоредот на аминокиселините во синцирите од аминокиселини. Се делат на прости и сложени. Простите се составени само од аминокиселини, а сложените протеини (наречени протеиди) содржат и непротеински дел кој се нарекува простетична група.

Значењето на протеините за животот е многу големо бидејќи со нив се поврзани и условени сите животни процеси: растење, исхрана, движење итн. Учествуваат во:

- градбата на клетката;
- метаболизмот на клетката;
- складирање на резервни материи во клетката.

Активности:

- Скробот е сложен шеќер кој со јод се бои виолетово. Набљудувајте микроскопски препарати од содржината на сокот од пресечен компир. Притоа еден препарат да биде обоен со јоден раствор. Ќе забележите белузикави зрнца скроб (Слика), односно виолетови зрнца скроб кај препаратот обоен со јод. Всушност, компирот е исполнет со резервен шеќер - скроб).
- Липидите не се раствораат во вода, но се раствораат во алкохол (органски растворувач). Направете едноставен обид со кој ќе го демонстрирате ова својство на липидите. Со капнување на неколку капки сончогледово масло за јадење во сад со 70 % алкохол. Ќе забележите дека маслото веднаш се раствора во алкохолот. Истиот обид повторете го, но сега со капнување на неколку капки сончогледово масло во сад со вода. Ќе забележите дека маслото не се раствора во вода.
- Истражете зошто маслата се сметаат за здрава исхрана и како двојните врски ги штитат клетките од штетни влијанија. Сознанијата споделете ги со другите соученици во класот.



Прашања за повторување:

1. Како се делат биогените елементи според количеството со кое се застапени во клетките?
2. Зошто се значајни минералните соли?
3. Наброј ги четирите групи органски материи.
4. Од кои елементи се изградени јаглехидратите?
5. Наведи примери за јаглехидрати од групите: моносахариди, дисахариди и полисахариди.
6. Кои органски соединенија се извор на енергија?
7. Од што зависи поделбата на липидите на масла и масти?
8. Кои се функциите на липидите?
9. Од кои компоненти се изградени протеините?
10. Кои се функциите и значењето на протеините?

Клучни точки:

- ✓ Од сите елементи кои се познати во хемијата, околу 25 се биогени (елементи од кои се изградени живите клетки). Најголем удел имаат 11 елементи: кислород, јаглерод, водород, азот, калциум, фосфор, калиум, сулфур, натриум, хлор и магнезиум.
- ✓ Макроелементите јаглерод, водород, кислород и азот се градивни елементи и сочинуваат околу 96% од вкупната застапеност на елементите во живата клетка.
- ✓ Иако во многу мали количества, елементите кои спаѓаат во микроелементи и елементи во трагови се животоважни за функционирањето на живата клетка. На пример, железото е клучно за хемоглобинот, магнезиумот за хлорофилот, јодот за тироидните хормони. Натриумот и калиумот се клучни за нервните и за мускулните клетки, додека калциумот за мускулните клетки. Натриумот и хлорот се важни за крвниот притисок и регулацијата на нивото на вода во телото.
- ✓ Јаглехидратите се поделени во групи, согласно бројот на јаглеродни атоми (триози, тетрази, пентози...) или бројот на моносахаридни единици (моносахариди, дисахариди, полисахариди).
- ✓ Јаглехидратите се основен извор на енергија за живите клетки.
- ✓ Липидите се изградени од глицерол и виши масни киселини. Според вишите масни киселини се делат на масла (содржат незаситени виши масни киселини) и масти (содржат заситени виши масни киселини).
- ✓ Липидите се најголем извор на енергија за живите клетки, но и градивна компонента на клеточната мембрана.
- ✓ Протеините се изградени од аминокиселини, кои во живиот свет ги има 20 на број.
- ✓ Протеините се градивни компоненти за клеточните структури, но од нив се изградени и голем дел од хормоните и ензимите.
- ✓ При екстреман глад, протеините се користат како извор на енергија.

1.2. ВОДА – СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КАЈ ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува улогата на водата како растворувач и пренесувач на голем број материи;
- ✓ Ја објаснува водата како средина во која се одвиваат низа процеси во клетката.

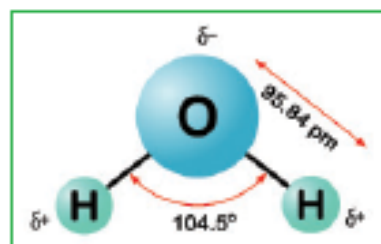
СТРУКТУРА НА ВОДАТА

Молекулата на водата е составена од два атоми на водород, секој поврзан со една хемиска врска со атом на кислород. Иако нејзината формула (H_2O) изгледа едноставна, водата покажува многу сложени хемиски и физички својства. На пример, нејзината температура на топење е $0^{\circ}C$, а температурата на вриење е $100^{\circ}C$, и е многу повисока отколку што би се очекувало во споредба со аналогни соединенија, како што се водород сулфид и амонијак. Во својата цврста форма – мразот, водата е помалку густа отколку кога е течна, што е уште едно невообичаено својство. Коренот на овие аномалии лежи во електронската структура на молекулата на водата.

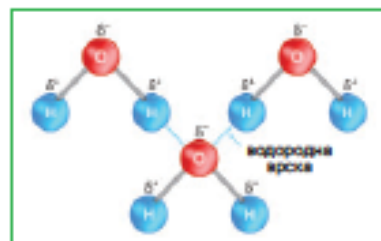
Молекулата на водата не е линеарна, туку постои агол од $104,5^{\circ}$ помеѓу централниот кислороден атом и двата атома на водород (Слика 1.8).

Таа има двополова природа. Едниот нејзин крај се однесува како електронегативен, додека другиот како електропозитивен дел. Ова својство е важно за повеќе функции на водата во клетката и организмите. Атомите на водородот во молекулите на водата се привлекуваат кон региони со висока густина на електрони и можат да формираат слаби врски, наречени водородни врски (Слика 1.9), со тие области.

Ова значи дека атомите на водород во една молекула вода се привлекуваат кон неврзувачките електронски парови на атомот на кислород на соседната молекула на вода. Се верува дека структурата на течната вода се состои од агрегати на молекули на вода кои постојано се формираат. Ова својство дава други необични својства на водата, како што се нејзината вискозност и високиот површински напон.



Слика 1.8 Структура на вода



Слика 1.9 Водородни врски меѓу три молекули вода

ФУНКЦИИ НА ВОДАТА

Поаѓајќи од максимата „Без вода нема живот“, ја разбираме суштинската важност на оваа течност за животот на нашата планета, како и нејзината важност за функционирањето на живите клетки и организмите.

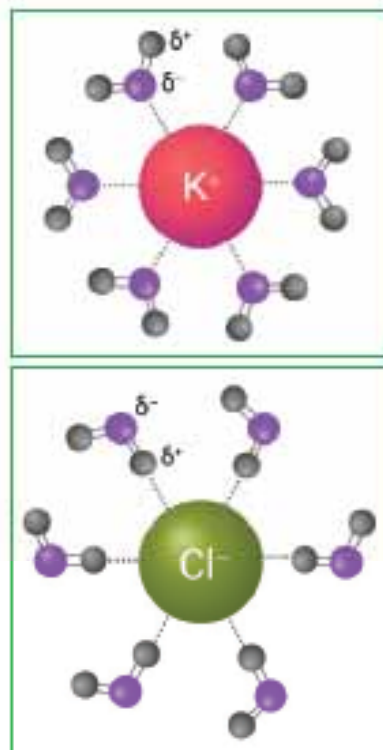
Растворувач. Водата е толку добар растворувач што речиси е невозможно таа да се најде природно во чиста состојба. Водата може да раствори широк спектар на хранливи материи и други состојки и да ги движи низ телото. Повеќето соединенија со јонска врска се растворливи во вода, токму поради поларноста на молекулите вода. Катјоните ги привлекуваат негативните полови (кислород) од водата. Слично, и негативните јони го привлекуваат позитивниот пол (водород) од молекулата на водата. На тој начин јоните формираат мицели кои се стабилизирани и не можат повторно да асоцираат меѓу себе (Слика 1.10).

Голем дијапазон на органски молекули се раствораат во вода, како, на пример: шеќери, аминокиселини, мали протеини и нуклеински киселини. Сите овие молекули се поларни. Липидите и големите молекули како полисахаридите, големите протеини и нуклеински киселини не се раствораат во вода. Таа е носач на растворените материи надвор и внатре во клетките. Исто така, водата дисоцира на хидрониум јон (H_3O^+) и хидроксиден јон (OH^-) (амфотерни својства), односно се јавува како донор и примател на протони во различни раствори (бази и киселини), односно, може да се однесува како слаба база или слаба киселина, зависно од средината.

Терморегулација. Водата има висок специфичен топлински капацитет и прилично високи температури на вриење и на топење. Со потењето и капките пот, телото се ослободува од вишокот топлина.

Метаболит. Метаболити се сите супстанции кои се дел од хемиските процеси во клетката. Водата е метаболит во многу реакции, и како реактант и како продукт на реакцијата. На пример, таа е дел од фотосинтезата, дигестијата и клеточното дишење. Добар пример за метаболитна вода е камилата и нејзината грба. Во грбата камилата складира масти. Кога мастите се разложуваат и се користат за енергија, продукт на таа реакција е водата, која камилата ја користи за да преживее долг временски период без да пие вода (Слика 1.11).

Површината на водата, пак, поради кохезивните сили формира „површински слој“, по кој можат да се движат некои инсекти. Овие кохезивни сили (кои дејствуваат меѓу истородни молекули), како и адхезивните сили (меѓумолекулска сила меѓу молекули на течност и молекули на тврдата околна површина) се важни за капиларната појава и искачувањето на водата низ тесните цевки на спроводните канали кај растенијата, од коренот до листовите.



Слика 1.10 Растворање и стабилизирање на јони со вода



Слика 1.11 Камилата со грба полна складирани масти како резерва

Непрекинатиот столб на вода, со молекулите кои се „држат и влечат“ од корењата кон листовите може да биде и повеќе од 70 метри, како кај џиновските дреја – секвои (Слика 1.12).

Водата учествува во многу други физиолошки процеси во организмот. Па така, помага за правилно функционирање на зглобовите. Учествува во излачување на отпадните материи од организмот преку мокрење, потење, дефекација. Водата помага во отстранување на вишокот на натриум кој може да доведе до задржување течности во ткивата. Го олеснува варењето на храната и служи за правилно функционирање на дигестивниот систем. Одвивањето на метаболичките процеси е условено од водата бидејќи се одвиваат во водена средина. Ова, пак, влијае на зголемување на енергијата. Според некои истражувања, пиењето само 500 mL вода го зголемува процентот на метаболизмот за 30 %. Биомолекулите во организмот, како протеини и нуклеински киселини се опкружени со молекули на вода со кои се поврзани. Водата е важна за одржување на електролитната рамнотежа. Исто така, таа го одржува волуменот на крвта бидејќи зафаќа 92 % од неа. Водата игра огромна улога за еластичноста на ткивата и органите, за изгледот на кожата. Водата не ја гаси само жедта, туку го прочистува организмот. Од сè погоре наведено, со право се кажува дека „без вода нема живот“, односно без храна човекот може да издржи многу подолго време отколку без вода.



Слика 1.12 Секвоја
(*Sequoiadendron giganteum*)

ВОДАТА КАКО ЖИВОТНА СРЕДИНА

Многу живи суштества живеат во вода. Поради помалата густина на мразот, тој лебди на површината на водата и не дозволува подлабоките слоеви да замрзнат. На тој начин, под мразот има течна вода, која го штити животот во водата, особено низ периодите на ледената доба, кои неколку пати ја зафаќале планетата Земја, во долги временски интервали.

Активности:

- Кога не се пие доволно вода и други течности, телото запаѓа во т.н. дехидратација. Истражи кои се симптомите на оваа состојба. Колкав е минимумот количество вода што треба да се внесе во телото дневно кај тинејџер?

Прашања за повторување:

1. Објасни ја структурата на водата и како воопшто се формира водата. Како се нарекуваат силите кои ги држат молекулите вода заедно?
2. Како водата успева да ги задржи јоните раздвоени во растворот?
3. Наброј неколку физиолошки процеси поврзани со водата, во кои таа игра клучна улога.
4. Кое физичко својство на водата го штитело животот од измрзнување? Објасни како се случувало тоа.

Клучни точки:

- ✓ Водата е основен услов за настанокот и одржувањето на животот на планетата Земја.
- ✓ Молекулата вода има специфична градба и просторна поставеност на атомот кислород во однос на атомите водород. Оваа поставеност ја прави водата одличен раст-ворувач, но и ѝ дава физички својства како адхезивните и кохезивните сили, односно капиларната појава во цевките низ стеблата кај растенијата, низ кои водата се искачува од коренот до листовите.
- ✓ Водата го сочинува течниот дел од крвта и има транспорт-на функција на хранливи материи, минерали, витамини и метаболити. Исто така, таа е транспортер на многу штетни материи и метаболити до бубрезите, од каде што се исфр-лаат со урината.
- ✓ Високиот топлински капацитет на водата ја прави регу-латор на телесната топлина, преку системот за потење. Со секоја капка пот, од телото се исфрла топлина и на тој начин се лади.
- ✓ Многу физиолошки процеси се поврзани со водата. Па така, таа е важна за правилна функција на сите органски системи.
- ✓ Амфотерните својства на водата ја прават одличен систем за регулирање на ацидо-базната рамнотежа во телото.

1.3. НЕКЛЕТОЧНИ ОБЛИЦИ – ВИРУСИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува градбата на вируси како ацелуларна форма на жива материја;
- ✓ Ги споредува вирусите со клеточни форми организми;
- ✓ Ги идентификува најчестите вирусни заболувања и начини на пренесување;
- ✓ Ги идентификува стратегиите за превенција од инфицирање.

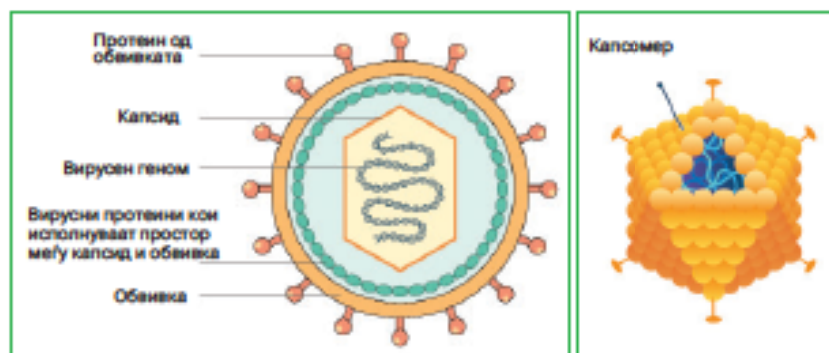
ПОИМ ЗА ВИРУС

Вирусите (*virus* – отров, на латински јазик) се биолошки структури со неклеточна градба кои се на граница меѓу живо и неживо. Вирусите имаат субмикроскопска големина од 15 до 300 nm. Првиот вирус бил откриен од рускиот биолог Дмитриј Ивановски во 1892 година, кој ги проучувал причините за промените на листот од тутунот и го нарекол ТМВ (тутунов мозаичен вирус).

ГРАДБА НА ВИРУСИТЕ

Вирусната честичка е изградена од обвивка – **капсид**, која е составена од протеински единици **капсомери** и **нуклеинска киселина**, или **вирусен геном** ДНК или РНК (но никогаш двете заедно) која е носител на генетската информација на вирусот (Слика 1.13). Вирусната честичка без капсид се нарекува **вирион**, кој е со многу мали димензии и е патоген за растенијата. Вирион е неактивната форма на вирусот кога е надвор од клетката домаќин.

Вирусите имаат различни форми и големини. На пример, некои вируси имаат многуаголна форма (тело изградено од 20

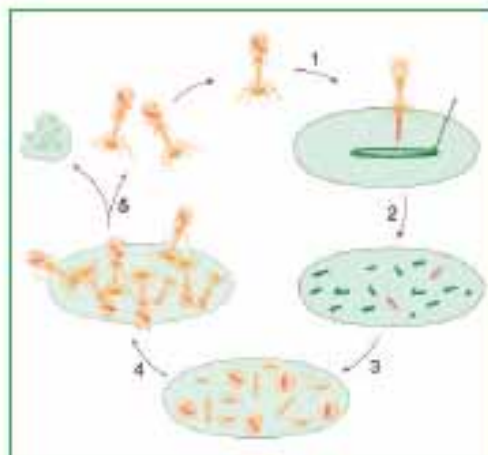


Слика 1.13 Градба на вирус

триаголници), стапчести, топчести форми и слично. Најмалите вируси имаат дијаметар од 18 до 28 nm, а такви се вирусот што предизвикува детска парализа, некроза кај тутунот, шап кај добитокот и други. Најголемите вируси имаат должина од 220 до 450 nm, а такви се вирусите на беснило и големи сипаници. Тие имаат сложена градба, двоверижна ДНК, повеќе протеини и ензими.

РАЗМНОЖУВАЊЕ КАЈ ВИРУСИТЕ

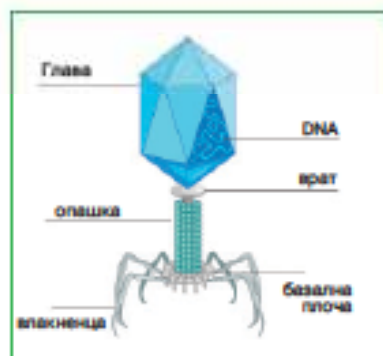
Вирусите најчесто се размножуваат со литички циклус во кој доаѓа до лизирање (раскинување) на клеточната мембрана на клетката домаќин. Тие се размножуваат само во живи клетки. Најпрво вирусот се прикрепува за клетката домаќин, по што доаѓа до разложување (лизирање) на клеточната мембрана/клеточниот ѕид и се прави отвор низ кој се внесува вирусната нуклеинска киселина. Клетката домаќин се потчинува на генетската информација од вирусната нуклеинска киселина и почнува да синтетизира нови вирусна нуклеинска киселина и капсомери. Новите вирусни честички ја напуштаат клетката домаќин и бараат нови клетки кои ќе ги инфицираат. Клетката домаќин најчесто е осудена на смрт (Слика 1.14).



Слика 1.14 Литички циклус на размножување

БАКТЕРИОФАГИ

Бактериофаги (фаги) се вируси кои паразитираат во бактериите и се со големина од 20-200 nm. Вирусот е составен од глава и опашка изградени од протеини. Опашката претставува празна цевка која завршува со базална плоча (основа) на која се наоѓаат тенки влакненца. Овие структури наликуваат на ножиња и служат за прикрепување за мембраната на клетката домаќин, која ќе биде инфицирана. Во главата е сместена нуклеинската киселина. Во основата на опашката се крие игла за инјектирање ДНК во домаќинот (Слика 1.15).



Слика 1.15 Бактериофаг – вирус кој напаѓа бактерии

БОЛЕСТИ ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ВИРУСИТЕ

Голем број вируси се причинители на многу инфекции и предизвикувачи на голем број заразни заболувања кај човекот, како што се: грип, сипаници, САРС, сида, беснило, папиломи, херпеси, детска парализа, хепатитис и др. Особено чести се вирусите, кои обединуваат вирусни заболувања кои траат релативно кратко и се проследени со симптоми на настинка, или стомачни вирусни болки во стомакот, грчеви и дијареи. Пренесувањето на вирусите и инфицирањето е различно кај различни вируси. Наједноставен, но и највирулентен (способен да предизвика инфекција) е аерокапковиот пат. При кашлање, кивање, па дури и гласно зборување, од устата и носот излегува воздух во кој има ситни водни капки што содржат вируси (Слика 1.16).



Слика 1.16 Аерокапково ширење на вирусна инфекција

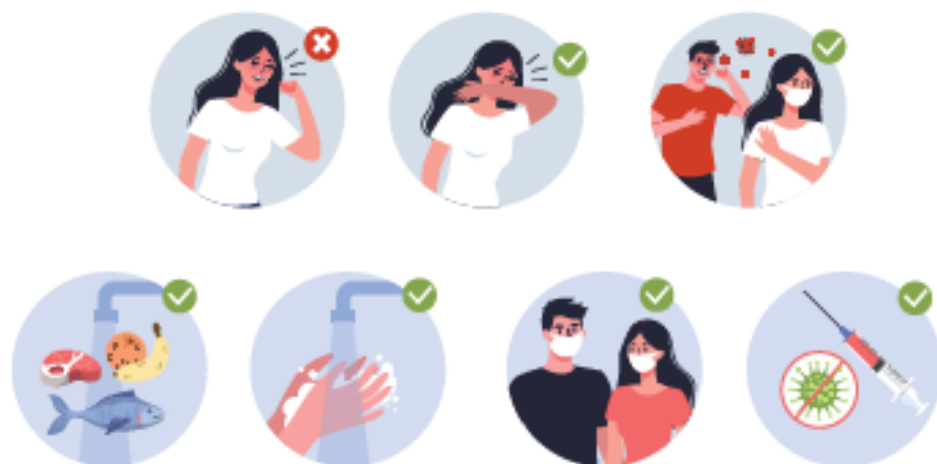
По аерокапков пат, на пример, се пренесуваат вирусни инфекции на дишните патишта, како короната, грипот, риновирусите (предизвикувачи на настинки), сипаниците и слично. Дел од вирусите предизвикуваат болести кои се нарекуваат болести на нечисти раце, односно се внесуваат преку уста. Пример за ова е заболувањето хепатитис А, кое е заразно и се шири поради слаба хигиена на рацете при користење на тоалетите. Но има и вируси кои се пренесуваат со телесни течности (крв, семена течност, вагинална течност), при контакт на отворена рана со нив, или незащитен полов однос. Пример за вакви вируси се ХПВ (хуман папилома вирусите), кои се познати како предизвикувачи на рак на грлото на матката; ХИВ (хуман имунодефицитарен вирус), кој предизвикува СИДА; хепатитис Б и Ц, кои го оштетуваат црниот дроб и можат да предизвикаат рак на црниот дроб и други (Слика 1.17А). Некои вируси се пренесуваат од животно на човек, како што е беснилото, кое се пренесува со каснување од болно животно (куче, лисица, верверица и сл.) на човек.

ПРЕВЕНЦИЈА ОД ВИРУСНИ ЗАБОЛУВАЊА

Вакцините се одличен начин за заштита од вирусни заболувања. Притоа, некои вакцини траат подолг временски период, а некои се нарекуваат сезонски, како што е вакцината за сезонски грип. Вакцинирањето е пожелна активност, како за личната заштита, така и за колективната заштита од вирусните заболувања. Дел од вакцините се задолжителни, а дел се избор на граѓаните. Од вирусите се заштитуваме и со избегнување близок контакт со заболени/заразени, редовно одржување хигиена, избегнување допир на очите и носот, правилна исхрана, внес на свежа храна богата со витамини и минерали, редовно вежбање, но и одмор и спиење.



Слика 1.17А Различни видови на вируси-предизвикувачи на вирусни заболувања



Слика 1.17Б Начини за превенција од вирусни заболувања

Активности:

- Истражете зошто вакцина против ХПВ, освоен девојчиња, треба да ја примаат и момчињата. Дали е тоа можно кај нас?
- Истражете на интернет за секој од наведените вируси. Препишете ја табелата, а потоа пополнете ја со бараните податоци. Можете да ја дополните со вируси кои не се спомнати.

вирус	тип на вирус (ДНК, РНК или ретровирус)	болест	вакцина (да/не)
аденовирус			
ротавирус			
херпес вирус			
полиовирус			
папилома вирус			
денга вирус			
ебола вирус			
коронавирус			
ХИВ			

Прашања за повторување:

1. Што се вирусите?
2. Објасни ја градбата на вирусот.
3. Опиши го начинот на инфицирање на клетката и размножувањето на вирусот во клетката домаќин.
4. Што се бактериофаги?
5. Наброј некои вирусни заболувања и објасни го начинот на ширење на инфекцијата.
6. Како да се превенира појавата на заболувања предизвикани од вируси?

Клучни точки:

- ✓ Вируси се неклеточни облици изградени од обвивка – капсид и нуклеинска киселина ДНК или РНК, но никогаш двете заедно. Тие имаат димензии на нано-скала.
- ✓ За да се размножат, на вирусите им е потребна жива клетка домаќин која ја преземаат по пат на инфекција. Потоа клетката создава вирусни компоненти, најчесто до нејзината смрт. Притоа, се ослободуваат новите вируси и продолжуваат со инфицирање на други клетки.
- ✓ Бактериофаги се вируси кои напаѓаат бактерии и ги користат нивните клетки за размножување.
- ✓ Вирусите се шират на различни начини. Некои се шират по аерокапков пат, други со контакт или се внесуваат преку устата, додека некои се пренесуваат преку контакт со крв и телесни течности со отворена рана. Беснилото се пренесува од болно животно на човек.
- ✓ Вакцинирањето е одличен начин за превенирање појава на вирусни заболувања.

1.4. ОСНОВНА РАЗЛИКА МЕЃУ ПРОКАРИОТСКА И ЕУКАРИОТСКА КЛЕТКА

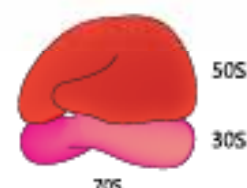
Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги разликува прокариотската и еукариотската клетка;
- ✓ Ја опишува организацијата на прокариотска и еукариотска клетка;
- ✓ Ги објаснува разликите во нивните структура и функција.

Основната разлика меѓу прокариотската и еукариотската клетка е присуството или отсуството на јадро. Прокариотската клетка нема диференцирано јадро, а еукариотската има диференцирано јадро. Прокариотската клетка (Слика 1.19Б) е изградена од клеточна мембрана, клеточен сид, цитоплазма во која се разликуваат два региони: централен – прокарион и периферен – процитоплазма, нуклеоид кој претставува кружна гола двоверижна ДНК-молекула, генетски елементи плазмиди, рибозоми, мезозоми во кои се одвива клеточното дишење. Прокариотската клетка е всушност сиромашна со цитоплазма и органели. Нема постојан внатрешен мембрански систем кој е карактеристичен за еукариотските клетки (Слика 1.19А). Затоа овие организми се со попраста организација и се еволутивно постари клетки.

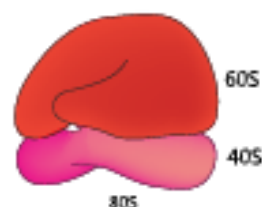
Прокариотски рибозом



Слика 1.18А

Рибозоми во прокариотска клетка

Еукариотски рибозом

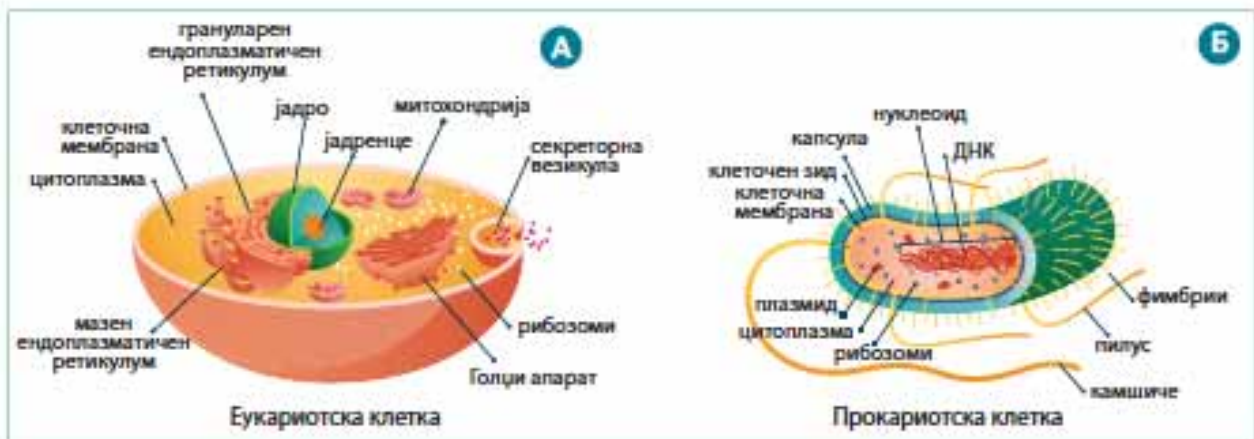


Слика 1.18Б

Рибозоми во еукариотска клетка

Табела 1.2 Карактеристики во градбата на прокариотските и еукариотските клетки

градба и карактеристики	прокариотска клетка	еукариотска клетка
големина	0,5-8 микрометри	10-100 микрометри
наследен материјал	кружна гола ДНК-молекула	линеарна молекула ДНК поврзана со протеински молекули – хистони
јадро	нема	има
јадренце	нема	има
делба	проста делба без формирање делбено вретено	со учество на делбено вретено, митоза и мејоза
рибозоми (Сл. 1.18)	седиментациона константа 70s	седиментациона константа 80s
ЕР	нема	има
митохондрији	нема	има
пластиди	нема	има кај растителната клетка
микротубули	нема	има



Слика 1.19 Градба на еукариотска (А) и прокариотска клетка (Б)

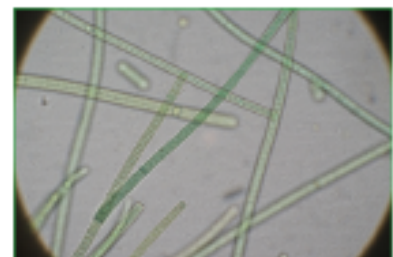
Во табелата 1.2 се претставени карактеристиките во градбите на прокариотската и еукариотската клетка.

Одделни прокариотски организми поседуваат клеточен ѕид, но тој е различен по структурата и хемискиот состав во споредба со тој кај еукариотите.

Некои прокариоти (Слика 1.19. Б) поседуваат камшичиња (флагелуми) со помош на кои се движат, но и нивната градба е попраста и поразлична од истите структури кај еукариотите (Слика 1.19. А). Клеточната мембрана е со слична градба како кај еукариотите. Кај фотосинтетските бактерии прави извиткувања во кои се сместени пигментите и ензимите за одвивање на фотосинтезата. Во цитоплазмата се наоѓаат густо распоредени рибозоми, кои имаат помала седиментациона константа (мерка за брзина на таложување при центрифугирање што зависи од големината и формата на молекулата), од тие на еукариотската клетка (Таб. 1.2).

Прокариотите се едноклеточни организми во кои спаѓаат модрозелените алги (цијанобактерии, слика 1.20) и повеќето бактерии (археобактерии и вистински бактерии), припадници на царството монара. Мал дел од нив се автотрофни, а повеќето користат готови органски материи од надворешната средина.

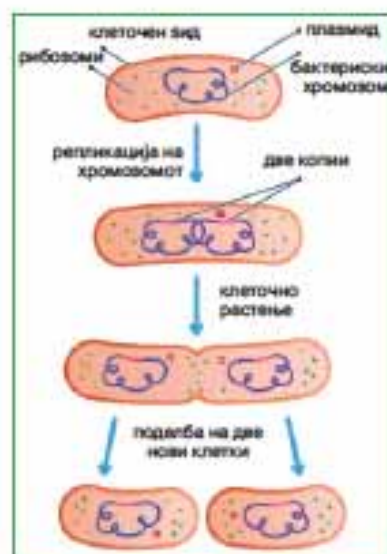
Бактериите се најраспространетите живи форми на Земјата. Во својата организација на клетката содржат: клеточен ѕид, клеточна мембрана, јадрен еквивалент – хромозом, рибозоми, и карактеристични мембрански структури, поврзани за клеточната мембрана, наречени мезозоми. Наследниот материјал кај бактериите е гола кружна ДНК-молекула, која се нарекува и бактериски хромозом – нуклеоид. Тој е поврзан со клеточната мембрана и тие места на поврзување имаат улога во координацијата на растење на клетката и правилно распределување на хромозомот при делбата.



Слика 1.20 Цијанобактерии под микроскоп

Бактериските клетки во цитоплазмата (покрај нуклеоидот) содржат еден или повеќе генетски елементи кои се познати како плазмиди. Тоа се генетски структури кои се реплицираат автономно, независно од бактерискиот хромозом, а се користат во генетскиот инженеринг.

Бактериите се размножуваат со проста делба (бинарна фисија), во која прво доаѓа до умножување на кружниот хромозом, а потоа и делба на цитоплазмата и клетката на два дела (Слика 1.21). Секоја од нив добива по една ДНК-молекула. Кај некои бактерии е позната и полова делба, конјугација, при што доаѓа до размена на генетскиот материјал на двете клетки.



Слика 1.21 Размножување на бактерија со проста делба



Слика 1.2 Различни видови бактерии

Прашања за повторување:

1. Која е основната карактеристика на прокариотската клетка?
2. Кои организми имаат прокариотска градба?
3. Опиши ја градбата на прокариотската клетка.
4. Кои се разликите во градбата меѓу прокариотската и еукариотската клетка?
5. Опиши ја делбата на прокариотската клетка.

Активности:

- Нацртајте прокариотска и еукариотска клетка и означете ги различните структури.

Клучни точки:

- ✓ Основната разлика меѓу прокариотската и еукариотската клетка е присуството или отсуството на јадро.
- ✓ Прокариотската клетка нема диференцирано јадро.
- ✓ Еукариотската клетка има диференцирано јадро.
- ✓ Прокариотската клетка е изградена од: клеточна мембрана, клеточен сид, цитопlasma, нуклеоид, рибозоми и мезозоми.

1.5. ОСНОВНА РАЗЛИКА МЕЃУ РАСТИТЕЛНА И ЖИВОТИНСКА КЛЕТКА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Дефинира растителна и животинска клетка;
- ✓ Ги препознава и објаснува клеточните органели;
- ✓ Ги споредува растителната и животинската клетка и објаснува како структурните разлики влијаат на нивната функција.

Еукариотските организми може да бидат едноклеточни (изградени од една клетка) и повеќеклеточни (изградени од повеќе клетки). Клетките од кои се изградени организмите може да се разликуваат по облик и големина. Во зависност од тоа на кои организми им припаѓаат, разликуваме растителни и животински клетки (Слика 1.23).

А) животинска клетка



Б) растителна клетка



Слика 1.23 Градба на животинска (А) и растителна (Б) клетка

Во табелата 1.3 се претставени некои структурни разлики меѓу растителната и животинската клетка.

Табела 1.3 Структурни разлики меѓу растителна и животинска еукариотска клетка.

структурна органела	животинска клетка	растителна клетка
клеточна мембрана	има	има
клеточен ѕид	нема	има
цитоплазма	има	има
рибозоми	има	има
сферозоми	има	има
пластиди	нема	има
центриоли	има	нема
вакуоли	нема	има
ендоплазматичен ретикулум	има	има
митохондри	има	има

Сферозомите, пластидите и вакуолите се органели карактеристични за растителната клетка, а центриолите ги има во животинската клетка.

Сферозомите се изградени од липопротеинска мембрана и внатрешна содржина – строма. Нивната функција е поврзана со синтеза на масни материи.

Пластидите според присутните пигменти се делат на: хлоропласти, хромопласти и леукопласти (Слика 1.24).

Хлоропластите се зелени, фотосинтетски активни органели, кои го содржат зелениот пигмент хлорофил. Во хлоропластите се извршува примарна синтеза на јаглехидратите, односно во нив се одвива процесот на фотосинтеза.

Хромопластите се жолто, портокалово до црвено обоени пластиди, најчесто присутни во цветовите и плодовите кај растенијата. Кај нив се среќава голема количина пигмент од групата на каротеноиди (каротени и ксантофили). Најчесто настануваат од хлоропластите при созревањето на растенијата.

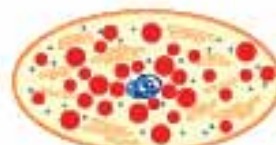
Леукопластите се безбојни пластиди кои се среќаваат во различни ткива. Имаат улога во складирање хранливи материи, присутни се во органите каде што се чуваат резервни органски материи.

Вакуолите се органели на растителната клетка. Тоа се простори во цитоплазмата ограничени со вакуоларна мембрана наречена тонопласт и се исполнети со т.н. вакуоларен или клеточен сок.

Вакуоларниот сок е течен продукт од активноста на живата протоплазма. Во него се наоѓа најчесто смеса од неоргански и органски материи (вода, минерални материи, протеини, јаглехидрати, витамини, аминокиселини, танини, пигменти, алкалоиди). Овие материи се од голема важност за животот на клетката, а истовремено го одржуваат и нејзиниот тургор (притисок на клеточната содржина врз клеточниот ѕид).



хлоропласти



хромопласти



леукопласти

Слика 1.24 Пластиди



Слика 1.25 Центриоли

Дел од нив се резервни материји кои по потреба можат да се искористат од клетката, други се издвоени како крајни продукти кои не можат повторно да се искористат, додека трети се директно поврзани со размената на материите. Составот на вакуоларниот сок може да се разликува во клетките на различни ткива, органи или растенија. Карактеристични функции на вакуолите се:

- регулација на осмотскиот притисок;
- складирање резервни материји;
- отстранување непотребни токсични материји;
- складирање отпадни материји;
- складирање секундарни метаболити;
- излучување мали молекули;
- место за одвивање на хемиски метаболитички реакции;
- автофагија (кај растителни клетки и габи).

Во една растителна клетка може да постои една голема централна вакуола, но може да има и повеќе вакуоли со помали димензии. Збирот на сите вакуоли во една клетка претставува вакуом.

Центриолите се парни структури изградени од девет групи по три микротубули и учествуваат во формирањето на делбеното вретено при процесот на делба на клетките. Видливи се на светлосен микроскоп во текот на делбата на јадрото кај животински клетки (Слика 1.25).

Активности:

- Нацртајте во тетратка растителна и животинска клетка и напишете ги различните структури.

Прашања за повторување:

1. Кои се разликите во градбата меѓу растителната и животинската клетка?
2. Како се делат пластидите според пигментот што го содржат?
3. Кој процес се одвива во хлоропластите?
4. Која е функцијата на сферозомите?
5. Како се изградени вакуолите?
6. Која органела го одржува тургорниот притисок на клетката?
7. За кои клетки се карактеристични центриолите?

Клучни точки:

- ✓ Во зависност од припадноста и карактеристиките во градбата, разликуваме растителни и животински клетки.
- ✓ Сферозомите, пластидите и вакуолите се органели карактеристични за растителната клетка, а центриолите ги има во животинската клетка.
- ✓ Пластидите според пигментот се делат на: хлоропласти, кои содржат зелен пигмент хлорофил; хромопласти, кои содржат жолти, портокалови или црвени пигменти наречени каротин или ксантофил; и леукопласти, кои се безбојни и не содржат пигмент.

1.6. КЛЕТОЧНИ СТРУКТУРИ КАЈ ЕУКАРИОТСКА КЛЕТКА И СПЕЦИЈАЛИЗАЦИЈА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја кажува усвоената дефиниција за клетка;
- ✓ Ги идентификува клеточните структури: клеточен ѕид, клеточна мембрана, цитоплазма, јадро, митохондрии, ендоплазматичен ретикулум, Голџиев систем, рибозоми, хлоропласти, вакуоли и ја објаснува нивната функција.

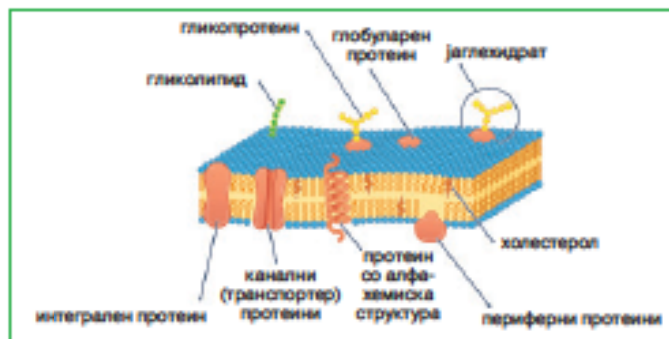
Цитоплазмата ја исполнува внатрешноста на растителните и на животинските клетки. Таа е основна маса на протоплазмата (протоплазма = цитоплазма + јадро). Изградена е од хијалоплазма (или цитоплазматичен матрикс/цитосол) и клеточни органели. Цитоплазмата кај некои едноклеточни организми се дели на ендоплазма (централно, во која се сместени органелите) и ектоплазма, (погуста и периферно поставена). Течниот дел од внатрешноста на клетката без структурните елементи и мембрани се нарекува цитосол. Содржи вода, јони, ензими и мали молекули. Низ цитосолот се протега мрежа од протеински нишки (микротубули), фибрили и микрофибрили, наречени цитоскелет. Тие функционираат како скелет на клетката, овозможувајќи движење и стабилност и во голема мера го одредуваат обликот на клетката.

Клеточна мембрана (Слика 1.26) е обвивката на клетката која ја одделува од надворешната средина и од другите соседни клетки. Изградена е од липиди, меѓу кои има молекули на протеини, односно таа е двојна липопротеинска мембрана. Клеточната мембрана има повеќе функции: ја одделува клетката од средината, ја заштитува, преку неа се врши транспорт на материји, ги препознава сродните клетки, ги прима информациите од средината и сл.

Клеточен ѕид (Слика 1.27) е структура карактеристична за растителната клетка. Тој претставува цврста обвивка која се создава од страна на клетката, како просирна и најчесто безбојна структура на нејзината површина. Изграден е од основна материја

Дефиниција

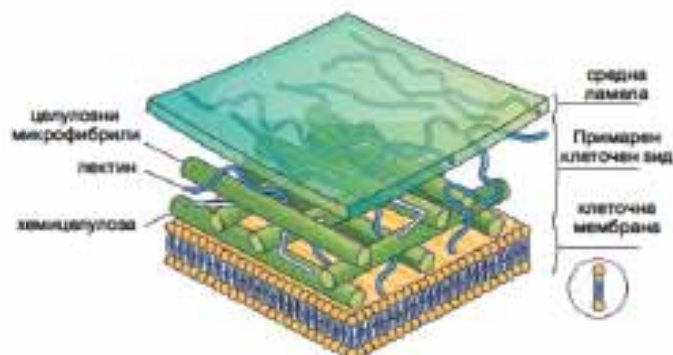
Клетката е основна градбена и функционална единица на сите живи организми. Таа е најмалата жива единица која може самостојно да врши основни животни процеси како дишење, исхрана, раст и размножување.



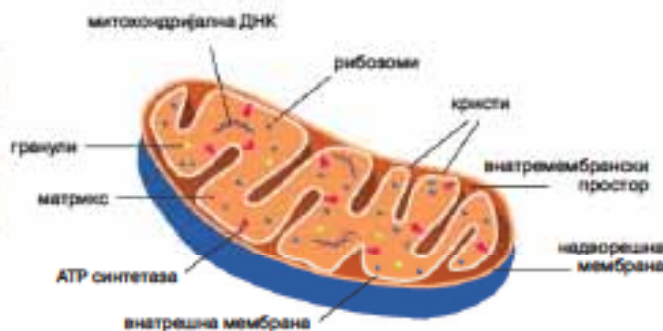
Слика 1.26 Двојна липопротеинска мембрана

– матрикс и нишковидни молекули на целулоза, но може да содржи и други сложени органски и неоргански материи. Клеточниот ѕид прави механичка заштита на клетката, го определува обликот, ја пропушта светлината, што е особено важно за фотосинтетските процеси во протоплазмата, а е неселективен и ги пропушта водата и растворените материи. По должината на клеточниот ѕид има пори низ кои може да поминуваат протоплазматични нишки преку кои се врши размена на материите помеѓу две соседни живи клетки. Клеточниот ѕид останува и по изумирањето на протопластот. Таквите мртви клетки опстануваат како растителни клетки да извршуваат одредена физиолошка функција.

Митохондриите имаат облик на зрно, нишка или стапчиња. Изградени се од двојна мембрана и внатрешна содржина наречена матрикс. Внатрешната мембрана создава набори наречени кристи, со што се зголемува внатрешната површина, а тоа е во врска со активноста на митохондриите. На површината на кристите се наоѓаат топчести структури наречени атепеозоми (Ф1-партикули, оксизоми), во кои се наоѓаат ензими што учествуваат во процесот на клеточно дишење. (Слика 1.28)



Слика 1.27 Градба на клеточен ѕид



Слика 1.28 Градба на митохондрии

Ендоплазматичниот ретикулум – ЕР (Слика 1.29) е изграден од систем од липопротеински мембрани во форма на сплескани цистерни (ламели), кои формираат мрежа од бројни цевчиња – тубули. Внатрешниот простор означен како матрикс е течност која по својот состав се разликува од цитоплазмата.

Доколку има рибозоми по површината на мембраните, се нарекува грануларен (зрнест) ендоплазматичен ретикулум, а ако нема – се нарекува агрануларен (мазен). Ендоплазматичниот ретикулум има неколку важни функции: го регулира метаболизмот на материите во цитоплазмата, претставува преносен систем за протеини, јаглехидрати и други материи, активно учествува во разни синтетски процеси, поради што клетките со интензивна метаболичка активност имаат добро развиен ендоплазматичен ретикулум. Грануларниот ендоплазматичен ретикулум е една од компонентите на внатреклеточните системи, многу важни по своето учество во синтезата на протеолитичките ензими. Мазниот ендоплазматичен ретикулум поради отсуството на рибозомите учествува во други метаболички процеси, како што се синтезата, сегрегацијата и преместувањето на липидите во клетката.



Слика 1.29 Ендоплазматичен ретикулум

Голџиевиот апарат (систем) – ГС (Слика 1.30) е изграден од голем број сплескани торбички – сакули, поставени една врз друга, кои градат функционални единици – диктиозоми. На мембраните на Голџи-апаратот никогаш нема рибозоми. Неговата функција е пакување на различни молекули протеини, ензими, хормони, вода и др. Протеините доаѓаат од рибозомите каде што се создаде, преку каналчињата на ЕР, до Голџи-системот. Тука тие соодветно се обработуваат, се пакуваат и се одделуваат како крајни продукти во форма на секреторни везикули.

Лизозомите (Слика 1.31) се везикуларни (меурести) органели обвиткани со цврста еднослојна мембрана, во кои се присутни многубројни ензими кои се хидролитички, и тоа кисели хидролази, кои поседуваат бројни ензими за разложување на материите. Имаат улога во процесите на фагоцитоза и дигестирање на туѓите тела, дури и клеточна исхрана. Затоа лизозомите се опишуваат како вакуоларен клеточен дигестивен систем. Настанокот на лизозомите е поврзан со ендоплазматичниот ретикулум и Голџи-системот.

Центриолите се структури карактеристични за животинските клетки кои беа објаснети во претходната наставна единица.

Јадрото (nucleus) е највоочливата структура која се набљудува во една жива еукариотска клетка. Јадрото има погуста конзистенција од цитоплазмата и најчесто е сместено на местото со најголема активност во клетката. Има моноклеарни (клетки со по едно јадро) и полинуклеарни клетки (со по две или повеќе јадра). Поретки се примерите кога јадрото е присутно на почетокот, а се губи подоцна во текот на диференцирањето и специјализирањето на клетките за одредена функција. Јадрото е одвоено од цитоплазмата со двослојна јадрена мембрана на која има отвори – специфични јадрени пори (Слика 1.32). Јадрената мембрана ги чува хромозомите внатре и го штити наследниот материјал. Внатрешноста е исполнета со јадрена плазма (нуклеоплазма, кариоплазма) во која се сместени: хроматинските материји, јадренце и јадрени рибозоми. Хроматинските материји претставуваат комплекс на ДНК и протеини од кои се формираат хромозомите. За растењето на клетката е потребна синтеза на материји која не е можна без учеството на јадрото. Од друга страна, ниту јадрото не би можело да се одржи во живот без цитоплазмата, бидејќи потребната енергија за сите активности на јадрото се добива во цитоплазмата, во која се извршуваат најголем број од оксидативните процеси. Според тоа, јадрото и цитоплазмата претставуваат неразделно единство на клетката. Јадрото дејствува и врз формирањето на обликот на клетките и на органите, бидејќи тоа го овозможува пренесувањето на генетските информации од поколение на поколение, односно има значајна улога во морфогенетските процеси.



Слика 1.30 Голџи-систем (Голџи-апарат)



Слика 1.31 Лизозоми

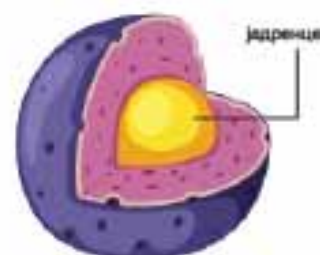


Слика 1.32 Градба на јадро

Јадренцето (nucleolus) (Слика 1.33) е задолжителна структура сместена најчесто до јадрената мембрана, тркалезно по форма. Јадренцата немаат сопствена мембрана и се вклопени во кариоплазмата на јадрото, а во текот на клеточниот циклус се создаваат, но и се дезинтегрираат. Секое јадро има едно или повеќе јадренца, кои се од големо значење за функционалноста на клетката, затоа што во нив се синтетизира рибозомална РНК и се формираат рибозомите.

Рибозомите се универзални органели присутни кај сите живи клетки. Рибозомите се немембрански структури, тркалезни по форма, и се набљудуваат на електронски микроскоп. Ги има фиксирани на надворешната мембрана од јадрото, на определени делови од мембраните на ендоплазматичниот ретикулум, слободни во цитоплазмата, во митохондриите, хлоропластите и во јадренцето (слика 1.34). Рибозомите имаат мала и голема субединица, а претставуваат нуклеопротеидни гранули, составени од протеини и нуклеинска киселина. Нуклеинската компонента е претставена со РНК, позната како рРНК (рибозомална рибонуклеинска киселина). Рибозомите кај еукариотските клетки се формираат во јадренцето, го напуштаат јадрото низ јадрените пори и поминуваат во цитоплазмата. Функцијата на рибозомите се состои во синтеза на протеините во клетката. Функционираат поединечно или во групи т.н. полирибозоми, од 3 до 11 члена.

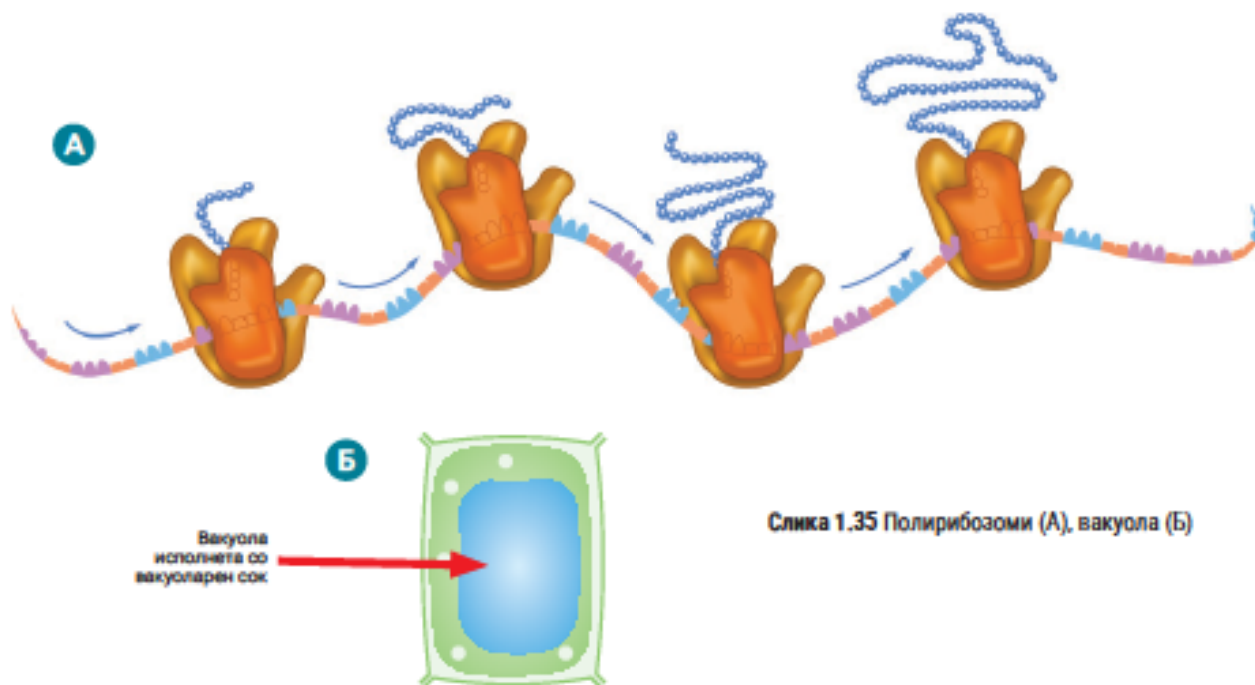
Вакуолите се органели на растителната клетка и беа спомнати претходно.



Слика 1.33 Јадренце



Слика 1.34 Градба на рибозоми



Слика 1.35 Полирибозоми (А), вакуола (Б)

Активности:

- Изберете една органела, нацртајте ја и означете ги нејзините составни делови. Потоа презентирајте ја вашата органела пред соучениците со осврт на нејзината функција. Работете во парови.

Прашања за повторување:

1. Како се градени митохондриите?
2. Каков може да биде ендоплазматичниот ретикулум?
3. Опиши ја градбата на клеточната мембрана.
4. Каде се одвива процесот на клеточно дишење?
5. Кои клетки поседуваат клеточен ѕид и како е изграден?
6. Која е функцијата на Голџи-системот?
7. Во кој процес учествуваат рибозомите?

Клучни точки:

- ✓ Клеточната мембрана е двојна липопротеинска структура.
- ✓ Клеточниот ѕид е цврста обвивка изградена од основна материја – матрикс и нишковидни молекули на целулоза.
- ✓ Во митохондриите се одвива процесот на клеточно дишење.
- ✓ Ендоплазматичниот ретикулум може да биде зрнест (грануларен) и да врши синтеза на протеини, или мазен (агрануларен) и да врши синтеза на масни материи.
- ✓ Во Голџи-системот се пакуваат протеини и ензими, молекули вода.
- ✓ Лизозомите ги разградуваат високомолекуларните материи како јаглехидрати, липиди и протеини.
- ✓ Центриолите се карактеристични за животинската клетка.
- ✓ Јадро е структура карактеристична за еукариотските клетки.
- ✓ Јадренца се јадрени структури во кои се врши синтеза на рибозомална РНК и се создаваат рибозоми.
- ✓ Рибозомите се органели во кои се врши синтеза на протеини.

1.7. ТРАНСПОРТ НА МАТЕРИИ ВО КЛЕТКАТА

Резултати од учењето:

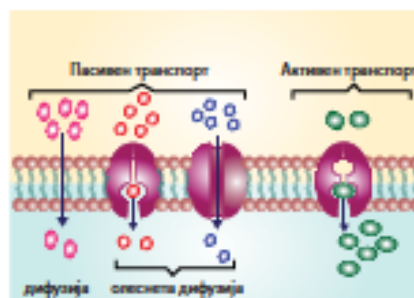
Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја опишува функцијата на клетката како отворен динамичен систем, нагласувајќи ја улогата на мембраната во размената на материите и енергијата;
- ✓ Ја објаснува клетката како отворен систем;
- ✓ Ја опишува важноста на дифузијата на гасови и течности и објаснува како дифузијата влијае на клеточните активности;
- ✓ Ги објаснува разликите меѓу дифузија и осмоза, го толкува значењето на дифузијата и осмозата кај сите живи организми и го применува знаењето за да предвиди ефекти од овие процеси;
- ✓ Ги наведува разликите меѓу пасивен и активен транспорт и илустрира како овие механизми доведуваат до хомеостаза.

Клеточната мембрана има значајна функција бидејќи мора да ги задржи растворените материји од клетката да не излезат надвор од неа, но исто така да ја овозможува и неопходната размена на материите. За да опстане како жив систем, клетката постојано врши размена на материји со околната средина. Размената се врши преку клеточната мембрана, која е полупропустлива и селективна. Од надворешната средина влегуваат материите кои ѝ се потребни за нормално функционирање, а се исфрлаат непотребните материји и продуктите од активноста на клетката. Одржувањето на клетката во живот е директно зависно од одржувањето определен хемиски состав (хомеостаза) во клетката со контролирање на материите кои влегуваат и излегуваат од неа низ клеточната мембрана. Таа има специфична градба која овозможува селективен премин, поради што се нарекува полупропустлива (сепермеабилна) мембрана.

Во зависност од тоа дали се троши енергија за движењето на молекулите низ мембраната или не, постојат два вида транспорт: пасивен и активен (Слика 1.36). Во **пасивен транспорт** спаѓаат: **дифузија**, **ослесната дифузија** и **осмоза**.

Дифузија (Слика 1.37) е движење на супстанца (течност или гас) од средина со повисока кон средина со пониска концентрација, при што на крај се губи разликата во концентрациите меѓу двете средини. На пример: размената на гасови во белите дробови на ниво на алвеоли се врши по пат на дифузија,



Слика 1.36 Пасивен и активен транспорт

присутна е дифузија на честички чај во водата, дифузија на чадот од цигарите во воздухот и др.

Олесната дифузија е процес во кој поголеми молекули и јони, за да ја преминат клеточната мембрана, се врзуваат за протеински носачи. Секој протеин транспортира само одреден вид молекули. Пример за олесната дифузија е транспортот на молекулата на глюкозата (слика 1.38).

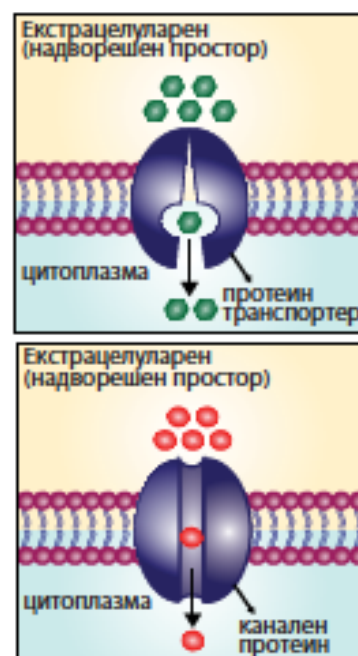
Осмоза е процес со кој молекулите на водата минуваат низ клеточната (полупропустлива) мембрана од средина со поголема концентрација на водата кон средина со помала концентрација на водата. Молекулите на водата може да се транспортираат низ клеточната мембрана, а тоа е предизвикано од разликите во концентрацијата на растворената супстанца. Процесот со кој молекулите на водата влегуваат во клетката се вика **ендоосмоза**, а процесот со кој молекулите на водата излегуваат од клетката – **егзоосмоза**. Притисокот што се создава при преминувањето на материите преку полупропустливата мембрана до нивното изедначување во концентрациите се вика **осмотски притисок**. Кога има разлика во концентрациите меѓу клетката и околната средина, тогаш водата се движи во насока кон изедначување на осмотскиот притисок од двете страни на мембраната. Ако растителна клетка се стави во хипотоничен раствор (раствор со помала концентрација на растворени честички), со осмоза влегува вода во клетката и набабрува, а се разрежува и клеточната содржина. Ако истиот експеримент се направи со животинска клетка, ќе дојде до раскинување на клеточната мембрана и уништување на клетката. Кај растителната клетка ова не се случува бидејќи има клеточен сид. Набабрената цитоплазма во растителната клетка врши притисок врз клеточната мембрана и клеточниот сид со цел да го спречи навлегувањето на водата. Овој притисок е наречен тургорен притисок. **Тургорен притисок** е притисокот што го врши живата содржина на клетката врз клеточната мембрана и клеточниот сид. Тургоресцентноста најдобро се забележува кај листовите, кога клетките се тургоресцентни – листовите се свежи. Ако растителна клетка се стави во хипертоничен раствор (со голема концентрација на честички) водата излегува од клетката, тургорот се намалува, клеточната мембрана не е напната, а цитоплазмата се собира во средината на клетката. Оваа појава се нарекува **плазмолиза**.



Слика 1.39 Плазмолиза и деплазмолиза



Слика 1.37 Дифузија во течност



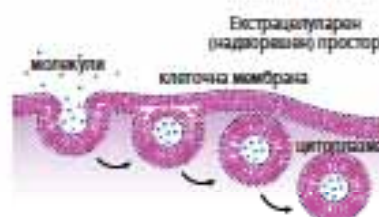
Слика 1.38 Олесната дифузија низ клеточната мембрана

Ако плазмолизираната клетка се стави во хипотоничен раствор или во вода, водата навлегува и клетката се враќа во првобитната состојба. Овој процес се нарекува **деплазмолиза**. Кога внатрешната концентрација на растворената супстанца е еднаква со надворешната концентрација на растворената супстанца, тогаш е изотонична (Слика 1.39).

Активниот транспорт е својствен само за живи клетки. Овој транспорт се одвива од средина со пониска концентрација кон место со повисока концентрација на растворливи честички. Потребни се протеински носачи и енергија од АТФ (Аденозин III фосфат, енергетско соединение). Вака се транспортираат натриум, калиум, калциум, железо, аминокиселини и др. Со активен транспорт се пренесуваат нервните импулси (стимули), се врши контракција на мускулите, ресорпција на хранливите материи и солите.

Големите молекули и честички во течна и цврста агрегатна состојба можат да бидат транспортирани со **цитоза**. Според насоката на движење на супстанците во и надвор од клетката, цитозата се дели на **ендоцитоза** – внесување на супстанции во внатрешноста на клетката (Слика 1.40 А) и **егзоцитоза** – изнесување на супстанции од клетката кон надворешната средина (Слика 1.40 Б).

Во зависност пак од агрегатната состојба на транспортираните супстанции, ендоцитозата може да биде: **фагоцитоза** – се внесуваат цврсти честички и **пиноцитоза** – се внесуваат капки течност со растворливи супстанции, при што се формираат везикули (мембранска структура која ја обвива внесената содржина, слика 1.40). Фагоцитозата е значаен процес на исхранување кај едноклеточните организми. На пример, амебата и парамециумот се исхрануваат со голтање на честички хранливи супстанции и други микроорганизми. Слично, во телото на човекот постојат специјализирани бели крвни клетки, кои исто така поседуваат способност за фагоцитирање на бактерии, туѓи честички и слично. Одлични примери за пиноцитоза се цревните ресички (клетки кои внесуваат растворени хранливи супстанции од тенкото црево), како и специјализираните клетки во бубрезите кои ги внесуваат корисните растворени супстанции при формирањето на урината. Егзоцитозата пак, е спротивен процес на ендоцитозата. Пример, специфични клетки на панкреасот со егзоцитоза излучуваат инсулин, односно, дигестивни ензими.



Слика 1.40 А Ендоцитоза



Слика 1.40 Б Егзоцитоза

Активности:

- Земете тегла со вода и капнете една капка боја. Набљудувајте што се случува!

Прашања за повторување:

1. Што е активен транспорт?
2. Дефинирај дифузија.
3. Што е олеснета дифузија?
4. За кој транспорт се потребни енергија и протеински носачи?
5. Што е осмоза?
6. Објасни ги плазмолизата и деплазмолизата.

Клучни точки:

- ✓ Дифузија е движење на супстанцата (течност или гас) од средина со повисока кон средина со пониска концентрација на растворени честички, при што на крај се губи разликата во концентрациите меѓу двете средини.
- ✓ Олеснета дифузија е процес во кој поголеми молекули и јони се врзуваат за протеински носачи за да ја преминат клеточната мембрана.
- ✓ Осмоза е процес со кој молекулите на водата минуваат низ клеточната (полупропустлива) мембрана од средина со поголема концентрација на водата кон средина со помала концентрација на водата, односно, од средина со повисок воден потенцијал, кон место со понизок воден потенцијал, се додека не се изедначи концентрацијата на растворени честички од двете страни на полупропустливата мембрана.
- ✓ Притисокот што се создава при преминување на материите преку полупропустлива мембрана до нивно изедначување во концентрациите се вика осмотски притисок.
- ✓ Тургорен притисок е притисокот што го врши живата содржина на клетката врз клеточната мембрана и клеточниот сид.
- ✓ Активниот транспорт е својствен само за живите клетки. Овој транспорт се одвива од средина со пониска концентрација кон средина со повисока концентрација, при што се троши енергија од АТФ.

1.8. ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ НА БРЗИНАТА НА ДИФУЗИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги избира факторите кои влијаат на брзината на дифузијата ограничувајќи се на допирната површина, температурата, степенот на концентрацискиот градиент и растојанието;
- ✓ Ги демонстрира заклучоците базирани на примери.

Како што веќе знаете, дифузијата претставува процес на транспорт на супстанции, кој е од особено значење за функционирањето на клетките. Со дифузијата, клетката се снабдува со вода и кислород, се ослободува од јаглеродниот диоксид. Дел од супстанциите (на пример, јони) имаат потреба од различни протеински канали во мембраната при поминувањето на неа (олеснета дифузија). Сепак, важно за живата клетка е дека при овој транспорт, таа не троши енергија. Имено, дифузијата е начин на транспорт на супстанции, движење на честичките на флуид (течност или гас), од место со повисока концентрација кон место со пониска концентрација, сè до изедначување на концентрацијата (Слика 1.41).

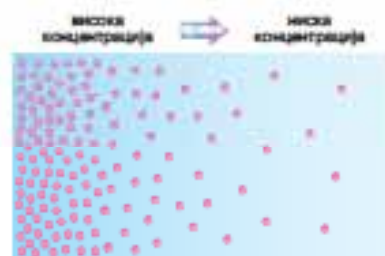
Самото движење на честичките од флуидот, особено брзината на дифузија зависи од повеќе фактори кои влијаат врз неа.

Концентрацискиот градиент претставува разлика во концентрацијата на растворената супстанца низ растворот. Станува збор за честички или супстанца која е растворена во течност растворувач (на пример, шеќер или сол растворен во вода), или честички на гасови во воздухот (на пример, молекули кислород во воздухот). Концентрацискиот градиент предизвикува процес во кој честичките (растворената супстанца) се движат низ раствор или гас од место со повисока концентрација (место со повеќе честички) кон место со пониска концентрација (помалку честички). Ова движење ќе се случува сè до конечно изедначување на концентрацијата на честичките во просторот. Честичките во биолошките системи се движат преку мембрана.

Мембраната може да биде:

непропустлива – сите честички, јони и вода не можат да поминат низ мембраната (Слика 1.42 А);

полупропустлива – некои честички, јони и вода можат да поминат низ мембраната (Слика 1.42 Б) и



Слика 1.41 Дифузија



Слика 1.42 А Непропустлива мембрана

пропустлива – сите честички, јони и вода можат да поминат низ мембраната (Слика 1.42 В).

Дифузијата се карактеризира со брзина на одвивање. Таа е директно поврзана со степенот на концентрацискиот градиент, односно со разликата во концентрацијата, од двете страни на мембраната. На пример, концентрацијата на кислород во воздухот во алвеолите кои се директно вентилирани и во контакт со надворешната средина е многу повисока од концентрацијата на кислород во крвта во капиларите на алвеолите. Тоа е разбирливо, бидејќи клетките постојано трошат кислород за клеточно дишење, па очекувано е во крвта да има помалку кислород во растворена форма од воздухот. Спротивно на кислородот, во крвта има многу повеќе јаглерод диоксид, кој е продукт на клеточното дишење, отколку што го има овој гас во воздухот во алвеолите. Оттука, јасна е насоката на овие гасови меѓу сидовите на капиларите во алвеолите и воздухот во алвеолите. Кислородот „туркан“ од концентрацискиот градиент од воздухот во алвеолите навлегува во крвта, додека јаглеродниот диоксид ја напушта крвта и дифундира во воздухот од алвеолите. Со белодробната вентилација (вдишување и издишување) се менува воздухот со нова количина воздух, повторно богат со кислород.

Површината на мембраната исто така влијае на брзината на дифузија. Имено, со зголемување на површината на мембраната низ која треба да се одвива дифузијата, се зголемува и брзината. Едноставно, се зголемува просторот за молекулите да дифундираат низ неа. На пример, белите дробови кај водоземците се едноставни кеси кои имаат прегради и набори, за да се зголеми површината за дифузија на гасовите. Кај цицачите, белите дробови со помош на алвеолите многукратно ја зголемува површината низ која може да се врши дифузија. Кај човекот, просечна површина на белите дробови изнесува 70-140 m², зависно од возраста, полот и спортските перформанси. Спортистите имаат голема површина на белите дробови. За разлика од луѓето, жабите имаат бели дробови со површина од само неколку квадратни сантиметри, додека коњите и слоновете имаат многу повеќе, поради големината на телото.

Други примери за голема површина е луменот на тенкото црево поради клетките кои имаат вили, односно површината на крвните садови и капилари низ телото.

Температурата исто така влијае врз брзината на дифузија. Имено, со зголемувањето на температурата, се зголемува кинетичката енергија на честичките, тие се движат побрзо и дифундираат побрзо низ мембраната.

Растојанието како фактор може да се објасни со патот кој треба да го поминат честичките додека дифундираат. Јасно, колку е пократко растојанието, толку побрзо ќе се одвива дифундирањето (минувањето) низ мембраната.



Слика 1.42 Б Полупропустлива мембрана



Слика 1.42 В Пропустлива мембрана

На брзината на дифузијата може да влијаат и густината на честичките во средината – дифузијата е побавна при поголема густина и обратно, побрза при помала густина. На пример, дифузијата е побрза во гасовите, побавна во течна средина и најбавна кај цврсти тела.

Големината и масата на честичките исто така влијае, помали честички (помали и полесни молекули) побрзо дифундираат, на пример, кислородот дифундира побрзо во однос на јаглеродниот диоксид, додека водородот дифундира 4 пати побрзо од кислородот во иста средина.

Активности:

- Замислете дека оградата на дворот е мембрана. Обидете се да објасните со примери, во кои ситуации таа е полупропустлива, непропустлива и пропустлива. Споделете ги вашите размислувања со соучениците.
- Истражете зошто пастрмката не може да живее во топла и застојана вода, додека крапот може. Сознанијата споделете ги со соучениците.
- Испланирајте експерименти во кои ќе покажете дека брзината на дифузијата е зависна од концентрацијата, површината, температурата и растојанието. Објаснете што ќе направите, односно кој резултат ќе го добиете, без вистински да ги изведете експериментите.

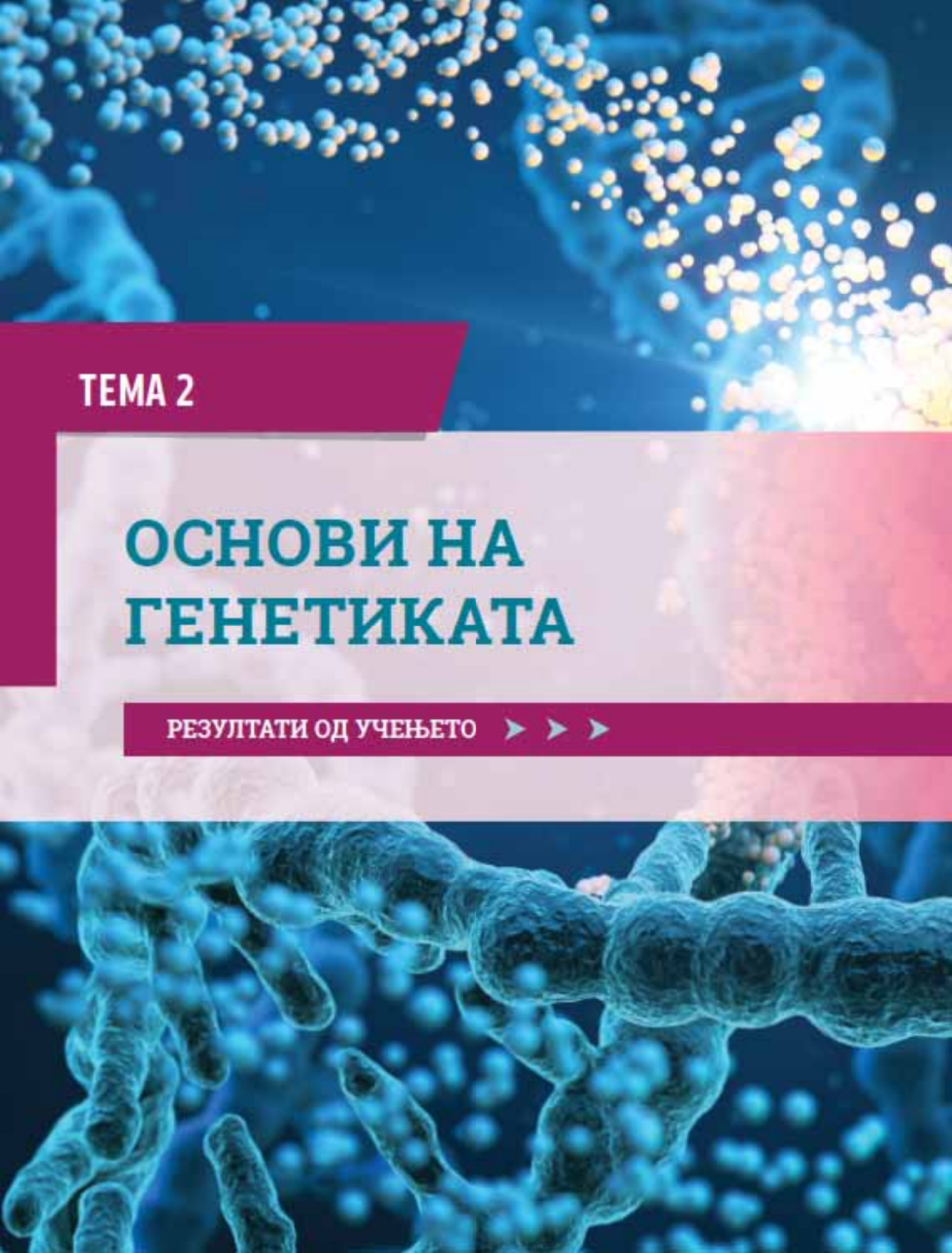
Прашања за повторување:

1. Дефинирај дифузија.
2. Објасни го концентрацискиот градиент.
3. Каква може да биде мембраната во однос на пропустливоста?
4. Од кои фактори зависи брзината на дифузија?
5. Како брзината на дифундирањето е поврзано со концентрацискиот градиент?
6. Како влијае висината на температурата врз брзината на дифундирање на честичките?
7. Како влијае големината на површината на мембраната, во однос на брзината на дифузија низ неа?
8. Објасни како растојанието е фактор на брзината на дифузија?
9. Објасни како се одвива дифузијата на гасови во белите дробови. Поврзи го објаснувањето со концентрацискиот градиент, површината, растојанието и температурата.

Клучни точки:

- ✓ Дифузијата се одвива преку мембрана, која може да биде пропустлива, полупропустлива или непропустлива за различни супстанции и честички. Во биолошкиот свет, мембраната е селективно пропустлива или полупропустлива (семипермеабилна).
- ✓ Концентрацискиот градиент претставува разлика во концентрацијата на некоја растворена супстанца или честички во средината и е услов за одвивање на дифузијата.
- ✓ Поголем концентрациски градиент значи и побрзо дифундирање на честичките низ мембраната, до изедначување на концентрацијата.
- ✓ Поголемата површина на мембраната ја забрзува дифузијата, поради поголемиот простор низ кој можат да дифундираат честичките.
- ✓ Повисоката температура го забрзува дифундирањето на честичките низ мембраната, додека помалото растојание кое треба да го поминат честичките значи побрза дифузија.
- ✓ Во телото на човекот има бројни примери како ефикасноста на дифузијата е поврзана со концентрацискиот градиент, површината, температурата и растојанието. На пример, размената на гасови во алвеолите, вливањето хранливи материи во цревата, создавањето на урината и снабдувањето со хранливи материи на ткивата и клетките.

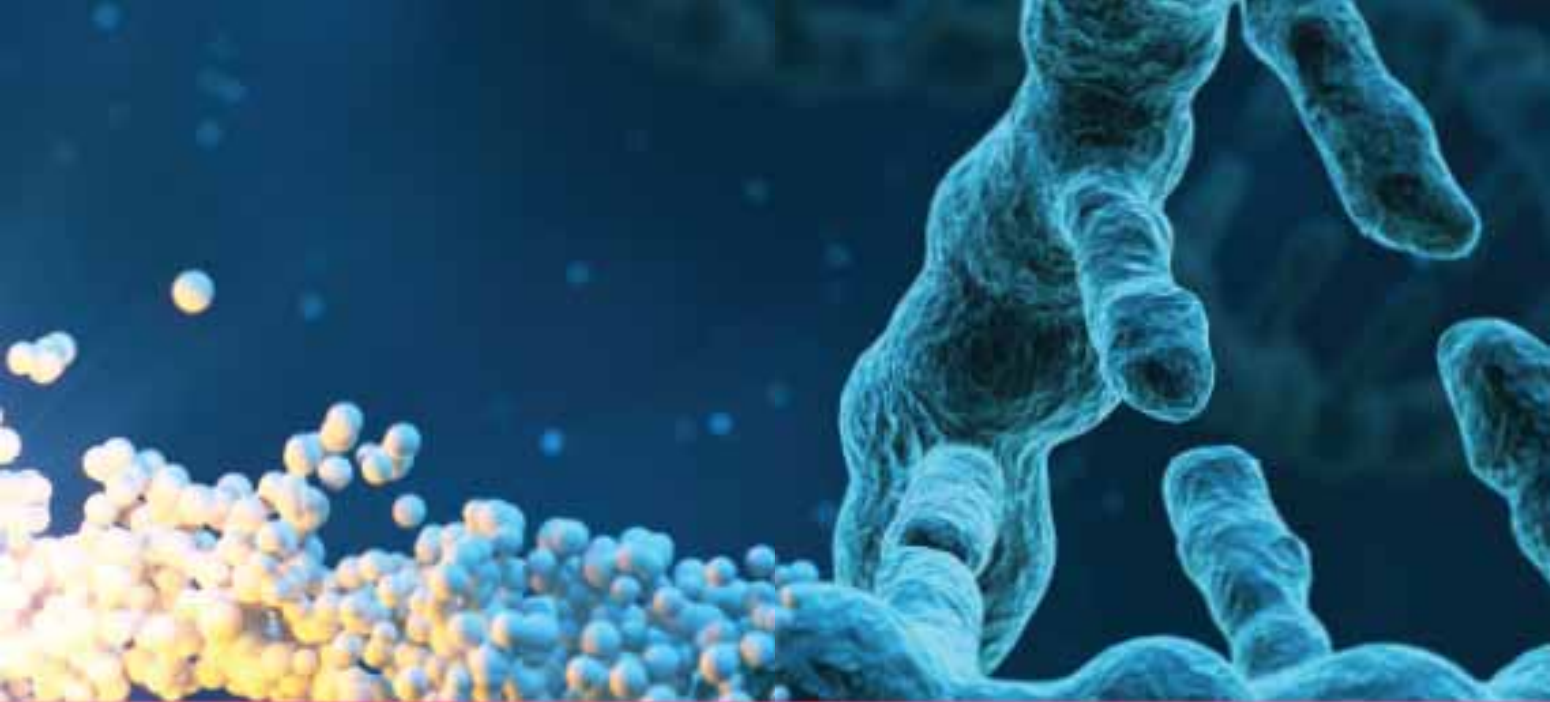




ТЕМА 2

ОСНОВИ НА ГЕНЕТИКАТА

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕТО > > >



Ученикот/ученичката ќе биде способен/способна да:

- ја опишува градбата на нуклеинските киселини како основа на наследувањето и идентификува разлики меѓу ДНК и РНК;
- ја објаснува градбата и организацијата на наследниот материјал (хромозомите) во клетките и разликува видови клетки според број на наследни гарнитури;
- објаснува примери на наследување поврзано со полови и соматски хромозоми;
- дефинира варијабилности и опишува природна и вештачка селекција.



2.1. СТРУКТУРА И СВОЈСТВА НА НУКЛЕИНСКИТЕ КИСЕЛИНИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги идентификува структурните компоненти на ДНК и РНК;
- ✓ Ги издвојува значајните разлики во структурата на ДНК и РНК.

МОЛЕКУЛАРНА БИОЛОГИЈА

Молекуларната биологија ги проучува составот, структурата и интеракциите на клеточните молекули како што се нуклеинските киселини и протеините, кои ги извршуваат биолошките процеси неопходни за функционирање и одржување на клетката. Проучувањата на молекуларната биологија се засноваат на биохемиска анализа на структурата и функцијата на наследниот материјал. Наследниот материјал главно е организиран во хромозомите односно по хемиски состав тој претставува нуклеинска киселина.

Сликите на кои е претставена двојна спирала се чест „декор“ на научнофантастичните филмови и серии. И со право е така, бидејќи таа двојна спирала е најтаинствената органска молекула, генетски материјал, книга во која е запишана тајната на животот позната како деоксирибонуклеинска киселина, ДНК (DNA) (Слика 2.1).

ДНК-молекулите најчесто се сместени во јадрото. Една од функциите на јадрото е заштита на генетскиот материјал. Всушност, хромозомот претставува ДНК-молекула спакувана со протеини – хистони, како единствена структура. Бројот на хромозоми е специфичен за секој вид и нема никаква поврзаност со степеноот на сложеност на тој организам. Пример, некои растенија имаат многу повеќе хромозоми од животните.

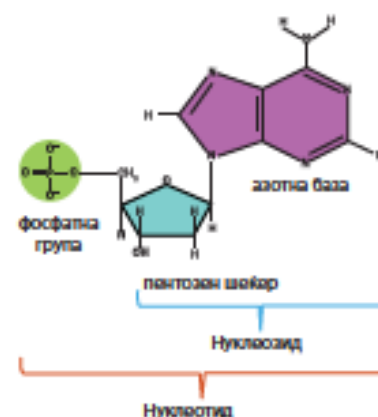
СТРУКТУРА НА НУКЛЕИНСКИТЕ КИСЕЛИНИ

Замислете ја молекулата на нуклеинската киселина како бисерен вјердан. Секое бисерно зрно е една структурна единица на молекулата, и е наречено **нуклеотид** (Слика 2.2). Сите нуклеотиди се изградени исто, освен разликата во азотната база (во една молекула на нуклеинска киселина има 4 различни бази. Всушност, постојат 5 различни азотни бази, но во една нуклеинска киселина можат да бидат 4, од кои во секој нуклеотид може да има само една од нив.



Слика 2.1 ДНК-молекула спакувана со хистони во хромозом

Формула за нуклеотид и нуклеозид



Слика 2.2 Шематски приказ на структурните делови на ДНК-молекулата - нуклеозид и нуклеотид

Другите компоненти што се повторуваат се пентозен шеќер (рибоза или деоксирибоза) и фосфатна група. **Нуклеозид** е структура изградена од една азотна база и пентозен шеќер. Кога на нуклеозидот ќе се врзе фосфатната група, се формира нуклеотид (Слика 2.2).

Табела 2.1. Структура на молекулите ДНК и РНК, со нагласување на разликите меѓу нив

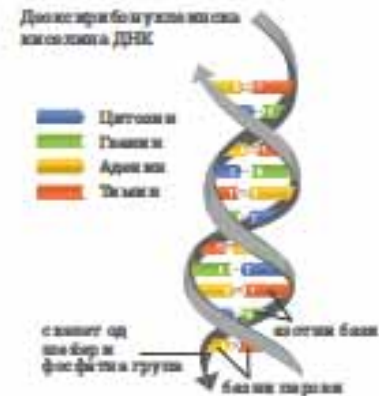
ДНК деоксирибонуклеинов киселина (молекула изградена од нуклеотиди)		РНК рибонуклеинов киселина (молекула изградена од нуклеотиди)	
двоверижна молекула (две нишки) спирално извртана		едноверижна молекула (една нишка) со слободни бази	
фосфатна група		фосфатна група	
пентозен шеќер деоксирибоза		пентозен шеќер рибоза	
азотни бази (пурини)	аденин А гуанин G	азотни бази (пурини)	аденин А гуанин G
азотни бази (пиримидини)	тимин Т цитозин C	азотни бази (пиримидини)	урацил U цитозин C

Ако се анализира градбата на нуклеотидите, единствена разлика во нивната структура е присуството на една од можните четири азотни бази – аденин (A), гуанин (G), цитозин (C) и тимин (T) (Слика 2.3), во ДНК, односно наместо тимин има урацил (U) во РНК. Всушност, тие се „азбуката“ на записот за тоа кои сме, какви треба да бидеме, како да изгледа нашето тело, како да функционира, колку да живееме и сл. Во табелата 2.1 се претставени структурите на ДНК и РНК со нагласување на разликите меѓу нив.

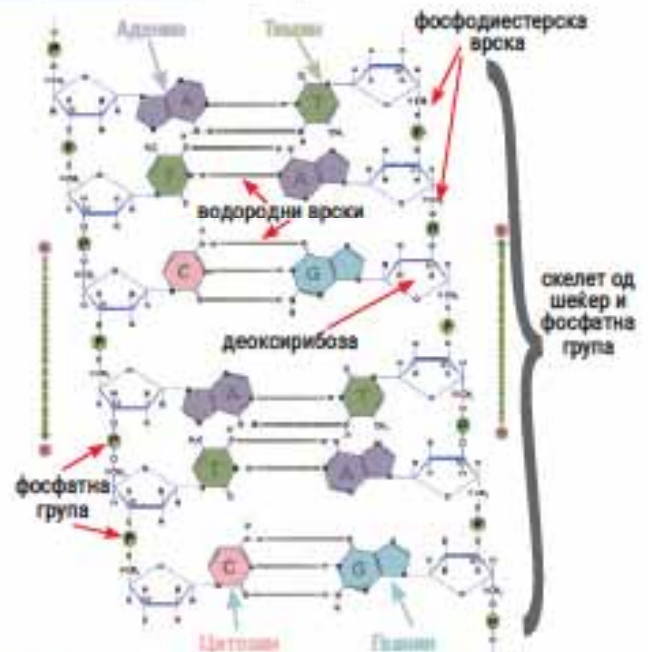
Азотните бази се поврзуваат комплементарно, а како резултат на ова поврзување со водородни врски меѓу азотните бази на двете нишки на ДНК-молекулата формира т.н. двојна спирала (Слика 2.3). На сликата 2.4. е претставена структурата на двоверижната ДНК молекула. Се забележува дека азотните бази аденин (A) и тимин (T) се поврзани со две водородни врски, а азотните бази гуанин (G) и цитозин (C) се поврзани со три водородни врски. Исто така, се забележува дека азотните бази аденин (A) и гуанин (G) во својата структура содржат два циклични прстени, додека цитозин (C) и тимин (T), еден прстен. Азотните бази со два прстени се нарекуваат пурински бази, а оние со еден - пиримидински бази.

На сликата 2.5 е претставена структурата на РНК-молекула. Станува збор за единечна нишка на поврзани нуклеотиди.

ШЕМАТСКИ ПРИКАЗ НА ДНК:



Слика 2.3 Шематски приказ за структура на ДНК-обележани нуклеотиди со азотни бази



Слика 2.4 Комплементарно поврзување на азотните бази и формирање двојна спирала.



Слика 2.5 Структура на РНК

Активности:

- Истражете како се формира фосфодиестерската врска и која е нејзината улога во структурата на нуклеинските киселини.
- Истражете кои биле Розалинд Френклин, Џејмс Вотсон и Френсис Крик. Направете анализа на нивната работа и споделете ги сознанијата со соучениците.
- Издвојте ги и напишете ги структурните формули на азотните бази.

Прашања за повторување:

1. Кои се полните називи на ДНК и РНК?
2. Од што е изградена основната структурна единица на нуклеинските киселини?
3. Која е разликата меѓу нуклеотид и нуклеозид?
4. Наведи ги сите компоненти во структурата на ДНК и РНК кои се исти за двете молекули.
5. Колку нуклеотиди имаат ДНК, а колку РНК-молекулите?
6. Кои се трите основни разлики меѓу ДНК и РНК?
7. Како се поделени азотните бази според нивната структура?
8. Како се поврзуваат азотните бази?
9. Доколку во молекулата ДНК има 30% аденин, колку % има од другите азотни бази?
10. Доколку во молекулата ДНК има 23% гванин, колку % има од другите азотни бази?

Клучни точки:

- ✓ Структурна единица на нуклеинските киселини е нуклеотидот, кој е изграден од една азотна база од можните (аденин, тимин, цитозин, гванин или урацил), пентозен шеќер (рибоза или деоксирибоза) и фосфатна група.
- ✓ Нуклеозид е структурна единица изградена од пентозен шеќер и азотна база.
- ✓ Декосирибонуклеинската киселина (ДНК) има две нишки кои се со спирална форма, додека рибонуклеинската киселина (РНК) е само единечна нишка.
- ✓ Во ДНК-молекулата се наоѓаат следните азотни бази: аденин (А), гванин (G), цитозин (C) и тимин (T).
- ✓ Во молекулата на РНК азотната база тимин (T) се заменува со азотната база урацил (U). Освен урацил, ги содржи и останатите азотни бази: аденин (A), гванин (G), цитозин (C).
- ✓ Поврзувањето на базите во ДНК е комплементарно, секогаш е во парови: аденин со тимин со две водородни врски, а гванин со цитозин со три водородни врски.

2.2. РЕПЛИКАЦИЈА НА ДНК

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Објаснува улога на ДНК во генетски процеси;
- ✓ Издвојува значајни карактеристики во функцијата на ДНК.

ФУНКЦИИ НА ДНК

ДНК-молекулата има суштинско значење за живиот свет, кое се манифестира преку три функции (Слика 2.6).

Имено, таа е задолжена за континуитетот во пренесувањето на наследниот материјал, односно на информациите за видот (изгледот, карактеристиките, метаболизмот и целокупното функционирање) од генерација на генерација.

Сите информации се кодирани во форма на гени (код – три последователни бази вдоль полинуклеотидните низи кои кодираат една аминокиселина). На тој начин, ДНК овозможува препис на „рецептот“ за правење протеини (структурни и регулаторни).

На ниво на ДНК се случува и мутацијата (наследна промена) во генетскиот материјал, која може да е безначајна, но може да значи и смрт за организмот или движење на еволуцијата на тој вид во некоја насока.

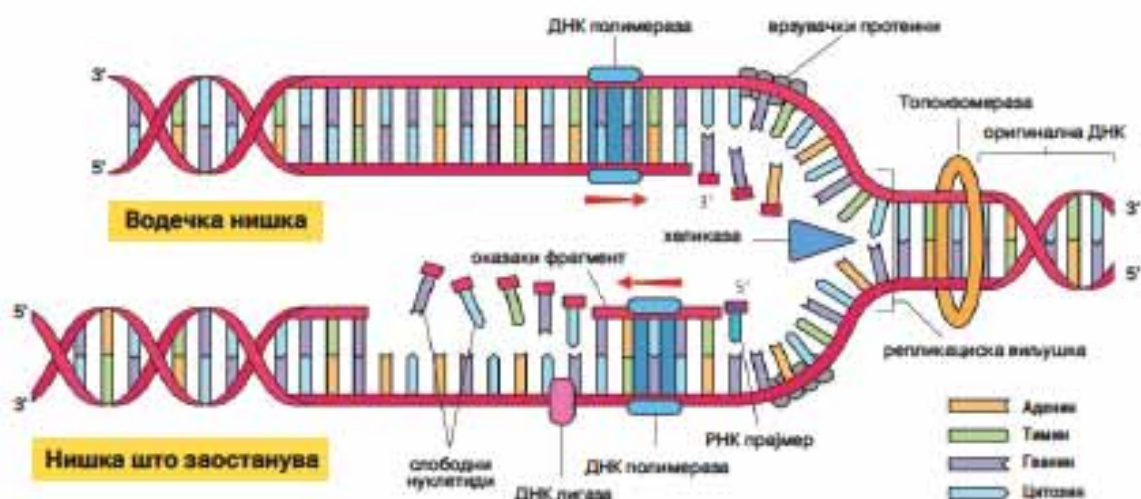


Слика 2.6.
Функции на ДНК

РЕПЛИКАЦИЈА НА ДНК

Репликацијата е еден од начините на пренос на генетската информација. Со репликацијата кај еукариотите (која се одвива еднаш во животниот век на клетката, во S периодот од интерфазата) се овозможува добивање идентични копии на наследен материјал, кој се распределува во секоја нова генерација клетки.

Една разлика помеѓу деоксирибонуклеинската киселина (ДНК) и рибонуклеинската киселина (РНК) е бројот на нишки. Причината за ова е директно поврзана со процесот на репликација (дуплирање) на ДНК-молекулата. Двете нишки, всушност, се антипаралели, одат паралелно една покрај друга, но во спротивни насоки. На секоја нишка од ДНК-молекулата има 5' (пет прим) крај и 3' (три прим) крај. За 5' крај се смета пентозниот шеќер кој има прикачена фосфатна група на 5C (јаглероден) атом. За 3' крај, пак, се смета крајот каде третиот C-атом има хидроксилна група (Слика 2.7).



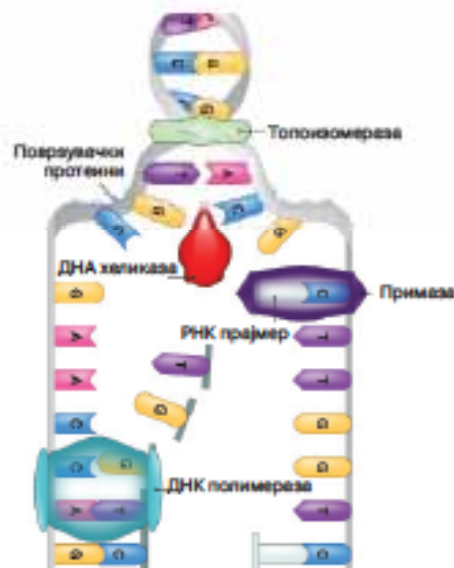
Слика 2.7 Репликација на ДНК

Оваа поставеност на двете нишки овозможува реплицирање на молекулата на ДНК по т.н. **полуконзервативен** или **семиконзервативен** пат. Секоја од нишките на појдовната ДНК-молекула ќе биде матрица (модел) на кој ќе се синтетизира нова нишка, повторно антипаралелна, но и идентична на појдовната. На овој начин се добиваат две молекули ДНК идентични копии (реплики) на почетната ДНК-молекула. Нуклеотидите се редат на принцип на комплементарност меѓу антипаралелите: А со Т, Г со С.

Во целиот процес на репликација на ДНК-молекулата учествуваат неколку ензими. Репликацијата започнува со вклучување на топоизомеразата, ензим кој ја одмотува/одвртува двојната спирала и ДНК-хеликазата која ги раздвојува двете нишки, при што се создава репликациска виљушка. (Слика 2.7).

Со раскинување на водородните врски меѓу комплементарните бази, секоја нишка потоа може да биде достапна матрица (модел) за синтеза на нова нишка.

Поврзувачките протеини (Слика 2.8) на единечната нишка имаат функција да ги одржат нишките раздвоени, а ензимот ДНК-топоизомераза ја намалува напрегнатоста на нишките и го овозможува нормалното одвивање на понатамошниот процес. Ензимот примаза ја катализира синтезата на кратки олигонуклеотиди на секој крај (РНК-сегменти од единечна нишка кои ќе бидат стартна позиција за синтеза на новата ДНК-нишка при репликацијата), наречени прајмери. За матрица секогаш се користи насоката $3' \rightarrow 5'$ (3 прим кон 5 прим), односно синтезата и растот на новата нишка секогаш е $5' \rightarrow 3'$. Насоката на синтеза на водечката нишка е иста со движењето на репликациската виљушка. Поради тоа доволен е еден прајмер и потоа синтезата се одвива континуирано, вдоль целата нишка $3' \rightarrow 5'$ која е матрица, катализирано од ДНК-полимеразата. Проблем настанува со антипаралелата, во овој случај нишката која заостанува (неводечка нишка).



Слика 2.8 Шематски приказ на поставеноста на ензимите при репликација на ДНК

Тука, синтезата е дисконтинуирана и потребни се повеќе прајмери (за секој Оказаки сегмент). Матрицата овде има насока $5' \rightarrow 3'$, па синтезата се одвива со правење кратки сегменти наречени Оказаки сегменти, кои потоа се лепат со помош на ДНК-лигаза.

Активности:

- Истражете на интернет како се поправаат грешките во редувањето на нуклеотидите. Претпоставете кои се последиците од непоправањето на грешките.
- Дискутирајте на час, ако знаете дека редоследот на базите во ДНК-молекулата го дефинира изгледот на еден организам, што ќе се случи кога човекот ќе успее да прави свој редослед, онака како што тој сака.

Прашања за повторување:

1. Кои се основните функции на ДНК-молекулите?
2. Кога се случува репликацијата и зошто?
3. Зошто се вели дека репликацијата се одвива по полуконзервативен или семиконзервативен пат?
4. Наброј некои ензими кои учествуваат во репликацијата на ДНК, со кратко објаснување на нивната активност.
5. Напиши ги комплементарните азотни бази на антипаралелата ако редоследот на првата низа е: TACGGATCAATACGGCGTTAGTCTGA.
6. Објасни зошто нишката матрица со насока $5' \rightarrow 3'$ го добила називот „нишка што заостанува“.
7. Колку пати се случува репликацијата во еден животен век на клетката?

Клучни точки:

- ✓ ДНК овозможува континуитет на наследниот материјал со репликацијата и е носител на гените (генетскиот код) на организмот. Воедно, ДНК е подложна на промени предизвикани од мутации, кои се наследни и го насочуваат еволуцискиот пат на организмот.
- ✓ Структурата на двојна спирала која ја има ДНК-молекулата, овозможува семиконзервативен (полуконзервативен) начин на репликација. Притоа, секоја од двете нишки станува матрица за синтеза на нова нишка. На крајот се добиваат две нови молекули ДНК, идентични меѓу себе.
- ✓ Репликацијата на ДНК се одвива под контрола на неколку ензими со специфични задачи.

2.3. ВИДОВИ РНК И НИВНА ФУНКЦИЈА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Објаснува улога на РНК во генетски процеси;
- ✓ Издвојува значајни карактеристики во функцијата на РНК.

СОЗДАВАЊЕ НА РНК

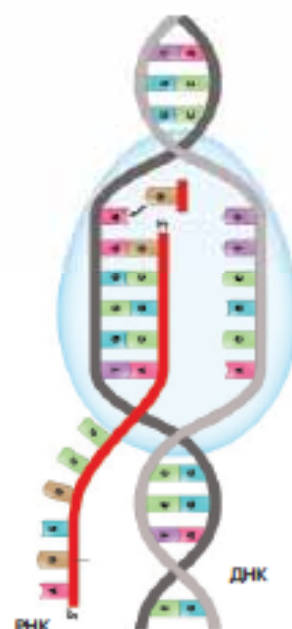
Рибонуклеинската киселина (РНК) ја има кај сите живи клетки (прокариотски и еукариотски). Таа се наоѓа во цитоплазмата, во јадрото, но и во многу органели, како, на пример, митохондриите, пластидите (хлоропласти), а особено во рибозомите. Се забележува поголемо нејзино присуство во клетките кои се метаболички активни, посебно каде што се одвиваат процесите на синтеза на протеини.

Рибонуклеинската киселина (РНК) настанува како резултат на препишување (транскрипција) од молекулите на ДНК. Станува збор за процес на синтеза кој многу наликува на репликацијата. По расплетувањето на двојната нишка, се користи едната нишка од ДНК-молекулата за да се преслика и создаде единечна нишка со комплементарно подредени азотни бази на секвенца (дел) од матрицата која се користи. Правецот на синтеза е 5' кон 3'. За разлика од репликацијата, тука се случува промена, односно, место азотната база тимин (Т), се вградува азотната база урацил (У).

ВИДОВИ НА РНК

Во биолошкиот свет постојат многу варијации на РНК-молекули. Од нив најпроучувани се 4 типа: рибозомална РНК (рРНК), информациска РНК (иРНК), транспортна РНК (тРНК) и вирусна РНК (вРНК).

- **Рибозомална РНК (рРНК)** се наоѓа во рибозомите и претставува најголем дел од вкупната РНК во клетката (Слика 2.10 А). Таа игра улога во синтезата на протеините во рибозомите, односно, го олеснува поврзувањето на рибозомот со информациската РНК (иРНК). Нејзиното создавање е поврзано со јадренцето (nucleolus).
- **Информациска РНК (иРНК)** е првиот чекор на исполнување на задачата на генот. Таа е своевидна копија на генот, бидејќи нејзиното создавање е процес на транскрипција (препис) од некоја секвенца на ДНК каде е сместен генот.



Слика 2.9 Синтеза на РНК



Слика 2.10А Рибозомална РНК (рРНК)

Само 5% од вкупната РНК е од овој тип. Поаѓајќи од фактот дека секој ген носи информација за синтеза на еден протеин, за секој протеин кој се синтетизира во клетките постои посебна иРНК (Слика 2.10 Б).

- **Транспортна РНК (тРНК)** е најмала од типовите РНК во клетките, изградена од 75-95 нуклеотиди во една низа, но со странични спојувања кои ѝ даваат стабилност, изгледа како **лист детелина** (Слика 2.11).

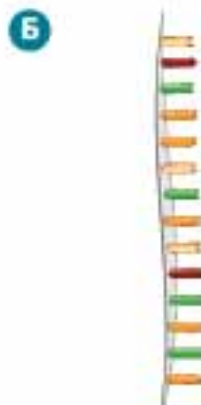
Главна функција е пренос на една специфична аминокиселина до рибозомот каде се синтетизира протеинот. За секоја аминокиселина постои барем една (за некои и повеќе) различни тРНК. На молекулата има два активни краја (триплети), едниот е АСС, а другиот е антикодонот (три соседни нуклеотиди на тРНК). Антикодонот одговара комплементарно на еден кодон, три соседни нуклеотиди на информациската рибонуклеинска киселина (иРНК). На тој начин, се запазува правилниот редослед на редене аминокиселини кои се носени од транспортни РНК до рибозомот, а формата на протеинот е зачувана и константна.

- **Вирусна РНК (вРНК)** ја има во една група вируси, како вирусен геном.

ФУНКЦИИ НА РНК

РНК-молекулите покажуваат најразлични функции во клетките на сите живи суштества, вклучувајќи ги вирусите. Тие се дел од структурите на органелите, а се вклучени и во биохемиските реакции. Како основни функции на РНК се издвојуваат:

- учествуваат во преведувањето на генетската информација при синтезата на протеините;
- учествуваат во синтезата на протеините;
- служат како „гласник“, односно ја пренесуваат пораката од ДНК до рибозомите;
- тие се носители на генетската информација во сите живи суштества;
- овозможуваат рибозомите да редат аминокиселини со правилен ред, за да се добие вистински протеин.



Слика 2.10Б Информациона РНК (иРНК)



Слика 2.11 Изглед на транспортна РНК (тРНК)

Активности:

- Истражете на интернет и пронајдете информации за други типови РНК. Нацртајте шематски приказ на изгледот на киселините и наведете карактеристична функција која ја имаат. Потоа претставете ги сознанијата пред соучениците.
- Погледнете кратко видео со анимиран приказ на процесите на синтеза на протеините. Притоа, лоцирајте ги РНК-молекулите во видеото, а за кои учевте во оваа методска единица. Дискутирајте за прецизноста на целиот процес.

Прашања за повторување:

1. Каде се ја има РНК?
2. Како настануваат молекулите РНК?
3. Наброј неколку видови РНК.
4. Наведи ги основните функции на РНК молекулите.

Клучни точки:

- ✓ Постојат неколку типа РНК-молекули, а особено важни за еукариотските клетки се рибозомалната РНК, информациската РНК и транспортната РНК. Сите имаат есенцијална улога во синтезата на протеините.
- ✓ Информациската РНК ја презема генетската информација од ДНК-молекулата и ја носи во рибозомите, каде што рибозомалната РНК помага во синтетизирањето на протеинот. Важна улога во овој процес имаат транспортните РНК-молекули, кои носат одредена аминокиселина и ги подредуваат во пептидни синџири (подоцна протеински молекули).
- ✓ Најголем дел од РНК во клетките припаѓа на рибозомалната РНК.
- ✓ Има онолку информациски РНК, колку што има протеини во клетката.
- ✓ За секоја аминокиселина, од вкупно 20 во биолошкиот свет, постои барем една транспортна РНК молекула.

2.4. ГЕНЕТСКИ КОД, ГЕН, ГЕНОМ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Го опишува генетскиот код;
- ✓ Елаборира како генетскиот код е поврзан со структурата и функцијата на гените како дел од ДНК;
- ✓ Го дефинира генот;
- ✓ Ги категоризира видовите гени според нивната функција и опсег;
- ✓ Ги објаснува концептите геном и генотип како основа за генетска варијација.

ГЕНЕТСКИ КОД

Генетскиот код претставува запис од три соседни азотни бази (триплети од нуклеотиди) на ДНК молекулата кои го одредуваат редоследот на аминокиселината во протеинот. ДНК е сместена главно во јадрото и таму се случува препишувањето на информацијата од ДНК во иРНК. Штом ќе се добие комплетна иРНК од соодветната секвенца од ДНК, молекулата иРНК се преработува, го напушта јадрото низ јадрената пора и се спојува со рибозом, каде што ќе се случува синтезата на протеинот.

За полесно да се разбере концептот на генетскиот код и кодирањето, ќе искористиме хипотетичка ситуација: Замислете дека сите живи суштества, од бактерии, алги, габи, растенија, животни, па и човекот како дел од живиот свет, се изградени од лево-коцки. Но, постојат само 20 различни форми и бои коцки (колку што има аминокиселини во биолошкиот свет). Имате задача со истите коцки да направите растение јавор, а потоа да го растуриrete и да направите животно коњ. Од каде ќе почнете? Материјал имате, задача имате, што уште ви треба? Да, ви треба упатство, кои лево-коцки, колку од нив, како да ги вградите, за да добиете потребни органели, клетки, ткива, органи, хормони, ензими итн. Упатството е кодирано во гените, во склоп на ДНК-молекулата, оттаму препишано на листови хартија (транскрипција во иРНК), и конечно вие сега тоа упатство го имате во рацете и го преведувате во структури од лево-коцки (најразлични протеини).

Генетскиот код се препишува на иРНК во форма на **триплети** (три последователни азотни бази – нуклеотиди) наречени кодони. Постојат 64 различни кодони (Слика 2.12) од кои 61 кодираат само

КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЕНЕТСКИОТ КОД:

- универзален – важи за речиси сите живи организми;
- дегенеративен – повеќе кодони може да кодираат иста аминокиселина;
- се чита редоследно – читањето е по три последователни нуклеотиди, без преклопување.

една специфична аминокиселина од можните 20, колку што ги има во биолошкиот свет.

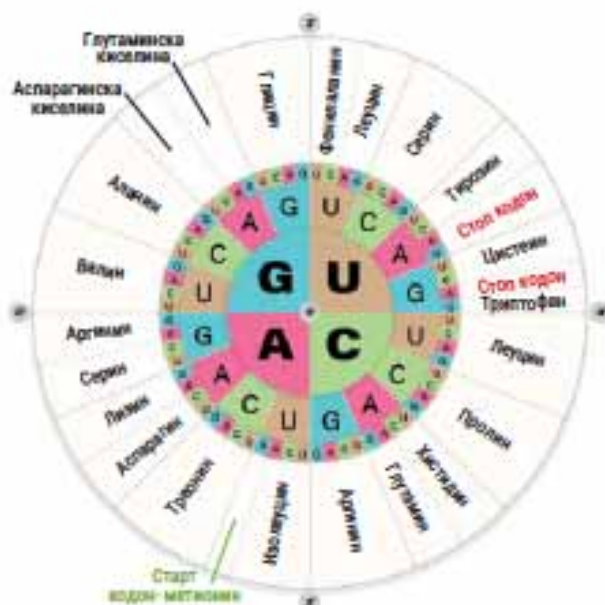
Кодонот AUG (Слика 2.12) кој кодира аминокиселина **метионин** (Met) се нарекува **старт-кодон**. Со ова аминокиселина започнува синтезата на пептидите, односно протеини (низи од аминокиселини). Останатите три не кодираат аминокиселина, туку се наречени **стоп-кодони**. Тоа се кодоните UAA, UAG и UGA (Слика 2.12). Тие го запираат процесот на редување аминокиселини, односно ја запираат синтезата.

ГЕН

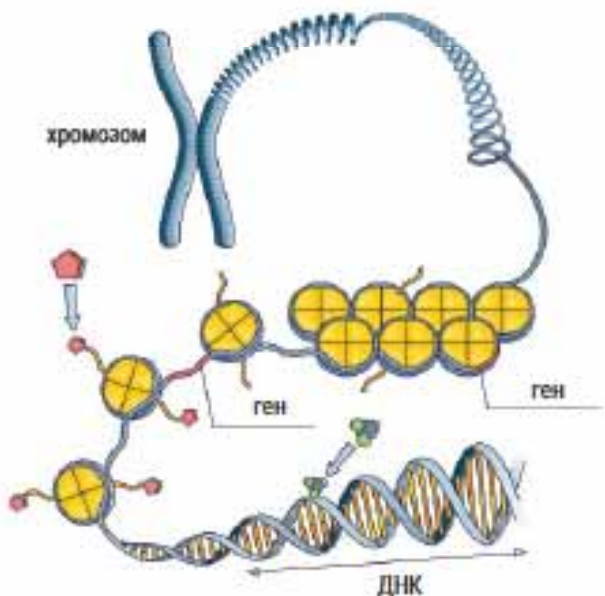
Генот е најмал материјален носител на наследувањето, односно претставува основна структурна и функционална единица на наследувањето. Кај еукариотите (животни, растенија и габи) гените се наоѓаат во клеточното јадро, но има и мала количина гени кои се наоѓаат во сите митохондрии, односно хлоропласти кај растенијата. Гените се всушност сегменти од ДНК. Нивната градба зависи од редоследот на базите и нивниот број во полинуклеотидната низа. Оттука, генот може да се дефинира како одредена секвенца (сегмент) од молекулата ДНК, со карактеристична должина (определен број нуклеотидни парови) со специфичен распоред на азотните бази во нуклеотидите (Слика 2.13).

Тие имаат различна должина, односно се изградени од различен број базни парови (азотни бази), па така кај луѓето може да има од неколку стотици до милиони бази на ДНК. Човечкиот геном содржи приближно 20 000 до 21 000 гени, од нив мал % кодираат протеини. Геномот на пченката има приближно 32 000, оризот 38 000, а парамециумот има сложен геном со повеќе од 40 000 гени иако е едноклеточен организам.

Генот е одговорен за синтеза на одреден продукт кој може да е функционална молекула (како, на пр., иРНК, тРНК и рРНК). Од аспект на продуктот, гените се поделени во две групи: структурни (определуваат градба на протеин) и регулаторни (регулираат активност на други гени). Нема



Слика 2.12 Кодони и аминокиселини. Кодоните се читаат од 5' кон 3' (триаголник – почетна база во кодон, круг – завршна база)



Слика 2.13 Локација на генот во ДНК-молекулата (јадро, хромозом, ДНК, ген)

остра граница меѓу нив, некои структурни некаде се регулаторни, и обратно.

РАЗЛИКА МЕЃУ ГЕНОМ И ГЕНОТИП

Со бројот на гените во организмот и клетките се поврзуваат два поими: геном и генотип. Поимот **геном** се однесува на целокупниот наследен материјал во еден организам. Всушност, покрај гените од јадрената ДНК, тука се опфатени и сите други ДНК-молекули кои ги има низ клетката. Па така, доколку станува збор за бактерија (прокариоти), бактерискиот геном ги обединува главната ДНК-молекула, на која се мноштвото гени на бактеријата, но и помалите ДНК-молекули во цитоплазмата, кои не се дел од нуклеоидот. Кај животинските еукариоти, геномот ги обединува ДНК-молекулите во јадрото (јадрен геном), но и ДНК-молекулите кои ги има во митохондриите (митохондријален геном). Кај растенијата, геномот ги содржи јадрениот, митохондријалниот геном и пластидијалниот геном (ДНК-молекулите во хлоропластите). Митохондриите и пластидите се самореплицираат, независно од јадрото на клетката.

Генотипот, пак, се однесува на генетската структура на организмот независно од тоа дали гените се изразуваат во фенотипот или не се изразуваат. Значи, генотипот ја одредува потенцијалната способност на организмот да развие одреден фенотип. Притоа, генотипот е специфичен за единката, единствена комбинација од гени наследени од двата родители.

Активности:

- Истражете колкав дел од ДНК е покриена со вистински гени. Што се случува со останатиот дел од ДНК? Дискутирајте на час!
- Зошто кодовите се токму триплети? Зошто не се со две или четири азотни бази? Обидете се да ги претставите сите 31 гласови од нашата македонска азбука ако имате на располагање само 4 симболи. Можете да користите комбинации со повторување. Помош: Ако се обидете со по два симбола, можни се само 16 комбинации (недоволно). Користете ја формулата $4^n = ?$ Поврзете го објаснувањето со 20 аминокиселини.
- Истражете на интернет кој е најдолгиот протеин за кој се знае, колку аминокиселини има во неговиот состав и кој е неговиот хемиски назив (име).

Прашања за повторување:

1. Зошто се користи терминот „генетски код“ за да се објасни генетската информација?
2. Што значи терминот „триплет“? Кои триплети ги знаете и каде се наоѓаат?
3. Колку триплети постојат? Колку од нив кодираат аминокиселина?
4. Кој кодон е старт-кодон, а кои кодони се стоп-кодони? Објасни зошто.
5. Дефинирај ген.
6. Како се поделени гените според функцијата?
7. Објасни ја разликата меѓу геном и генотип.

Клучни точки:

- ✓ Генетскиот код претставува записи од по три азотни бази (триплети) на ДНК-молекулата кој носи информација за синтеза на некој протеин. ДНК е во јадрото и таму се случува препишувањето на информацијата од ДНК во иРНК. Синтезата на протеинот се случува во рибозом.
- ✓ Генот претставува основна структурна и функционална единица на наследувањето. Тој е најмал материјален носител на наследувањето. Исто така, генот може да се дефинира како одредена секвенца (сегмент) од молекулата ДНК, со карактеристична должина (определен број нуклеотидни парови) со специфичен распоред на азотните бази во нуклеотидите.
- ✓ Гените можат да бидат структурни (определуваат градба на протеин) и регулаторни (регулираат активност на други гени). Некои структурни гени некаде се регулаторни, и обратно.
- ✓ Целокупниот наследен материјал во еден организам, сите гени во организмот, но и сите други ДНК-молекули кои ги има низ клетката со еден поим се нарекуваат геном.
- ✓ Генотипот е специфичен за единката, единствена комбинација од гени наследени од двата родители.

2.5. ГЕНОТИПСКИ И ФЕНОТИПСКИ СООДНОСИ ПРИ НАСЛЕДУВАЊЕ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

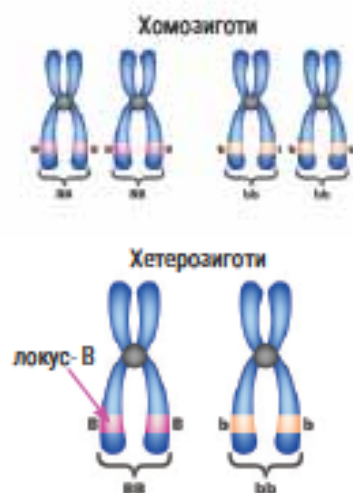
- ✓ Ги наведува разликите меѓу генотип и фенотип и објаснува како тие влијаат на својствата на организмот.

ГЕНОТИП И АЛЕЛИ

Секој генотип се карактеризира со специфичен состав на алели кои се наследени од родителите. Всушност, **алелите** се функционални форми на ист ген со мала разлика во секвенцата од ДНК-базите. Тие мали разлики придонесуваат за уникатните физички карактеристики на секој организам. Секој организам наследува за секој ген две алели, по една од секој родител. Овие алели имаат интеракција која се манифестира со специфични карактеристики на особината која ја определуваат.

Двете алели на генот се наоѓаат на исто место во двата хомоложни хромозоми (хромозоми кои носат исти гени, но од двата родители по еден). Ова место се нарекува **генски локус** (Слика 2.14 А).

Генските алели се одликуваат со својства - пенетрабилност, експресивност и други. **Пенетрабилноста** се однесува на веројатноста за изразување на некоја особина, а **експресивноста** е степенот на фенотипска изразеност (Слика 2.14 Б).



2.14А Хомозиготи и хетерозиготи за генски локус- В

Според експресивноста,
АЛЕЛИТЕ можат да бидат:

доминантни (А)

рецесивни (а)

Според парот, АЛЕЛИТЕ
можат да бидат:

хомозиготни
доминантни

хомозиготни
рецесивни

хетерозиготни

Слика 2.14Б Видови алели според експресијата и според генетската конституција на парот алели

Алелите може да бидат доминантни и рецесивни. Доминантен алел е најчесто изворниот, уште наречен „див“ тип. Доминантните алели се изразуваат во хомозиготна и хетерозиготна состојба а рецесивните само во хомозиготна, кога има две исти копии.

Притоа, во пар алели, доминантниот алел се бележи со голема латинска буква, а рецесивниот алел од парот со иста мала буква.

Организмот/генотипот може да биде хомозиготен или хетерозиготен за алелите на одреден ген. Хомозиготен е кога има два исти алели за одреден ген (две исти букви, големи или мали. На пример, хомозигот за доминантни алели – GG, и хомозигот за рецесивни алели – gg), а хетерозиготниот генотип има две различни форми/алели на одреден ген (иста голема и мала буква во пар – Gg).

Можат да постојат повеќе алели на ген во рамките на видот и неговата популација, но во генотипот на еден организам секогаш може да има два.

ПОИМ ЗА ФЕНОТИП

Интеракцијата кај алелите за една особина дава специфична експресија на особината, која се нарекува фенотип. Фенотипот е резултат на различните промени во секвенците, односно во структурата на алелот. Фенотип всушност претставува севкупност на својствата на организмот вклучувајќи ги градбата, физиологијата и надворешниот изглед. Генотипот под влијание на условите во надворешната средина оформува одреден фенотип. Во потесен смисла, фенотип претставува и едно единствено својство, како, на пр., боја на очи, на коса, однесување на индивидуата итн. Во текот на животниот циклус, фенотипот на индивидуата може да се измени додека генотипот останува постојан, односно непроменет.

Фенотипот е резултат на сложена мрежа од заемни дејства на различни гени и интеракција на нивните продукти, вклучувајќи го и влијанието на надворешната средина.

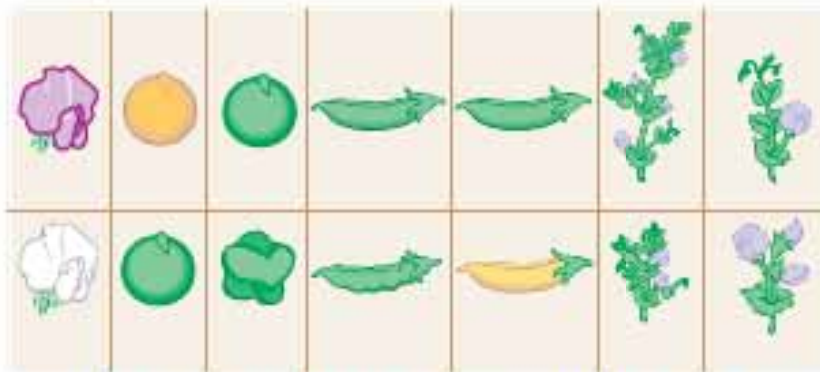
Влијанието на надворешните фактори е значајно во оформувањето на фенотипот во текот на растот и развојот на единката. Од тие причини, општо земено, две единки немаат идентични фенотипови при ист генотип, и покрај тоа што фенотиповите можат да бидат слични кога особините би се разгледувале поединечно. Освен тоа, единките кои се со слични фенотипови по однос на дадена особина, немаат секогаш и еднаков генотип.

Низ еволуцијата се појавувале различни алели кои носат одредени карактеристики кои ѝ помогнале на единката да преживее. Овие карактеристики можат да се пренесат во следната генерација потомци, во комбинација со други карактеристики од алелот од партнерот.

ГРЕГОР МЕНДЕЛ И ЗАКОНИТЕ ЗА НАСЛЕДУВАЊЕ

Грегор Мендел (1822-1884) бил свештеник, учител и научник, а денес се смета за „таткото на генетиката“. Во еден период од животот пристапил во монашки ред во Брно. Подоцна му било овозможено да студира природни науки во Виена, каде што покажал посебен интерес за математиката, биологијата и физиката. Тоа образование му дало добра основа за експерименталната работа и правилно толкување на резултатите. На манастирскиот посед имал добри услови за ботаничка работа и така почнал да ги следи промените на некои својства кај градинарскиот грашок.

Тој работел со градинарски грашок, при што следел 7 различни особини, како: висина на стеблото, боја на цветот, поставеност на цветовите, боја и форма на плодот и на семето. Принципот на неговата работа бил ист, за сите особини посебно. Прво ги одбрал единките со бараната особина и ги вкрстувал меѓу себе, со цел да добие чиста линија на примероци за таа особина, односно сите потомци да ја имаат истата форма на особината. Издвоил по две чисти линии за сите 7 особини кои ги набљудувал (Слика 2.15)



Слика 2.15 Чисти линии за 7 алтернативни особини кај градинарски грашок

Потоа, ги вкрстувал растенијата со различни форми за иста особина (пр. алтернативна особина, боја на зрно – жолто или зелено). Тој прецизно го анализирал потомството и ги броел единките кои покажувале една од двете алтернативни особини. При првото вкрстување, една особина се појавила 100% во потомството. Потоа, тој дозволил второ вкрстување меѓу единките добиени од првото вкрстување. Кај потомците на сите 7 особини забележал однос меѓу алтернативните особини од 3:1. Исто така, забележал дека другите особини не влијаат едни на други и се наследуваат независно. Имено, висината не влијаела на бојата на семето, или формата на мешунката. Алтернативната особина, која била три пати повеќе застапена, ја нарекол **доминантна особина**, а другата, помалку застапената – **рецесивна особина**.

МОНОХИБРИДНО ВКРСТУВАЊЕ

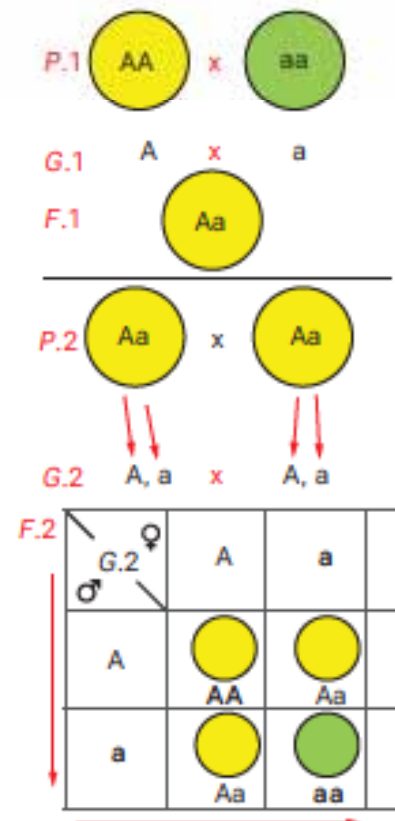
Мендел вршел вкрстувања на единки грашок со две експресији на некоја особина. Бидејќи набљудувал само една особина, ова вкрстување се нарекува **монохибридно вкрстување** (моно = едно). Притоа, тој прецизно евидентирал во колкав број од потомството таа ќе се манифестира. Кај сите особини го забележал следното:

1. При првото вкрстување, сите единки имале иста експресија, иако нивните родители биле со различна експресија; и
2. При второ вкрстување помеѓу единките добиени од првото вкрстување, секогаш се појавувал броен однос 3:1 во прилог на експресијата која се појавува во првата генерација.

На слика 2.16 е претставено монохибридно вкрстување на чисти линии од двете експресији на особината боја на семе кај грашокот, жолто и зелено.

доминантни својства -виолетов цвет, жолто семе, мазно семе, подуен плод (мешунка без прегради), зелен плод, високо стебло, цветови во основа на листови

рецесивни својства-бел цвет, зелено семе, збрчкано семе, мешунка со прегради, жолт плод, ниско стебло, цветови на врв на стебло



Слика 2.16 Монохибридно вкрстување и Панетова мрежа

Забележете ја поставеноста на ознаките:

P латинично означува парентална генерација (родителска);

F латинично означува филијална генерација (потомци);

G латинично означува гамети.

Кога има повеќе можни гамети, за да се постигне прегледност на добиените комбинации, се користи т.н. Панетова мрежа (Слика 2.16). Вертикално и хоризонтално во првите редови од мрежата се претставуваат гаметите на двата родители, а потоа се спојуваат во комбинации.

Алелите можат да бидат во две форми, доминантна и рецесивна. Во овој случај, на сликата, претставена е доминантната експресија на особината жолта боја на семе кај грашокот. Бидејќи станува збор за чисти линии, генотипот на жолтото семе во P_1 -генерација е AA (доминантен хомозигот). Кај растението со зелено семе, станува збор за рецесивна форма, односно се бележи со aa (рецесивен хомозигот). Бидејќи кај двете растенија двата алели се исти, можни се само по една гамета, за таа особина. Кај доминантниот хомозигот тоа е A, кај рецесивниот хомозигот тоа е a. Во првата филијална генерација (F_1), сите добиени единки имаат жолто семе. Генотипот овде за сите е ист, Aa, и се нарекува хетерозигот. Ако се направи меѓусебно вкрстување на два хетерозиготи (парентална генерација P_2), за секој родител ќе има по две можни гамети, односно, по еден од различните алели во секоја гамета. Резултатот во F_2 -генерацијата е: два фенотипа, жолто и зелено семе со меѓусебен сооднос 3:1, и три генотипа AA, Aa и aa, со меѓусебен сооднос 1:2:1. Во F_3 -генерацијата добил интересни резултати. Имено, жолтите семиња се развиле во растенија со жолто семе, зеленото семе дава растенија со зелено семе, додека од семињата хетерозиготи повторно се добиваат 1/4 растенија со жолто семе (хомозиготи), а 2/4 растенија со жолто семе (хетерозиготи), и 1/4 растенија со зелено семе (хомозиготи). Врз основа на добиените резултати Мендел ја дал хипотезата дека: алтернативните својства како што се боја на семе, форма на семе, висина на стебло, боја на цветот итн., се контролирани од наследни фактори (денес ги знаеме како гени), кои ги има во различни облици, кои не се интегрираат, туку независно се распределуваат.

Активности:

- Истражете како Мендел успеал да ги раздвои селектираните примероци растенија за да не дојде до самооплодување или оплодување помеѓу групите растенија, кои требало да станат чисти линии.
- Истражете на интернет за наследувањето на различни особини кај луѓето (може и друга табела за особини кај животните, или кај растенијата). Резултатите претставете ги табеларно, со нивната доминантна и рецесивна експресија.

Прашања за повторување:

1. Дефинирај алели.
2. Колку алели за одреден ген се можни во генотипот?
3. Какви можат да бидат алелите според експресијата?
4. Кои алели се нарекуваат доминантни, а кои рецесивни? Како се бележат?
5. Какви комбинации на парови алели постојат? Како се нарекуваат?
6. Со кои особини и нивни експресии експериментирал Мендел?
7. Зошто е важна неговата работа? Што докажал во врска со наследувањето на особините?

Клучни точки:

- ✓ Алелите се функционални форми на генот. Станува збор за парови гени наследени од двата родители по еден (односно по еден алел). Парот алели може да се идентични или со мала разлика во секвенцата од ДНК-базите. Овие разлики го прават секој организам уникатен, во однос на неговите особини.
- ✓ Секој организам, за секој ген наследува два алели, по еден од секој родител. Во генотипот секогаш се пар алели, и покрај тоа што за еден ген можат да постојат многу алели во популацијата на некој вид.
- ✓ Интеракцијата меѓу алелите за секоја особина даваат различни експресији на особините кај организмите. Оваа експресија на комбинациите алели кои носат специфични карактеристики наследени од предците, се нарекува фенотип.
- ✓ Грегор Мендел ги воочил правилата на наследување на алелите преку неговите експерименти со различните особини кај грашокот. Притоа, видел дека различните експресији на особините, како, на пример, боја на семе, форма на семе, висина на стебло, боја на цветот итн., се контролирани од наследни фактори (подоцна наречени гени).
- ✓ При монохбридно вкрстување, тој следел како се наследуваат факторите (гените) за една особина, преку експресијата на двете форми од алелите. Називот „монохбридно вкрстување“ се однесува на принципот на наследување на една особина.
- ✓ Мендел видел дека наследните фактори не се интегрираат, туку се наследуваат независно како целосни. Комбинациите на овие наследени фактори носат различни експресији на особините во фенотипот.

2.6. ГРАДБА И ОСОБИНИ НА ХРОМОЗОМИТЕ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

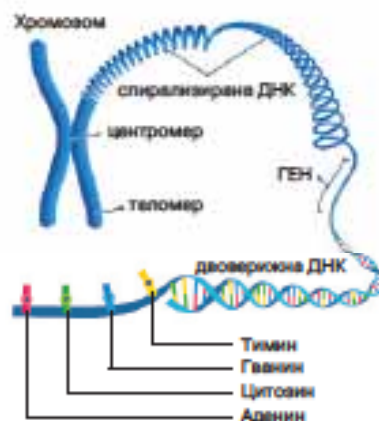
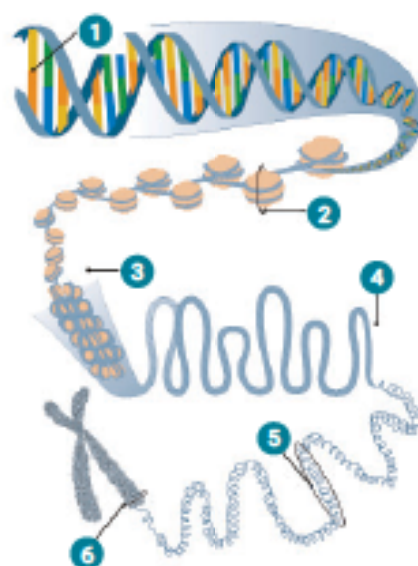
- ✓ Ја опишува градбата на хромозомите;
- ✓ Објаснува како се поврзани хромозомите со наследните процеси.

ИСТОРИЈА НА ХРОМОЗОМИТЕ

Грегор Мендел во XIX век ги почнува проучувањата во врска со наследувањето. Тој во своите истражувања говори за т.н. наследни фактори. На основа на неговите истражувања, и описот на хромозомите кон крајот на XIX век, Сатон и Бовери на почетокот на XX век, независно еден од друг, објавуваат т.н. „Хромозомска теорија на наследувањето“. Според неа, хромозомите се носители на генетската наследност, а движењето на хромозомите за време на мејозата ги потврдува законите на Мендел за наследувањето. Конечно, Томас Морган во 1910 година, експериментирајќи врз винска мушичка, докажува дека гените се поставени линеарно по должината на хромозомите (Слика 2.17).

ХРОМАТИН, ХРОМОЗОМ И СТРУКТУРА НА ХРОМОЗОМ

Во најголемиот дел од клеточниот циклус, односно интерфазата, хромозомите се во вид на кончести и долги творби, испреpletени помеѓу себе. Како такви, не можат да се набљудуваат со школски микроскоп. Јадрото е исполнето со хроматин, односно хромозоми кои се менуваат во текот на клеточниот циклус. Со почетокот на делбата на јадрото, хромозомите почнуваат да се спирализираат и да стануваат повидливи. Особено



Слика 2.17 Ген поставен линеарно по должината на хромозом

1. ДНК молекула
2. ДНК молекула спакувана со протеини (хистони)
3. хроматинска нишка-хромонема
4. спирализирана хроматинска нишка
5. почеток на спирализација на двохроматиден хромозом
6. силно спирализиран метафазен (двохроматиден) хромозом

Слика 2.18 Структура на хромозом

видливи се кога се максимално спирализирани, во метафаза (Слика 2.18).

Најчесто хромозомите ги претставуваме како структури во форма на буквата X (Слика 2.19).

Тоа е двохроматидна форма на хромозом (со две сестрински хроматиди), кој веќе поминал низ интерфаза (Слика 2.19 Б). Станува збор за две идентични копии на еден хромозом (добиени со репликација на ДНК), поврзани помеѓу себе со центромерот, во регионот на примарното стеснување. Во хроматинското јадро, пред репликацијата, хромозомите се еднохроматидни (Слика 2.19 А). Секој хромозом на краевите има структури наречени **теломери** (Слика 2.19). Тие ја гарантираат индивидуалноста на хромозомите и не дозволуваат нивно хаотично поврзување.

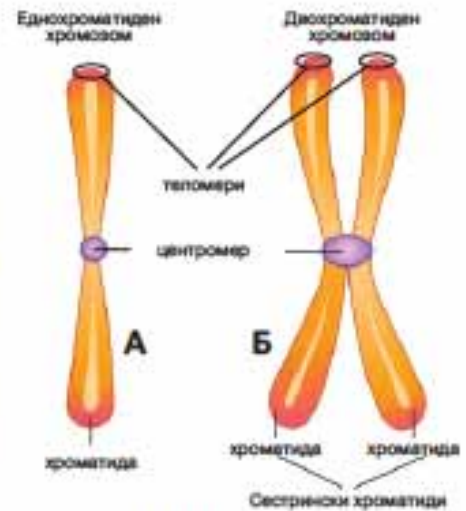
Хромозомот има **примарно стеснување (констрикција)**, каде што е и центромерот, а може да има и второ **секундарно стеснување**, наречено **нуклеоларен организатор**, бидејќи игра улога во конституирањето на јадренцето во телофаза. Хромозомите кои го имаат секундарното стеснување уште се нарекуваат сателитски хромозоми, бидејќи делот што останува над секундарното стеснување се нарекува **сателит** (Слика 2.20).

Според поставеноста на примарното стеснување, во однос на краците, хромозомите се поделени во неколку групи (Слика 2.21):

- метацентричен хромозом, каде примарното стеснување се наоѓа приближно на средината на хромозомот, делејќи го на два краца исти по должина;
- субметацентричен хромозом, каде стеснувањето е подалеку од средината, а краците се со нееднаква должина;
- акроцентричен (или субтелоцентричен) хромозом, каде стеснувањето го дели хромозомот на два крака, притоа едниот крак е многу краток во однос на другиот;
- телоцентричен хромозом каде стеснувањето е поставено на самиот крај на хромозомот, па изгледа дека има само еден крак.

Кај некои хромозоми се забележуваат специфични јазлести задебелувања вдоль нивното тело наречени **хромомери**.

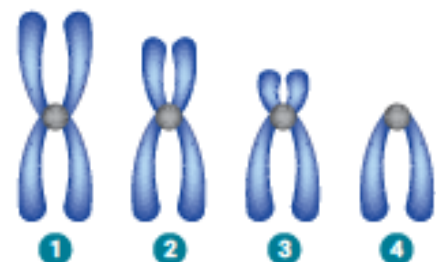
Хроматидата е изградена од **хромонема** (ДНК-молекула и хистони) и матрикс (Слика 2.22). Всушност, таа е материјалниот носител на ДНК-молекулата, која со протеините – хистони прават стабилна структура на хромозом.



Слика 2.19 Еднохроматиден и двохроматиден хромозом



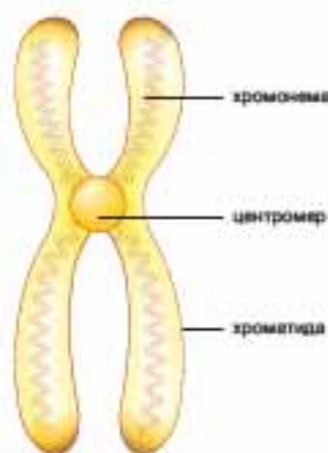
Слика 2.20 Примарно и секундарно стеснување на хромозом (констрикција)



Слика 2.21 Поделба на хромозомите според местото на примарното стеснување во однос на краците:

- 1 – Метацентричен хромозом
- 2 – Субметацентричен хромозом
- 3 – Акроцентричен (субтелоцентричен) хромозом
- 4 – Телоцентричен хромозом

Примарното стеснување и поседувањето секундарно стеснување, сателити и/или хромомери се специфични одлики на одделни хромозоми, и генетичарите можат лесно да ги разликуваат и именуваат.



Слика 2.22 Двохроматиден, метафазен хромозом

Активности:

• Набљудување ДНК од јагода

Потребен материјал:

- јагода;
- морска сол;
- детергент за миене садови;
- алкохол, 96 %;
- вода;
- чаша од 100 mL;
- кесичка со патент;
- газа или филтер-хартија (може филтер-хартија за кафемат)
- инка;
- епрувета.

Начин на изведување:

Јагодата се става во кесичка со патент, се истиснува воздухот и се затвора. Потоа се гмечи јагодата со прсти, 5 минути. Во кесичката потоа се додаваат 100 mL вода, малку детергент за миене садови и сол (низ прсти, се посолува). Се затвора кесичката и повторно се гмечи, за да се изедначи смесата. Потоа се процежува смесата низ филтер-хартијата во чашата. Потоа, содржината се претура во потесна чаша или во широка епрувета. Внимателно, се додава алкохолот по самата површина, внимавајќи да не се измеша содржината. Се додава иста количина алкохол, колку што има и смеса од сокот од јагодата. Се гледаат два слоја течност, горниот слој е алкохолот. Речиси во исто време ќе почне да се гледаат памуковидни структури помеѓу слоевите. Тоа се нишки ДНК, кои се издвојуваат од содржината.

Прашања за повторување:

1. Што кажуваат Сатон и Бовери за гените и нивната поставеност, а што тврди Томас Морган?
2. Кога хромозомите се еднохроматидни, а кога двохроматидни?
3. Како изгледаат метафазните хромозоми?
4. Како се делат хромозомите според примарното стеснување?
5. Која е функцијата на теломерите?
6. Како се викаат хромозомите кои имаат секундарно стеснување и зошто?
7. Што е хромонема?

Клучни точки:

- ✓ „Наследните фактори“ на Мендел биле основа Сатон и Бовери да дојдат до сознание дека гените се наоѓаат на одредени места на хромозомите и дека се движат со нив при мејозата, а Томас Морган ги лоцира гените линеарно вдоль молекулата на хромозомот.
- ✓ Хромозомите во најголемиот дел од животот на клетката се наоѓаат во јадрото во форма на испреплетени конци од хромозомски нишки. Тие го обојуваат јадрото сиво, гледано под микроскоп, и поради способноста да се обојуваат се нарекуваат хроматин.
- ✓ Формата X на хромозомот е всушност двохроматиден хромозом, составен од две хроматиди (едната е копија на другата, преку процесот на репликација). Оваа форма е најдобро видлива, поради спирализацијата на хроматидите во метафаза од делбата на јадрото.
- ✓ Хромозомот има едно примарно стеснување, во кое е поставен центромерот и со кое тој се дели на краци. Според должината на краците, хромозомите се делат на метацентрични, субметацентрични, акроцентрични и телоцентрични.
- ✓ Некои хромозоми имаат и секундарно стеснување (нуклеоларен организатор), а делот кој останува над стеснувањето се нарекува сателит. Овие хромозоми се нарекуваат сателитски.
- ✓ На краевите, хроматидите имаат структура – теломер, кој спречува слепување на хромозомите и губење на индивидуалноста (понекогаш деловите од хромозомите имаат афинитет да се слепуваат).
- ✓ Хромонемата е основната структура на хромозомот, изградена од ДНК-молекула спакувана со хистони, кои ѝ даваат стабилност. Хромонемата се поврзува со матрикс со кој гради хроматидата.

2.7. ХАПЛОИДНО И ДИПЛОИДНО ЈАДРО

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Прави разлика меѓу хаплоидно и диплоидно јадро во однос на бројот на хромозоми;
- ✓ Го објаснува настанувањето и улогата на хаплоидно и диплоидно јадро во клеточната делба;
- ✓ Прави разлика помеѓу автозомни и полови хромозоми;
- ✓ Ја објаснува улогата на автозомни и полови хромозоми во наследувањето.

БРОЈ НА ХРОМОЗОМИ

Бројот на хромозомите за секој вид е константен. Тоа значи дека секоја следна генерација од тој вид го има истиот број хромозоми. Притоа, бројот на хромозомите не се врзува со сложеноста на видот. Во табелата 2.2 се претставени неколку различни организми, со бројот на хромозоми во јадрата на нивните клетки.

ПОЛОВИ И ТЕЛЕСНИ КЛЕТКИ

Во телата на организмите кои се размножуваат полово, постојат два типа клетки: полови клетки (гамети) и телесни (соматски) клетки. Кај овие два типа клетки особено е важна разликата во бројот на хромозомите во јадрото, односно, кај половите клетки бројот на хромозоми е половина од бројот кај телесните клетки. Намалувањето на бројот на хромозомите за половина се случува во мејоза I (ќе се запознаете подетално со овој процес во наредните методски единици). Ова намалување (редукција) е потребно за да се одржи константноста на бројот на хромозомите, откако ќе настане оплодување на јајце-клетката со сперматозоидот.

Табела 2.2. Број на хромозоми

Организам	Број на хромозоми
коњско опавче	216
златна рипка	100
куче	78
кокошка	78
коњ	64
шимпанзо	48
човек	46
секвоја	22
валчест црв	11м/12ж
винска мушичка	8
комарец	6
нематода	2

ХАПЛОИДНО И ДИПЛОИДНО ЈАДРО

Хромозомите кои ги поседуваат организмите се добиени во сетови, по еден сет од нивните два родители. Притоа, секој сет хромозоми ги содржи сите хромозоми што ги поседува организмот (различни по големина и особености), а нивниот број се нарекува **хаплоиден** и се бележи со латинично n (Слика 2.23). На пример, гаметите кај човекот содржат $n=23$ хромозоми, кај шимпанзото

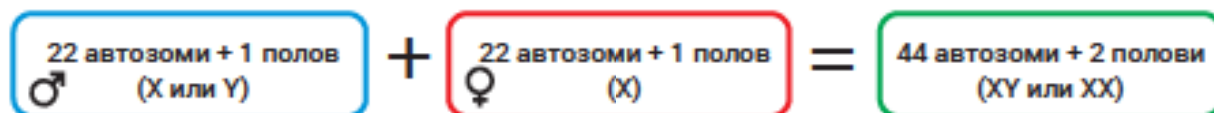
$n=24$ хромозоми, кај кокошката $n=39$ хромозоми, кај пченката $n=10$ хромозоми, кај грашокот $n=7$ хромозоми итн. Всушност, гаметата содржи единечен геном.

При оплодувањето се случува спојување на јадрата на двете гамети, женската и машката, и се добива оплодена јајце-клетка – зигот. Во јадрото на зиготот бројот на хромозомите изнесува $2n$ (Слика 2.23) или **диплоиден број** ($n + n = 2n$).

Од зиготот, понатаму со митотски делби (митоза) ќе се создаде целиот организам, а сите негови клетки ќе содржат диплоидно јадро со $2n$ број хромозоми. Всушност, секој хромозом од едната гамета сега добива друг хромозом за пар од другата гамета. Овие хромозоми се нарекуваат хомоложни хромозоми. Тие ги носат гените за истите особини на организмот, но понекогаш со мали разлики во нивните структури. На сликата 2.24 е претставен шематски приказ на оплодување меѓу сперматозоид и јајце-клетка кај човек, а се спомнуваат автозоми и полови хромозоми.



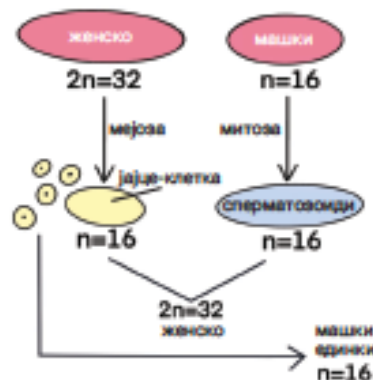
Слика 2.23 Хаплоиден (n) број хромозоми и диплоиден ($2n$) број хромозоми



Слика 2.24. Број на хромозоми кај сперматозоид, јајце-клетка и во оплодена јајце-клетка кај човек

Кај луѓето постои очигледна разлика во автозомите (телесните хромозоми), во однос на половите хромозоми. Генетичарите ги разликуваат автозомите од останатите хромозоми поради спарувањето. Кај половите хромозоми, парот не е составен секогаш од исти хромозоми, па затоа тие носат ознака со буква „X“ и/или „Y“. Автозомите носат ознака за број на парот и ги има 22 пара. Нумерирањето е генерално поради должината на хромозомот и редоследот во групирањето по големина (со мала отстапка кај 21. и 22. хромозом).

На сликата 2.24 се гледа дека секој автозом кај сперматозоидот (22 автозоми) ќе добие хомологен пар од автозом по потекло од јајце-клетката (22 автозоми). Исто така, се гледа и дека во сетот на сперматозоидот може да има еден од можните два полови хромозоми (X или Y), додека во сетот на јајце-клетката може да има само еден тип на полов хромозом (X). Во зиготот тоа ќе биде 23. пар хромозоми, чија комбинација ќе го одреди полот на новата единка (XY за машки, односно XX за женски пол).



Слика 2.25 Илустрација за партеногенетски развој на машки единки кај ципокрилици

Кај некои видови инсекти, како кај пчелите, осите, мравките, машките единки се развиваат од неоплодени јајца и се хаплоидни, а женските единки се развиваат од оплодени јајца и се диплоидни (Слика 2.25).

ПОЛИПЛОИДНО ЈАДРО

Повеќето цицачи се со диплоиден број хромозоми, како и луѓето, но има организми кои имаат повеќе од два хромозома во секоја хомологна група и се полиплоидни (за нив ќе учите во следните модуларни единици). На пример, јагодите се октаплоидни ($8n$) – со осум комплети/сета од по седум хромозоми или вкупно 56 хромозоми (Слика 2.26).



Слика 2.26 Јагода октаплоид ($8n$), лево, во споредба со диплоидна форма, десно

Активности:

- Истражете на интернет и пронајдете информации за диплоидниот број хромозоми кај други видови организми. Проширете ја табелата 2.2 со пронајдените информации и организми.
- Како што видовте на сликата 2.26, полиплоидните растенија имаат поголем плод. Истражете на интернет кои од плодовите што ги користите во исхраната се всушност полиплоидни. Направете список од нив. Споделете ги сознанијата со другите ученици.

Прашања за повторување:

1. Дали бројот на хромозоми во јадрото ја одредува сложеноста на организмот? Објасни го одговорот со примери.
2. Што значи хаплоидно, а што диплоидно јадро?
3. За кои клетки е карактеристично хаплоидно, а за кои диплоидно јадро?
4. Како се поделени хромозомите кај човекот? Која карактеристика е земена за правењето на поделбата?
5. Кои хромозоми го одредуваат полот на единката?
6. Објасни зошто е важно да има хаплоиден број хромозоми во гаметите.
7. По колку автозоми се наследуваат од двата родители кај луѓето?

Клучни точки:

- ✓ Организмите ги наследуваат хромозомите како сетови од родителите. Притоа, секој сет ги содржи сите различни хромозоми карактеристични за видот. Па така, организмите кои се размножуваат полово во своите телесни клетки содржат по два сета комплетни хромозоми.
- ✓ Сетот од различни хромозоми содржи хаплоиден број хромозоми и се бележи со латинично „n“.
- ✓ Кај организмите кои се размножуваат полово постојат два типа клетки, поделени според бројот на хромозоми во нивните јадра: телесни (соматски) клетки, кои имаат диплоиден број хромозоми (се бележи $2n$); и гамети (полови клетки), кои имаат хаплоиден број хромозоми (се бележи со n).
- ✓ При оплодувањето, доаѓа до соединување на двете јадра од гаметите (кои се со хаплоиден број хромозоми), при што се добива едно јадро со диплоиден број хромозоми ($n + n = 2n$).
- ✓ Хаплоидниот број хромозоми се добива со редуцирање на бројот на хромозомите во јадрото при неговата делба – мејоза, поточно во мејоза I. Ова е суштинско поради задржување на константниот број хромозоми за секој вид, покрај половото размножување и соединувањето на хромозоми од двата родитела.
- ✓ Во диплоидното јадро постојат парови хромозоми, по еден од двата родитела, кои носат исти гени, понекогаш со мали структурни разлики меѓу нив. На тој начин се овозможува пренесување на наследни особености од двата родитела на следната генерација.
- ✓ Кај луѓето постои поделба на хромозомите според должината. Притоа, 22 пара хромозоми се означени со броеви, почнувајќи од парот 1, кои се најдолги, па до парот 22 (освен парот 21, кои се малку пократки од парот 22). Овие хромозоми се наречени автозоми (телесни хромозоми).
- ✓ Последниот, 23. пар хромозоми кај човекот, се полови хромозоми. Кај мажите, хромозомот X се разликува од хромозомот Y, кој е видно пократок. Затоа овие хромозоми, за разлика од автозомите, се означуваат со буквите на кои наликуваат – X и Y.

2.8. КАРИОТИП, КАРИОГРАМ И ИДИОГРАМ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Опишува кариотип, кариограм, идиограм;
- ✓ Ја објаснува нивната примена во генетиката.

ПОИМ ЗА КАРИОТИП

Хромозомите во најголемиот дел од клеточниот циклус (од една до друга делба на клетката) имаат кончеста форма. Всушност, во јадрото има долги кончести хромозоми, силно испреплетени во густа маса која на светлосен микроскоп има светлосива боја, и е наречена хроматин. Но, во краткиот период при делбата на јадрото, хромозомите се спирализираат и добиваат задебелен и скусен изглед, со X-овидна форма. Станува збор за двохроматидни хромозоми, идентични копии на хроматиди во хромозомот, прикачени со центромерот меѓу себе (Слика 2.27).

Основна карактеристика на организмите од еден вид е истиот константен диплоиден број на хромозоми во нивните клетки. Хромозомите се разликуваат меѓу себе според нивната морфологија (изглед, форма), како, на пример: должина на хромозомите, односно должината на краците во однос на примарното стеснување, поседување секундарно стеснување и сателити, хромомери (јазловидни задебелувања) и слично. Сите овие специфични карактеристики се уникатни за видот и неговите хромозоми. Збирот на метафазните хромозоми во диплоидното јадро, односно во телесната клетка се нарекува **кариотип**. На сликата 2.28 е претставен човечки кариотип како микрофотографија (фотографија направена од микроскопски препарат).

На фотографијата, често се случува хромозомите да бидат преклопени или извртени, што ја прави идентификацијата на поединечни хромозоми потешка.

ПОИМ ЗА КАРИОГРАМ

За да се поедностави идентификацијата, се изработува кариограм. Станува збор за систематско подредување на хромозомите во хомологни парови по големина. За таа цел се прави микрофотографија од кариотипот, која потоа се сече по хромозоми. Исечените делови од фотографиите со хромозоми кои не се преклопуваат се редат во редови согласно нивните

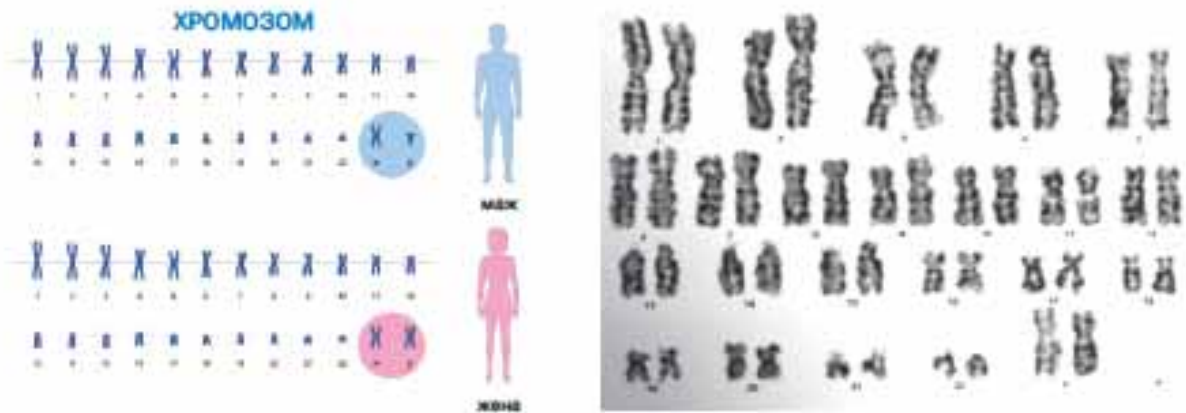


Слика 2.27 Двохроматиден метафазен хромозом



Слика 2.28 Микрофотографија на кариотип кај човек

карактеристики и специфична морфологија на замислена хоризонтална линија со центромерот на линијата (Слика 2.29).



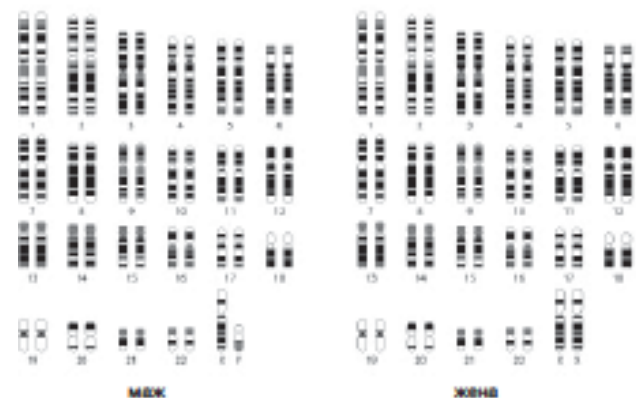
Слика 2.29 Кариограм

Кариограмот овозможува детектирање на неправилностите во кариотипот на единката која се анализира. Нормалниот кариотип на човек изнесува $2n=46$ хромозоми. Секое отстапување од овој број, како, на пример, при вишок или недостаток на хромозоми во кариотипот, укажува на промени кои доведуваат до појава на неправилности и на т.н. синдроми.

Утврдувањето на бројот на хромозомите е често користена метода во истражувањата на генотипот во биологијата, медицината, земјоделството и ветерината.

ИДИОГРАМ

Претставувањето на кариограмот во вид на шематски приказ, каде хромозомите се претставени со специфични ознаки за некои нивни морфолошки особености, во хомологни парови, се нарекува идиограм. Притоа се запазува редоследот на хромозомите, како и поставеноста на центромерот на замислената хоризонтална линија (Слика 2.30).



Слика 2.30 Идиограм

Активности:

- Хромозомите кај луѓето се поделени во неколку групи – според нивната должина и особеностите. Истражете на интернет и направете групирање на хромозомите во 7 групи според примарното стеснување. Потоа презентирајте пред другите соученици за секоја од групите хромозоми, со краток осврт на нивните морфолошки карактеристики.

Прашања за повторување:

1. Што значи кариотип?
2. Како се прави кариограм?
3. Која е разликата меѓу кариограм и идиограм?
4. Зошто се користат кариотипот, кариограмот и идиограмот?

Клучни точки:

- ✓ Кариотип претставува збир на метафазните хромозоми во соматските клетки на еден организам, кои се разликуваат по нивните морфолошки особености, како, на пример: должина, поставеност на примарно стеснување, поседување секундарно стеснување и сателит, задебелувања и слично. Од нив се прави микрофотографија (фотографија на микроскопски препарат), која се користи за анализа на хомологните парови хромозоми, во однос на нивниот број.
- ✓ Кариограмот претставува детален преглед на фотографираниите хромозоми од кариотипот, подредени систематски на замислена хоризонтална линија, во парови хомологни хромозоми, користејќи ги нивните карактеристични особености во морфолошкиот изглед. Кариограмот може да се претстави шематски, со цртање линии, но со запазување на морфолошките особености на хромозомите (идиограм).
- ✓ Утврдувањето на точниот број хромозоми во кариотипот на единката е важна метода и алатка за анализа и дијагностицирање различни промени (анатомски и физиолошки), која се користи во различни биолошки дисциплини, особено во модерната медицина, ветерината и земјоделските науки.

Дефиниција

Кариотип претставува организиран приказ на бројот, големината и морфолошките обележја на сите метафазни хромозоми во телесна клетка на организмот.

Кариограм претставува организиран приказ на метафазните хромозоми во една клетка, подредени по парови, големина и морфологија.

Дефиниција

Идиограм претставува графички (шематски) приказ на кариотипот кој ја прикажува морфологијата (големината, обликот, типот на хромозомот) со означени примарни и секундарни стеснувања и други специфични обележја на хромозомите

2.9. КЛЕТОЧЕН ЦИКЛУС И ИНТЕРФАЗА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

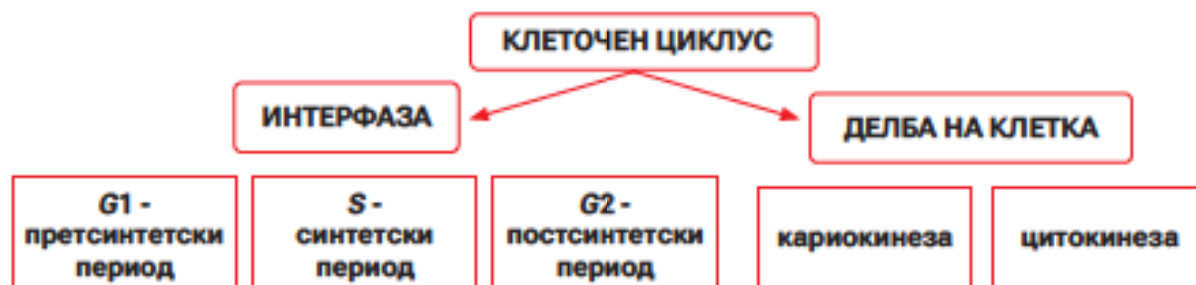
- ✓ Го дефинира клеточниот циклус;
- ✓ Набројува периоди и фази од клеточниот циклус;
- ✓ Ја објаснува улогата на фазите во животниот циклус на клетката.

ПОИМ ЗА КЛЕТОЧЕН ЦИКЛУС

Кога се зборува за циклус, обично се мисли на некое случување што има свој временски интервал на повторување. Притоа, крајот на интервалот е почеток на новиот интервал, неговиот крај е почеток на следниот итн.

Кога поимот циклус се користи како клеточен циклус, всушност се мисли на еден животен век на клетката. Создавањето на новите клетки, без разлика дали се работи за едноклеточни или повеќеклеточни организми, се случува со делба на клетката, која се нарекува клетка мајка, од која се добиваат две нови клетки ќерки. На овој начин се размножуваат клетките. Всушност, клеточниот циклус се однесува на временскиот интервал од моментот на добивање на клетката ќерка со делба на клетката мајка, сè до моментот кога таа ќе биде клетка мајка и ќе се подели. При исполнувањето на клеточниот циклус, клетката минува низ серија последователни периоди и процеси, кои опфаќаат раст на клетката, метаболичка активност, удвојување (репликација на ДНК), кај најголемиот дел делење на јадрото и цитоплазмата.

Кај еукариотите, клеточниот циклус е поделен на интерфаза и делба на клетката. На сликата 2.31 е претставен општ дијаграм на процесите во рамките на клеточниот циклус.



Слика 2.31 Дијаграм на процесите во клеточниот циклус

ИНТЕРФАЗА

Интерфазата е многу важна за клеточниот циклус бидејќи тогаш настанува репликација на ДНК и органелите. Таа започнува во секоја новонастаната клетка. Како „новородена“ клетка, таа треба да израсне и да насобере материјал и енергија, да се подготви за својата делба. Овој процес бара повеќе време, па најголемиот дел од клеточниот циклус отпаѓа на интерфазата.

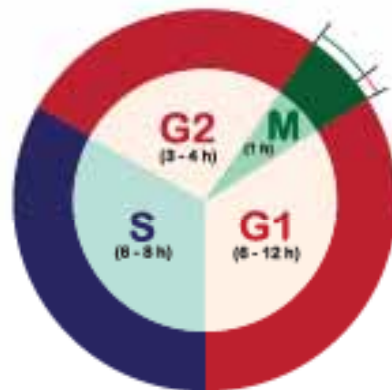
Според специфичните промени кои се случуваат, интерфазата се дели на три периоди:

- Претсинтетски период (G1) – клеточен раст, синтеза на сите типови на РНК, протеини, липиди, но и АТФ (аденозин(III) фосфат (или АТР)) молекули, кои ќе бидат извор на енергија, како и создавање нови органели (G – growth).
- Синтетски период (S) – репликација на ДНК, еднохроматидните хромозоми стануваат двохроматидни.
- Постсинтетски период (G2) – завршна синтеза на протеини и органели, подготовка за митотичкиот апарат (делбеното вретено)

На сликата 2.32 е претставен дијаграм на клеточниот циклус.

Ако хипотетички замислите дека еден циклус трае 24 часа, на претсинтетскиот период (G1) би припаднале 6-12 часа, 6-8 часа би припаднале на синтетскиот период (S) и нешто повеќе од 3 часа на постсинтетскиот период (G2). Интерфазата севкупно би траела 23 часа. За делот делба на клетката (M) би останале околу 1 час. Тука, во овој краток временски период ќе се случат – прво кариокинезата (делба на јадрото) и веднаш потоа цитокинезата (делба на цитоплазмата).

Во интерфазата хромозомите не се видливи бидејќи хромозомскиот материјал е во форма на долги испреплетени конци, кои го исполнуваат јадрото и формираат хроматин.



Слика 2.32 Дијаграм на клеточниот циклус

- претсинтетски период (G1)
- синтетски период (S)
- постсинтетски период (G2)
- делба на клетката (M)

Активности:

- Истражете на интернет, кои клетки во човечкото тело:
 - имаат најкраток животен век;
 - имаат најдолг животен век и
 - никогаш не се делат.
- Направете листа на типови клетки според должината на циклусот, од најкраток до најдолг клеточен циклус.

Прашања за повторување:

1. Зошто е значајна интерфазата?
2. Што се случува во интерфазата?
3. Кои се периодите на интерфазата?
4. Која е разликата меѓу периодите G1 и G2?
5. Во кој период настанува удвојување (репликација) на ДНК?

Дефиниција

Клеточниот циклус е серија на регуларни, генетски контролирани фази низ кои поминува клетката од нејзиното формирање до моментот кога се дели на две клетки ќерки.

Клучни точки:

- ✓ Животот на клетката од нејзиното добивање до нејзината делба на две нови клетки се нарекува клеточен циклус. Во овој временски интервал се случуваат значајни промени во клетката, при кои таа расте, создава структури и материи и конечно се дели (размножува) на две нови клетки.
- ✓ Клеточниот циклус се состои од повеќе периоди и процеси. Зависно од процесите, тој е поделен на интерфаза и делба на клетката. Делбата на клетката, пак, опфаќа делба на јадрото и делба на цитоплазмата.
- ✓ Интерфазата се состои од три периоди, кои се проследени со специфични процеси во нив: претсинтетски период (G1), кој воедно трае најдолго и во кој се случува раст на клетката, проследен со синтеза на РНК, протеини и липиди, особено органели; синтетски период (S), за кој е најзначајно одвивањето на репликацијата на ДНК (еднохроматидните хромозоми стануваат двохроматидни); и постсинтетски период (G2), во кој продолжува синтезата на протеините и делбеното вретено.
- ✓ Потоа следува делба на клетката, која трае релативно кратко во однос на интерфазата, а самата делба е поделена на два значајни процеси: делба на јадрото (кариокинеза) и веднаш потоа делба на цитоплазмата (цитокинеза).
- ✓ Добиените две нови клетки, секоја за себе, го продолжуваат животот како клетки во интерфаза од нивниот клеточен циклус.

2.10. ДЕЛБА НА ЈАДРОТО – КАРИОКИНЕЗА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги набројува фазите на делба на јадрото при митоза;
- ✓ Ги набројува фазите на делба на јадрото при мејоза;
- ✓ Ги објаснува разликите во бројот и изгледот на хромозомите.

ДЕЛБА НА КЛЕТКАТА

Откако ќе заврши интерфазата, клетката влегува во делба. Таа се состои од два процеси: кариокинеза (делба на јадро) и цитокинеза (делба на цитоплазмата). На сликата 2.33 е претставен шематски приказ на можните облици на делбата на јадрото и на цитоплазмата, зависно од типот на клетката.



Слика 2.33 Дијаграм на можните облици делба на јадрото и цитоплазмата

Кариокинезата може да биде во три различни форми, зависно од типот на клетките: **митоза** (се добиваат идентични, соматски клетки), **мејоза** (овозможува формирање полови клетки) и **амитоза** (директна делба на интерфазно јадро), која е специфична за некои едноклеточни микроорганизми еукариоти и некои клетки кај вишите организми.

МИТОЗА И ФАЗИ НА МИТОЗАТА

Најголемиот дел од клеточните делби во телата на организмите се митотски. Растот и развојот на телото се директно поврзани со митозите. Обновувањето на ткивата и клетките кои се оштетени или истрошени, исто така се прави со замена со нови клетки добиени повторно со митотски делби. Кај едноклеточните еукариотски организми, митозата е начин на размножување.

Главната цел е да се добијат клетки ќерки, кои се генетски идентични со клетката мајка. Јадрото на клетката мајка се дели на две идентични јадра, по едно за секоја ќерка. Митозата опфаќа четири фази: **профаза**, **метафаза**, **анафаза** и **телофаза**, а може да се сретнат и некои „преодни“ фази, како, на пример: прометафаза, рана метафаза, доцна анафаза и слично (Слика 2.34).



Слика 2.34 Митоза

Во профазата настанува спирализација и скусување на хромозомите, каде хроматидите стануваат видливи. Хромозомите се поврзуваат со нишките на делбеното вретено за да можат да се движат. На крајот од профазата исчезнуваат јадрената мембрана и јадренцата.

Во метафазата хромозомите се максимално спирализирани и наредени на средина на клетката, на т.н. екваторијална рамнина, поврзани со нивниот центромер за нишките на делбеното вретено.

Во анафазата хромозомите се делат надолжно и стануваат еднохроматидни. Со центромерот се насочени и се движат кон спротивните полови.

Во телофазата хромозомите се деспирализираат и издолжуваат, се реконструираат јадрената мембрана и јадренцата.

БРОЈ И ИЗГЛЕД НА ХРОМОЗОМИТЕ ВО МИТОЗАТА

Целта на митозата е од една ќерка мајка со диплоиден број хромозоми да се добијат две ќерки со диплоиден број хромозоми, идентични на ќерката мајка. На сликата 2.35 е претставен шематски приказ на бројот на хромозомите кај човекот низ целиот клеточен циклус со митоза.

На сликата 2.35 се забележува дека во интерфазата хромозомите кои се диплоиден број ($2n=46$) **еднохроматидни** хромозоми, стануваат **двохроматидни**, односно го добиваат изгледот на X. Притоа бројот на хромозоми не се



Слика 2.35 Дијаграм на митоза на човечка соматска ќерка, број на хромозоми во секоја фаза на делбата

менува и понатаму останува диплоиден. Потоа следуваат фазите на митоза, каде се случува распределба на хромозомите и разделување на еднохроматидни, повторно со диплоиден број, на секое од новодобиените јадра, а подоцна со цитокинезата и на две клетки (Слика 2.36). На тој начин се зачувува диплоидниот број на еднохроматидни хромозоми, идентично распределени во новите клетки.

МЕЈОЗА И ФАЗИ НА МЕЈОЗАТА

Со мејоза се добиваат гаметите, клетки кои треба да содржат еден сет хромозоми, за по оплодувањето, оплодената јајце-клетка/зигот повторно да има диплоиден број хромозоми. Оттука, мејозата, која уште се нарекува редукциска делба, има за цел да направи намалување/редукција на бројот на хромозомите од диплоиден ($2n$) број во хаплоиден број (n). Производ на мејозата се четири јадра, по цитокинезата клетки, со хаплоиден (n) број хромозоми, кои се добиваат од една клетка со диплоиден ($2n$) број хромозоми.

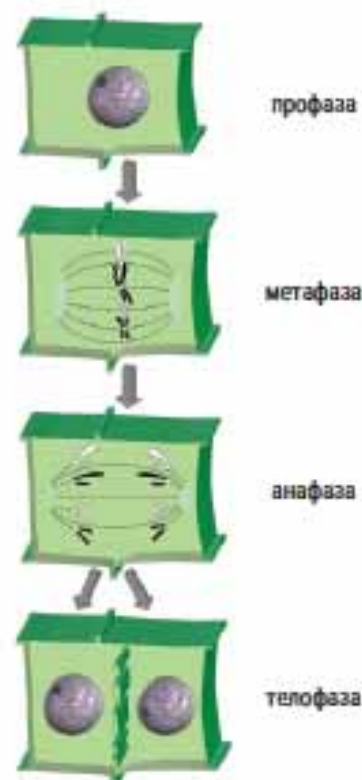
Мејозата, за разлика од митозата, се одвива во две последователни делби, кои носат назив мејоза 1 и мејоза 2. Секоја од нив ги има истите фази како кај митозата, со истите промени во движењата на хромозомите, но со бројка која ја означува последователната делба. Па така, во **мејоза 1** станува збор за: профаза 1, метафаза 1, анафаза 1 и телофаза 1. На нив се надоврзува **мејоза 2** со истите фази, но сега со бројот 2.

Притоа, мора да се истакнат две специфични карактеристики:

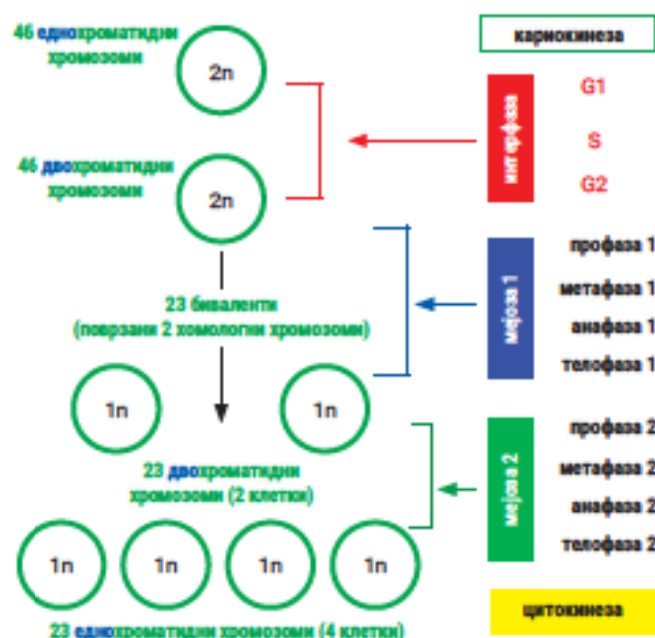
- вистинското намалување на бројот на хромозомите се случува во мејоза 1;
- нема интерфаза 2 (постои само една интерфаза пред да започне мејозата).

На сликата 2.37 е претставен шематски приказ на бројот на хромозоми кај човекот низ целиот клеточен циклус со мејоза.

На сликата 2.37 се забележува дека интерфазата е иста како кај митозата. Во текот на мејоза 1, диплоидниот ($2n$) број на хромозоми се редуцира/намалува и станува хаплоиден (n), поради поврзувањето на хомологните хромозоми во заедничка структура - биваленти, кои се изградени од 4 ДНК молекули, и се означуваат како тетради. Понатаму, овие тетради ќе се раздвојат на самостојни двохроматидни хромозоми кои ќе се распределат по еден од секој пар во новите јадра.



Слика 2.36 Изглед на хромозоми во тек на митоза во растителна клетка



Слика 2.37 Дијаграм на мејоза и добивање гамети кај човек, број на хромозоми во секоја фаза на делбата

Мејоза 1 завршува со производ од две клетки со по 23 двохроматидни хромозоми, додека мејоза 2 завршува со четири клетки (секоја од првите две се дели на две нови клетки), сега веќе со по 23 еднохроматидни хромозоми.

Активности:

- Организирајте квиз/натпревар помеѓу две групи ученици, при што првата група ќе подготви илустрации или цртежи за различни фази од митозата, а втората група од мејотската кариокинеза. Секоја од групите ученици ќе ги препознава и објаснува сликите или илустрациите на спротивната група и ќе одговара на поставените прашања поврзани со фазата. Исто така, натпреварот може да биде и препознавање фази од делбите анализирајќи ги директно на микроскоп, доколку имате препарати и светлосен микроскоп.

Прашања за повторување:

1. Кои се фазите од митотската кариокинеза?
2. Кое е значењето на митозата за организмите?
3. Како е поделена мејозата според процесите кои ги опфаќа?
4. Што се добива на крајот од мејоза 1?
5. Што се добива на крајот од мејоза 2?
6. Кое е суштинското значење на мејозата како редукциска делба?
7. Кој дел од мејозата наликува на процесите кои се одвиваат во текот на митозата?
8. По што се разликуваат митозата и амитозата?
9. За кои организми е карактеристична амитотска делба на јадрото?

Клучни точки:

- ✓ Митозата е значајна за растот и развојот на организмите, обновувањето на ткивата и клетките кои се оштетени или истрошени, за одржување на клетките кои се делат постојано или како начин на размножување.
- ✓ Со митоза се добиваат 2 идентични клетки ќерки кои имаат ист број хромозоми со мајчината клетка од која потекнуваат.
- ✓ Со мејоза се добиваат гаметите со редуциран/преполовен број на хромозоми, што овозможува одржување константен број хромозоми во зиготите и организмите низ генерациите, и одржување на видовите.
- ✓ Мејозата се одвива во две последователни делби кои носат назив мејоза 1 и мејоза 2.
- ✓ Вистинската редукција на хромозомите се случува во мејоза 1 кога се формираат две групации/идни јадра од по 23 двохроматидни хромозоми.
- ✓ Митозата и мејозата се сложени кариокинези, за разлика од амитоза која е проста делба на јадрото без учество на митотички апарат и правилна распределба на генетскиот материјал во новоформираните јадра.

2.11. ЦИТОКИНЕЗА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува улогата на цитокинезата во животниот циклус на клетката;
- ✓ Разликува цитокинеза кај животинска и кај растителна клетка.

ДЕЛБА НА ЦИТОПЛАЗМА – ЦИТОКИНЕЗА

Клеточниот циклус завршува со поделба на цитоплазмата, односно целосна делба на клетката на две нови клетки. Цитокинезата е одлика на секоја делба на клетките, бидејќи е суштинска за физичко делење на две нови клетки. Мал број се примерите каде по делбата на јадрото не се одвива веднаш цитокинезата и како резултат на таа појава се формираат повеќејадрени клетки.

Кога станува збор за митозата, делбата на јадрото води до цитокинеза на клетката, чиј производ се две нови клетки, секоја со своја клеточна содржина (цитоплазма, јадро, сите органели, протеини и други потребни материји). Самата цитокинеза започнува веќе во анафазата, а особено напредува во телофазата (Слика 2.38).



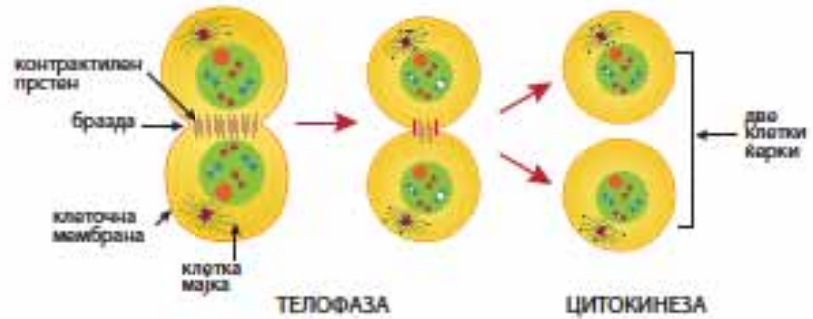
Слика 2.38 Кариокинеза и цитокинеза кај соматски клетки

Целиот процес започнува со појава на стеснување на екваторијалната рамнина на клетката при крајот на анафазата. Потоа ова стеснување се продлабочува и ја стиска мембраната кон внатре, за на крај целосно да ја поделат клетката на две нови клетки.

Во биолошкиот свет има различни механизми на делба на цитоплазмата, но можат да се издвојат два основни типа: **делба со браздење** и **делба со формирање на клеточна плоча**.

ЦИТОКИНЕЗА СО БРАЗДЕЊЕ

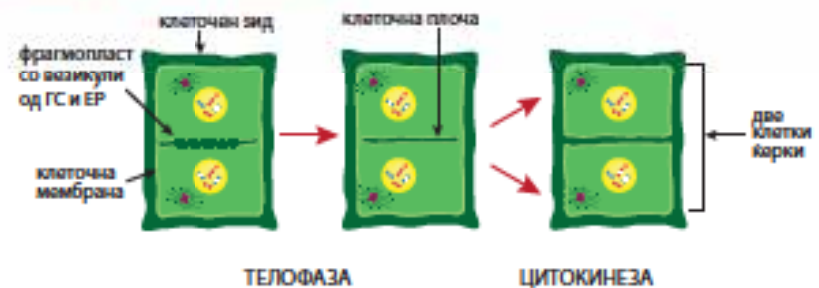
Самиот назив за овој тип цитокинеза открива дека се случува стеснување на двата спротивни краеве на клетката во форма на вдлабнатина или бразда, гледано во една рамнина. Оваа делба на цитоплазмата е типична за животинските клетки, но и за некои алги и габи. Вдлабнатината се протега низ екваторијалната рамнина на клетката, и постојано се стеснува под влијание на **контрактилниот прстен** (протеински нишки) (Слика 2.39). Притоа, од двете страни на стеснувањето остануваат клеточни структури со речиси идентична количина. Всушност, идеална поделба се случува само на јадрото во текот на кариокинезата, а при цитокинезата двете нови клетки добиваат приближно еднаков број на други органели и клеточни структури кои во текот на растот на клетката, во интерфазата, се надополнуваат.



Слика 2.39 Цитокинеза со браздење

ДЕЛБА СО ФОРМИРАЊЕ НА КЛЕТОЧНА ПЛОЧА

За разлика од животинските, растителните клетки во својата градба поседуваат клеточен сид. Ова го менува начинот на цитокинезата, па кај овие клетки таа се одвива со формирање на т.н. **клеточна плоча** (Слика 2.40).



Слика 2.40 Цитокинеза со формирање на клеточна плоча

Кај растителната клетка, во периодот при крајот на делбата на јадрото, со помош на делбеното вретено се забележува формирање на структура со форма на буренце, која се нарекува **фрагмопласт**. Околу него, се собираат везикули од Голџиевиот систем и ендоплазматичниот ретикулум, кои фрагмоластот ги насочува на места каде се формира т.н. **клеточна плоча**. Таа веќе почнува да ја разделува цитоплазмата на два дела. Потоа, плочата расте, од средиштето кон краевите, сè додека не се спои со клеточните сидови на клетката мајка. Првичната преграда е т.н. **средна ламела**, изградена од содржината на везикулите и е заедничка за двете клетки. Секоја клетка потоа ќе формира свој сопствен клеточен сид, а се создаваат и нови клеточни мембрани за двете нови клетки.

Активности:

- Набљудувајте микроскопски препарат од квасец. Обидете се да лоцирате клетка квасец која е во фаза на формирање пупка, која е значително помала од клетката мајка. Треба да забележите клетки како на сликата.



Прашања за повторување:

1. Дефинирај цитокинеза.
2. Кои се основните типови цитокинеза и каде се застапени?
3. Кога почнува и како се одвива делбата со браздење на цитоплазмата?
4. Објасни ја цитокинезата со клеточна плоча. Каде се случува оваа делба и како се одвива процесот на делба на цитоплазмата?

Клучни точки:

- ✓ Цитокинезата е последната активност која ја поминува клетката, при нејзиното делење на две нови клетки. Таа следува по митозата или мејозата. Притоа, целата нејзина содржина се распределува во двете нови клетки.
- ✓ Има два основни начини: цитокинеза со браздење (својствена за животинските клетки, габите и праживотните) и цитокинеза со формирање на клеточна плоча, својствена за растителните клетки.
- ✓ Цитокинезата со браздење се одвива со формирање на стеснување на клеточната мембрана. Контракtilниот прстен ја стега мембраната како појас и прстенот се затвора, делејќи ја клетката мајка на две нови клетки.
- ✓ Цитокинезата со формирање на клеточна плоча се одвива со помош на фрагмопласт, и везикули од Голџиевиот систем и ендоплазматичниот ретикулум. Од содржината на везикулите ќе се формира клеточната плоча, која расте кон периферијата на клетката, делејќи ја на два дела.

2.12. ВАРИЈАБИЛНОСТ. НЕНАСЛЕДНА И НАСЛЕДНА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Наведува примери за ненаследна и наследна варијабилност;
- ✓ Објаснува како ненаследната и наследна варијабилност се разликуваат според нивните карактеристики.

ПОИМ ЗА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Во рамките на една популација, секоја единка поседува посебна комбинација на генетски материјал наследен од нејзините родители. Иако станува збор за единки од ист вид, нивните сетови гени им даваат можност да реагираат и да изгледаат различно, зависно од условите во животната средина (Слика 2.41).

Во биолошкиот свет има бројни примери на варијации. На пример, видливи разлики се забележуваат кај нас луѓето: боја на очи, боја на кожа, боја на коса, форма на коса, форма на нос, градба на тело и сл. Станува збор за варијабилност. Како ќе изгледа еден организам, колку ќе живее, како ќе се храни, размножува, кон кои болести ќе има предиспозиција итн., е детерминирано со неговите гени. Варијабилноста може да биде **ненаследна и наследна**.



Слика 2.41 Варијабилност во бојата на цветот кај љубичицата (*Viola tricolor*)

НЕНАСЛЕДНА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Варијабилноста се разбира како опсег на промени кај особините во рамките на одреден вид кои се предизвикани од заемното дејство на наследниот материјал и надворешната средина.

Ако тенот на кожата кај некој човек е темен како последица од сончање, станува збор за ненаследна варијабилност, бидејќи таквата темна боја на кожата не се пренесува на следната генерација.

Слично е со лузните кои ги стекнуваме низ животот, или можеби тетоважите на кожата или естетските корекции на телото. На сликата 2.42 се претставени две бои на исто растение, хортензија.

Имено, кога растението се одгледува на кисела почва (ниска вредност на pH), цветовите се обоени сино, додека на неутрална почва (pH-неутрално) или слабо алкална почва (pH над 7) стануваат розови. Доколку се заменат условите, односно, семето од сините цветови се насади на почва со алкална pH, цветовите кои ќе ги развијат новите растенија ќе бидат розови.



Слика 2.42 *Hydrangea macrophylla* – хортензија

НАСЛЕДНА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Структурата на генот, распоредот на базите (нуклеотиди), се заштитени со репаративни механизми. Сепак, постојат начини за измени во генетскиот материјал, базирани на нормални рекомбинации, односно надворешни влијанија, како различни хемиски агенси, физички агенси (радијација) и биолошки агенси, кои прават одредени структурни промени – мутации. Од промените можат да бидат зафатени хромозомите, гените или целиот геном. Мутациите носат одредени манифестации по функционирањето на организмот. Овие промени се наследни и се вградуваат во геномот на индивидуата, а во подолг временски период и во популацијата и видот. Како пример за наследна варијабилност може да се споменат: бојата на очите, на косата, кожата и слично (Слика 2.43).



Слика 2.43 Луѓе со различни наследни и ненаследни варијабилности

ПОДЕЛБА НА ВАРИЈАБИЛНОСТА СПОРЕД ОПСЕГОТ НА ПОЈАВАТА

Варијабилностите можат да се групираат во две категории, врз основа на опсегот на појавата. На пример, доколку се набљудува висината кај луѓето, постои опсег во кој се наоѓаат сите луѓе на светот, од најнискиот до највисокиот човек. Варијацијата дали некој ќе биде 1,80 m или 1,78 m, се нарекува **континуирана**. Исто е и со тежината, таа е континуирана варијабилна и зависи од генетските predispositions, но и од начинот на живот, исхраната итн.

Од друга страна, постојат варијабилности кои немаат широк опсег, напротив, се однесуваат на принципот едно или друго. Едноставно, нема можност за варијабилност помеѓу вредностите на некоја особина. На пример, крвните групи од ABO системот се наследуваат во опсегот од четири можни крвни групи: A, B, AB и O (нулта). Не е можно да се наследат крвна група некаде помеѓу една или друга. Оваа група варијабилности се нарекуваат **неконтинуирани**.

Во табелата 2.3 се претставени неколку примери за двата типа варијабилности.

Табела 2.3 Примери за варијабилности

КОНТИНУИРАНА ВАРИЈАБИЛНОСТ	НЕКОНТИНУИРАНА ВАРИЈАБИЛНОСТ
височина на тело	крвна група A, B, O или AB
тежина на тело	која рака се користи за пишување (лева или десна)
крвен притисок	боја на цвет (пр., црвена или бела)
должина на листови кај растенијата	пол (машки или женски)
обем на глава кај новороденче	форма на семе од грашок (мазно или набрано)

Активности

- Размислете и дополнете ја табелата 2.3 со уште примери за различните варијабилности кај луѓето.
- Размислете и лоцирајте различни ненаследни варијации во фенотипот (нагледот) на луѓето, животните и растенијата. Кои се причините за овие промени?

Прашања за повторување:

1. Објасни го поимот варијабилност.
2. Објасни зошто исончаната кожа не е наследна особина.
3. Наведи примери на наследни варијабилности.
4. Објасни ја континуираната варијабилност и наведи примери.
5. Објасни ја неконтинуираната варијабилност и наведи примери.

Клучни точки:

- ✓ Различните фенотипски појави на особините се условени од генетскиот материјал на единката, но и од влијанијата на надворешната средина. На пример, човекот носи генетска одреденост за неговата боја на кожата, но сончањето ја менува бојата. Притоа, оваа потемнета боја на кожата не е наследна. Се наследува сет од гени, кои ја одредуваат бојата на кожата, добиена од родителите.
- ✓ Доколку варијабилноста е последица на промена во генетскиот материјал, таа се наследува на следната генерација. Притоа, може да значи и сосема нови карактеристики кај видот.
- ✓ Примери за ненаследна варијабилност се сите промени кои се стекнуваат во животот на единката, но не се наследуваат на следната генерација, како, на пример: лузни од повреди, естетски промени на телото кај луѓето, спортски перформанси и слично.
- ✓ Примери за наследна варијабилност се: боја на очи, природна боја на коса и кожа и слично.

2.13. МОДИФИКАЦИИ И МУТАЦИИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Прави разлика меѓу појавите мутација и модификација;
- ✓ Ги опишува карактеристичните геномски мутации;
- ✓ Ги објаснува најчестите анеуплоидии.

РАЗЛИКА МЕЃУ МОДИФИКАЦИИ И МУТАЦИИ

Еволуцијата е силно поврзана со способноста на единиците за приспособување, односно развивање различни фенотипски карактеристики поттикнати од надворешните фактори и влијанија. Доколку промените се однесуваат само на една генерација, притоа не се наследуваат на следната генерација, тие се нарекуваат модификации. Модификациите се од огромно значење за приспособувањето и преживувањето на видовите. Тие не се фиксни, не мора да се појават и можат да се манифестираат во различни форми, како повратни или неповратни модификации (Слика 2.44). Повратните модификации исчезнуваат кога ќе престане делувањето на факторот кој ги предизвикал. Типични примери се: потемнување на кожата при сончање и враќање на тенот кога не се сончаме, зголемување на мускулната маса при тренинзи која се губи ако не се вежба постојано итн.

Неповратните модификации се трајни иако не се наследни, како на пример различни белези при оштетување на кожата, или промени во растот на растението (ниско стебло) при неповолни услови во средината.

МУТАЦИИ

Мутациите се трајни промени во генетскиот материјал (ДНК или РНК молекулите) во организмот кои може да се пренесуваат со клеточната делба. Мутациите може да се генски, хромозомски и геномски во зависност од тоа на кое ниво се јавуваат. Се појавуваат спонтано, од непознати причини или пак под влијание на некои мутагени агенси.

Може да се каже дека речиси сите мутации се штетни по геномот каде се случуваат. За среќа, најголемиот дел од нив се поправаат, со репаративни процеси, а дел се случуваат во места од ДНК каде нема функционални гени, па немаат влијание. Но, понекогаш, мутацијата може да значи смртоносна појава или, во најдобра ситуација, еволутивен скок за организмите. Мутациите се основен двигател на еволуцијата на живиот свет.

Во табела 2.4 се претставени дел од мутагените агенси кои може да предизвикаат мутации, поделени во три категории: физички, хемиски и биолошки мутагени агенси.



Слика 2.44 Високо и ниско дрво, од ист вид

Табела 2.4. Мутагени агенси

физички мутагени	хемиски мутагени	биолошки мутагени
UV зрачење	алкилирачки агенси (етилметансулфонат)	скокачки гени
α -честици	нитрозамини (чадена преработена храна)	вируси
β -честици	5-бромурацил	бактерии
γ -зраци	акридински бои	паразити
X-зраци	формалдехид	метаболити
	бензопирен (од чад на цигари и гасови)	алкалоиди

ГЕНОМСКИ МУТАЦИИ

Станува збор за мутации во вкупниот број хромозоми, при што можат да се случат промени во поединечните хромозоми (**анеуплоидија**), или, промени во бројот за цели сетови, хаплоидни (n) гарнитуре (**еуплоидија**).

Полиплоидијата е облик на еуплоидија, каде бројот на цели сетови хромозоми е повеќе од диплоиден ($2n$), односно мултиплициран ($3n$, $4n$, $5n$ итн.) Таа појава е смртоносна за животните, освен за некои нижи форми безрбетници, риби и водоземци. Кај растенијата е почеста појава, каде полиплоидите се карактеризираат со поголеми растителни ткива и органи (Слика 2.45), но како последица на умножувањето на хромозомите може да се појави стерилност. Сигурно сте виделе лубеница без семки, растение триплоид, или сте јаделе кикиритки, кои се тетраплоиди (слика 2.46).

Анеуплоидијата е почеста појава. Станува збор за мутација која предизвикува неправилно разделување на хомологните хромозоми во мејоза 1, односно на сестринските хроматиди во мејоза 2. И во двата случаи, производот ќе бидат клетки со нерамномерен број хромозоми. Неправилно разделување има и во митозата, но не се манифестира на следната генерација, бидејќи се случува на соматски клетки и најчесто се поврзува со малигни промени. Доколку се случи неразделување во текот на делбите на зиготот, ќе даде соматски мутации со посериозно оштетување на организмот.



Слика 2.47 Називи на анеуплоидии и кариолошки формули како изрази за промената



Слика 2.45 Плод од диплоидна ($2n$) (А) и триплоидна ($3n$) (Б) форма на банана



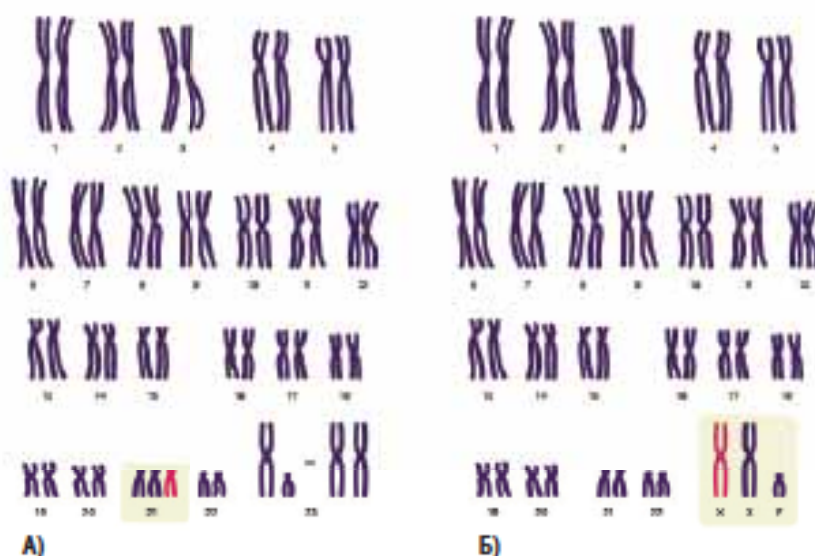
Слика 2.46 Растение кикиритка (*Arachis hypogaea*)

На сликата 2.47 се претставени називите на анеуплоидии, според промената на бројот на поединечни хромозоми.

Сите **моносомии** на некој од соматските хромозоми (автозоми), завршуваат смртоносно, уште во ембрионалниот развојот. По правило, повеќето **трисомии** на соматски хромозоми исто така го прекинуваат ембрионалниот развојот. Сепак, трисомии кај човекот со некој од помалите хромозоми (13, 18 и 21) дозволуваат развој, раѓање и обично краток живот, зависно од трисомијата (Слика 2.48 А).

Промената во бројот може да се појави во соматските и во половите хромозоми. Кај половите хромозоми, може да има недостаток или вишок на хромозоми. Кога се работи за недостаток (моносомија, $2n-1$), живородено бебе има само во случаите каде што има барем еден X-хромозом. Состојбите на вишок хромозоми X се почести (Слика 2.48 Б). Фенотипската манифестација на промената се нарекува **синдром** и се должи на „мешањето“ на вишокот хромозом во синтезата на протеините.

Во табелата 2.5 се претставени некои од најзначајните анеуплоидии, со статистика на појавување и некои карактеристики во фенотипот.



Слика 2.48 Кариограм на лице со Даунов синдром (А) и Клинефелтеров синдром (Б)

Табела 2.5 Анеуплоидии кај човек

анеуплоидија	зачет	манифестација
Даунов синдром (Down)	47, XX, +21 47, XY, +21 (трисомија на 21. хромозом)	1/700 – различен степен на ментална субнормалност, закосени очи, мали уши, дебели прсти, меѓуносна брзина (линеја на четири прста), задебелен јазик поради кој има отежнат говор, склони кон дебелина и срцеви проблеми
Тарнеров синдром (Turner)	45, X0 (моносомија на полов хромозом)	1/2500 – кус и широк врат, широк граден кош, многу развојни брзанци, понисок раст, кратки прсти, нормална интелигенција, проблем со влчанија, проблеми со вид и имун систем, не влегуваат во пубертет, стерилни со неразвиени матка и јајници
Едвардсов синдром (Edwards)	47, XX, +18 47, XY, +18 (трисомија на 18. хромозом)	1/5000 – жиекородени со многу малформации, искривени и вкочанети прсти, срцеви проблеми, деформитети на череп, лице и стапала, зајача уста. Живеат неколку месеци
Патау синдром (Patau)	47, XX, +13 47, XY, +13 (трисомија на 13. хромозом)	1/10000 – жиекородени со многу малформации, закосено тело, деформитети на екстремитети, закосено чело, полидактилија, срцеви проблеми, неразвиени кратки црева. Живеат кратко
Клинефелтеров синдром (Klinefelter)	47, XXY	1/500-1000 – мажи деца, повисоки, подолги нозе, покривко тораз, мали тестиси, пошироки колена, мал пенис, гинекомастија, срамеклава, полнечени, проблеми со социјализација, слаба атлетичност по тело, слаба мускулатура
Трисомија X (Triple X)	47, XXX	1/1000 – висок раст, потешкотии во учењето, во концентрацијата, задржан развој на моторни вештини во детството, проблеми со мускул тонус, проблеми со јајница, бубрези
Двоен Y синдром	47, XYY	1/1000 – повисоки од просекот, нормална интелигенција, мали проблеми во учење, имат проблем со темперамент, хиперактивност, импулсивност

Активности:

- Истражете партеногенеза кај социјалните инсекти. Каков сет хромозоми имаат машките единки?
- Истражете кој е најчестиот фактор за појава на анеуплоидија.
- Истражете како може да се дознае кариотипот уште во ембрионалниот развој на плодот.
- Мулето се добива со вкрстување на магаре и кобила и е алополиплоид. Истражете што означува оваа состојба и како се манифестира кај мулето.

Прашања за повторување:

1. Објасни ја разликата меѓу модификација и мутација.
2. Наведи некои примери за модификации во природата.
3. Што се геномските мутации и кога настануваат?
4. Како се делат геномските мутации?
5. Наведи примери на познати полиплоиди кај растенијата.
6. Именувај ги анеуплоидните, според бројот на хромозомите.
7. Опиши некој синдром од познатите анеуплоидии.

Клучни точки:

- ✓ Модификациите се промени во фенотипот кај претставници од ист вид, кои се условени од надворешната средина и од генетската конституција на видот. Можат да бидат масовно застапени, не се наследуваат, и се од огромно значење за адаптацијата на организмите и еволуцијата.
- ✓ Мутациите се промени во генетскиот материјал, кои остануваат во него и се наследуваат на следната генерација. Генерално, организмите имаат механизми да ги поправаат овие промени, но некогаш промените остануваат како дел од геномот.
- ✓ Бројот на хромозомите е фиксен за видовите. Мутациска промена во бројот на хромозомите е зголемување за цели гарнитуре хромозоми ($3n$, $4n$, $5n$...). Кај животните овие промени се најчесто смртоносни, додека кај растенијата се одржливи и носат прифатливи карактеристики.
- ✓ Почести промени настануваат во бројот на поединечни хромозоми – анеуплоидии. Доколку промената е на некој од поголемите хромозоми, последицата е спонтан абортус уште во раниот ембрионалниот развој. Сепак, се случува да се роди дете со промена во некој од помалите хромозоми. Промените носат специфични карактеристики кај единката, претставени во табелата 2.5.
- ✓ За развој на ембрион покрај автозомите потребен е барем еден X-хромозом (женски полов хромозом) бидејќи носи гени од суштинско значење за организмот.

2.14. ПОИМ ЗА ВИДОВИ СЕЛЕКЦИЈА (ПРИРОДНА И ВЕШТАЧКА СЕЛЕКЦИЈА)

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Препознава примери за природна и вештачка селекција;
- ✓ Идентификува новодобиени особини при вештачка селекција;
- ✓ Објаснува последици од новодобиени особини при вештачка селекција.

ПРИРОДНА СЕЛЕКЦИЈА

Еколошките услови во животната средина, без разлика дали се од биогена или абиогена природа, се главните селектори на единките во рамките на популациите и видовите. Борбата за опстанок најдобро се согледува во познатата максима на Дарвин: „**Ќе преживеат само најприспособените.**“ Таа ги опишува механизмите на природната селекција.

Природната селекција се случува како резултат на интеракцијата меѓу единките и животната средина. Единката не еволуира, туку популацијата во која се акумулира **нова особина**, за сметка на друга, која се менува или исчезнува. Природната селекција ги мултиплицира или целосно ги поништува само наследните особини. Здобиењите ненаследни промени во однос на интеракцијата со животната средина, исто така можат да помогнат во борбата за опстанок и преживување.

ВИДОВИ ПРИРОДНА СЕЛЕКЦИЈА

Природната селекција, зависно од клучните механизми на одвивање, се дели на повеќе видови:

- **Движечка селекција** – станува збор за природна селекција која е опишана од Дарвин, а се базира на променливите услови во средината кои ја креираат селекцијата. Организмите реагираат на промената во средината со фенотипски одговор, кој, пак, е овозможен со одреден генотип. Единките со генотип подобро адаптиран на условите во средината преживуваат за сметка на помалку адаптираните. Постојат бројни примери за оваа селекција: успешноста на расејувањето на семето кај растенијата, боите на цветот за да привлече опрашувачи, умешноста на птицата да изгради гнездо и слично.

- **Стабилизирачка селекција** – на некој начин е спротивна на движечката селекција, бидејќи тука се елиминираат сите единки со нови фенотипски карактеристики (а со тоа и генотипови), за сметка на веќе постојните. Пример за оваа селекција е човеколиката рипка (Слика 2.49).

Ова животно останало непроменето долг временски период поради стабилната животна средина, во пештерите на Словенија. Човеколиката рипка го добила епитетот „најмрзливото животно“, поради нејзината пасивност. Истовремено, должината на нејзиниот живот во просек е околу 100 години.



Слика 2.49 Човеколика рипка (*Proteus anguineus*).

- **Нарушувачка селекција** – се однесува на природна селекција каде се фаворизираат екстремни карактеристики во различни услови. Притоа, единките со просечни карактеристики се намалуваат. Пример за оваа селекција се остригите (школки кои прават бисери), со различно обојување. Остригите со светла боја одлично се вклопуваат во песокот во светлите плитки зони на морето, додека оние со темно обојување се вклопуваат во темните зони. Просечно обоените остриги ги има во двете зони подеднакво, но помалку од фаворизираните.
- **Полова селекција** – се базира на одбирање партнер и добивање потомство. Половата селекција се забележува кај различни групи животни, од светот на инсектите, сè до цицачите. Бирањето партнер според некоја негова карактеристика го фаворизира неговиот генотип и гените кои ќе се пренесат на следната генерација. На пример, тоа може да е крекањето на жабата, зуењето на женката мува, песната на птицата, боите на телото кај птиците, роговите кај еленот, силата при борбите со другите мажјаци за територија и партнери и многу други. На сликата 2.50 се претставени два различни организми со слична карактеристика врз основа на која се врши полова селекција.

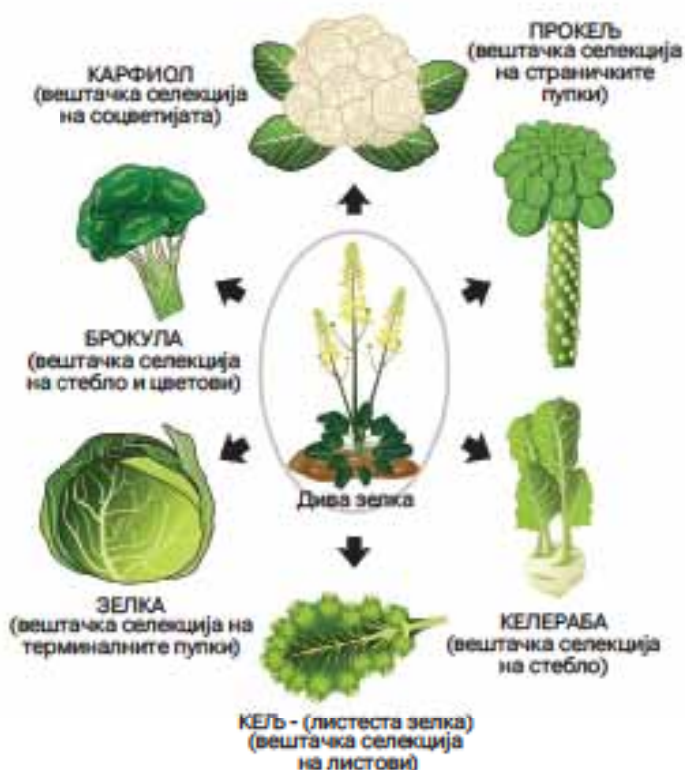


Слика 2.50 Елени мажјаци (лево) и еленчиња (инсекти) (десно) во борба за територија и партнерки

ВЕШТАЧКА СЕЛЕКЦИЈА

За разлика од природната селекција, **вештачката селекција** е дело на човекот. Па така, вештачката селекција се однесува на форсирање на одредени единки кои покажуваат некои корисни особини за човекот и размножување на тие единки. Ова е особено забележливо во производството на храна. На пример, вештачката селекција во градинарството се прави со умножување на растенија чии плодови се истакнуваат во однос на квалитетот и квантитетот на приносот. Интересен пример за вештачка селекција е добивањето на различни зеленчуци, претставени на сликата 2.51.

Сличен е методот и во сточарството, каде се форсира одгледување и размножување на единки кои според човекот носат карактеристики корисни за него. На пример, се одбираат кокошки кои несаат многу јајца годишно, или крави кои се истакнуваат во продукцијата на квалитетно млеко. Секако, во посакувани особини се продукцијата на месо, волна кај овците, односно квалитетот на волната и слично.



Слика 2.51 Дива зелка (*Brassica oleracea*), од која со вештачка селекција човекот ги добил познатите зеленчуци карфиол, брокула, зелка, келъ-листеста зелка, келераба и прокелъ.



Слика 2.52 (А) Караш и златна рипка. Златната рипка е последица на вештачка селекција.



Слика 2.52 (Б) Див гулаб и питом гулаб. Питомиот гулаб е последица на вештачка селекција.

Денес човекот прави вештачка селекција и од забава, со селектирање единки со интересни карактеристики за него (Слика 2.52, А).

Вештачката селекција се одвива на едноставен принцип на одбирање на некоја особина и нејзино форсирање со меѓусебно спарување на носителите на таа особина, сè до добивање на новите линии единки. На почетокот, овие единки кај животните се нарекуваат раси, а кај растенијата сорти. Со време, овие линии организми можат да се одделат како посебни видови.

ПРИПИТОМУВАЊЕ

Низ своето минато, човекот е „виновен“ за појавата на многу видови животни. Покрај нашите предци биле припитомените волци, кои со време се претвориле во домашни кучиња. На овој начин се припитомени и селектирани овците, козите, кравите, коњите, житните растенија, зеленчуците, различните овошки. Бидејќи станува збор за своевидна селекција, припитомувањето се смета за вештачка селекција.

ПОСЛЕДИЦИ ОД ВЕШТАЧКАТА СЕЛЕКЦИЈА

За последиците може да се зборува од два аспекти: корисност на селектираните единки за бенефит на човекот, но и за нарушувањето на способноста да се преживее во природата. Точно е дека кравата ќе дава големо количество млеко, но таа сосема е зависна од сточарот за храна и нега. Слична е ситуацијата со кучињата. Различните раси кучиња, во најголем дел нема да успеат да обезбедат храна во природата, додека волкот е широко распространет низ природата, често и во екстремни климатски услови (Слика 2.53).



Слика 2.53 Чивава (А) и волк (Б)

Активности:

- Истражете ги еколошките услови во кои живеат човечките рипки. Каква е температурата на водата во текот на целата година? Дали би се променила еволуцијата на рипката од стабилизирачка во движечка, доколку почне да се менува средината?
- Истражување на природната наспроти вештачката селекција. Поделете се во групи. Секоја од групите нека си одбере некоја комбинација на организми, како на сликата 2.52. Направете истражување кои придобивки ги добиле организмите по пат на природна, а кои по пат на вештачка селекција.

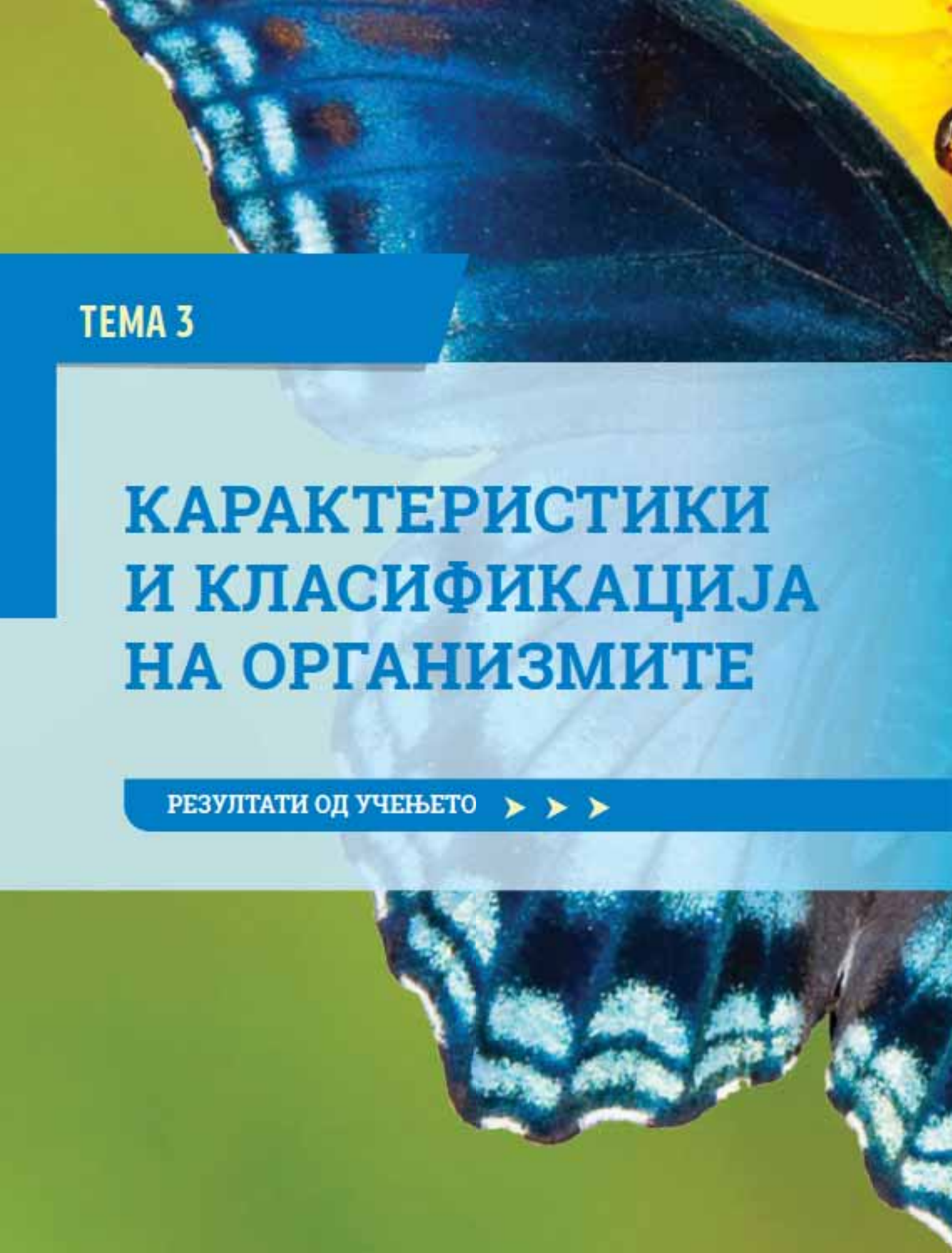
Прашања за повторување:

1. Како настанува природната селекција?
2. Наброј видови природна селекција и наведи примери од нив.
3. Кој врши вештачка селекција и која е основната причина?
4. Наброј некои карактеристики кај организмите кои се последица на вештачката селекција.
5. Која селекција е позначајна за преживување на организмите?

Клучни точки:

- ✓ Природната селекција се базира на разнообразноста на генотипот и наследните особини, кои овозможуваат фенотипски експресији со кои организмите успеваат да преживеат во средината. На пример: начинот на доаѓање до храна, градењето гнездо, опрашувањето кај растенијата, расејувањето на семето, дебело крзно, аеродинамично тело, брзина на трчање и многу други.
- ✓ Вештачката селекција се базира на потребите на човекот, првично од бенефит за себе и обезбедување храна и сировини, со форсирање на квантитет и квалитет на плодовите кај растенијата, односно месо, млеко, крзно и кожа кај животните. Денес, вештачката селекција човекот ја користи и за забава, со селекција на животни и растенија за украс или миленици.
- ✓ Ефектите од вештачката селекција се двојни. Во однос на човекот, тие се во негов интерес и се базираат на корисни особини кај растенијата и животните. Во однос на живите организми, вештачката селекција води до губење на способноста за преживување во природата.





ТЕМА 3

КАРАКТЕРИСТИКИ И КЛАСИФИКАЦИЈА НА ОРГАНИЗМИТЕ

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕТО > > >



Ученикот/ученичката ќе биде способен/способна да:

- опишува општи карактеристики на живите организми и објаснува како организмите се класифицираат во групи според карактеристиките кои ги имаат;
- наведува главни карактеристики кои се користат за да се поделат сите организми во едно од петте царства: царство монера, царство протисти, царство габи, царство растенија и царство животни.
- користи двојно именување (бинарна номенклатура) на видовите како интернационален усогласен систем;
- конструира и користи едноставни дихотомни клучеви базирани на карактеристики на живите организми кои се лесни за идентификација.



3.1. ИСТОРИСКИ ПРЕГЛЕД И ОСНОВИ НА СИСТЕМИТЕ ЗА КЛАСИФИКАЦИЈА

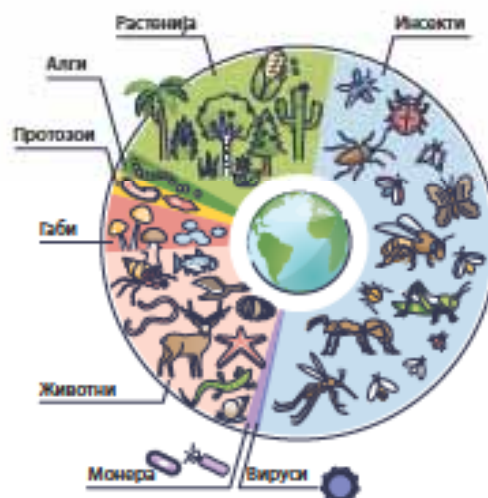
Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги опишува општите карактеристики на живите организми;
- ✓ Објаснува како организмите се класифицираат во групи;
- ✓ Ги наведува главните карактеристики кои се користат за да се поделат сите организми во петте царства.

ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Да се потсетиме, сите живи организми, растителни и животински, се одликуваат со заеднички карактеристики, односно имаат исти биолошки особини или животни процеси. Сите живи организми (Слика 3.1), почнувајќи од едноклеточните се исхрануваат, се движат, осетливи се, дишат, излучуваат, се размножуваат, растат, стареат и го завршуваат животниот циклус. Во табелата 3.1 ќе направиме паралела помеѓу растенијата и животните за сите процеси.



Слика 3.1 Живите организми и нивната застапеност на планетата Земја

Табела 3.1 Особини на живите организми

особина	растенија	животни
исхрана	сами произведуваат органични материји преку процесот фотосинтеза (автотрофни)	користат готова храна (хетеротрофни)
дишење	разменуваат гасови преку отвори – стоми, кои се наоѓаат главно на спачената од листот	преку кожа (лици), трахеи (инсекти), жабри (риби), бели дробови
движење	пасивно, под дејство на надворешните фактори се даваат одделни органи на растението	лажни нозења, трепки, камшичиња, перки, крила, екстремитети
излучување	вода преку процесот транспирација, етерични масла, мирисни материји, смолисти материји и др., преку ткива за излучување	контрастни знојови, цвастести бубрези кај пониско организирани организми, бубрези
осетливост	дрозбите најчесто ги примат преку клетките на врвот на кривот и на врвот на изданиот, но и преку други ткива и органи	имаат органи за примане дразби: сетиво за слух, за вид, за допир, пријатност, болка, за вкус
размножување	бесполово и полово бесполово: со проста деоба, со спорци, со пупање, вегетативно (со гртки, луковичи, ризоми, столови, делови од лист и стабло) полово: со машки и женски полови клетки кои се создаваат во прашниците и толчињот	полово и бесполово размножување – бесполово со формирање на пупици, а полово со машки и женски полови клетки кои се создаваат во машките и женските полови органи

ИСТОРИСКИ ПРЕГЛЕД И СИСТЕМИ ЗА КЛАСИФИКАЦИЈА

Систематиката (класификацијата) ги групира организмите според нивните својства (карактеристики). Обиди за класификација од страна на научниците имало уште многу одамна. Прв таков обид направил Аристотел (384–322 година пр. н. е., Слика 3.2), кој ги споредувал морфолошко-анатомските карактеристики на различните животни и ги поделил на водени, копнени и воздушни, но оваа класификација имала бројни недостатоци.

Подоцна шведскиот ботаничар Карл фон Лине (Carl Linnaeus, 1707–1778 година, Слика 3.3) предложил модел на две царства, растенија (*Regnum Vegetabile*) и животни (*Regnum Animale*). И оваа класификација имала недостатоци бидејќи не ги опфаќала бактериите, габите и праживотните. По откривањето на микроскопот и интензивирањето на истражувањата на микроскопските, мали организми, Хекел (Ernst Haeckel, 1834–1919 година) предложил трето царство на едноклеточни организми – протиста. Копланд (Herbert Copeland, 1902–1968 година) опишал четири царства: монара, протиста, растенија и животни.

Денес е прифатена класификацијата на Роберт Витакер (Robert Whittaker, 1920–1980 година) на пет царства. Тој ги опишал габите како посебно царство, кои со своите карактеристики не припаѓаат целосно ниту во царството растенија ниту во царството животни (Слика 3.4).

Според него има: царство прокариоти, царство протисти, царство габи, царство растенија и царство животни. Вирусите овде не се опфатени бидејќи се неклеточни структури. Витакер ги групира организмите според нивните морфолошки и анатомски карактеристики. При ваквото групирање, биолозите можеле многу поверодостојно да ги воочат еволутивните врски.

Дваесет години подоцна Карл Воуз (Carl Woese, 1928–2012 година) направил нова класификација според која организмите се групирани во шест царства: архебактерии, еубактерии, протисти, габи, растенија и животни, а подоцна, во 1990 година, царствата ги ревидира во три домени: бактерии, археи и еукариота.

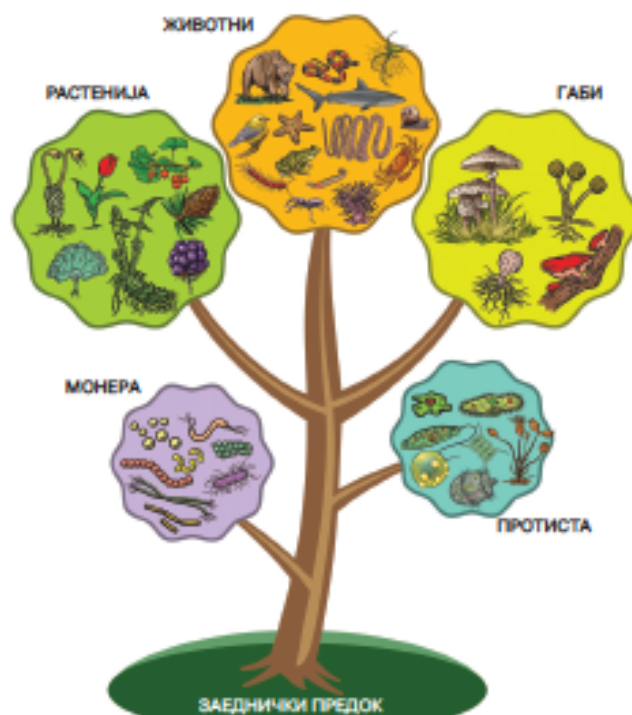
Денес, со развојот на генетиката, се отвораат нови можности во класифицирањето на организмите. Едноставно, еволуцијата јасно ги покажува врските помеѓу видовите, некогаш поизразено, некогаш подискретно.



Слика 3.2 Аристотел (384–322 пр. н. е.)



Слика 3.3 Карл фон Лине (1707–1778)



Слика 3.4 Системот од пет царства на Роберт Витакер

Активности:

- Одберете неколку различни организми, споредете ги нивните особини и определете во кое царство припаѓаат!

Прашања за повторување:

1. Кои се особини на живите организми?
2. Кој направил прв обид за класификација?
3. Како ги групирал организмите Карл Лине?
4. Колку царства опишал Копланд?
5. Која класификација е прифатена и се користи денес?

Клучни точки:

- ✓ Прв обид за класификација направил Аристотел, кој животните ги поделил на водни, копнени и воздушни.
- ✓ Шведскиот ботаничар Карл Лине предложил модел на две царства, растенија и животни.
- ✓ Копланд опишал четири царства: монера, протиста, растенија и животни.
- ✓ Денес е прифатена класификацијата на Роберт Витакер, според која има пет царства: царство монера, царство протиста, царство габи, царство растенија и царство животни.

3.2. ПОИМ ЗА БИНАРНА НОМЕНКЛАТУРА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Го објаснува двојното именување (бинарна номенклатура);
- ✓ Го користи двојното именување (бинарна номенклатура) на видовите;
- ✓ Ги разликува систематските категории.

Основата за биолошката класификација е сличноста во морфологијата (обликот) и филогенијата (еволутивниот развој). Денес, во процесот на класификација на живите организми се вклучени и молекуларните анализи на нивниот геном.

Со цел да се олесни комуникацијата меѓу научниците од целиот свет, се воспоставува унифицираност во именувањето на сите живи организми. Двојното именување (бинарна номенклатура) прв го вовел шведскиот ботаничар Карл фон Лине (Carl Linnaeus, 1707-1778 година). Со бинарната номенклатура се искажува припадноста на организмот кон некој род и вид. Унифицираните имиња на видовите се пишуваат на латински јазик. Името на родот се пишува со голема буква, а името на видот со мала буква (на пример: *Homo sapiens*, *Homo* = род *sapiens* = вид). Современиот систем за класификација што се користи денес е дополнување на оригиналниот систем на Лине, и има осум нивоа на таксони: домен, царство, оддел, класа, ред, фамилија, род и вид (Слика 3.5). Всушност, секоја група на организми во биолошката класификација претставува таксон. Во биологијата, класификацијата е процес на групирање и распоредување на современите живи организми, но и на изумрените организми, во групи според слични карактеристики. Научниците ги класифицираат организмите во структурна хиерархија, систем на повеќе нивоа (Слика 3.6). Највисоките групи – таксони содржат широк спектар на живи организми. Тие групи се поделени во помали, а следните на уште помали групи во кои се опфатени организми со многу слични карактеристики. Највисока категорија е домен; има три домени – археи, бактерии, еукариота.

Најмалата таксономска категорија (единица) е **видот**. Со поимот **вид** (*species*) се опфатени група единки кои имаат заеднички морфолошки карактеристики кои се резултат на сличностите



Слика 3.5 Систематски категории

во нивниот геном, населуваат определен тип простор, меѓу себе се размножуваат и даваат плодно потомство.

Повисока таксономска категорија од видот е **род** (Genus), во кој се групираат блиски видови.

Потоа следува **фамилија** (Familia), која ги обединува сличните родови.

Ред (Ordo), во кој се сместени слични фамилии.

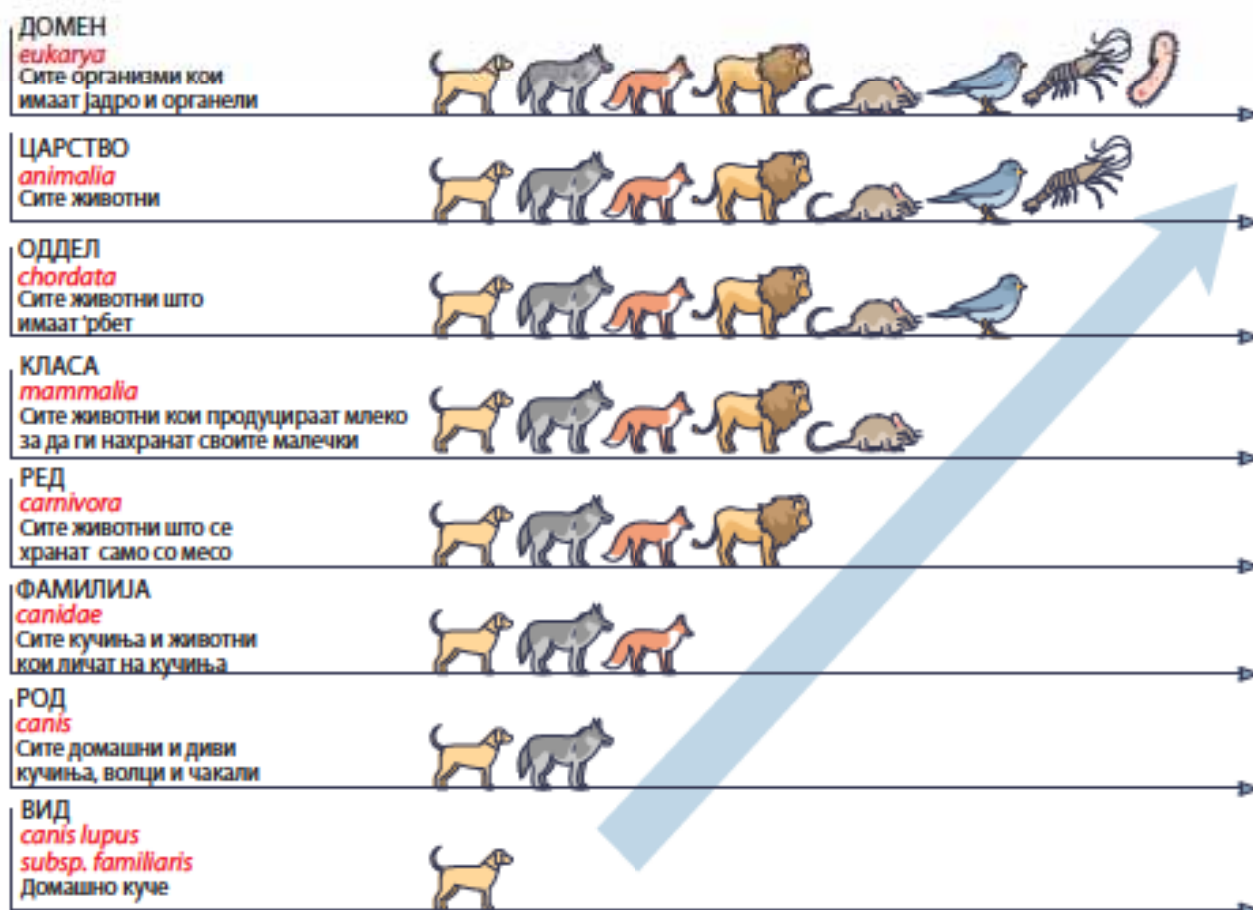
Класа (Classis) ги обединува сличните редови.

Тип – оддел (Phylum/Divisio) ги опфаќа сличните класи.

Во **царствата** (Regnum) се обединети одделите.

И највисоката таксономска категорија е **домен** (Domain).

Има и помали систематски категории од вид, а тоа се: **подвид** (subspecies), (Слика 3.6) **вариетет** (varietas) и **сорта**. Подвидот опфаќа единки од еден вид на определено место кои се разликуваат според некои морфолошки и еколошки белези.



Слика 3.6 Хиерархија на биолошката систематика (класификација)

Вариететот се однесува на многу мали разлики кај единките, но се наследни.

Со терминот **сорта** (за растение) и **раса** (за животно), се опфатени единки кои имаат карактеристични и битни особини, корисни за земјоделството, сточарството и стопанството, како на пример, колку се сочни плодовите, количината на шеќер во плодот, количината на млеко што ја дава животното, квалитетот на волната, кожата и слично (Слика 3.7).



Слика 3.7 Плодови од различни сорти домати (*Solanum lycopersicum*)

Активности:

- Одберете еден животински и еден растителен организам и истражете ја нивната систематска припадност. Кои други растенија и животни припаѓаат кон нивните фамилии?

Пример

Царство	Animalia
Тип (оддел)	Chordata
Класа	Mammalia
Ред	Primates
Фамилија	Hominidae
Род	Homo
Вид	<i>Homo sapiens</i>

Прашања за повторување:

1. Гледано хиерархиски, која е највисоката таксономска категорија во систематиката на живите организми?
2. Врз основа на кое правило се заснова унифицираното именување на видовите живи организми.
3. Кои се таксономските категории во рамките на еден домен? Наброј ги хиерархиски подредени почнувајќи од највисоката категорија.
4. Што е вид?
5. Кои се таксономски категории на пониско хиерархиско ниво од видот?

Клучни точки:

- ✓ Двојното именување (бинерна номенклатура) прв го вовел шведскиот ботаничар Карл Лине.
- ✓ Името на родот се пишува со голема буква, а името на видот со мала буква.
- ✓ Во современата систематика организмите се групирани во осум систематски категории: домен, царство, оддел, класа, ред, фамилија, род и вид.
- ✓ Видот претставува група единки кои имаат заеднички морфолошки карактеристики, населуваат определен тип простор, меѓу себе се размножуваат и даваат плодно потомство.

3.3. ЦАРСТВО МОНЕРА (MONERA)

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги набројува главните карактеристики на претставници од царството монера;
- ✓ Ги идентификува и опишува основните карактеристики на претставници од монера;
- ✓ Ги набројува позначајните претставници од монера.

Царството монера опфаќа околу 40.000 опишани видови, но таа бројка реално е многу поголема. Тоа се едноклеточни или колонијални видови. Во ова царство се вклучени организми со прокариотска градба (немаат диференцирано јадро), но имаат наследен материјал кој е јадрен еквивалент, прокарион, и затоа се нарекуваат и прокариота. Во оваа група спаѓаат бактериите. Тие се изградени од клеточна мембрана, клеточен сид (кој не содржи целулоза), цитоплазма (во која се разликуваат два региони – централен и периферен, нуклеоид (јадрен еквивалент), кружна ДНК-молекула и цитоплазматски мали ДНК-молекули наречени плазмиди. Од органели имаат само рибозоми (Слика 3.8), кои се разликуваат од рибозомите во еукариотска клетка, и мезозоми, кои се мембрански структури и се смета дека еволутивно се претходници на митохондриите, во кои се одвива процесот на клеточно дишење. Кај некои бактерии има органели за движење, како камшичиња и трепки (Слика 3.9). Се размножуваат со проста делба, а поретко полово со конјугација.

Во идеални услови бактериите се делат на секои 20 минути.

Во царството монера се опфатени 2 големи групи прокариотски организми: **архебактерии** и **еубактерии**.

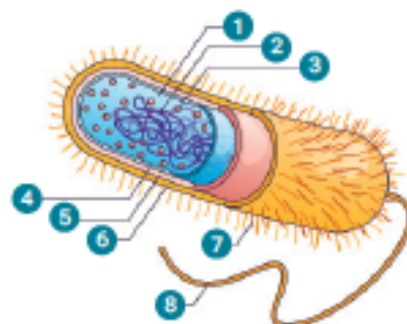
Архебактериите се древни бактерии, за кои се проценува дека се стари околу 3,5 милијарди години. Големината им е околу 1 микрометар. Во оваа група спаѓаат: метаногени бактерии, екстремно халофилни бактерии, термофилни, ацидофилни бактерии, но меѓу нив нема патогени видови за човекот.

Метаногените бактерии (Слика 3.10) се анаеробни, произведуваат метан. Можат да се најдат на дното на езерата, во мочуриштата, во органските отпадоци и на други места.

Екстремно халофилните бактерии ги населуваат местата со голема концентрација на сол и вообичаено имаат розова или црвена боја (Слика 3.11).

Дефиниција

Конјугација е процес при кој две клетки се доближуваат и си разменуваат генетски материјал преку протоплазматичен мост.



- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. цитоплазма | 5. клеточен сид |
| 2. нуклеоид | 6. капсула |
| 3. рибозоми | 7. трепки |
| 4. цитоплазматична мембрана | 8. камшиче |

Слика 3.8 Градба на бактерија



Слика 3.9 Надворешна морфологија на бактерија

Термофилните бактерии (Слика 3.12) живеат во услови на високи температури (над 100 °C), но има и такви видови кои живеат на многу ниски температури.



Слика 3.10 Метаногени бактерии



Слика 3.11 Езеро со црвена боја предизвикана од присуството на халофилни бактерии



Слика 3.12 Термофилни бактерии

Ацидофилните бактерии, пак, се отпорни на кисела средина.

Во групата **еубактерии** или вистински бактерии припаѓаат најчестите и најпознатите бактерии на Земјата. Покажуваат изразена разновидност и се среќаваат насекаде, во почвата, во водата, во воздухот и во живите организми. За разлика од археите, во градбата на клеточниот ѕид кај еубактериите се вклучени пептидогликани (мрежести молекули изградени од шеќери и аминокиселини), што придонесуваат за неговата изразена цврстина. Покажуваат големо разнообразие во морфологијата. Еубактериите според својата форма се поделени во неколку групи, наведени во табелата 3.2.

Табела 3.2 Форми и опис на различни групи бактерии

	форми на бактерии	опис на бактериите	примери на бактерии
1.	коки (Cocci)	оферични (топчести)	<i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus</i>
	- диплококи	групирани во парови	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>
	- стафилококи	групирани во гроздови	<i>Staphylococcus aureus</i>
	- стрептококи	групирани во синџири	<i>Streptococcus pyogenes</i>
2.	бацили (Bacilli)	стапчести бактерии, поединечни или во синџири	<i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus anthracis</i>
3.	спирили (Spirilla)	спирално извиткани	<i>Spirillum minus</i>
4.	спирохети (Spirochetes)	тенки, долги и многу подвижни	<i>Treponema pallidum</i>
5.	вибриони (Vibrios)	полуспирални	<i>Vibrio cholerae</i>

Оваа група бактерии се широко распространети насекаде (космополити), а населуваат и станишта со екстремни услови како термални извори, вулкани, многу солени води итн.

Според начинот на живот и влијанието на околината и другите организми, можат да бидат:

- **патогени** (бактерии кои предизвикуваат различни заболувања кај човекот и другите живи организми);

- **корисни** (голем број од бактериите се корисни, како тие во дигестивниот тракт, цревната флора на цицачите која синтетизира витамини како К, витамини од Б-групата и други, бактерии кои го потпомагаат варењето на храната или учествуваат во ферментацијата);
- **самостојни** (може да се фотосинтетски, корисни за разградување или за азотофиксација. Цијанобактериите или модро-зелените алги (Слика 3.13) се најпросто градените автотрофни организми кои вршат фотосинтеза. Овие бактерии содржат фотосинтетски пигменти, хлорофил, ксантофил, каротен и фикоцијанин;
- **симбиотски** (некои бактерии живеат во симбиоза со други организми, како што се азотофиксирачките бактерии со корењата (Слика 3.14) на пеперугоцветните растенија (грав, грашок, соја, детелина), каде го фиксираат слободниот азот од атмосферата во нитратни соединенија).



Слика 3.13 Цијанобактерии



Слика 3.14 Симбиоза на бактерии со корен од некое растение

Активности

- Набљудувајте под микроскоп различни видови бактерии и нацртајте ги формата и надворешните карактеристики.
- Истражете за болести што ги предизвикуваат бактериите.

Прашања за повторување:

1. Што се прокариоти?
2. Како се градени бактериите?
3. Кои бактерии спаѓаат во архебактерии?
4. Како се поделени еубактериите?
5. Какви форми се среќаваат кај еубактериите?
6. Кои бактерии вршат фотосинтеза?
7. Дали бактериите можат да влезат во симбиоза со некои организми? Објасни.

Клучни точки:

- ✓ Во царството монера се вклучени организми со прокариотска градба.
- ✓ Бактериите се изградени од клеточна мембрана, клеточен ѕид, цитоплазма, рибозоми, нуклеоид.
- ✓ Бактериите се размножуваат со проста делба и поретко полово со конјугација.
- ✓ Цијанобактериите или модрозелените алги се најпросто градените автотрофни организми кои вршат фотосинтеза.

3.4. ЦАРСТВО ПРОТИСТА (PROTISTA) – ПРАЖИВОТНИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги набројува главните карактеристики на претставниците од царството протиста;
- ✓ Ги идентификува и ги опишува основните карактеристики на претставниците од протиста;
- ✓ Ги набројува позначајните претставници од протиста.

Царството протиста опфаќа едноклеточни и повеќеклеточни еукариотски организми. Протистите се поделени на: праживотни (протозоа) и алги. Протозоите се со микроскопска големина од $2\text{ }\mu\text{m}$ (микрометри) до 1 mm . Името им доаѓа од грчките зборови (*protos* = прв и *zoon* = животно) бидејќи тие се еволутивно први организми што покажуваат животински карактеристики. (Слика 3.15). Протозоите се хетеротрофни организми кои дишат и се хранат преку целата површина на телото. Се движат со трепки, камшичиња, лажни ножиња (псевдоподии). Размножувањето кај некои претставници е бесполово со проста делба, кај некои е полово, а кај некои и со конјугација (размена на генетски материјал). Според морфологијата и начинот на движење праживотните се поделени на четири класи:

1. Протоплазматични животни (Sarcodina)
2. Камшикари (Mastigophora)
3. Трепчести праживотни (Ciliophora)
4. Спорозоа (Sporozoa)

ПРОТОПЛАЗМАТИЧНИ ЖИВОТИНИ (SARCODINA)

Класата Sarcodina опфаќа најпримитивни претставници на протозоите. Живеат поединечно или во колонии. Некои од нив се паразити на растенијата и животните. Овие организми имаат течна цитоплазма. Се движат со псевдоподии (Слика 3.16) кои ги користат и при хранење, односно храната ја заробуваат со псевдоподиите, а потоа се вари во вакуоли за исхрана.

Се хранат со бактерии, алги, органски остатоци и други протозои.

Во оваа класа спаѓа родот *Amoeba* со познатиот претставник *Entamoeba histolytica* – дизентерична амеба (Слика 3.17), која



Слика 3.15 Протозои, претставници од четирите класи

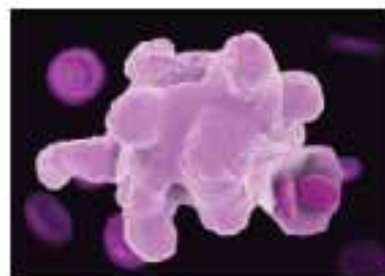


Слика 3.16 Градба на амеба

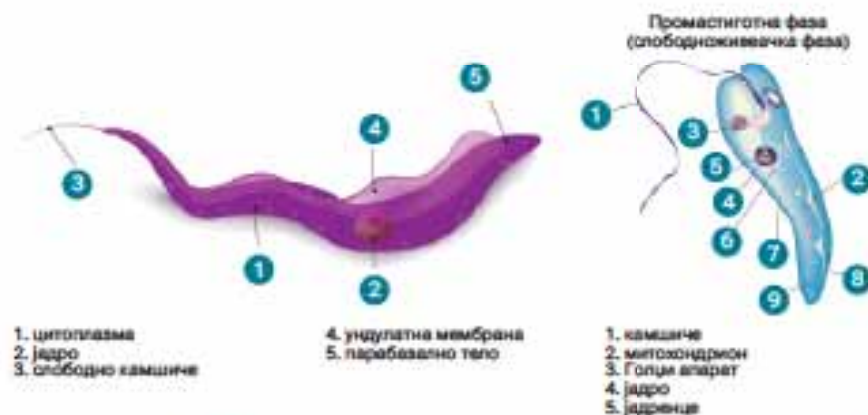
ја предизвикува болеста дизентерија. Клетките на амебите може да бидат со неправилна форма или сферични. Имаат цитоплазматична мембрана, која е тенка и еластична. Во цитоплазмата се разликуваат два дела, ектоплазма и ендоплазма. Најчесто се со едно, но може да имаат и повеќе јадра. Се размножуваат бесполово со проста делба и полово со спојување на две гамети.

КАМШИКАРИ (MASTIGOPHORA)

Оваа класа опфаќа околу 2.000 видови, кои ги населуваат барите и езерата, а има и паразитски форми кои паразитираат кај животните и човекот. Се движат со камшичиња, едно или повеќе, од каде и го добиле името – камшикари. Формата на телото им е постојана. Покарактеристични претставници се трипанозома и лајшманија. Трипанозомата паразитира во крвта кај човекот и предизвикува „спиечка болест“ (Слика 3.18), бидејќи го напаѓа мозокот. Инфекцијата ја пренесува мувата цеце, која живее во Африка. Лајшманијата (Слика 3.19) ја пренесуваат песочни муви во топлиите предели, а паразитот предизвикува рани по телото.



Слика 3.17 Дизентерична амeba



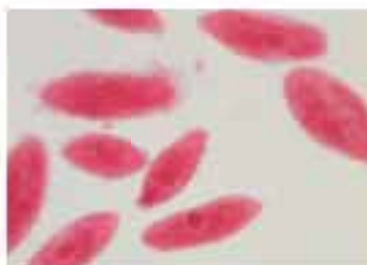
Слика 3.18 Трипанозома



Слика 3.19 Лајшманија

ТРЕПЧЕСТИ ПРАЖИВОТНИ (CILIOPHORA)

Овие организми името го добиле поради присуството на **цилии (трепки)** кои им служат за движење. Живеат во почва, океани, езера, каде се хранат со алги и бактерии. Имаат две јадра, хранителна вакуола, но и контрактилна вакуола, која ја регулира водата во клетката. Се размножуваат бесполово или со конјугација. Претставник на оваа класа е парамециумот (Слика 3.20) кој живее



Слика 3.20 Парамециуми под микроскоп



Слика 3.21 *Balantidium coli*

слободно во водата и ги користи трепките за движење. Има и паразитски претставници (*Balantidium coli*), кој паразитира кај човекот (Слика 3.21).

СПОРОЗОА (SPOROZOA)

Спорозоите (Слика 3.22) се неподвижни едноклеточни организми кои паразитираат во крвта кај организмот домаќин. Името им доаѓа од таму што во текот на својот развој поминуваат низ стадиум спора. Некои претставници се размножуваат полово, а некои бесполово. Карактеристичен претставник е плазмодиумот кој ја предизвикува болеста маларија. Преносител на оваа болест е женската единка од маларичните комарци (Слика 3.23). При убој (каснување) на комарецот на заразено лице со маларија, гаметоцитите (машки и женски полови клетки) од плазмодиумот навлегуваат во дигестивниот систем на комарецот. Во цревата настанува полово оплодување и формирање зигот, кој постепено расте и формира ооциста која потоа се дели бесполово и создава илјадници спори. Вака заразениот комарец кога ќе изврши убој на друго лице, спорите се исфрлаат во крвта на човекот, каде се заразуваат еритроцитите. Спорите пукаат и плазмодиумите одат во крвната плазма. Тука испуштаат отровни материи кои предизвикуваат висока температура и анемија.



Слика 3.22 Спорозоа



Слика 3.23 Маларичен комарец

Активности:

- Поделете се во групи, секоја група ќе добие по неколку слики или илустрации од различни протозои. Секоја група има задача да ги препознае и напише кои се претставниците и на која од четирите класи им припаѓаат.
- Истражете за болести кои ги предизвикуваат претставници на царството протиста.

Прашања за повторување:

1. Кои живи организми припаѓаат на царството протиста?
2. Кои се карактеристиките на протозоите?
3. Колку класи опфаќа групата протозоа?
4. Што е карактеристично за класата Sarcodina?
5. Кои болести ги предизвикуваат камшикарите?
6. Кои се карактеристиките на трепчестите праживотни?

Клучни точки:

- ✓ Царството протиста опфаќа едноклеточни и повеќеклеточни еукариотски организми.
- ✓ Протистите се поделени на: праживотни (протозоа) и алги.
- ✓ Протозоите се хетеротрофни организми кои дишат и се хранат преку целата површина на телото.
- ✓ Протозоите се делат на четири класи: протоплазматични животни (Sarcodina), камшикари (Mastigophora), трепчести праживотни (Ciliophora), Спорозои (Sporozoa).
- ✓ Од класата Sarcodina карактеристичен претставник е амебата, која се движи со лажни ножиња – псевдоподии.
- ✓ Камшикарите (Mastigophora) имаат камшичиња за движење, карактеристични претставници се лажманијата и трипанозомата.
- ✓ Трепчестите праживотни (Ciliophora) имаат две јадра и се движат со помош на трепки (цилии), претставник е парамециумот.
- ✓ Карактеристичен претставник од класата Sporozoa е плазмодиумот, кој ја предизвикува болеста маларија, а нејзин преносител е женската единка од маларичниот комарец.

3.5. ЦАРСТВО ПРОТИСТА (PROTISTA) – АЛГИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги набројува и ги опишува основните карактеристики на претставниците од алгите;
- ✓ Ги набројува позначајните претставници од сите класи на алги;
- ✓ Го објаснува значењето на габите и лишаите.

Алгите се автотрофни еукариотски организми. Главно ги населуваат водните средини, како слатките и солените води, но може да се сретнат и на копно. Нивното тело се нарекува талус и најчесто немаат диференцирани ткива. Се размножуваат бесполово и полово. Класифицирани се во неколку класи:

- зелени алги (Chlorophyta);
- кафеави алги (Phaeophyta);
- црвени алги (Rhodophyta);
- златно-жолти алги (Chrysophyta).

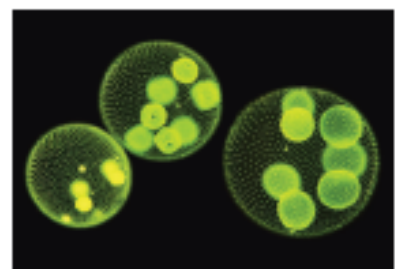


Слика 3.24 Chlorophyta, присуство на зелени видови алги во воден екосистем.

ЗЕЛЕНИ АЛГИ (CHLOROPHYTA)

Најразновидна група во светот која брои околу 8.000-10.000 видови распространети од површината на снегот па сè до океаните, слатките води (Слика 3.24), морињата, но и на копно. Може да бидат едноклеточни или повеќеклеточни и колонијални организми. Содржат хлорофил а и б, како и копнените растенија. Се размножуваат полово или бесполово, а кај некои има и смена на генерации. Најзначајни се како примарни продуценти – фотосинтетски организми кои произведуваат органски материи и кислород. Како дел од планктонот во водените екосистеми се основна храна за многу животни. Корисни се за прочистување на водата затоа што може да апсорбираат тешки метали и други загадувачи, се користат во исхраната, како суплемементи, како модел-системи за истражувања итн.

Карактеристични претставници се *Volvox* – колонијална алга (Слика 3.25), *Chlamydomonas* – едноклеточна алга (Слика 3.26), *Spirogyra* – многуклеточна кончеста алга (Слика 3.27), *Ulva* – повеќеклеточна алга (Слика 3.28).



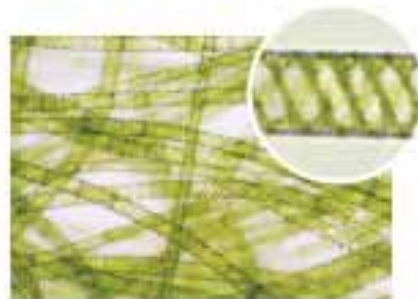
Слика 3.25 *Volvox* sp.



Слика 3.26 *Chlamydomonas* sp.

КАФЕАВИ АЛГИ (RHAEOPHYTA)

Кафеавите алги (Слика 3.29) се многуклеточни организми кои ги има во умерените и во поларните мориња, каде се прикрупени за подлогата. Имаат диференциран талус на листовиден дел, стеблен дел и дел со кој се прикрупуваат за подлогата. Содржат пигмент фукоксантин кој ја дава кафеаво-зелената боја. Од овие алги се добива гел кој се користи во производството на сладолед и кремове бидејќи ги зацврстува, а се користат во исхрана на човекот и како зачини. Содржат голема количина алгинска киселина, која има широка примена во прехранбената индустрија. Наоѓаат широка примена и во текстилната индустрија и во производството на калиумово ѓубре бидејќи содржат калиум. Има околу 1.800 видови кафеави алги. Оваа група опфаќа повеќе рода, а позначајни се *Fucus*, *Laminaria*, *Sargassum*, *Macrocystis* – најголемите алги кои растат до 60 m во должина, и др.



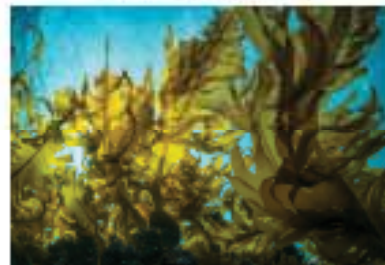
Слика 3.27 *Spirogyra* sp.



Слика 3.28 *Ulva* sp.

ЦРВЕНИ АЛГИ (RHODOPHYTA)

Црвените алги (Слика 3.30) живеат во морска средина, особено во топлиите тропски и суптропски мориња. Досега се опишани над 7.000 видови, но се смета дека ги има многу повеќе. Растат на карпи и други површини, но може да се сретнат и на поголеми длабочини. Поголемиот дел се многуклеточни, а се среќаваат и едноклеточни форми. Содржат пигмент фикоеритрин кој ја дава црвената боја. Црвените алги имаат голема улога во формирањето на коралните гребени (Слика 3.31). Значајни се за производство на агар, кој се користи како подлога за одгледување на микроорганизми. Црвените алги се користат во исхраната, во фармацевтската индустрија и за производство на ѓубриво. Позначајните претставници припаѓаат на следните родови: *Porphyra*, *Corallina*, *Gelidium* и др.



Слика 3.29 Кафеави алги

ЗЛАТНО-ЖОЛТИ АЛГИ (CHRYSOPHYTA)

Поголем број видови златно-жолти алги (Слика 3.32) се слатководни претставници. Може да бидат едноклеточни или колонијални, со или без камшичиња. Камшичињата (две на број) се наоѓаат на предниот дел од клетката. Се нарекуваат златно-жолти алги поради присуството на пигментот фукоксантин, кој дава карактеристична златно-кафеава боја која ги маскира другите пигменти во хлоропластите. Денес се познати повеќе од 1.000-1.300 видови златно-жолти алги. Живеат во чисти води, а мал дел во бари или солени води. Претставници: *Dinobryon* и *Synura* – колонијални алги, *Chrysococcus* – едноклеточна сферична алга и *Mallomonas* – едноклеточна подвижна алга.

Според новата класификација, дел од нив сега се сметаат за посебен тип, познати како **силикатни алги** или **дијатомеи**



Слика 3.30 Црвени алги



Слика 3.31 Корален гребен

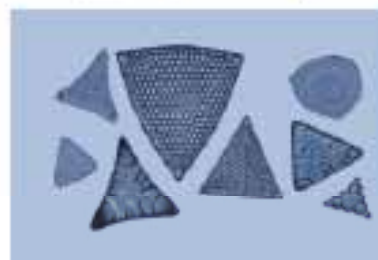


Слика 3.32 Златно-жолти алги



(*Bacillariophyta*). Тоа се едноклеточни алги чиј клеточен сид е со вграден силициум диоксид и има изглед на стаклеста, просирна обвивка, која по изумирањето на живиот дел на алгата останува како трајна творба. Живеат на влажни места, во вода, но и на цврста подлога. Се исхрануваат автотрофно и се значајни примарни продуценти во водните екосистеми. Остатоците од изумрените дијатомеи паѓаат на дното на морињата и со текот на времето од нив се создаваат дебели наслаги на дијатомејска земја (дијатомит).

Се користат како средства за полирање, за топлотна изолација, во пасти за заби, а во минатото се користеле и за производство на динамит. Една од најинтересните примени на дијатомеите е во форензиката, во судскомедицинската експертиза, при давање во вода. Најпознатите претставници од оваа група припаѓаат на родовите: *Navicula*, *Fragilaria*, *Pinnularia* (Слика 3.33), *Triceratium* (Слика 3.34) и др.

Слика 3.33 *Pinnularia* sp.Слика 3.34 *Triceratium* sp.

Активности:

- Набљудувајте алги под микроскоп!

Потребен материјал:

- микроскоп
- подготвени трајни препарати или свежи алги, од езерска, аквариумска или барска вода
- предметни и покривни стакленца
- имерзионо масло
- слики или шеми за споредба и препознавање

Примероците може да бидат собрани претходно (за да се овозможи дополнителен раст на алгите во поволни услови)

Поделете се на повеќе групи и анализирајте различни материјали за да бидат опфатени сите видови.

- Набљудувајте препарат направен од прав од здробена таблета Спирулина под светлосен микроскоп.

На препаратот ќе забележите делови од клетките на спирулина.

Прашања за повторување:

1. Што се алги и каде најчесто живеат?
2. Зошто се важни алгите за екосистемите? Наведи пример.
3. Кои типови пигменти се застапени кај зелените алги?
4. Кои се најпознатите претставници на зелените алги?
5. Наведи разлики помеѓу зелените и кафеавите алги.
6. Кој пигмент е застапен кај црвените алги?
7. Каква е градбата на клеточниот ѕид кај дијатомите?
8. Каква е примената на дијатомите?
9. Наведи ги најпознатите претставници на силикатните алги.

Клучни точки:

- ✓ Алгите се автотрофни, еукариотски, едноклеточни и многуклеточни, фотосинтетски организми.
- ✓ Ги населуваат главно водните средини, слатките и солени води, а може да се сретнат и на копно, на влажни места.
- ✓ Нивното тело се нарекува талус и најчесто немаат диференцирани ткива така што немаат вистински корен, стебло и лист.
- ✓ Клеточниот ѕид е целулозен или со вграден силициум диоксид како кај дијатомите.
- ✓ Се размножуваат бесполово и полово.
- ✓ Класифицирани се во неколку типа: зелени алги (Chlorophyta), кафеави алги (Phaeophyta), црвени алги (Rhodophyta), златно-жолти алги (Chrysophyta).
- ✓ Содржат фотосинтетски пигменти, хлорофил а и б кај зелените алги, другите покрај основниот хлорофил а содржат и фукоксантин (кафеави и златно-жолти алги), фикоеритрин (црвени алги).

3.6. ЦАРСТВО ГАБИ (FUNGI)

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Опишува основни карактеристики на претставниците од царството габи;
- ✓ Идентификува позначајни претставници од царството габи;
- ✓ Го објаснува значењето на габите и лишаите.

ОПШТИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Царството габи обединува организми од микроскопски димензии до големи печурки. Постојат некои нови истражувања, кои укажуваат дека бројноста на видовите габи неколку пати ја надминува бројката на растенијата, односно, го држат второто место по бројност, веднаш зад инсектите.

Сите се исхрануваат **хетеротрофно**. Најголемиот дел се **биоредуценти**, се исхрануваат со остатоци од мртви растенија и животни, притоа минерализирајќи ги. Дигестирањето на храната се случува надвор, габите излучуваат ензими кои ги разложуваат хранливите материји, вклучително и целулозата, а потоа ја апсорбираат. Дел од габите се паразити, се хранат од живите тела на организмите и предизвикуваат т.н. габични заболувања.

Телото им е изградено од **талус** без хлорофил со различни форми: амевовиден, торбест, мурест или цвечест без клеточни прегради. Кај некои, талусот е изграден од кончести творби, наречени **хифи**, а целата таа формација од хифи се нарекува **мицелиум** (Слика 3.35).

Хифите можат да бидат преградени напречно во повеќе клетки, кои имаат јадро, органели и цитоплазма. Клетките имаат клеточен ѕид изграден од **хитин**. Како резервна материја складираат **гликоген**.

Размножувањето кај габите може да се настане со кинење на парче од мицелиумот, од кое ќе се развие нова единка, со пупење. Хифите кои се скриени во супстратот кон површината формираат задебелувања од хифи во форма на „пупки“. Кога ќе бидат спремни, со брза апсорпција на вода (од дожд), се појавуваат на површината како плодни тела изградени од хифи. Во светот на габите постои огромен број најразлични плодни тела по форма, боја и големина. Генерално, габите се размножуваат со спори, кои се добиваат бесполово и полово. Половото размножување е типично за наесен, кога условите стануваат неповолни за живот.

Во ова царство спаѓаат поголем број групи чија класификација е според морфологијата, биолошките карактеристики (градбата, размножувањето и начинот на живот) или според молекуларните карактеристики.



Слика 3.35 Хифи со прегради и спорангиум

Eumycota – според современата класификација базирана на молекуларни истражувања тоа се вистински габи, меѓу кои поважни се:

- **Zygomycota** – група попримитивни габи кои живеат главно во почва, во органска материја која е во фаза на распаѓање, или паразитираат на растенија и животни. Претставниците имаат цвечести хифи, без прегради. Ги има во сува средина и на суви места, а размножувањето е со спори кои се шират низ воздухот.

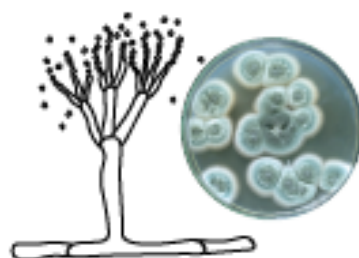
Имаат широка примена во прехранбената, биотехнолошката, фармацевтската индустрија итн., пред сè поради нивното својство за ферментација, во производството на ензими и лекови. Карактеристичен претставник е мувлата (*Mucor mucedo*) (Слика 3.36) која расте на органски остатоци од овошје и зеленчук. Позната е по брзиот равој на сиво-бела плесна мувла. Тука спаѓа и црната лебна мувла (*Rhizopus stolonifera*) која се развива на стар леб, а *Rhizopus oryzae* се користи за ферментирање на ориз и добивање саке или оризово брашно.



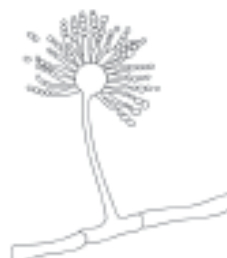
Слика 3.36 Мувла (*Mucor mucedo*)

- **Ascomycota**, или уште наречени торбести габи, чиј мицелиум е изграден од преградени хифи кои имаат клеточни ѕидови импрегнирани со хитин. Името го добиле поради заедничката карактеристика – формирање спорангиум во форма на топче, исполнет со спори и наречен аскус, поврзан со половото размножување. Во оваа група има и габи без организиран мицелиум, телата им се едноклеточни, топчести и се размножуваат со пупење, па може да формираат низи. Такви се квасците габи. Имаат повеќекратно значење: во прехранбената индустрија, квасците за леб и алкохолна ферментација; во фармацевтската индустрија се вклучени во производство на антибиотици и ензими; сапрофитите учествуваат во разградувањето на органски материи, но се појавуваат и како паразити кај растенијата, животните и човекот. Во оваа група припаѓаат пеницилиум, аспергилус, лебниот квасец, како и тартуфите (Слика 3.37).

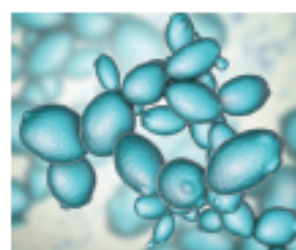
- **Basidiomycota** – *столпчести габи*. Досега се опишани повеќе од 35.000 видови, но бројката постојано се зголемува



пеницилиум
(*Penicillium sp.*)



аспергилус
(*Aspergillus sp.*)



лебн квасец
(*Saccharomyces cerevisiae*)



бел тартуф
(*Tuber magnatum*)

Слика 3.37 Претставници од аскомицетите

како резултат на нови откритија со молекуларните анализи. Столпчестите габи се повеќегодишни мицелиуми, кои се развиваат на растителна и гнила подлога. Тие се типичен претставник на габите бидејќи нивното плодно тело го препознаваме како печурка. Обединува три групи: печурки, 'рѓи и гламни. 'Рѓите и гламните се паразити, но се среќаваат и симбионти, габи што формираат микориза со корења на дрвја. Печурките, пак, се добар извор на храна, богат со протеини и јаглехидрати. Некои претставници се отровни, а токсинот често е смртоносен. Отровот е многу подмолен, а симптомите се појавуваат дури откако веќе ќе направи оштетувања на црниот дроб, кои често знаат да завршат со смрт.

Карактеристични претставници се печурките кои се користат во исхраната: шампињоните (*Agaricus bisporus*) (Слика 3.38), кои растат покрај патишта, на ѓубришта; буковката (*Pleurotus ostreatus*) (Слика 3.39) која расте на дрвјата во шумите и е позната како шумска острига поради изгледот; вргањ (*Boletus edulis*) (Слика 3.40) и др. Има и многу отровни печурки, како што е мувоморка (*Amanita muscaria*) (Слика 3.41) која има специфичен изглед.

Дефиниција

Микоризата е појава на формирање задебелувања на корењето од растенијата во кои живеат габи кои го врзуваат азотот од воздухот.



Слика 3.38 Шампињони



Слика 3.39 Буковка



Слика 3.40 Вргањ



Слика 3.41 Мувоморка

- **Мухомycota** – лигави габи, по карактеристиките, се блиски со протистите. Имаат голо протоплазматично тело со многу јадра наречено **плазмодиум**. Тие се способни за амебовидно движење и фагоцитоза, слично на амебите, затоа се сметаат за лажни габи (псевдомицети) и со новата класификација се сместени во царството протиста или хромиста.

ЛИШАИ (LICHENES)

Лишаите со право се нарекуваат пионери на копното. Населуваат области со екстремни услови, на карпи каде што практично воопшто нема почва. Тие создаваат почва со разорување на карпата со киселини кои ги секретираат. Всушност станува збор за еколошка група симбиотски организми, габи кои заробиле во себе цијанобактерии. Врската им е заемна, и двата организми имаат корист. Фотосинтезата од цијанобактериите обезбедува храна за двата организма, а мицелиумот обезбедува погодна средина и минерали. Лишаите добро поднесуваат

суши, кога практично престануваат да фотосинтетизираат. Тие се живи, и чекаат дожд, кога брзо и силно се развиваат. Лишаите важат за најстарите организми на планетата. Се смета дека се вечни, стари и по некоку илјади години. Иако отпорни на екстремни еколошки услови, тие се многу осетливи на загадување на воздухот, па затоа се добар биоиндикатор за квалитетот на воздухот. Според морфологијата, лишаите се поделени на: лушпести, листовидни и грмушести (Слика 3.42), но има и сложени лишаи кои имаат различен изглед.



Слика 3.42 Исландски лишај
(*Cetraria islandica*)

Активности

- Набљудувајте различни видови габи и класифицирајте ги по групи.
- Истражувајте за отровните печурки, за видовите кои ги има кај нас и за нивната примена.
- Истражете и пронајдете ги на интернет како е навистина откриен пеницилинот.
- Истражете и најди ги народните имиња на печурките наведени во табелата 3.3.

Табела 3.3

латинско име
<i>Agaricus campestris</i>
<i>Macrolepiota procera</i>
<i>Amanita caesarea</i>
<i>Agrocybe cylindracea</i>
<i>Boletus edulis</i>
<i>Suillus granulatus</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>
<i>Craterellus cornucopioides</i>
<i>Hydnum repandum</i>
<i>Lactarius deliciosus</i>
<i>Marasmius oreades</i>
<i>Morchella conica</i>
<i>Morchella esculenta</i>
<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Lactarius deterrimus</i>

- Плодните тела (она што народно го нарекуваме печурка) растат многу брзо, особено по дожд. Откријте ја тајната како плодните тела растат толку брзо.
- Истражете или разговарајте со собирач на печурки, за правилниот начин на собирање печурки. Зошто треба да се користи нож?
- Белиот тартуф е посебно ценет и скап како деликатес. Истражете за каков вид габа станува збор и како оваа габа се наоѓа и се собира во природата.

Прашања за повторување:

1. Кои се општите карактеристики на габите?
2. Како се поделени габите?
3. Кои се карактеристиките на столпчестите габи?
4. Кои печурки ги знаеш?
5. Што е карактеристично за лигавите габи и каде припаѓаат?
6. Што претставуваат лишаите и зошто се значајни?

Клучни точки:

- ✓ Габите се еукариотски, едноклеточни или повеќеклеточни хетеротрофни организми. Телото е изградено од хифи (нишки) кои го формираат мицелиумот.
- ✓ Во царството на габите се забележуваат повеќе начини на размножување: бесполово со спори, со пупење или кинење на дел од мицелиумот, а постои и полово размножување.
- ✓ Габите формираат плодни тела на кои се развиваат спорите. Тие можат да бидат со различни форми и големини, зависно од видот. Кај столпчестите габи, плодното тело го препознаваме како печурка.
- ✓ Царството на габите обединува различни форми габи, групирани според некои заеднички карактеристики. Тука се: зигомицетите, кои ги опфаќаат мувлите; аскомицетите, каде влегуваат видови кои се многу значајни за фармацијата, како пеницилиумот, аспергилусот, но и квасците кои ги користиме во прехранбената индустрија; и столпчестите габи кои ги препознаваме како „печурки“ поради нивното плодно тело.
- ✓ Габите се значајни од еколошки аспект бидејќи се дел од т.н. редуценти кои ја минерализираат органската материја во биолошкиот отпад и ги враќаат минералите во нивниот биолошки циклус. Некои од нив се паразити, кои можат директно да го нападнат здравјето на човекот, но и да го намалат приносот во земјоделството, кога ги напаѓаат културните растенија.
- ✓ Меѓу габите има видови што создаваат соединенија со силно биолошко дејство, кое се користи во фармацијата.
- ✓ Печурките се истакнуваат со висока хранлива вредност и се богати со минерали и протеини, па се препорачливи во исхраната. Некои се одгледуваат индустриски.
- ✓ Лишаите се симбиотски организми, комбинација меѓу габи и цијанобактерии. Мицелиумот на габата обезбедува вода и минерали, а цијанобактериите се задолжени за фотосинтеза и создавање храна.
- ✓ Лишаите се силно осетливи на загадувања на воздухот, па претставуваат биоиндикатори за квалитетот на воздухот.

3.7. ЦАРСТВО РАСТЕНИЈА (PLANTAE)

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги опишува претставниците на царството растенија;
- ✓ Ги набројува и ги класифицира претставници од царството растенија според нивните основни карактеристики.

Царството растенија опфаќа високоорганизирани, повеќеклеточни еукариотски организми, кои еволутивно водат потекло од зелените алги. Опфаќа околу 400.000 видови растенија, но оваа бројка постојано се зголемува со новите истражувања кои вклучуваат морфолошки и молекуларни анализи. Поголемиот дел од видовите се копнени, но има и водни претставници. Во животниот циклус на растенијата се одвива смена на полова (гаметофитна) генерација и бесполова (спорофитна) генерација. Телото на растенијата е изградено од растителни органи: корен, стебло, лист, цвет, плод и семе. Во анатомската градба на секој растителен орган се наоѓаат специјализирани ткива (спроводни ткива, механички ткива) со помош на кои растенијата се приспособиле за копнен начин на живеење. Дополнително, врз епидермисот како покривно ткиво се развила кутикула (восочна обвивка) која ги штити растителните органи од исушување.

Растителното царство е поделено на:

- растенија без спроводни ткива – мовови;
- растенија со спроводни ткива (васкуларни растенија), во кои спаѓаат:
 - бeссемени растенија – папрати;
 - семени растенија – голосемени и скриеносемени растенија.

МОВОВИ (BRYOPHYTA)

Мововите се најпримитивните, главно копнени растенија, но во природата постојат и водни претставници. Досега, познати се повеќе од 15.000 вида мовови. Тие се организми кои имаат голема потреба од вода, особено во процесот на размножување. Ги населуваат влажните места, мочуриштата, тресетиштата, пештерите, влажните камења и карпи и сл. Кај повеќето мовови телото е издиференцирано на стебленце (каулоид) и филоиди, немаат вистински корен, но имаат ризоиди (тенки влакненца)

кои им служат за прикрепување за подлогата, а делумно и за впивање вода. Водата ја примаат преку целата површина бидејќи немаат спроводни ткива. Мововите може да се размножуваат полово и бесполово со смена на генерации. Доминантна генерација кај мововите е половата (гаметофитната). Таа е претставена со телото на мовот на кое се формираат полови органи, антеридиуми (машки органи) и архегониуми (женски органи). Бесполовата (спорофитната) генерација ја претставува спорангиумот, во чија внатрешност се формираат спорите.

Дефиниција

Филоидите се мали и најчесто зелени примитивни растителни органи кои имаат иста функција како вистинските листови кај васкуларните растенија.

Претставниците од ова царство се поделени во две групи: талусни мовови (цигерници) и листостеблени мовови.

Телото на цигерниците е изградено од сплескан талус, кој е полегнат и ползи по површината на земјата.

Карактеристичен претставник од оваа група е маршанцијата (*Marshallia polymorpha*) (Слика 3.43).

Листостеблените мовови се посложено градени, нивното тело е изградено од исправен каулоид (стебленце), на кој се распоредени филоидите.

Карактеристичен претставник од оваа група е влакнестиот мов (*Polytrichum commune*) (Слика 3.44).

Во мочурливите места и тресетиштата се развиваат видови мовови од родот *Sphagnum* (Сл. 3.45), од кој се формира јаглен.



Слика 3.43 Маршанција



Слика 3.44 Влакнест мов

Дефиниција

Тресетиште е вид влажно живеалиште каде што се акумулира тресет – органска материја составена претежно од нецелосно разложени остатоци од растенија, особено мовови (најчесто *Sphagnum*), во услови на влажност, ниска температура и недостиг на кислород.



Слика 3.45 *Sphagnum* sp.

ПАПРАТИ (PTERIDOPHYTES)

Папратите се бесемени, копнени растенија. Познати се повеќе од 12.000 видови. На растението се издиференцирани корен, стебло и листови. Се размножуваат со смена на генерации, бесполова и полово. Од долната страна на листот се формираат спорангиуми, групирани во соруси, во кои се формираат спори.

Спорите, кога ќе паднат на плодна подлога, се развиваат во карактеристична, срцевидна по форма, творба – проталиум, на кој се развиваат машки и женски полови органи, а во нив се создаваат полови клетки. По оплодувањето се добива зигот, од кој ќе израсне растение со корен, стебло и листови.

Карактеристични претставници од папратите се: слатка папрат (*Polypodium vulgare*) (Слика 3.46), машка папрат (*Dryopteris filix-mas*) (Слика 3.47), орлова папрат (*Pteridium aquilinum*) (Слика 3.48), и др.

Папратите наоѓаат примена како храна за животните, но и како лековити растенија. Во нашата традиционална медицина, на пример, се користи слатката папрат како лек за кашлици, бронхит, уринарни болести, воспаление на жолчка и др.

СЕМЕНИ РАСТЕНИЈА (SPERMATOPHYTES)

Со промената на климата на Земјата се јавила потреба од приспособување на растенијата кон таквите услови. Една од карактеристиките е појавата на семенови зачетоци од кои ќе се создаде семето кај растенијата. Во зависност од тоа каде се наоѓа семеновиот зачеток, дали на отворен плоден лист или во овариумот (плодницата) на толчникот, семените растенија се поделени на **голосемени** и **скриеносемени**. Кај скриеносемените растенија, каде семеновиот зачеток е сместен во плодникот, по формирањето на семето, плодникот разраснува, станува месест и формира плод во кој е заштитено (скриено) семето.

ГОЛОСЕМЕНИ РАСТЕНИЈА (GYMNOSPERMAE)

Во оваа група припаѓаат дрвенести и грмушести растенија кои најчесто имаат игличести листови. Со исклучок на неколку претставници, најголемиот дел од голосемените растенија се зимзелени растенија, односно листовите кои се повеќегодишни, постепено отпаѓаат и се заменуваат со нови. Во листовите и стеблото има смолни канали низ кои се излачува смола. Семеновите зачетоци се сместени во основата на плодните лушпи кои се групирани во образувања наречени шишарки. Машките шишарки се изградени од прашнички лушпи на кои се наоѓаат поленовите торбички во кои се формираат поленовите зрна (поленот). Карактеристични претставници се видови од родовите: бор (*Pinus*) – кај нас се среќаваат црниот бор (*Pinus nigra*), моликата (*Pinus peuce*) (Слика 3.49), кој е балкански ендемит откриен во 1826 г., ела (*Abies*), од кој најчеста е белата ела (*Abies alba*), смрча (*Picea abies*), смрека (*Juniperus*) (Слика 3.50), чампрес (*Cupressus*), туја (*Thuja*), тиса (*Taxus*), ефедра (*Ephedra*) и др. Од попримитивните и постари голосемени растенија е родот цикас (*Cycas*) (Сл. 3.51).



Слика 3.46 Слатка папрат со спорангии



Слика 3.47 Машка папрат



Слика 3.48 Орлова папрат



Слика 3.49 Молика



Слика 3.50 Смрека

Овој род е распространет во тропските и суптропските предели и има изглед на палма. Друг карактеристичен род е гинко (*Ginkgo*) (Сл. 3.52) со претставникот *Ginkgo biloba*, кој е остаток од флората од пред 270 милиони години. Распространет е во Јапонија и во Кина, а кај нас го има во парковите како декоративно растение. Ова е ретко листопадно голосемено растение со специфична форма на листовите.

СКРИЕНОСЕМЕНИ РАСТЕНИЈА (ANGIOSPERMAE)

Скриеносемените растенија се најбројна група растенија со околу 250 илјади видови. Главно се копнени растенија, но некои претставници живеат во слатките води, а мал број се сапрофити и паразити. Во однос на должината на животот, има едногодишни растенија, а и видови кои живеат стотици или илјадници години. Во оваа група спаѓаат растенија со различна форма: тревести, зелјести, грмушести и дрвенести. Систематичарите ги класифицираат скриеносемените растенија во две групи, врз основа на нивните особини, и тоа на **дикотиледони** и **монокотиледони растенија** (Табела 3.4).



Слика 3.51 Цикас



Слика 3.52 Гинко

Табела 3.4 Карактеристики на дикотиледони и монокотиледони растенија

дикотиледони	монокотиледони
семето има два котиледона	семето има еден котиледон
осков коренов систем	мрежест коренов систем
стеблото нарастува секундарно во дебелина	стеблото нема секундарна градба
отворени спроводни снопиња	затворени спроводни снопиња
мрежеста нерватура на листот	паралелна нерватура на листот
цветот најчесто е петчлен, со диференцирани чашкини и венечни ливчиња	цветот е тричлен со прост околуцветник (перигон)

ДИКОТИЛЕДОНИ РАСТЕНИЈА (DYCOTILEDONAE)

Ги има околу 200.000 видови, или повеќе од половина од сите претставници на царството растенија (*Plantae*). Во продолжение се дадени дел од растенијата кои припаѓаат на различни фамилии и се важни за човекот или се наоѓаат на територија на РС Македонија.

Фамилија лутичиња (Ranunculaceae)

Оваа фамилија опфаќа околу 2.500 видови, главно тревести растенија. Најброен е родот на лутичињата (*Ranunculus*). Меѓу првите пролетни растенија се лутичето (*Ranunculus ficaria*) (Слика 3.53 А), кукурекот (*Heleborus odorus*) (Слика 3.53 Б), гороцветот (*Adonis vernalis*), анемоната (*Anemone nemorosa*) (Слика 3.54) и др.



Слика 3.53 Лутиче (А), Кукурек (Б)

Слика 3.54 Анемона

Фамилија афиони (Papaveraceae)

Опфаќа околу 750 видови во 40 родови, а најпознати се видовите од родот *Papaver* афион (*Papaver somniferum*) (Слика 3.55). Се смета дека го имаме вториот по квалитет афион во светот, по чистината на алкалоидите: морфин, кодеин и папаверин. Од нив се прават лекови. Опиумот и неговите деривати се добиваат од млечот на афионот.

Chelidonium majus (Слика 3.56) е диво растение кое содржи млечен сок со портокалова боја и има бактерицидно и фунгицидно дејство.



Слика 3.55 Афион



Слика 3.56 *Chelidonium majus*

Фамилија буки (Fagaceae)

Опфаќа околу 900 видови, и тоа се листопадни дрвја, а поретко грмушки. Претставник на оваа фамилија е буката (*Fagus silvatica*) (Слика 3.57). Тука спаѓа и родот дабови со видовите од нашата флора – македонски даб (*Quercus trojana*), цер (*Quercus cerris*), зимзелениот даб (*Quercus coccoloba*) (Слика 3.58) и др. Карактеристичен претставник е и костенот (*Castanea sativa*) (Сл. 3.59).



Слика 3.57 Бука



Слика 3.58 Зимзелен даб



Слика 3.59 Костен

Фамилија коприви (Urticaceae)

Претставниците од оваа фамилија се тревести едногодишни и повеќегодишни растенија. Кај нас е застапен родот *Urtica* со најчестиот вид коприва (*Urtica dioica*) (Слика 3.60). Се користи во исхраната и за подготовка на чај во алтернативната медицина.



Слика 3.60 Коприва

Фамилија зелки (Brassicaceae)

Опфаќа околу 3.000 видови зелјести растенија, а најпознат е родот зелка (*Brassica*), во кој спаѓаат обичната зелка (*Brassica oleracea*) (Слика 3.61), карфиолот (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) (Слика 3.62), ротквата (*Raphanus sativa*). Како лековито диво растение се издвојува овчарската торбичка (*Capsella bursa-pastoris*) (Слика 3.63).



Слика 3.61 Зелка



Слика 3.62 Карфиол



Слика 3.63 Овчарска торбичка

Фамилија слезови (Malvaceae)

Во оваа фамилија припаѓаат многугодишни зелјести и дрвенести растенија. Кај нас ги има видовите од родот *Malva*, како диви растенија. Чести се видовите: бел слез (*Althaea officinalis*) (Слика 3.64), црн слез (*Malva sylvestris*), бамјата (*Hibiscus esculentus*), која се користи во исхраната, памукот (*Gossypium herbaceum*) (Слика 3.65) и др.



Слика 3.64 Бел слез



Слика 3.65 Памук

Фамилија млечки (Euphorbiaceae)

Рицинусот (*Ricinus communis*) (Слика 3.66) се одгледува како декоративно растение, но се користи и во медицината. Од млечниот сок на хевеата (*Hevea brasiliensis*) се добива природна гума (каучук). Од дивите видови кај нас, најчести се претставниците од родот на млечки (*Euphorbia*) (Слика 3.67).



Слика 3.66 Рицинус



Слика 3.67 Млечка

Фамилија рози (Rosaceae)

Оваа фамилија опфаќа околу 3.500 видови зимзелени и листопадни зелјести и дрвенести растенија. Претставник е дивата роза или шипинката (*Rosa canina*) (Сл. 3.68). Тука спаѓаат и јагодата, капината, малината, праската, црешата, крушата, јаболкото и др.



Слика 3.68 Дива роза (шипинка)

Фамилија леѓуминозни или пеперугоцветни растенија (Fabaceae)

Фамилијата опфаќа околу 12.000 видови кои припаѓаат на 200 родови едногодишни зелјести и дрвенести растенија. Позначајни претставници се: гравот (*Phaseolus vulgaris*) (Слика 3.69), грашокот (*Pisum sativum*) (Слика 3.70), кикиритките (*Arachis hypogaea*) (Слика 3.71), различни граорици, бакла, соја, багрем итн.



Слика 3.69 Грав



Слика 3.70 Грашок



Слика 3.71 Кикиритки

Фамилија штитоцветни (Apiaceae)

Штитоцветниците се тревести и зелјести растенија кои главно се користат за исхрана, а такви се морковот (*Daucus carota*), кимот (*Carum carvi*) (Слика 3.72), магносот (*Petroselinum crispum*) (Слика 3.73), анасонот (*Pimpinella anisum*) и др.



Слика 3.72 Ким



Слика 3.73 Магнос

Фамилија компирови растенија (Solanaceae)

Опфаќа околу 2.300 видови зелјести едногодишни растенија, а има и дрвја и лијани. Тука спаѓаат компирот (*Solanum tuberosum*), домотот (*Solanum lycopersicum*), пиперката (*Capsicum annum*), тутунот (*Nicotiana tabacum*) (Слика 3.74), помамица (*Atropa belladonna*) кој се користи за проширување на зениците и др.

Фамилија усноцветни (Lamiaceae)

Тука спаѓаат зелјести растенија, поретко грмушки. Најчести претставници се: нането (*Mentha piperita*) (Слика 3.75) жалфијата (*Salvia officinalis*) (Слика 3.76), мајчината душичка (*Thymus vulgaris*) (Слика 3.77), рузмаринот (*Rosmarinus officinalis*), босилекот (*Ocimum basilicum*) (Слика 3.78) и др.



Слика 3.74 Тутун



Слика 3.75
Нане



Слика 3.76
Жалфија



Слика 3.77
Мајчина душичка



Слика 3.78
Босилек

Фамилија главоцветни (Asteraceae)

Опфаќа околу 20.000 видови зелјести растенија, ретко грмушки, дрвја и сукуленти. Карактеристични претставници се: глуварчето (*Taraxacum officinale*), невенот (*Calendula officinalis*) (Слика 3.79), ајдучката трева (*Achillea millefolium*) (Слика 3.80), камилицата (*Matricaria chamomilla*) (Слика 3.81), сончогледот (*Helianthus annuus*), боливачот или бела рада (*Bellis perennis*) и др.



Слика 3.79 Невен



Слика 3.80 Ајдучка трева



Слика 3.81 Камилица

МОНОКОТИЛЕДОНИ (MONOCOTYLEDONAE)

Монокотиледоните се тревести, зелјести, едногодишни и повеќегодишни растенија од исклучително значење за човекот. Групирани се во следните фамилии:

Фамилија лилјани (Liliaceae)

Бројна фамилија која ги опфаќа родовите на: крин (*Lilium*) (Слика 3.82), лале (*Tulipa*) (Слика 3.83), Македонска кандилка (*Fritillaria*) и др.

Фамилија нарциси (Amaryllidaceae)

Голем број од видовите од оваа фамилија се култивирани растенија кај нас. Претставници се: нарцисот (*Narcissus poeticus*) (Слика 3.84) и кокичето (*Galanthus nivalis*) (Слика 3.85), кромидот (*Allium cepa*), лукот (*Allium sativum*) и др..

Фамилија перуники (Iridaceae)

Претставниците од оваа фамилија се тревести растенија. Најчести се видовите од следните родови: перуника (*Iris*) (Слика 3.86), качунка (*Crocus*) (Слика 3.87) и гладиола (*Gladiolus*), чии видови растенија се одгледуваат како декоративно цвеќе по дворовите.



Слика 3.82 Крин



Слика 3.83 Лале



Слика 3.84 Нарцис



Слика 3.85 Кокиче



Слика 3.86 Перуника



Слика 3.87 Качунка

Фамилија орхидеи (Orchidaceae)

Опфаќа околу 30.000 видови растенија и е една од најбројните фамилии. Претставниците од оваа фамилија се сапрофити и епифити во тропските предели. Кај нас најчесто се среќаваат видови од родот салеп (*Orchys*) (Слика 3.88).



Слика 3.88. Салеп

Фамилија тревни (Poaceae)

Оваа фамилија опфаќа типични тревести растенија со околу 8.000 видови растенија. Тука спаѓаат родовите: *Poa*, *Lolium*, *Bromus* и др., како и житните видови растенија пченица (*Triticum vulgare*) (Слика 3.89), пченка (*Zea mays*) (Слика 3.90), ориз (*Oryza sativa*), јачмен (*Hordeum vulgare*) и др.



Слика 3.89 Пченица



Слика 3.90 Пченка

Активности:

- Анализирајте свежи примероци, хербаризирани материјали или слики од мовови и папрати. Врз основа на карактеристиките кои ги научивте, обидете се да ги препознаете.
- Набљудувајте свежи или хербаризирани примероци од скриеносемени растенија, обидете се да препознаете во која група спаѓаат: монокотиледони или дикотиледони.
- Истражете кои од изучените претставници се лековити растенија.

Прашања за повторување:

1. Што опфаќа растителното царство?
2. Кои се разликите меѓу дикотиледони и монокотиледони растенија?
3. Кои фамилии спаѓаат во дикотиледони?
4. Кои фамилии спаѓаат во монокотиледони?
5. Кои се покарактеристични претставници од мововите?
6. Како се размножуваат папратите?

Клучни точки:

- ✓ Бессемени растенија се мововите и папратите.
- ✓ Растенијата се размножуваат со смена на полова и бесполова генерација.
- ✓ Семените растенија се делат на голосемени и скриеносемени.
- ✓ Во голосемени растенија спаѓаат: цикас, гинко, ела, бор, ариш и др.
- ✓ Скриеносемените растенија, според карактеристиките, се делат на дикотиледони и монокотиледони.
- ✓ Карактеристики на дикотиледоните се: два котиледона, мрежеста нерватура, осков корен, отворени спроводни снопиња, стеблото расте секундарно во дебелина, цветот е најчесто петчлен со диференцирани чашкини и венечни ливчиња.
- ✓ Карактеристики на монокотиледоните се: еден котиледон, затворени спроводни снопиња, стеблото не расте секундарно во дебелина, паралелна нерватура, жилест корен, тричлен цвет со прост околуцветник (перигон).
- ✓ Во дикотиледони растенија спаѓаат фамилиите на: лутичиња, афиони, буки, коприви, зелки, слезови, рози, млечки, пеперугоцветни, штитоцветни, соланаце, усноцветни, главоцветни.
- ✓ Во монокотиледони растенија спаѓаат: лилјани, нарциси, перуники, орхидеи, треви.

3.8. ЦАРСТВО ЖИВОТНИ (ANIMALIA)

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги набројува главните карактеристики на животните;
- ✓ Ги идентификува и ги опишува основните карактеристики на претставниците од царството животни;
- ✓ Ги набројува позначајните претставници од царството животни.

Царството животни (Animalia) опфаќа најголем број видови кои се различни меѓу себе. Заеднички карактеристики на животните се: повеќеклеточни организми, се исхрануваат хетеротрофно, а мал број се паразитски, активно подвижни, а има и прикрупени (седентарни) организми. На телото им се разликуваат преден дел – глава со уста и сетилни органи, и заден дел, каде се наоѓа анелен отвор. Се карактеризираат со билатерална (двострана) и радијална (зрачна) симетрија. Имаат телесна празнина целом во која внатрешните органи се одделуваат од сидот, се размножуваат полово, а најпримитивните бесполово. Во однос на тоа дали имаат потпора на телото – 'рбет, се делат на безрбетни (Invertebrata) и 'рбетни животни (Vertebrata).

Безрбетни животни (Invertebrata) се најразновидната и најбројна група повеќеклеточни животни на планетата. Не поседуваат 'рбетен столб или коски, но некои поседуваат надворешен скелет. Големината им е од 0,2 mm до 20 m. Голем дел се паразити. Досега се опишани околу 1,25 милиони видови, најголемиот дел се инсекти. Најпростите форми се т.н. бесткивни животни, а на најголемиот дел од животните клетките им се организирани во ткива и органи. Безрбетните животни се поделени во повеќе типови.

ТИП СУНЃЕРИ (PORIFERA)

Најпросто градени водни животни, немаат вистински ткива и органи, а живеат прикрупени за подлогата. Големината им се движи од 1 cm до 2 m. Се размножуваат со пупење или полово. Телото им е порозно, изградено од надворешен и внатрешен слој клетки и празнина. Водата со хранливите материи навлегува низ порите, а излегува низ големиот отвор наречен оскулум. Имаат внатрешен скелет кој им дава цврстина, а е составен од спикули, мали минерални иглички и спонгин (еластичен протеин). Карактеристичен претставник е охридскиот сунѓер (*Ochridospongia rotunda*) (Слика 3.91). На слика 3.92 е претставен морски сунѓер.



Слика 3.91 Охридски сунѓер



Слика 3.92 Морски сунѓери

ТИП КОПРИВКАРИ (CNIDARIA)

Копривкарите се примитивни водни животни. Некои се прикрупени за подлогата (како коралите), а други слободно пливаат (како медузата). Телото им е изградено од два слоја клетки – надворешен и внатрешен, а меѓу нив има желатинозна материја. Имаат устен отвор, околу кој се наоѓаат пипала со жарни клетки кои имаат функција да ја парализираат жртвата. Храната ја разградуваат со ензими, а непотребните материји ги исфрлаат преку истиот отвор. Имаат мрежест нервен систем кој е најпримитивен. Се размножуваат со пупење. Претставници се: златната медуза (*Mastigias papua*) (Слика 3.93), слатководната хидра (*Hydra vulgaris*) (Слика 3.94), црвениот корал (*Corallium rubrum*) (Слика 3.95) и др.



Слика 3.93 Златна медуза



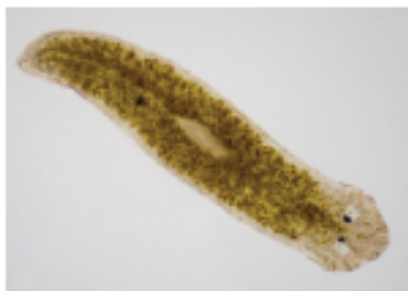
Слика 3.94 Хидра



Слика 3.95 Црвен корал

ТИП СПЛЕСКАНИ ЦРВИ (PLATYHELMINTHES)

Телото им е изградено од три слоја клетки, имаат дигестивен систем составен од уста и црево кое завршува слепо. Нервниот систем е претставен од врвчести ганглии и сетила на главата, од кои поаѓаат нервни врвки. Екскреторниот систем е претставен од ѕвездести клетки, кои исфрлаат непотребни материји преку отвори (пори). Тие се хермафродити и се размножуваат полово. Нивната големина се движи од 1 mm до 20 m. Тие се најпростите организми со билатерална симетрија. Претставници се: слатководна млечно-бела планарија (*Dendrocoelum lacteum*) (Слика 3.96), голем метил (*Fasciola hepatica*), тении (говедска тенија *Taenia saginata* и кучешка тенија *Taenia hydatigena* (Слика 3.97)).



Слика 3.96 Планарија



Слика 3.97 Тенија

ТИП ЦЕВЧЕСТИ ЦРВИ (NEMATHELMINTHES)

Телото им е издолжено со заострени краеве. Големината варира од 1 mm до 1 m. На предниот дел од телото е сместен устен отвор, кој продолжува во црево и завршува со анален отвор. Живеат во слатки и во солени води, а има и паразитски форми. Претставници се човечката глиста (*Ascaris lumbricoides*) (Слика 3.98), која се пренесува преку загадена храна, и трихинелата (*Trichinella spiralis*) (Слика 3.99), се пренесува со консумирање заразено месо од свиња кое не е добро термички обработено.



Слика 3.98 Човечка глиста



Слика 3.99 Трихинела

ТИП МЕКОТЕЛИ (MOLLUSCA)

Претставниците имаат тело составено од три дела: глава, стапало и труп. На главата се сместени сетилните органи. Во трупот се наоѓаат внатрешните органи. Се движат со помош на стапалото кое е мускулен орган. Имаат билатерална симетрија на телото. Претставници се: полжави, школки, главноноги организми. Полжавите (Gastropoda) имаат извртена черупка, немаат билатерална симетрија, трупот им е извртен за 180° во однос на главата. Живеат во солени и во слатки води, но и на копно. Се размножуваат полово, некои се еднополови, но има и хермафродити. Претставници се: лозов полжав (*Helix pomatia*) (Слика 3.100), голем полжав (*Achatina fulica*) (Слика 3.101), барско полжавче (*Viviparus contextus*) и др. Конусниот морски полжав е најотровен, една капка од отровот може да усмрти 10 луѓе.

Школките (Bivalvia) живеат во слатки и во солени води. Телото им е заштитено со два капаци кои се затворени со мускулна „брава“. Имаат прикремен начин на живеење што бил причина за отсуство на глава. Претставници се: речната школка, остригата (*Ostrea edulis*) (Слика 3.102), црната морска школка (Слика 3.103) и др.



Слика 3.100 Лозов полжав



Слика 3.101 Голем полжав



Слика 3.102
Острига



Слика 3.103
Црна морска школка

Главноногите (Cephalopoda) ги населуваат морињата и океаните. Достигнуваат големи димензии и се најголемите безрбетници. Во оваа група спаѓаат: сипата (*Sepia*) (Слика 3.104), октоподот (*Octopus*) (Слика 3.105), наutilusот (*Nautilus*) и лигњата (*Loligo*). Сипата има способност кога се брани да испушти мастилава течност и на тој начин му бега на непријателот. Најголема е циновската лигња кој достигнува 13 m. Претставниците од оваа група човекот ги користи во исхраната.



Слика 3.104 Сипа



Слика 3.105 Октопод

ТИП ПРСТЕНЕСТИ ЦРВИ (ANNELIDA)

Телото им е изградено од голем број прстени (сегменти) еднакви по големина (хомономна сегментација). Водните претставници дишат со жабри, а копнените преку кожата. Се размножуваат полово. По првпат кај нив се појавува телесна празнина – целом. На копнените претставници телото им е покриено со кутикула која лачи лигава материја. Имаат затворен крвоносен систем. Во овој тип спаѓаат: дождовниот црв (*Lumbricus terrestris*) (Слика 3.106), нереисот (*Nereis vexillosa*) (Слика 3.107), медицинската пијавица (*Hirudo medicinalis*) (Слика 3.108).



Слика 3.106 Дождовен црв



Слика 3.107 Нереис



Слика 3.108 Пијавица

ТИП ЧЛЕНКОНОГИ (ARTHROPODA)

За претставниците од овој тип карактеристично е сегментирано тело на различни по големина членчиња (хетерономна сегментација), кои се зглобно поврзани. На нив се разликуваат глава, гради и абдомен. Нивниот број е многу поголем од 1 милион видови. Телото им содржи надворешна хитинска обвивка (егзоскелет). Овој надворешен скелет му дава потпора на телото, а однатре за него се поврзани мускулни снопчиња, со кои овие животни ги движат телото, нозете и антените. Кога растат, членконогите го отфрлаат стариот егзоскелет, па се создава нов (преслекување). Се размножуваат полово, а развитокот е директен или со метаморфоза. Припадниците на типот се поделени во неколку класи: инсекти, пајаквидни, многуноги и раковидни организми. Инсектите (Insecta) се најбројна група од членконогите. Имаат глава со антени и сетилни органи, на градите три пара нозе и еден или два пара крилја. Голем

број од инсектите се штетни, но има и корисни за човекот (пчела – *Apis mellifera* (Слика 3.109), свилена буба – *Bombyx mori*, бубамара – *Coccinella septempunctata* (Слика 3.110) и др.

Пајаквидните членконоги (Arachnida) имаат четири пара нозе. Се исхрануваат на тој начин што храната (жртвата) што ја уловиле ја прскаат со дигестивни сокови кои ја разградуваат и потоа полесно ја јадат. Тука спаѓаат пајациите, скорпиите, крлежите и др. Покарактеристични претставници од пајациите се: пајакот крстоносец (Слика 3.111), тарантулата, црната вдовица (Слика 3.112) и др.

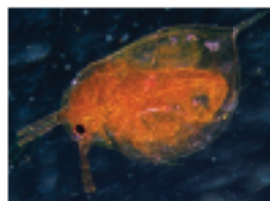
Скорпиите (Слика 3.113) имаат издолжено тело и на последниот сегмент од абдоменот имаат боцка која е поврзана со отровна жлезда. Интересно е што скорпиите раѓаат живи млади. Други претставници на членконогите се крлежите (Слика 3.114), кои се многу ситни паразити најчесто во кожата на рбетниците, шугавецот (*Sarcoptes scabiei*) (Слика 3.115), кој е паразит во кожата на човекот.



Слика 3.113 Азиска шумска скорпија

Многуногите (Miriapoda) поседуваат издолжено тело изградено од исти сегменти поделено на глава и труп. Секој сегмент носи еден или два пара нозе. Според бројот на нозе по сегмент, се делат на еднопарни и двопарни многуноги. Интересен претставник од еднопарните многуноги кој може да се најде во нашите домови и дворови е кукната стоноталка (*Scutigera coleoptrata*) (Слика 3.116) која е месојад и лови други инсекти. Исто така, чести се двопарните многуноги кои се хранат со отпаднати мртви делови од растенија, како на пример црната многунога (*Julus terrestris*) (Слика 3.117).

Раковидните членконоги (Crustacea) живеат во вода и во влажна почва. Покарактеристични претставници се: дафнија (Слика 3.118) и циклопс, кои спаѓаат во нижи ракови со микроскопски димензии, јастог (Слика 3.119), речен рак (Слика 3.120), морска краба и др.



Слика 3.118 Дафнија



Слика 3.109 Пчела



Слика 3.110 Бубамара



Слика 3.111
Пајак крстоносец



Слика 3.112
Црна вдовица



Слика 3.114
Крлеж



Слика 3.115
Шугавец



Слика 3.116 Кукна
стоноталка



Слика 3.117 Црна
многунога



Слика 3.119 Јастог



Слика 3.120 Речен рак

ТИП ИГЛОКОЖИ (ECHINODERMATA)

Овие животни го населуваат морското дно. Имаат петзрачна симетрија на телото. Се движат со амбулакрални ножиња (каналчиња кои завршуваат со цевчиња пијавки). Се размножуваат половно, а развитокот е со метаморфоза. Претставници се: морскиот еж (*Echinus melo*) (Слика 3.121), морските кринови (Crinoidea), морските краставици (Holothuroidea) (Слика 3.122), морски змијулки (Ophiuroidea) (Слика 3.123), морската ѕвезда (*Asterias rubens*) (Слика 3.124).



Слика 3.121
Морски еж



Слика 3.122 Морска
крастица



Слика 3.123
Морска змијулка



Слика 3.124
Морска ѕвезда

ПОТТИП 'РБЕТНИ ЖИВОТНИ (VERTEBRATA)

Ги обединува најсовершените организми и опфаќа околу 65.000 видови. Основна карактеристика за сите нив е појавата на хорда – 'рскавична творба, која во повисоките категории станува 'рскавичен, а потоа еволутивно понов, коскен 'рбетен столб. Сите имаат

билатерална симетрија на телото, целом, жабри за дишење кај пониските форми, односно бели дробови кај повисоките форми. Кај сите има затворен крвоносен систем. Кај птиците и цицачите се појавува хомеотермија. Поделени се во шест класи: круглоусти, риби, водоземци, влечуги, птици и цицачи.

КЛАСА КРУГЛОУСТИ (CYCLOSOMATA)

Останати се мал број видови од овие рибовидни животни. Имаат примитивна градба, кај нив се среќава хорда, со зачеток на 'рскавица. Ги има во слатки и во морски води. Имаат устен отвор како пијавка, со која се закачуваат за жртвата, и јазик со остри заби со кои сечат во ткивото и ја цицаат телесната содржина. Претставник е речната змијулка (*Lampetra fluviatilis*) (Слика 3.125).



Слика 3.125 Речна змијулка

КЛАСА РИБИ (PISCES)

Тоа се водни 'рбетници во слатки и во солени води. Нивната бројност се проценува на 33.600 различни видови водни животни. Целото тело е покриено со 'рскавични или коскени плочки кои се покриени со тенок епидермис. Поседуваат скелетен систем, претставен од череп со вилицы (често и заби), 'рбетен столб ('рскавица или коска – зависно од групата риби), ребра и појаси за подвижните перки. Перките можат да бидат парни и непарни. Имаат добро развиен дигестивен систем. Дишат преку жабри, крвоносниот систем е од затворен тип. Поседуваат добро развиени сетила, черепен и 'рбетен мозок. Поседуваат парни бубрези и парни полови жлезди. Сите се еднополови животни. Коскените риби во стомакот имаат воздушен меур, кој им овозможува да лебдат во водата. Класата е поделена на: 'рскавични риби – во кои се опфатени ајкулите, раите и некои морски грабливци, и коскени риби – во кои се вклучени 95% од сите риби. Тропската кит-ајкула е најголема и достигнува до 20 m, а се храни со планктон.

Од коскените риби попознати се: пастрмката (*Salmo letnica*) (Слика 3.126), крапот (*Cyprinus carpio*), црвенперката (*Rutilus rutilus*) (Слика 3.127), сомот, туната, сардината, харингата и др.



Слика 3.126 Пастрмка



Слика 3.127 Црвенперка

КЛАСА ВОДОЗЕМЦИ (AMPHIBIA)

Тоа се првите 'рбетници кои постепено се приспособуваат за живот на копно, што довело до појава на бели дробови. Тие не се целосно развиени и затоа во дишењето им помага и кожата, која е постојано влажна. Телото им е поделено на глава и труп, на кој има два пара екстремитети. Има појава на мал крвоток (крвта се насочува од срцето кон белите дробови и назад во срцето). Размножувањето е полово, а оплодувањето надворешно. Водоземците се делат во три групи: жаби, опашкари и безноги. За жабите е карактеристично што имаат два пара екстремитети, а меѓу прстите имаат кожичка за пливање. Претставници се: крастава жаба (*Bufo bufo*) (Слика 3.128), зелена жаба (*Pelophylax esculentus*) (Слика 3.129) и др.

Од опашкари се среќава шарениот дождовник.



Слика 3.128 Крастава жаба



Слика 3.129 Зелена жаба

КЛАСА ВЛЕКАЧИ (REPTILIA)

Влекачите се првите копнени животни и не зависат од водата. По телото, односно над кожата имаат рожни плочки, а кај желките се формира цврст оклоп. Имаат два пара екстремитети, освен змиите. Се размножуваат полово, а оплодувањето е внатрешно. По оплодувањето женката полага јајца во кои ембрионот е заштитен со три обвивки. Класата опфаќа над 7.000 видови кои се поделени на: гуштери, желки, змии и крокодили. Познати претставници се: од гуштерите, зелен гуштер (*Lacerta viridis*) (Слика 3.130), сиден гуштер; од змиите, шарка (*Vipera ursinii*) (Слика 3.131), питон (*Python reticulatus*), поскок и др.; од желките, барска желка (*Emys orbicularis*), галапагоска желка (*Chelonoidis nigra*); од крокодилите, нилски крокодил (*Crocodylus niloticus*) (Слика 3.132) и алигатор (*Alligator mississippiensis*).



Слика 3.130 Зелен гуштер



Слика 3.131 Шарка



Слика 3.132 Нилски крокодил

КЛАСА ПТИЦИ (AVES)

Класата обединува околу 10.000 видови птици. Тоа се хомеотермни животни, телото им е покриено со пердуви и рожнати плочки по нозете. Се приспособиле на летање, додека некои секундарно ја изгубиле таа способност. Имаат шупливи и лесни коски, предните екстремитети претрпеле измени во бројот и поставеноста на коските, па добиле крилја, воздушни торби, кои освен што овозможуваат двојна размена на гасови, ја намалуваат и зафатнината на телото при лет. Во внатрешните органи фали десниот дел од репродуктивниот систем (јајчник и јајцевод). Усниот отвор со рожнати творби е претворен во клун (со најразлични форми и големини, зависно од начинот на исхрана на птиците). Срцето е четириделно (две преткомори и две комори). Оплодувањето е внатрешно, а полагаат јајца. Поделени се на: тркачи, летачи и пингвини. Во тркачи спаѓаат нојот (Слика 3.133) и кивите. Пингвините се посебна група птици кои ја изгубиле способноста за летање, и крилјата им личат на перки за пливање (Слика 3.134). Во групата летачи е опфатен голем број птици, како: нуркачите, обичен штрк (*Ciconia ciconia*), лебедите (Слика 3.135), кормораните, гуските, патките, чапјите и др. Птици грабливки се: сокол, орел (*Aquila chrysaetos*) (Слика 3.136), јастреб и др.

Кокошки: домашна кокошка, еребица (Слика 3.137), фазан и др. Папагали (*Agapornis roseicollis*) (Слика 3.138), колибри (*Trochilidae*) (Слика 3.139), кои се и најмалите птици и пејачи, како славејчето (*Luscinia megarhynchos*) (Слика 3.140), врапчето, чавката, гавранот, косот и др.



Слика 3.133 Ној



Слика 3.134 Пингвин



Слика 3.135 Лебед



Слика 3.136 Орел



Слика 3.137 Еребица



Слика 3.138 Папагал



Слика 3.139 Колибри



Слика 3.140 Славеј

КЛАСА ЦИЦАЧИ (MAMMALIA)

Цицачите се еволутивно најсовершена група, која обединува околу 6.500 видови. Тоа се хомеотермни организми, телото им е покриено со влакна, а кожата има различни жлезди. Оплодувањето е внатрешно, а плодот кај најголем дел од цицачите се развива во матката на мајката, анатомски и функционално поврзано со крвотокот на мајката преку орган – плацента. Младенчињата се раѓаат живи, а мајката ги храни со млеко. Нервниот систем бележи голем развој, особено појавата на кората на големиот мозок, каде што се сместени виши центри кои овозможуваат учење и помнење. Сите органски системи трпат усовршување. Кај цицачите се појавува дијафрагма – мускулест орган кој има важна улога во дишењето. Цицачите се поделени во три групи:

- Цицачи со клоака со претставници: мравојаден еж и клунар (Слика 3.141);
- Торбари со претставници: црвен кенгур (*Macropus rufus*, слика 3.142), коала и др.;
- Цицачи со плацента, која е најбројна и најразновидна група, со претставници поделени во редови, меѓу кои:
 - Инсектојади, во кој спаѓаат ежот и кртот;
 - Гризачи со претставниците: обична верверица (*Sciurus vulgaris*, слика 3.143), како и глвците, дабарот и др.;
 - Сверовите во која спаѓаат кафената мечка (*Ursus arctos*), волкот, лисицата, тигарот и сите други големи мачки и др.;
 - Цицачи што летаат во кој спаѓа цуцестиот лилјак (*Pipistrellus pipistrellus*, Слика 3.144) и сите други лилјаци;
 - Китови во која спаѓа грбавиот кит (*Megaptera novaeangliae*, слика 3.145), сите китови и делфини;
 - Парнокопитни животни во кои спаѓа двогрбата камила (*Camelus bactrianus*, слика 3.146), како и антилопите, козите, овците, жирафите и др.;
 - Непарнокопитни животни, како што се коњот (*Equus caballus*), магарето, зебрата и др.,



Слика 3.141 Клунар



Слика 3.142 Кенгур



Слика 3.143 Верверица



Слика 3.144 Цуцест лилјак



Слика 3.145 Грбав кит



Слика 3.146 Камила

- Примати, кои се поделени на нижи примати (полумајмуни) во кои спаѓаат лемуриите, лоретите и аветите, и виши примати (мајмуни), каде припаѓаат: капуциноот, павијанот, макаки мајмунот, бабунот, шимпанзото, горилото, орангутанот и највисоко организираниот - човекот (*Homo sapiens*).

Активности:

- Набљудувајте и препознајте (од добиените слики од примероци) во која група спаѓаат животните кои ги анализирате, во безрбетници или 'рбетници?
- Поделени во групи, определете во која класа припаѓаат различни видови животни од добиените слики. Посочете неколку карактеристики за нив.

Истражете:

- За што се користи отровот од змиите?
- Зошто осите се корисни инсекти?
- Зошто ќе биде загрозен опстанокот на дел од животниот свет ако ги снеса пчелите?
- За што се користела медицинската пијавица?

Прашања за повторување:

1. Како се поделени животните според тоа дали имаат потпора на телото – 'рбет?
2. Кои типови спаѓаат во безрбетни животни?
3. Што е карактеристично за сунѓерите?
4. Како копривкарите го ловат пленот?
5. Дали сплесканите црви имаат анален отвор во дигестивниот систем?
6. Во кој тип спаѓаат тениите?
7. Дали човечката глиста е паразит?
8. Наброј претставници од мекотелите!
9. На кој тип припаѓа дождовниот црв?
10. Каква симетрија на телото имаат иглокожите?
11. Дали ајкулата е 'рскавична риба?
12. Дали водоземците живеат само на копно?
13. Какво е оплодувањето кај влекачите?
14. Што од внатрешните органи недостасува кај птиците?
15. Како се делат птиците?
16. Опиши ги карактеристиките на цицачите!
17. Како се делат цицачите?

Клучни точки:

- ✓ На сунѓерите телото им е изградено од надворешен и внатрешен слој клетки, а внатре е празнина; познат претставник е охридскиот сунѓер.
- ✓ Копривкарите имаат мрежест нервен систем, кој е најпримитивен. Се размножуваат со пупење.
- ✓ На сплесканите црви телото им е изградено од три слоја клетки, имаат дигестивен систем составен од уста и црево кое завршува слепо.
- ✓ Цевчести црви се човечката глиста и трихинелата.
- ✓ Мекотелите имаат тело составено од три дела: глава, стапало и труп.
- ✓ На прстенестите црви телото им е изградено од голем број прстени (сегменти) еднакви по големина (хомономна сегментација), дишат со жабри, а копнените преку кожата.
- ✓ Членконогите имаат хетерономна сегментација, се разликуваат глава, гради и абдомен.
- ✓ Рибите се водни 'рбетници, во кои спаѓа најголемата кит-ајкула.
- ✓ Водоземците се првите 'рбетници што постепено се приспособуваат за живот на копно.
- ✓ Влекачите се првите копнени животни и не зависат од водата.
- ✓ Птиците се хомеотермни животни, телото им е покриено со пердуви.
- ✓ Цицачите се хомеотермни организми, телото им е покриено со влакна, кожата има различни жлезди, оплодувањето е внатрешно, а плодот кај најголем дел од нив (со исклучок на цицачите со клоака и торбарите) се развива во матката на мајката.

3.9. УЛОГА НА МОРФОЛОГИЈАТА ВО КЛАСИФИКАЦИЈАТА НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ. ИЗРАБОТКА НА ДИХОТОМНИ КЛУЧЕВИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Објаснува улога на морфологија во класификација на живи организми;
- ✓ Објаснува основни принципи на функционирање на дихотомни клучеви;
- ✓ Дизајнира дихотомни клучеви врз основа на карактеристики кои се лесни за идентификација на организмите кои припаѓаат на сродна таксономска група.

Секој жив организам има свои единствени морфолошки, анатомски, молекуларни, генетски и физиолошки карактеристики. Врз основа на тие карактеристики научниците се обидувале да ги групираат единките, со цел полесно да се проучува и да се дефинира биолошкиот вид. Во биологијата, морфологијата има за цел да ги проучува обликот, распоредот, големината и структурата на составните делови на растителните и животинските организми и на микроорганизмите. Морфологијата на растенијата ги опишува карактеристиките на: коренот, видот на стеблото, видот на листот, градбата на цветот, градбата на плодот, распоредот на листовите, градбата, бојата и распоредот на цветните елементи, градбата на соцветијата и др. На тој начин преку морфолошките карактеристики се овозможува растението да се идентификува, а со тоа се олеснува процесот на класификацијата. Истото се однесува и за животинските организми.

ДИХОТОМНИ КЛУЧЕВИ

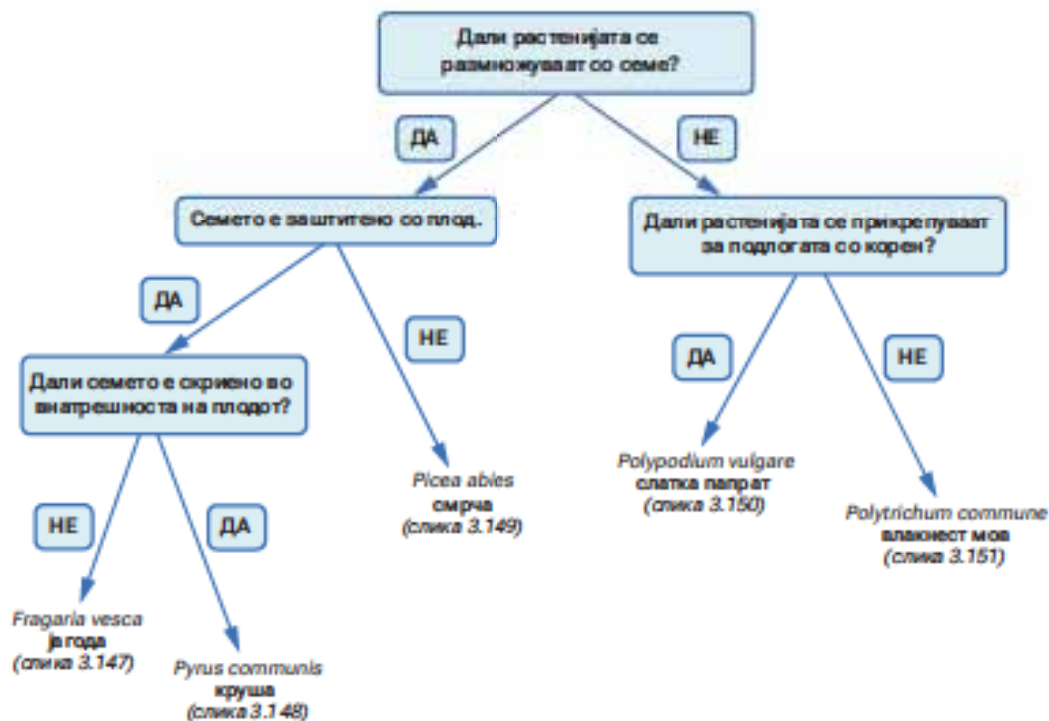
Дихотомните клучеви се начин на идентификација на примероци. Тие се моќна алатка за идентификација на организми, која ја развива логиката, набљудувањето и класификациските вештини. Клуч е всушност серија на изјави кои се состојат од два избори (теза и антитеза) кои ги опишуваат карактеристиките на организмот кој не е идентификуван. Дихотомните клучеви се користат многу често во биологијата и екологијата, за идентификација на растенија, животни, габи, инсекти итн., во наставата по биологија, при изучување на видовите и нивната

класификација, во научни истражувања и др. За да се направи дихотомен клуч треба да се имаат предвид следните чекори:

1. Собирање примероци и информации.
2. Набљудување и анализа на карактеристики.
3. Подготовка на парови/спротивставени карактеристики.
4. Поставување на логичен редослед на карактеристиките од најочигледните до подеталните.
5. Проверка на клучот.

Прво се избираат група на организми, на пример 5 различни животни, инсекти или растенија кај кои внимателно се селектираат одредени морфолошки карактеристики. Основно е да се изберат карактеристиките што може да се користат за да се

Шема за дихотомен клуч



Слика 3.147
Fragaria vesca
– јагода



Слика 3.148
Pyrus communis
– круша



Слика 3.149
Picea abies
– смрча



Слика 3.150
Polypodium vulgare
– слатка папрат



Слика 3.151
Polytrichum commune
– влакнест мов

спротивстават примероците. Потоа се формулираат како серија од изјави или прашања. Се прави листа на карактеристики за примероците што треба да се идентификуваат. На пример: има крилја, нема крилја, долги крилја, кратки крилја, бели пердуви, црни пердуви или нема пердуви, со или без крзно итн. Од овие карактеристики примероците ќе се поделат во две групи. Потоа секоја од групите се дели на по две групи и така се додека секој примерок не се разликува од сите други. Всушност, дихотомниот клуч работи по принцип на елиминација. Дихотомните клучеви често се користат во теренските водичи за да помогнат да се направи прецизна идентификација на растението или животното. Со цел да зафаќаат помалку простор, клучевите најчесто се испечатени како серии прашања и одговори при што се користи јасен и едноставен јазичен стил на изразување. Бројниот клуч се користи на тој начин што се читаат речениците што секогаш се во пар, а даваат опис на карактеристиките на организмот. Во парот едната реченица е спротивна на другата. Сам избираш која реченица го опишува непознатиот организам. Зад секоја реченица стои број кој нè носи на следниот пар реченици или го дава името на организмот. Се продолжува со следење на броевите се додека не се добие името на организмот. Преку создавањето на овие клучеви се подобруваат вештините за набљудување и класификација.



Слика 3.152 *Aspro streber*



Слика 3.153 *Perca fluviatilis*



Слика 3.154 *Anguilla anguilla*

Шема за броен дихотомен клуч со искази (теза и антитеза)

- 1а. Телото на рибата со две грбни перки од кои предната е со тврди лаци, а задната со меки лаци. 2
- 1б. Телото на рибата со една грбна перка. 3
- 2а. Телото вретеновидно и издолжено. Грбните перки разделени помеѓу себе со поголема празнина. *Aspro streber* (слика 3.152)
- 2б. Грбните перки на телото речиси се допираат помеѓу себе. *Perca fluviatilis* (слика 3.153)
- 3а. Телото има стомачни перки. 4
- 3б. Телото нема стомачни перки. *Anguilla anguilla* (слика 3.154)
- 4а. Во устата има заби. 5
- 4б. Во устата нема заби. 6
- 5а. Рибата која има мустачки околу устата. Телото е голо. *Silurus glanis* (слика 3.155)
- 5б. Рибата нема мустачки околу устата. Телото покриено со луспи. *Esox lucius* (слика 3.156)
- 6а. Со четири мустачки во аглите на устата. *Barbus barbus* (слика 3.157)
- 6б. Со две мустачки во аглите на устата. *Tinca tinca* (слика 3.158)

Слика 3.155 *Silurus glanis*Слика 3.156 *Esox lucius*Слика 3.157 *Barbus barbus*
macedonicusСлика 3.158 *Tinca tinca***Активности:**

- Истражете ја класификацијата на китовите. Обидете се да ги пронајдете последните докази на нивната еволуција. Дискутирајте на час околу блискоста на китовите со копнени тревопасни животни.
- Обидете се да конструирате дихотомен клуч за животни кои ќе ги забележите во околината. Користете ги нивните специфични карактеристики кои ќе водат до конечното решение.

Прашања за повторување:

1. Што е морфологија?
2. Дали видот може да се класифицира само според морфологијата?
3. Што проучува морфологијата во биологијата?
4. Што е дихотомен клуч?
5. За што се користи дихотомниот клуч?
6. Кој најчесто користи дихотомни клучеви?

Клучни точки:

- ✓ Во биологијата, морфологијата има за цел да ги проучува обликот, распоредот, големината и структурата на составните делови на растителните и животинските организми и на микро-организмите. Преку анализата на морфолошките карактеристики се овозможува идентификацијата на организмот, а со тоа се однесува процесот на класификацијата.
- ✓ Дихотомните клучеви се моќна алатка за идентификација на организмите, која ја развива логиката, набљудувањето и класификациските вештини.
- ✓ Клучот содржи серија на изјави кои се состојат од два избори кои ги опишуваат карактеристиките на организмот кој не е идентификуван.
- ✓ Дихотомните клучеви се користат насекаде, од училиштата до научните институции во истражувањата и се основа на систематиката во биологијата.



ТЕМА 4

ОСНОВИ НА ОРГАНСКА ЕВОЛУЦИЈА

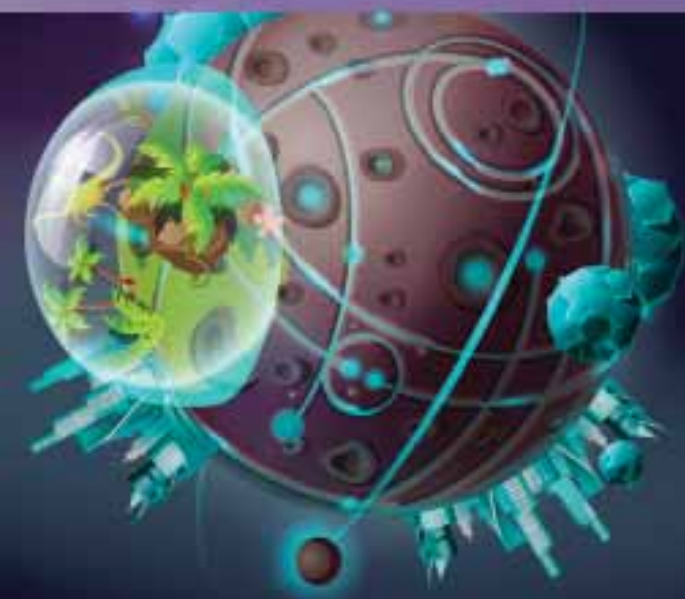
РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕТО





Ученикот/ученичката ќе биде способен/способна да:

- го објаснува настанокот на Земјата и животот, разликува абиогена од биогена еволуција и ја поврзува појавата на организмите со геолошки периоди.
- наведува докази за еволуцијата, вклучувајќи ги преодните форми и разликите меѓу хомологните и аналогните органи.
- класифицира адаптации и модели на еволуција што се однесуваат на индустриски меланизам, криптична обоеност, апосемија, мимикрија, дивергентна и конвергентна еволуција, како и коеволуција



4.1. БИОЕВОЛУЦИЈА НА ПЛАНЕТАТА ЗЕМЈА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува абиогената и биогената еволуција со примери;
- ✓ Ги споредува различните историски теории за еволуцијата.

НАСТАНОК НА ВСЕЛЕНАТА И НА ПЛАНЕТАТА ЗЕМЈА

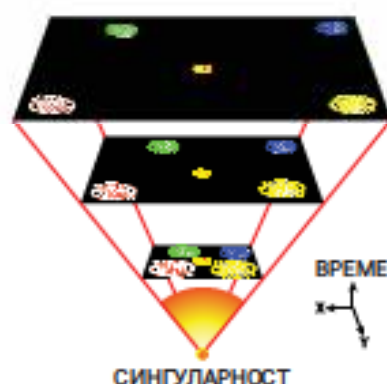
Научниците од областите на природните науки се согласуваат дека вселената настанала пред приближно **13,8 милијарди години**. Сè започнало со празен простор, во чие средиште, во една точка се случила голема експлозија наречена Големата експлозија (Биг Бенг). Дел од таа голема енергија била заробена во материја.

До почетокот на XX век, превладувало мислењето дека вселената е статична. Но, во текот на XX век се докажува дека постои ширење на вселената во просторот. Тоа укажува дека сè почнало од една точка, од каде и денес материјата се шири во просторот (Слика 4.1).

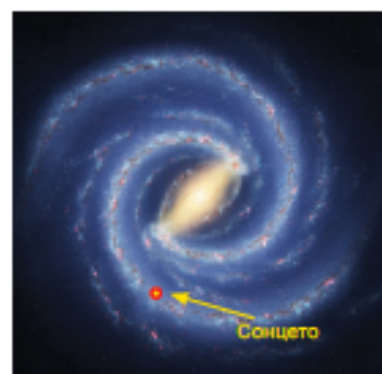
Од материјата што се шири низ вселената се формираат галаксии, во кои има огромен број ѕвезди. Постојано се случуваат „умирања“ на некои ѕвезди, но и „раѓање“ на нови. Нашето Сонце е ѕвезда, една од многуте ѕвезди во нашата галаксија наречена Млечен Пат (Слика 4.2).

Неговата старост се проценува на приближно **4,6 милијарди години**, колку што е и староста на планетите во Сончевиот Систем. Една од планетите е планетата Земја. Создавањето на Земјата започнува со кондензирање на материја во вжештена маса од Сончевиот Систем – Небула. Со ладење, таа ја добива планетарната форма.

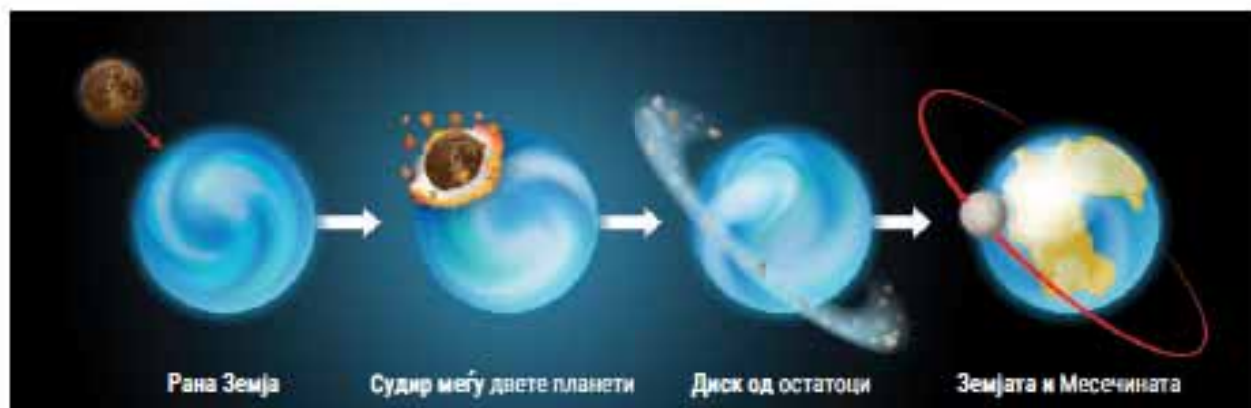
Се претпоставува дека во тој период при судир на небесно тело со планетата Земја, се откинува дел од масата, која останува заробена под дејство на гравитацијата на Земјата. На тој начин се создава Месечината (Слика 4.3).



Слика 4.1 Сингуларност, биг бенг, простор и време



Слика 4.2 Млечен Пат со обележана точка (Сонцето)



Слика 4.3 Создавање на планетата Земја и Месечината, ударот на двете тела и формирањето

На првичната Земја владееле силни геолошки промени, огромни ерупции на вулкани, земјотреси и атмосферски електрични празнења. Веќе пред околу **3,5 милијарди години** овие процеси полека се стабилизираат, површината на Земјата се лади, се стврдува и формира кора (литосфера), иако постојат силни вулкански ерупции. Од кондензираните пари се формира водена обвивка (хидросфера). Од гасовите се формира и првичната атмосфера. Таа била изградена од азотни оксиди, амонијак, јаглерод диоксид, метан, водород и сулфурводороди. Полека се создаваат услови за појава на првата форма на живот.

АБИОГЕНА ЕВОЛУЦИЈА

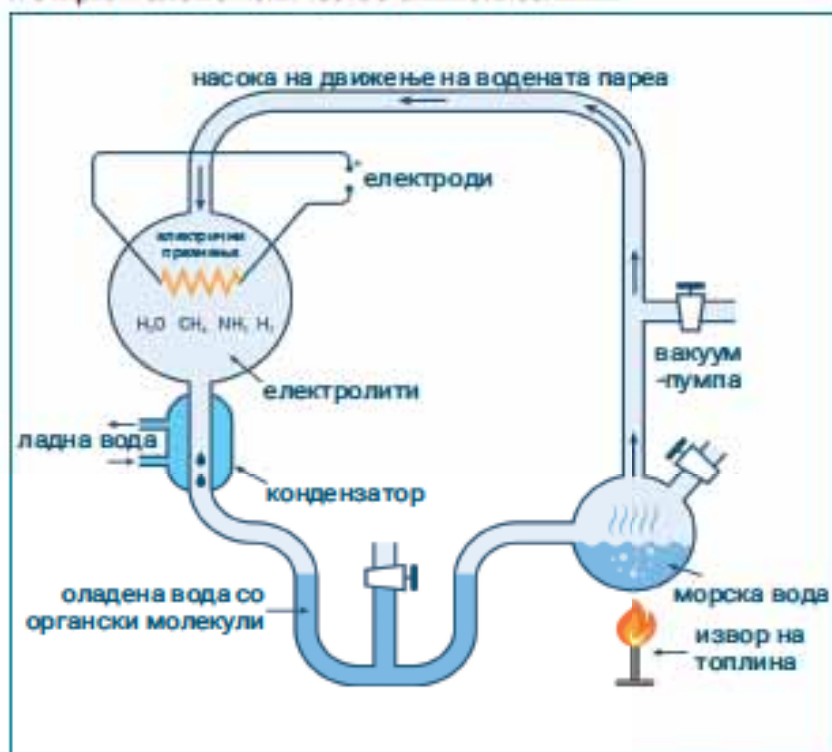
Во хемијата постои голема поделба на соединенијата на органски и неоргански. Поделбата е направена според местото на природното создавање на овие соединенија. Првично, органските соединенија биле поврзани со живите организми и наставувале во нивните клетки. Во табела 4.1 се претставени примери од двете групи.

Табела 4.1 Примери на соединенија од органска и од неорганска природа

неоргански соединенија	органски соединенија
- вода - јаглерод диоксид - азотни оксиди - сулфурводороди - силициум оксид - натриум хлорид итн.	- протеини - јаглехидрати - липиди - нуклеински киселини

Во 1953 година Харолд Јури (Слика 4.4 А), кој веќе бил добитник на Нобелова награда од областа на хемијата за откривање на

деутериум (изотоп на водород), и Стенли Милер (Слика 4.4 Б) успеваат да синтетизираат аминокиселини во лабораториски услови. Експериментот кој е илустриран на слика 4.4 В е едноставно имитирање на условите на планетата Земја на самиот почеток, од формирањето на атмосферата, хидросферата и литосферата. Самиот експеримент се состоел од смеса на метан, водород, амонијак и водена пара, низ која се пуштало електрично празнење од околу 60000 волти. Милер ја анализираше водата и открил големо количество аминокиселини.



Слика 4.4 В Шематски приказ на експериментот на Милер



Слика 4.4 А Харолд Јури

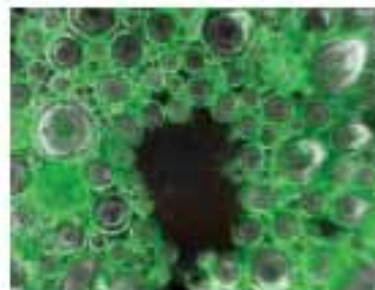


Слика 4.4 Б Стенли Милер

Овие резултати биле силна поткрепа на Коацерватната теорија на Александар Опарин. Според Опарин, спонтаното создавање органски молекули од неорганските, подоцна колоиди од протеини со јаглеродни хидрати и липиди, довело до формирање на првата форма на живот, т.н. коацервати (Слика 4.5) во периодот од 3,8 до 3,5 милијарди години пред нашата ера (**абиогена еволуција**).

Коацерватите имале топчеста форма и способност за „самоорганизација, самостојност и реакција со околината“. Потоа следувал период на еволутивни промени, кои довеле до појава на прва прокариотска клеточна форма.

Првите форми на живот настанале пред 3,7 до 3,5 милијарди години. Тоа биле микроскопски форми, кои продуцирале јаглеродни молекули и создале скаменети/фосилизирани структури „строматолити“.



Слика 4.5 Слика од коацервати

БИОГЕНА ЕВОЛУЦИЈА

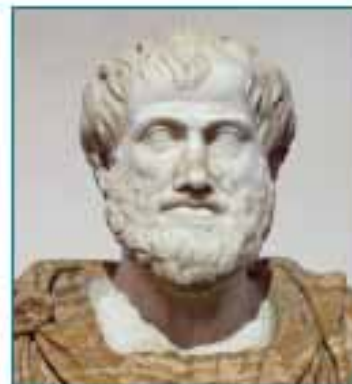
Биогената еволуција се базира на идејата дека животот може да настане само од живот. Всушност, се однесува на учењето дека нова животна форма може да биде резултат на некоја претходна животна форма. Ова теорија на еволуцијата оди во прилог на молекуларната биологија и генетика, која ги поврзува живите организми со организми од минатото.

ИСТОРИСКИ ПРЕГЛЕД НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Уште од античко време до денес, настанувањето на животот било и сè уште е прашање кое е отворено за размислување. Па така, **Аристотел** (Слика 4.6 А) ја објаснува комплексноста на живите форми со помош на неговата „Скала на природата“. Притоа, скалилата се пополнети според комплексноста на живите форми; неоргански материи, растенија, безрбетници, рбетници и на врвот е поставен човекот. Исто така, тој вели: „Видовите суштества се перфектни и дадени како такви засекогаш“. Оваа филозофија одела во прилог на религиите, кои тврделе дека бог ги создал сите видови такви како што се и сега. Таквото убедување се задржало сè до XVIII век.

Жан Батист Ламарк (Слика 4.6 Б), XVIII век, тврди дека живата форма еволуира, а фосилите се доказ. Тој тврди дека кај видовите се забележува форсирање на карактеристики кои им се потребни, за сметка на тие што не им се потребни, односно наследување на потребните.

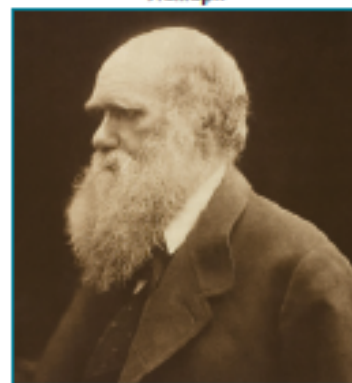
Чарлс Дарвин (Слика 4.6 В), XIX век, ја обелоденува својата Теорија на еволуцијата. Таа е истакната во неговите две капитални дела: „Потеклото на видовите под дејство на природната селекција“ и „Потеклото на човекот и поврзаноста на селекцијата со размножувањето“, како главен двигател и образувач на живите форми. Тој ја потенцира природната селекција, односно одбирањето на живите форми од природата на принципот: „Само најприспособените ќе преживеат“. Основен двигател на промените (варијациите) кај живите форми се мутациите.



Слика 4.6 А Аристотел



Слика 4.6 Б Жан Батист Ламарк



Слика 4.6 В Чарлс Дарвин

Активности:

- Истражете која од органските материи сè уште е тајна за биохемичарите? Зошто е важна?
- Обидете се да пронајдете извадоци од делата на Дарвин, прочитајте делови и анализирајте ги за време на часот.

Прашања за повторување:

1. Пред колку години е создаден Универзумот и како?
2. Колку е стара нашата галаксија?
3. Пред колку години се формираат литосферата, хидросферата и атмосферата на Земјата?
4. Зошто Јури и Милер ги одбрале метанот, амонијакот, водородот и водената пара за својот експеримент? Зошто додале електрични празнења со висок напон?
5. Зошто се важни коацерватите?
6. Зошто теоријата на Аристотел за настанокот на животот се одржала толку долго?
7. На кои докази се базира теоријата на Ламарк?
8. Кои се двете капитални дела на Чарлс Дарвин?
9. Дарвин се повикува на природната селекција при формирањето на животните форми. Објасни зошто?

Клучни точки:

- ✓ Абиогената еволуција го објаснува настанокот на животот како спонтанa последица на веќе формираните литосфера, хидросфера и атмосфера и физичко-хемиските услови во таа средина.
- ✓ Стенли Милер и Харолд Јури успеваат во лабораториски услови, имитирајќи ги состојбите на планетата Земја пред 3,8 милијарди години, да синтетизираат аминокиселини и други органски материи. Овие резултати ги користи Александар Опарин да ја промовира неговата Коацерватна теорија, за спонтано создавање органски колоиди, кои ќе станат првата форма на живот, коацервати.
- ✓ Низ историјата, постоеле обиди да се дефинира животната форма и промените кои ја следат. Аристотел ја понудил неговата „Скала на природата“ како дефинитивна, Ламарк се задржува на наследувањето на корисните карактеристики, додека Дарвин ја дефинира природната селекција како основен двигател на еволуцијата и појавата на различни видови организми.

4.2. ТЕОРИЈА НА ЕВОЛУЦИЈАТА И ПРИНЦИПИ НА ПРИРОДНАТА СЕЛЕКЦИЈА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги објаснува принципите на теоријата на еволуција;
- ✓ Наведува примери на природна селекција.

ТЕОРИЈАТА НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Темата еволуција била во интерес на многу мислители и научници низ времето. Но, Чарлс Дарвин со право ја носи титулата најзаслужен за откривање на тајните на еволуцијата. Тој ги објавува сознанијата за функционирањето на еволуцијата по повеќе од 20 години истражувања и собирање факти (Слика 4.7 А).

Дарвин ги базира своите сознанија на забележаните разлики (**варијабилности**) кај припадниците од ист вид, особено за време на неговата експедиција на островите Галапагос. Тој забележал дека видовите кои живеат на еден остров се разликуваат од видовите од соседниот остров, односно од видовите кои живеат на копното. Пример за овие разлики се двата вида галапагоски желки, од кои едната е жител на предели со ниска вегетација и мовови, додека другиот вид живее во предели со повисока вегетација (Слика 4.7 Б).

Добар пример се и т.н. Дарвинови зеби, кои развиле различни форми на клунови, на различните острови (Слика 4.8).

Овие разлики го навеле Дарвин да бара одговор за овие промени. Тој заклучил дека постои некоја можност за приспособување (адаптација) на видовите кон средината, за да можат да преживеат. Желките кои живеат во предели со висока вегетација се здобиле со високи нозе и долг врат, за да можат да се хранат со високите растенија, и обратно, желките кои живееле во предели со ниска вегетација се здобиле со куси нозе и краток врат. Птиците, пак, се специјализирале за одредена храна и клун кој им овозможувал лесен пристап до неа. Овие адаптации со текот на времето се вградуваат во геномот на видот.

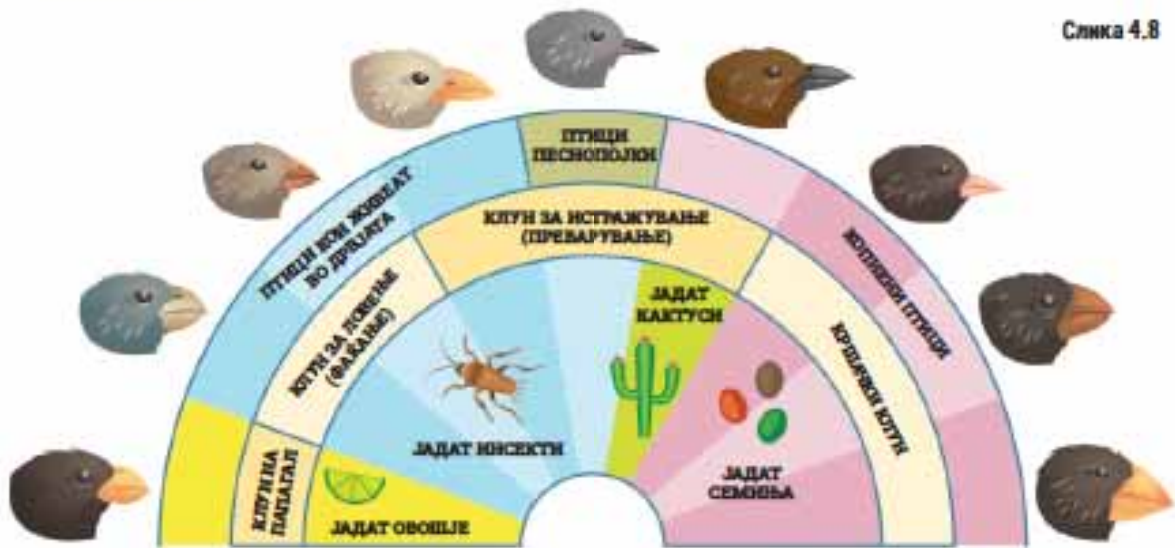


Слика 4.7 А „За потеклото на видовите“, едно од капиталните дела на Чарлс Дарвин



Слика 4.7 Б Галапагоски желки, со различна адаптација кон храната

Слика 4.8



ПРИНЦИПИ НА ПРИРОДНАТА СЕЛЕКЦИЈА

Веќе се запознавте со поимот селекција во методската единица „Поими за видови селекција“ во втората тематска целина, како процес на селектирање (одбирање) на најприспособените единки кон условите во животната средина. Придавката „природна“ ја дефинира оваа селекција како природна појава, која се случува независно од влијанието на човекот. Како нејзина спротивност, ја изучивте и вештачката селекција.

Природната селекција е основа на фундаменталното дело на Дарвин, „Потеклото на видовите преку природната селекција“. Таа се базира на неколку основни принципи:

- **варијабилност** – основата на природната селекција лежи во наследените варијабилности кај видовите. Единките наследуваат гени од нивните родители, кои определуваат различни особини. Некои гени претрпуваат мутации, кои, пак, резултираат со нови карактеристики во особините. Добри примери за влијанието на варијабилноста во природната селекција се споменатите желки и птици од Галапагос;
- **голема продукција на млади** – се забележува голем влог во донесување млади на свет при размножувањето. Имено, бројот на млади кои се добиваат многукратно го надминува бројот на родителите кај повеќето видови. На овој начин се обезбедува дел од нив да преживеат и да станат возрасни единки. Женката крап при мрест положува над 100.000 јајца (икра), но само мал дел ќе го почнат развојот (Слика 4.9);
- **адаптација** – одредени варијабилности овозможуваат некои единки да бидат поуспешни во преживувањето во животната средина. Притоа, поуспешните ќе живеат подолго и ќе дадат повеќе потомци од другите. На пример, животните кои живеат во ладните предели преживуваат со помош на дебелото крзно и приспособениот метаболизам, адаптации кои ги здобиле во рамките на видот низ долг временски период. Пример за ова е поларната лисица, која освен дебелото крзно, се адаптирала и во однос на кратките нозе, малата муцка и уши, со цел да ја зачува топлината на телото (Слика 4.10);



Слика 4.9 Крап



Слика 4.10 Поларна лисица

- **стабилизирање на промена** – на подолг временски период, се случува акумулација на генот кој ја определува успешната особина во популацијата и видот, односно, ќе овозможи менување на геномот на мнозинството на популацијата и видот, со доминација на гените за одредената карактеристика. Сè додека се стабилни условите во животната средина, нема да има промени во таа особина. Добар пример за оваа селекција е човеколиката рипка, која живее непроменета во прилично стабилни еколошки услови во пештерите во Словенија.

Еволуцијата нема крајна цел. Едноставно, таа е компромис со животната средина, за видовите да преживеат во борбата за опстанок. Екстремитетите на фоката се одлични за пливање, но „смешни“ за движење на копно.

Активности:

- Истражете го животот и делото на Чарлс Дарвин. Задржете се на неговото детство и љубовта кон животните. Потоа, неговото образование и авантуристичкиот живот. Истражете и за неговите дела, особено за двете негови капитални книги.
- Истражете различни видови животни и лоцирајте ги нивните адаптации. Потоа дајте кратко објаснување како природната селекција овозможила таа адаптација да стане карактеристика на видот.
- Белоглавиот мршојадец живее 20-ина години, а полова зрелост достигнува по неколку години. Женката снесува едно јајце годишно, за кое парот се грижи во текот на годината. Дискусирајте зошто овие птици немаат голема продукција како некои други птици. Направете споредба и со слоновете и зајациите, како и со други ваши идеи.

Прашања за повторување:

1. Зошто е важно делото на Чарлс Дарвин, „За потеклото на видовите преку природна селекција“?
2. Дефинирај природна селекција.
3. Наброј ги принципите на природната селекција.
4. Објасни како природната селекција се базира на варијабилностите во особините кај организмите. Наведи пример.
5. Зошто е важно да има голема продукција на млади при размножувањето?
6. Како стабилизирањето на промените во животната средина на подолг временски период ќе предизвика селекција на целата популација?

Клучни точки:

- ✓ Дарвин ја поставува Теоријата на еволуцијата по долг период на набљудување на варијабилностите кај единки од ист вид. Притоа, тој заклучува дека постои некој механизам на адаптирање на единките кон условите во животната средина. Со тие адаптации тие успеваат да преживеат.
- ✓ Природната селекција може да се разбере како интеракција меѓу условите во животната средина (еколошки фактори) и наследените фактори, односно здобиените наследни карактеристики, кои или ја зголемуваат способноста организмот да преживее или се случува негово изумирање.
- ✓ Теоријата на еволуцијата според Дарвин се базира на неколку принципи на природна селекција: варијабилност, голема продукција на млади, адаптација и стабилизирање на промена.
- ✓ Варијабилноста се базира на големиот фонд на варијации на гени во геномот на видовите. Комбинациите на карактеристиките што ги определуваат, ги прават единките помалку или повеќе различни меѓу себе. Понекогаш, тие разлики се во полза на единките, понекогаш не. Пример, во светот на темнокафено обоени молци кои се кријат во текот на денот на темната кора на дрвјата, молецот со светли крилја е лесно видлив за птиците кои ќе го изедат, но доколку кората на дрвјата е светла, тогаш другите се осудени на смрт.
- ✓ Големата продукција на млади при размножувањето, ја зголемува веројатноста дека некое од нив ќе стигне до зрелост и ќе почне да се размножува и ќе го продолжи видот.
- ✓ Практично сите живи суштества, вклучително и човекот, се дел на еволуцијата и адаптациите кои нашите предци ги усвоиле во минатото. Овој процес продолжува понатаму.
- ✓ Природната селекција е движена од условите во животната средина. Промената во животната средина отвора пат за успешност на нови варијабилности и адаптации. Во услови на стабилност во животната средина, се случува форсирање на веќе постојните особености, за сметка на новите.

4.3. ФОСИЛИ И БИОГЕОГРАФИЈА КАКО ДОКАЗИ НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Опишува фосили како докази на еволуцијата;
- ✓ Објаснува датирање со ^{14}C ;
- ✓ Дефинира биогеографија.

ПАЛЕОНТОЛОГИЈА И ФОСИЛИ

Науката која ги проучува животните форми од минатото, изумрените организми како диносауруси, цицачи, риби, инсекти, габи, растенија, па дури и микроорганизми, се нарекува **палеонтологија**. Притоа, главна алатка со која располагаат **палеонтолозите** (научниците кои ја проучуваат историјата на живата форма) се **фосилите** (Слика 4.11).

За повеќето, поимот фосили асоцира на изумрените диносауруси. Називот диносаурус потекнува од грчките зборови *deinos* (ужасен или страшно голем) и *sauros* (влекач или гуштер) и почнува да се употребува во XIX век. Постојат размислувања дека нивните фосили биле познати и порано, а биле основа за градење на легендите за змејови.

Всушност, фосилните докази откриваат како се менувале организмите низ текот на времето и каква била планетата во далечното минато. Тие се групирани во три категории:

- Скаменети остатоци од телата на изумрените организми, најчесто коски и други органи и ткива, како и просторот што го зафаќале телата, кој се исполнува со материја од средината, која со време се скаменува во верна реплика од изгледот на организмот (Слика 4.11 А);
- Скаменети отпечатоци од делови на телата на растенија и животни, кои даваат слика за изгледот, па дури и градбата на организмите (Слика 4.11 Б) и
- Остатоци од организмите (растенија и животни) во фосилизирана смола кои остануваат природно конзервирани, заштитени од габи и бактерии. Тоа се делови од тела, ткива, кожа и др. Понекогаш може да има и цели тела од организми (Слика 4.11 В), заштитени во килибарни парчиња (самиот килибар е фосилизирана стврдната смола од дрвја).



Слика 4.11 Категории фосили

ДАТИРАЊЕ НА ФОСИЛИТЕ

Фосилите се пронаоѓаат во **различни слоеви** на земјата (Слика 4.12). Доколку се датира времето кога настанал тој слој, веднаш е одредена и староста на фосилите кои се во него.

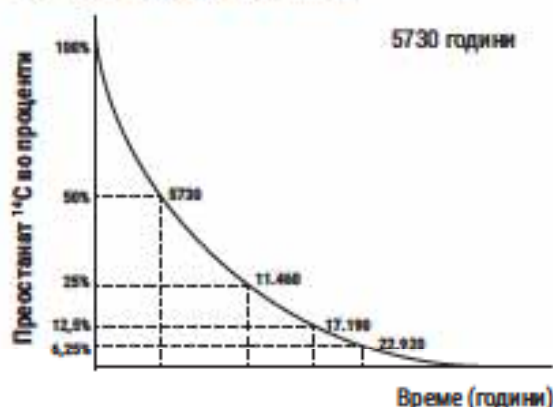
Радиометриското датирање или одредувањето на староста со помош на радиоактивни изотопи е најчест и најсигурен начин. За ова се користат радиоактивни изотопи, со подолг временски период на полураспаѓање. За фосилите, најпогоден е јаглеродниот изотоп ^{14}C (Слика 4.13).

Целата постапка се заснова на односот меѓу обичниот јаглероден атом ^{12}C и неговиот радиоактивен изотоп ^{14}C , кои биле природно вградени во биолошкиот материјал од кој е добиен фосилот, додека бил жив организмот. Пример, доколку станува збор за фосил од растение, додека растело, во себе ги вградувало двата јаглеродни атоми со ист однос како што ги има во природата. Но, штом растението е мртво, радиоактивниот изотоп почнува да се разградува и со време да се намалува, додека обичните јаглеродни атоми остануваат стабилни. Тој има полупериод на распаѓање од 5730 години. За толку време, тој ќе се намали за 50%. Во следните 5730 години неговото ниво ќе се намали за уште 50% од половината. Со мерење на односот меѓу ^{12}C и ^{14}C , се добива временскиот период.



Слика 4.12 Геолошки слоеви со фосили

ПОЛУПЕРИОД НА РАСПАЃАЊЕ

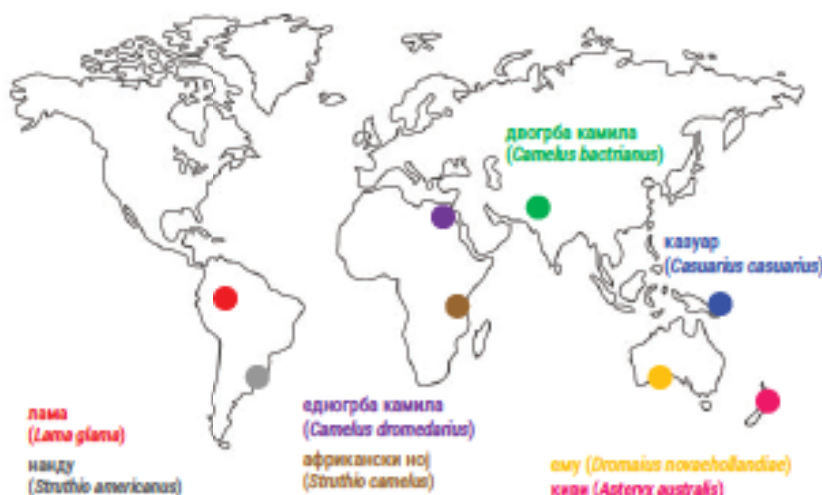


Слика 4.13 График на полупериод на распаѓање на радиоактивниот изотоп на јаглеродот ^{14}C

БИОГЕОГРАФИЈА

Сродните видови кои живеат на различни континенти се доказ на еволуцијата. Дobar пример за ова се видовите камили и птици тркачи (Слика 4.14).

Ламата, еднорбата камила и двогрбата камила припаѓаат на иста фамилија. Некогаш во минатото, тие делеле ист екосистем, но изолацијата и селекцијата создале три нови различни видови. Слично е и кај птиците тркачи: казуарот, емуто и кивито кои се во поблиско сродство, како и двата вида ноеви (африкански ној и јужноамерикански ној – нанду).



Слика 4.14 Географска распространетост на видовите камили и птици тркачи

Во минатото, торбарите (кенгури, коали, вомбати и др.) живееле насекаде низ светот. Но, со појавата на цицачите со плацента како посовршени форми животни, тие биле истиснати и преживеале само на австралиското копно, благодарейќи на географската изолација.

Активности:

- Објаснете како континенталниот дрифт (движење на континентите) е „виновен“ за настанувањето на различните видови прикажани на Слика 4.14?

Прашања за повторување:

1. Колку категорији фосили има? Објасни го нивното настанување.
2. Како слоевите земја во кои се најдени фосилите помагаат да се датира нивното настанување?
3. Објасни како се користи „часовникот ^{14}C “ за датирање на фосилните остатоци.
4. Како биогеографијата може да даде докази за еволуцијата?

Клучни точки:

- ✓ Фосилите се групираат во три категории: скаменети делови и тела на организми, скаменети отпечатоци од телата и делови од телата и зачувани ткива и тела на организми во скаменета смола – килибар.
- ✓ ^{14}C часовникот е одличен начин да се датираат фосилните остатоци, со споредување на радиоактивниот изотоп на јаглерод ^{14}C со обичниот јаглерод ^{12}C .
- ✓ Биогеографијата го поврзува распространувањето на организмите со позициите на континентите низ минатото на планетата и е алатка за докажување на еволуцијата.

4.4. ПРЕОДНИ ФОРМИ И ПАЛЕОНТОЛОШКИ НИЗИ КАКО ДОКАЗИ НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги објаснува преодните форми преку опишување на нивните карактеристики, користејќи го примерот на палеонтолошката низа на коњот.

ПРЕОДНИ ФОРМИ

Едни од највоочливите докази на еволуцијата од палеонтолошка природа се преодните форми. Станува збор за остатоци од организми кои поседуваат карактеристики на две различни категории организми. Особено внимание се посветува на ребетниците и преодните форми при освојувањето на копното од нивна страна (Слика 4.15).

Се претпоставувало дека преодните форми се пронајдени и постојат само во фосилна состојба. Во 1938 година рибари во Африка заловуваат „чудна“ риба. Тоа била риба наречена латимерија (*Latimeria chalumnae*), единка од двата преостанати видови од одамна изумрената група риби (Слика 4.16). Забележливи кај оваа риба – жив фосил се меснатите перки со кои лази по дното.

Сејмјуријата било животно кое физиономски одговарало на водоземците, односно првото животно кое е врзано за водната средина, но можело да излегува на копно (Слика 4.17).

Преодната форма меѓу влечугите и птиците е со недоследности, особено поради недостатокот на фосилни докази (Слика 4.18).

Сверогуштерот бил животно кое наликувало на влекачите, со многу карактеристики на цицачите. Станува збор за група животни кои се сметаат за предци на денешните цицачи (Слика 4.19).

ПАЛЕОНТОЛОШКИ НИЗИ

Станува збор за фосилни остатоци од различни временски периоди, кои можат да се поврзат во една целина, во која се гледа целиот еволутивен пат на некој вид. Една од тие палеонтолошки низи е на современиот коњ. На сликата 4.20 се претставени предците на коњот во различни временски периоди и градбата на стапалото, споредбено.

Стапалото се менувало со промените во животната средина. Па така, стапало со повеќе прсти одговарало на мочурливи предели, со мека подлога. Како што се менувала климата, а подлогата



Слика 4.15 Шематски приказ на преодните форми на организми

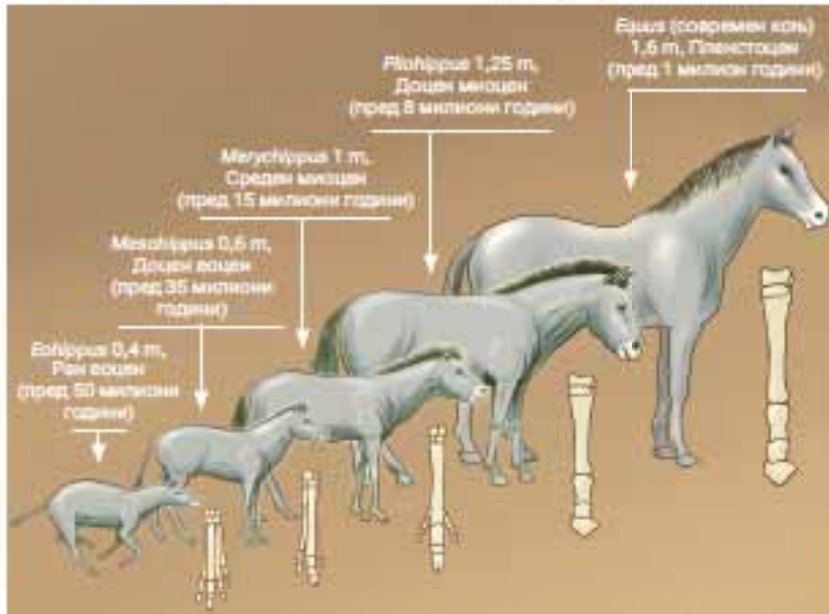


Слика 4.16 Латимерија (*Latimeria chalumnae*)



Слика 4.17 Сејмјурија – фосилни остатоци

станувала потврда, предците на коњот трпеле промени и се адаптирале на новата средина. Нозете со помалку прсти овозможиле полесно и побрзо движење. Денешните диви коњи живеат во степските предели кои се одликуваат со тврда подлога, а кај нив останал силно развиен само третиот (среден) прст.



Слика 4.20 Палеонтолошка низа на коњот (*Equus caballus*).



Слика 4.18 Археоптерикс. Еден од ретките фосилни остатоци



Слика 4.19 Сферогуштер

Активности:

- Истражете ја палеонтолошката низа на современите слонове.
- Дискутирајте какви промени се случувале кај предаторите на предците на коњите. Зошто тоа се случувало? Поврзете го со денешните предатори на зебрите.

Прашања за повторување:

1. Зошто се важни преодните форми за докажување на еволуцијата?
2. Објасни го изгледот на преодните форми: шакоперка, сејмјурија, археоптерикс и сферогуштер.
3. Што е палеонтолошка низа?
4. Објасни како се одвивала еволуцијата на денешниот коњ.

Клучни точки:

- ✓ Преодните форми се разбираат како „мост“ помеѓу една и друга форма на организам. На тој начин се следи еволуцијата на копнените организми, па потоа појавата на птиците и цицачите.
- ✓ Палеонтолошките низи се одличен начин да се проследи еволуцијата на некој вид, со истовремено разгледување на временската рамка и еколошките услови кои го креирале еволутивниот процес.

4.5. СПОРЕДБЕНА АНАТОМИЈА И СПОРЕДБЕНА ЕМБРИОЛОГИЈА КАКО ДОКАЗ НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги споредува хомологните и аналогните органи, користејќи примери од споредбена анатомија на екстремитети кај различни животни и
- ✓ Ги наведува и опишува ембриолошките докази за еволуцијата.

СПОРЕДБЕНА АНАТОМИЈА КАКО ДОКАЗ

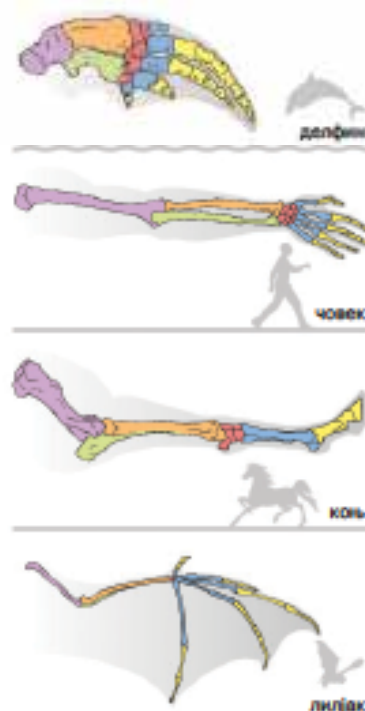
Анатомијата како гранка на биологијата се занимава со проучување на градбата на телата на организмите. Споредбената анатомија, пак, се занимава со споредување на анатомските карактеристики кај различни организми, со цел да се потврди нивната сличност и поврзаност. Пјер Белон (1517-1564) се смета за првиот научник кој вршел споредувања на скелетите на птица и човек. Неговите истражувања воделе кон појава на споредбената анатомија.

Преку анализа и согледување на сличностите во градбата на органите кај различни групи организми, може да се направат поврзувања и да се согледа нивниот еволутивен пат. Понекогаш е многу логично да се поврзат некои организми врз основа на нивниот изглед, на пример: зебрата и коњот, или можеби човекот и шимпанзото. Надворешниот изглед и однесување се добра основа за споредба и поврзување. Но, кога ќе се погледне подлабоко во внатрешноста на живите организми и ќе се согледа она што не е видливо однадвор, може да се направи поврзување на органи, кои надворешно се многу различни. Пример, во градбата на предниот екстремитет (Слика 4.21), кај повеќе различни 'рбетници, се забележува повторување на коските.

Споредбената анатомија се базира на два принципи: хомологни и аналогни органи. Едните се базираат на поврзаноста на организмите, а другите ја покажуваат еволутивната моќ на приспособување кон сличните надворешни услови.

ХОМОЛОГНИ И АНАЛОГНИ ОРГАНИ

Крилото кај птицата и раката кај човекот практично ги имаат истите коски во својата градба, со одредени модификации, поради



Слика 4.21 Градба на преден екстремитет кај повеќе различни 'рбетници: делфин, човек, коњ, лилјак (виолетово – humerus (надлактица), портокалово – radius (палечна коска), зелено – ulna (лакотна коска, црвено – carpus (копен на дланката), сино – metacarpus (дланка), жолто – phalanges (прсти).

истото ембрионално потекло. Сепак, немаат иста функција и се нарекуваат **хомологни органи** (Слика 4.21). Хомологните органи укажуваат на заеднички предок, од кој потекнуваат групите организми. Притоа, органите претрпеле функционални промени, зависно од условите во животната средина на која организмот се приспособил.

За разлика од нив, органите кои имаат иста функција, а различно ембрионално потекло и градба се нарекуваат **аналогни органи**. На пример, аналогни се крилјата на инсектите, со крилјата на лилјациите и на птиците (Слика 4.22). Кај нив нема близок заеднички предок, а сличностите се последица на живеењето во слични услови, односно, животна средина.

Хомологија и аналогиија има и кај растенијата, на пример, ластерот кај тиквите, кој служи за прицврстување, и трновите на лимонот се хомологни органи, односно стеблото на кактусот и листот на дрвјата се пример за аналогни органи (Слика 4.23).



Слика 4.22 Аналогни органи (А и Б – крило на пеперуга, В – крило на лилјак, Г – крило на птица)



Слика 4.23. Хомологни и аналогни органи кај растенијата

СПОРЕДБЕНА ЕМБРИОЛОГИЈА КАКО ДОКАЗ

Споредбената ембриологија е гранка на ембриологијата која се занимава со споредување на ембрионите од различни организми, во различни стадиуми од нивниот развој, со цел да се покаже или да се демантира нивната сродност и еволутивна поврзаност. На сликата 4.24 се прикажани ембриони на различни 'рбетници.

Притоа, се забележува дека постои сличност на сите ембриони во првата временска третина од развојот. Ова укажува на далечната сродност на сите 'рбетници. Во втората третина, сличност има помеѓу еволутивно посродните групи. Одејќи од десно кон лево, очигледна е големата сличност која постепено станува сè помала. Разликата укажува на поголема еволутивна оддалеченост меѓу групите животни.

Фази	ЖИВИ ОРГАНИЗМИ			
	Риба	Желка	Зајак	Човек
I				
II				
III				

Слика 4.24 Ембрионален развој на 'рбетници во три еднакви периоди на развој

Активности:

- Истражете ги особеностите на младите птици хоацини (Слика 4.25). Зошто овие птици се нарекуваат – птици рептили?



Слика 4.25 Хоацин

Прашања за повторување:

- Објасни ја главната цел на споредбената анатомија.
- Кои се хомологни органи и што укажуваат тие?
- Кои се аналогни органи и што укажуваат тие?
- Која е основната задача на споредбената ембриологија?
- Објасни што покажуваат сличностите меѓу градбата на ембрионите на различни животни, во различни периоди на нивниот ембрионален развој:
 - доколку сличностите се поголеми во првиот период на ембрионалниот развој и
 - доколку сличностите се поголеми во вториот период на ембрионалниот развој?

Клучни точки:

- ✓ Хомологните органи се органи со исто ембрионално потекло (слична градба анатомски), но со различна функција (пример: преден екстремитет на жаба, птица, лилјак и на човек). За разлика од нив, аналогните органи се со иста функција, но ембриолошки сосема различни. Пример за аналогни органи се крилјата на пеперугата и на птицата.
- ✓ Споредбената ембриологија нуди споредба на ембриони во различни фази од ембрионалниот развој (во три периоди). Притоа, нивото на сличности, во подалечните периоди од ембрионалниот развој (првиот и третиот), укажуваат на подалечно сродство, додека сличностите во поблиските периоди (втор и трет) укажуваат на поблиско сродство на тие организми.

4.6. РУДИМЕНТИРАНИ ОРГАНИ И АТАВИЗМИ

Резултати од учењето:

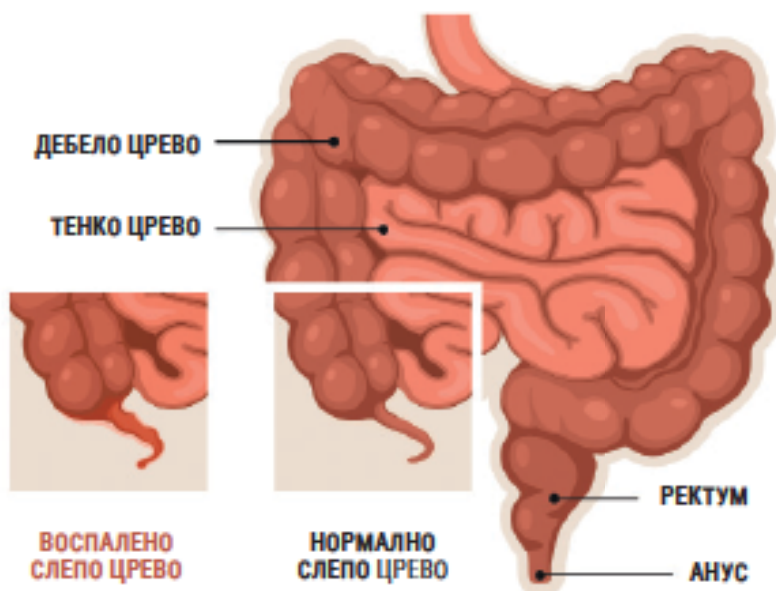
Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува функцијата на рудиментирани органи и атавизмите во минатото и ги поврзува со еволуцијата.

РУДИМЕНТИРАНИ ОРГАНИ

Во своето дело „Потеклото на видовите“ (1859), Чарлс Дарвин се осврнува на група органи кои тој ги смета за остаток кај организмите, додека еволуирале. Имено, тие органи некогаш во минатото биле важни за функционирање на организмот, но со време ја изгубиле својата функција. Дел од нив целосно исчезнале, а дел останале како рудиментирани (неразвивени, закржлавени) органи. Вакви органи се забележуваат кај различни видови организми, вклучително и кај човекот.

Слепото црево (Appendix) кај луѓето претставува мал црвовиден дел, поставен на преминот меѓу тенкото црево и дебелото црево (Слика 4.26).



Слика 4.26 Слепо црево (Appendix)

Кај тревојадите (хербиворите) ова црево е значително поголемо и има важна улога во дигестијата на растителната храна со која се хранат овие животни. Оттука, научниците го поврзуваат постоењето на овој неразвиен дел од цревото со предците на човекот чија исхрана генерално се состоела од растителна храна. Денес, воспалението на слепото црево е чест здравствен проблем. Тоа се отстранува хируршки. Треба да се забележи дека луѓето на кои им е отстрането слепото црево по хируршки пат не страдаат од други функционални недостатоци поврзани со овој орган, споредбено со луѓето кои го имаат.

Умници се нарекуваат забите кои се поставени последни на вилицата, познати како осумки (Слика 4.27).

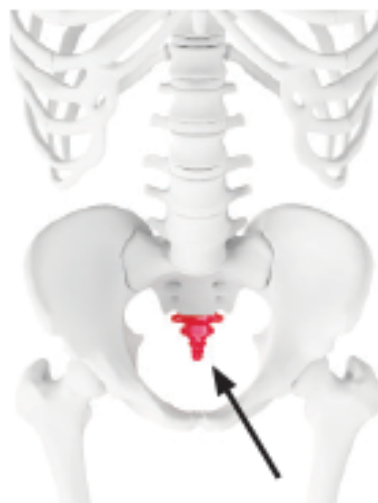
Тие се дел од групата катници (трети катници/молари). Називот го добиле поради тоа што растат последни (кога веќе сме „помудри“), за разлика од другите заби кои растат во детството. Умниците растат од 17. до 25. година, а кај некои луѓе воопшто и не растат. Иако растат, генерално овие последни заби на вилицата воопшто немаат функционална улога. Тие не учествуваат во цвакањето на храната и најчесто се расипуваат. Нивното постоење се објаснува со функцијата и изгледот на вилиците кај нашите предци, кои биле поголеми и помасивни. Тогаш, имале функција во процесот на цвакање. Како што се смалувале черепот и вилиците низ еволуцијата, овие заби ја изгубиле својата функција. Во блиското минато, кога луѓето ги губеле забите помлади, едноставно се создавал простор и овие катници имале место да израснат. Но денес, со оралната хигиена, нашите заби се зачувуваат подолго време, па умниците едноставно немаат место каде да израснат и можат да прават здравствени проблеми.

Опашната коска (os coccyx) кај луѓето денес е сосема неразвиена, бидејќи нема потреба од опашка. Оваа коска кај други животни има улога во одржувањето на рамнотежата додека се движат, дури и како алат за комуникација (кај кучињата, мачките). Некои мајмуни се толку вешти со опашот што го имаат, па им служи за прикрепување за гранките, како додатен екстремитет. Опашната коска (Слика 4.28) денес кај луѓето служи како поткрепа на карлицата. Но, постојат медицински белешки каде била извадена оваа коска, поради здравствени причини. Кај овие лица, практично и немало некои негативни ефекти врз функционирањето на телото.

Мускулите исправувачи на влакната на кожата спаѓаат во групата мазни мускули кои се активираат за да ги подигнат влакната од крзното кај животните со крзно. Ова се случува кога животните се исплашени или во опасност, па со дигањето на крзното се постигнува да изгледаат поголеми, или кога им е



Слика 4.27 Умници



Слика 4.28 Опашна коска

ладно, крзното прави воздушна изолација. Истите мускули ги има и во кожата на луѓето, но недостасува крзното кое сме го изгубиле во еволутивниот процес. Па, кога се случува рефлексна реакција од некое емотивно случување или студ, чувствуваме наежување (Слика 4.29).



Слика 4.29 Наежување

Закржлавените задни екстремитети кај китовите и питоните (Слика 4.30) се доказ дека некаде во минатото овие животни имале екстремитети со кои се движеле по површината. Китовите до пред 50 милиони години биле копнени животни, кои повторно се вратиле во водата. Притоа, нивното тело се моделирало и предните екстремитети се претвориле во перки, задните закржлавеле и се изгубиле, додека опашот се трансформирал во задна перка за пливање. Денес постојат откритија дека нилските коњи и китовите се поврзани преку далечен предок. Слична е состојбата кај питоните, кај кои се забележуваат испакнатини од закржлавени екстремитети.

Крилјата на нојот (Слика 4.31) се интересен пример на рудиментирани органи. Имено, крилјата кои служеле за летање, сега ја немаат таа функција. Слична ситуација има кај казуарите, кивите и нелетечкиот папагал. Сепак, крилјата имаат функција во одржување на рамнотежата кога птицата трча, односно во додворувањето на мажјаците пред женките, за време на спарувањето.

Интересен пример за рудиментирани очи има видот риби – *Astyanax mexicanus* (Слика 4.32), кои живеат во Мексиканскиот Залив, во длабоките темни води. Бидејќи практично очите им се неупотребливи, еволутивно тие ги губат. Се забележува дека уште во ембрионалниот развој во јајцата, иако имаат очи, постепено закржлавуваат, а кај младите очите се покриени со кожен набор. Претставници од истиот вид живеат и во поплатките води, во присуство на светлина. Тука тие имаат целосно добро развиени очи. Научниците направиле експеримент со пресадување на леќа од риба со оформено око, кај риба која е слепа. За неколку дена, окото со пресадена леќа се развива и почнува да функционира, па рибата која првично била слепа и живеела во мракот на длабоките води, сега живеејќи на светло, можела да гледа.



Слика 4.30 Закржлавени задни екстремитети кај кит



Слика 4.31 Ној



Слика 4.32 *Astyanax mexicanus*, слепа

АТАВИЗМИ

Појавувањето на особини кај организмите кои биле присутни кај далечните предци но одамна се изгубени во еволуцијата, со еден збор се нарекува атавизам.

Станува збор за реактивирање на „стари гени“ за кои се сметало дека веќе ги нема во генотипот, кои носат информации, на пример, за повеќе од две брадавици, задни екстремитети кај китовите, повеќе прсти кај коњите или опаш кај луѓето.

Многу примери има и кај растенијата (слика 4.33).

- Кај некои сорти култивирани, домашни растенија (рози и цитрусни видови) кои се без трнови, може да се појават гранки со трнови како атавистичка појава поврзана со дивите предци.
- Појавата на адвентивни или воздушни корени кај видови кај кои вообичаено не се присутни, а се карактеристика на предци кои се приспособувале на тропска или мочурлива средина, се сметаат исто за атавизми (кај домот и пченка).
- Развивањето листовидни творби од цветните елементи е атавизам бидејќи потекнуваат од предци кај кои тие органи биле модифицирани листови. Тука спаѓа и промената на еднополови и двополови – хермафродитни цветови. На пр., кај култивираниите краставици има еднополови цветови, но може да се случи при стрес, температурни варирања или мутации, да се појават двополови цветови кои биле присутни кај предците. Слична појава има и кај пченката, а кај некои култивирани сорти од виновата лоза со двополови цветови, се развиваат еднополови цветови кои се карактеристични за дивата лоза како предок на култивираниите сорти.

Овие појави сведочат за еволутивниот пат и предците кои ги имале тие карактеристики. Сè уште е тајна за генетичарите како се активираат овие потиснати гени.



Слика 4.33 Атавизам, дополнителни корени кај пченката (А), сорта од винова лоза (*Vitis vinifera*) со двополови цветови кај која се појавуваат еднополови цветови како атавистички феномен и враќање кон дивата лоза (*Vitis sylvestris*) (Б), краставици имаат еднополови цветови но при стрес, температурни варирања или мутации, се појавуваат двополови цветови кои биле присутни кај предците (В).

Активности:

- Истражете за други атавизми. Резултатите споделете ги со останатите соученици во класот.
- Истражете каква била судбината на луѓето родени со атавизам во минатото. Како денес се решава оваа појава?

Прашања за повторување:

1. Кои органи се нарекуваат рудиментирани органи?
2. Која порака ја носат рудиментираниите органи?
3. Наброј некои рудиментирани органи кај човекот. Која била нивната функција кај нашите предци?
4. Од каде доаѓа појавата на атавизмите?
5. Зошто атавизмите се важни како доказ на еволуцијата?
6. Наброј некои атавизми кај организмите.

Клучни точки:

- ✓ Рудиментираниите органи сведочат за еволутивниот развој на организмот, поврзувајќи го со неговите предци, каде овие органи играле важна улога во преживувањето во средината (исхрана, движење, комуникација, барање партнери и слично).
- ✓ Атавизмите се поврзани со активирање потиснати гени во генотипот, кои носат информации за карактеристики од дамнешните предци. Тие се доказ за еволутивните промени кои ги претрпеле тие организми.

4.7. ТИПОВИ АДАПТАЦИЈА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги дефинира однесувачките, физиолошките и структурните адаптации и ја објаснува нивната улога во преживувањето на организмите;
- ✓ Ги споредува појавите на индустриски меланизам, апосемија, мимикрија и криптична обоеност, опишува примери и го објаснува нивното значење во адаптивните процеси.

„САМО НАЈПРИСПОСОБЕНИТЕ ЌЕ ПРЕЖИВЕАТ“

Чарлс Дарвин во своето капитално дело „Потеклото на видовите“ укажува дека само организмите кои најдобро ќе се приспособат (адаптираат) на средината ќе бидат најуспешни во преживувањето и размножувањето.

Адаптацииите можат да се класифицираат во три категории: однесување, физиологија и структура (градба) (Табела 4.2).

Табела 4.2. Поделба и карактеристики на адаптациите

АДАПТАЦИИ		
ОДНЕСУВАЊЕ	ФИЗИОЛОГИЈА	ГРАДБА
одговори на организмот кон промената во средината, кои му помагаат да преживее/да се размножи	физиолошки процеси во организмот, кои му помагаат да преживее/да се размножи	градбени карактеристики на организмот, кои му помагаат да преживее/да се размножи

ИНДУСТРИСКИ МЕЛАНИЗАМ

Овој вид адаптација се случува за релативно брзо време и е лесно воочлива **природна селекција** како процес во формирањето нови видови. Станува збор за потемнување на боите на телата и пердувите на организмите кои живеат во индустриски развиени центри. Загадувањето на воздухот, особено со саѓе од согорувањето на јагленот, гумата и пластиката, ја предизвикува оваа адаптација.

Животните со светли бои, кои биле адаптирани на дотогашните услови, сега се соочуваат со потемнување на површината во

нивната животна средина. Нивните светли бои (Слика 4.34 А) ги издавале на предаторите, па лесно биле ловени и изедени.

Сепак, кај некои единки постоела варијабилност, имале ген за темна боја (Слика 4.34 Б). Пред загадувањето, овие единки биле лесно ловени од предаторите и истребувани. Но, во новата ситуација, темните единки биле во предност. Сега тие го преземаат мнозинството и целата популација станува потемно обоена.

АПОСЕМИЈА, КРИПТИЧНА ОБОЕНОСТ И МИМИКРИЈА

Во процесот на приспособување кон надворешните промени, животните се адаптирале и преку надворешниот изглед однесување. Целта на овие адаптации е да се предупредат предаторите, да се стопат во околината, или да го излажат предаторот.

Апосемијата претставува предупредувачко обојување и однесување кај некои животни, кои навистина се опасни по предаторите. Имено, различни животни кои развиле апосемија поседуваат отровни жлезди, чиј секрет сериозно може да ги повреди, дури и да ги убие предаторите. На сликата 4.35 се претставени повеќе животни од различни групи, кои ја поседуваат адаптацијата апосемија.

Јасните и лесно воочливи бои со специфични шарии, кои се забележуваат кај отровните жаби од тропските предели и пајакот црна вдовица на сликата, ги предупредуваат предаторите дека треба да бидат оставени на мира. Змијата свечарка се здобила со неколку сегменти на опашот, како тропалка. Секогаш кога змијата ќе се почувствува загрошена, свечарката ја тресе опашката и произведува звук како предупредување за нејзиниот отров. Кај стршленот, слично како и кај пчелите и осите, апосемијата се постигнува со зуењето и со предупредувачките впечатливи бои на телото. Кобрата, секогаш кога е во опасност, зазема специфична положба на телото, со ширење на кожата на вратот. Рибата скорпија поседува отров во боцките на перките, а светлите шарени бои и форма на перките ја завршуваат предупредувачката задача. Секако, мора да се има предвид дека во најголем дел шарените и светло обоени животни не се опасни.

Криптичната обоеност претставува вид адаптација каде животните се здобиле со обојувања и форми на телото со цел да се стопат во околината. Оваа адаптација има за цел да ги заштити животните од нивните предатори, едноставно правејќи ги „невидливи“ во околината. Ова е сосема спротивно од апосемијата. На сликата 4.36 се претставени неколку интересни примери за криптична обоеност.

Инсекти од групата на фазмиди со формата и бојата на телото се адаптираат до перфектност да наликуваат на гранче. Тој дури и се ниша како да е нишан од ветерот. Крзното на камилата е со идентична боја со пустинскиот песок, па доколку легне, ќе



Слика 4.34 А) Молец со светла боја Б) Молец со темна боја.



Слика 4.35 Апосемија – предупредувачко обојување и однесување

наликува на купче песок. Молците, како и бувот, се здобиле со бои кои целосно се стопуваат со бојата на кората од дрвјата. Камелеонот развил способност да ги менува боите според средината, а некои камелеони имаат и форми на телата кои наликуваат на средината. Поларната лисица и другите поларни животни се здобиле со бела боја, со која целосно се претопуваат во белилото на снегот. Сипата е вистински мајстор за претопување во средината. Таа е способна многу брзо да смени боја, дури и да оформи изглед, сличен на средината.

Мимикријата е адаптација која генерално наликува на апосемијата, ама со една голема разлика. Всушност, животните кои се здобиле со оваа адаптација ги предупредуваат предаторите да не ги ловат, на сличен начин како и животните кои поседуваат апосемија. Но, овие животни воопшто не се опасни. Тие само ги имитираат (глумат) опасните животни со апосемија. На сликата 4.37 се претставени оса, која поседува отров и боцка, но и мува, која ја имитира осата во обојувањето, па дури и во зугењето.



Слика 4.37 Оса (лево) и мува (десно)

Змиите претставени на слика 4.38 се интересен пример за апосемија и мимикрија. Имено, коралната змија (лево), која е многу отровна, поседува предупредувачки бои, и млечната змија (десно), која воопшто не е опасна, но одлично ја имитира коралната.



Слика 4.38 Корална (лево) и млечна змија (десно)

На следните слики се претставени богомолка која имитира скорпија, односно гасеница која наликува на змија.



Слика 4.39 Богомолка која имитира скорпија (лево) и гасеница која имитира змија (десно)



Слика 4.36 Криптична обоеност – обоеност и форма на тело за претопување во средината

Активности:

- Дискутирајте на час како се случило низ еволуцијата да се создадат имитатори?
- Дискутирајте на час за значењето на максимата од Дарвин „Само најприспособените ќе преживеат!“
- Истражете како лови и се исхранува поларната мечка. Дискутирајте на час што ќе значи топењето на снегот и мразот на Северниот Пол за поларната мечка?

Прашања за повторување:

1. Објасни ги трите категории на адаптација.
2. Од каде доаѓа називот индустриски меланизам? Опиши ги промените кои се случуваат при стекнувањето на овој тип адаптација.
3. Која е главната цел кај апосемијата?
4. Зошто мачките и кучињата не ги напаѓаат краставите жаби?
5. Што се постигнува со криптичната обоеност?
6. Зошто мимикријата има спротивни карактеристики од апосемијата?

Клучни точки:

- ✓ Адаптациите се однесуваат на изгледот, однесувањето и физиолошките процеси специфични за одредени организми, кои им помагаат да преживеат во нивната средина.
- ✓ Адаптациите можат да се манифестираат како обојувања и форми на телото, начини на однесување (движење, звуци), како и создавање хемиски материи (отрови).

4.8. МОДЕЛИ НА ЕВОЛУЦИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги објаснува, преку примери, моделите на еволуција, вклучувајќи дивергентна еволуција, адаптивна радијација, конвергентна еволуција и коеволуција.

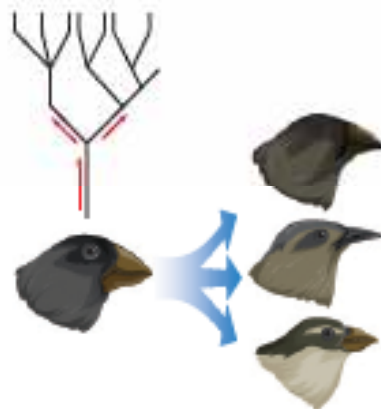
МОДЕЛИ НА ЕВОЛУЦИЈА

Кога се набљудува еволуцијата на видовите, може да се забележат некои насоки на движење на промените во карактеристиките. Овие промени генерално водат кон усложнување, упростување или стабилизирање и задржување на карактеристиките на организмите. Притоа, промените можат да се претстават како модели. Зависно од тоа кој е производот на насоката на еволуцијата, тие се поделени во неколку групи: **дивергентна еволуција**, **адаптивна радијација** како дел од дивергентната еволуција, **конвергентна еволуција** и **коеволуција**.

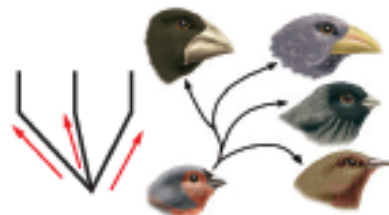
Дивергентна еволуција е модел на еволуција каде сродни групи организми, или групи кои потекнуваат од заеднички предок, акумулираат еволутивни промени и со текот на времето стануваат посебни видови. Како причини за оваа појава се издвојуваат еколошките фактори, без разлика дали се абиотички (промени во животната средина) или биотички (конкуренција, предаторство) фактори. Хомологните органи кои ги изучуваат во претходните лекции се доказ за овој модел на еволуцијата. На сликата 4.40 е претставен шематизиран приказ на дивергентниот модел на еволуцијата со пример.

Адаптивна радијација е всушност дивергентната еволуција која се случила во блиското минато. Дарвин го видел и го објаснил овој процес во неговото дело „Потеклото на видовите“ при експедицијата на островите од Галапагос. Таму тој согледал дека на посебни острови живеат слични птици, со видни разлики во формата и големината на клунот. Сите овие птици имале заеднички предок, но со времето тие се адаптирале на новите услови на посебните острови, живееле и се размножувале. На сликата 4.41 е претставен шематски приказ на адаптивна радијација со пример.

Конвергентната еволуција, пак, за разлика од дивергентната, се однесува на организми од сосема различни категории кои развиле слични еволутивни карактеристики, често пати како



Слика 4.40 Дивергентна еволуција. Од еден изумрен предок се добиваат повеќе различни гранки на нови видови



Слика 4.41 Адаптивна радијација

одговор на истиот предизвик од животната средина. Притоа, се забележуваат слични форми на телото, обојување и однесување. Овие карактеристики се здобиени со текот на времето. Интересен пример е сличноста меѓу јастребот, соколот и орелот. Сите се птици ловци, па поседуваат слични карактеристики. Но последните анализи на ДНК покажуваат дека на соколот поблизок роднина му е папагалот, отколку орелот и јастребот. На сликата 4.42 е претставен шематски приказ на конвергентна еволуција.

Одличен пример за конвергентна еволуција е обликувањето



Слика 4.42 Конвергентна еволуција

на организмите кои живеат во вода или поминуваат голем дел во водата (риба, пингвин, кит и фока). Формата на торпедо еволутивно се покажала како најдобра форма за пливање.

Во табелата 4.3 се дадени групи животни кои ги обединува конвергентната еволуција.

Карактеристика	Организми
око како камера	луѓе, октоподи, лигњи
палец наспроти другите прсти	луѓе, коала, примати, опосуми, панди, камелеони
летање	птици, лилјаци, инсекти
цицање крв од пленот	болии, комерци, муви
ехолокација	кит, лилјак
преживување во пустина	млечки, кактуси

Коеволуцијата се дефинира како појава на еволуција на два или повеќе организми кои се поврзани со некои односи (исхрана, опрашување и слично). Сепак, тешко е да се определат овие релации низ времето, особено односите меѓу различните видови. На сликата 4.43 шематски е претставен моделот на коеволуција со наједноставен пример, колибрите и растението со цветовите од чиј нектар се храни. Промената кај едниот вид предизвикала промена кај другиот.



Слика 4.43 Коеволуција – колибри и цвет од кој се храни колибрите, но и го опрашува

Активности:

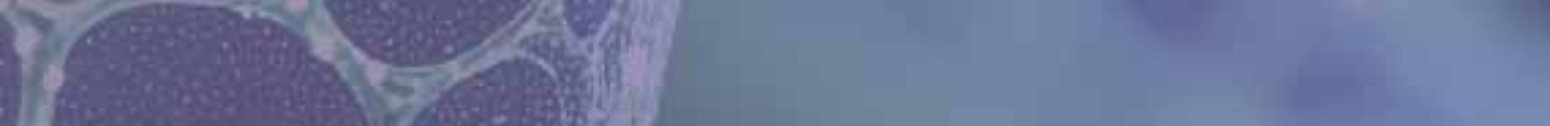
- Истражете каква боја има телото на долната страна кај водните животни. Потоа обидете се да објасните зошто е тоа така? За каков тип еволуција станува збор?
- Истражете други примери за коеволуција. Споделете ги сознанијата со соучениците.
- Истражете каков модел на еволуција имал човекот. Споделете ги сознанијата со соучениците.

Прашања за повторување:

1. Кон што се воделе правците на еволуцијата?
2. Објасни каков модел на еволуција е дивергентната еволуција?
3. Во која категорија спаѓа адаптивната радијација? Наведи пример.
4. Со кој модел на еволуција се поврзуваат хомологните органи?
5. Кои се карактеристиките на конвергентната еволуција?
6. Зошто е тешко да се дефинираат врските меѓу организмите, кога станува збор за коеволуција?
7. За каква еволуција се зборува ако се набљудуваат крлежите и кучето?

Клучни точки:

- ✓ Дивергентната еволуција се поврзува со сродни видови организми кои потекнуваат од ист предок, додека конвергентната еволуција се поврзува со слични фенотипски карактеристики кај организми кои се во многу далечно сродство.
- ✓ Адаптивната радијација е дивергентна еволуција, но од поблиско минато.
- ✓ Коеволуцијата е заемна поврзаност во еволуцијата на два или повеќе вида, чиј опстанок е условен од постоењето на другите.





ТЕМА 5



ОРГАНИЗМИТЕ И НИВНАТА ЖИВОТНА СРЕДИНА

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕТО > > >





Ученикот/ученичката ќе биде способен/способна да:

- објаснува пренос и трансформација на енергија во екосистемите, опишувајќи го протокот на енергијата низ трофичките нивоа и енергетските пирамиди.
- разликува позитивни и негативни влијанија на човековите активности врз животната средина.
- објаснува како влијаат биогехемиските циклуси и преносот на енергија врз еколошката рамнотежа и да предлага мерки за добивање на одржливи екосистеми.



5.1. СОНЦЕТО КАКО ПРИМАРЕН ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА ВО БИОЛОШКИТЕ СИСТЕМИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Објаснува за улогата на Сонцето како главен извор на енергија во екосистемите;
- ✓ Ја опишува трансформацијата на енергија (светлосна во хемиска) преку примери на различни типови екосистеми.

ПОИМ ЗА ЕНЕРГИЈА

Постојат едноставни, но истовремено и комплексни објаснувања за енергијата. Често, се опишува како способност да се предизвика или изврши некоја работа. Постојат две основни форми на енергија: кинетичка енергија (енергија на движење) и потенцијална енергија (енергија која ја поседува материјата, поврзано со нејзината поставеност или структура). Светлинската енергија е најважната од кинетичките енергии за живите организми, додека од потенцијалните енергии најважна е хемиската енергија (Слика 5.1).

ТРАНСФОРМАЦИИ НА ЕНЕРГИЈАТА

За да ги објаснат процесите на трансформации на енергијата, научниците користат термини како „систем“, кој означува материја која се проучува и нејзино опкружување. Па така, систем може да биде електрична централа, или една единствена клетка, или, пак, целата планета. Ако се набљудува еден организам, во однос на размената на материја и енергија со неговото опкружување, се вели дека тој е отворен систем.

Енергијата во Универзумот е постојана (константна). Имено, енергијата може да се пренесе или трансформира во друга енергија, но не може да биде создадена или уништена. Термоцентралата не произведува нова енергија, само ја трансформира хемиската енергија од јагленот во топлинска енергија, која ги движи турбините и се трансформира во електрична енергија. Слично, растителната клетка, која содржи хлоропласти, ја заробува и трансформира светлинската енергија од Сонцето и ја трансформира во хемиска. Сите органски



Слика 5.1 Поделба на енергиите

молекули или, уште подобро кажано, целата храна на планетата Земја е всушност заробена хемиска енергија, во вид на потенцијална енергија.

РЕЦИКЛИРАЊЕ НА ВЕЌЕ УПОТРЕБЕНАТА ЕНЕРГИЈА

Ќе си поставиме прашање: Ако енергијата не се губи, тогаш зошто организмите не ја реупотребуваат истата енергија постојано? Всушност, додека се случува пренесувањето на енергијата, или нејзина трансформација, дел од енергијата станува неупотреблива. Таа енергија веќе не може да се користи за извршување работа. Во најголемиот број трансформации на енергијата, дел од енергијата се претвора во топлина (нарушена форма на енергија).

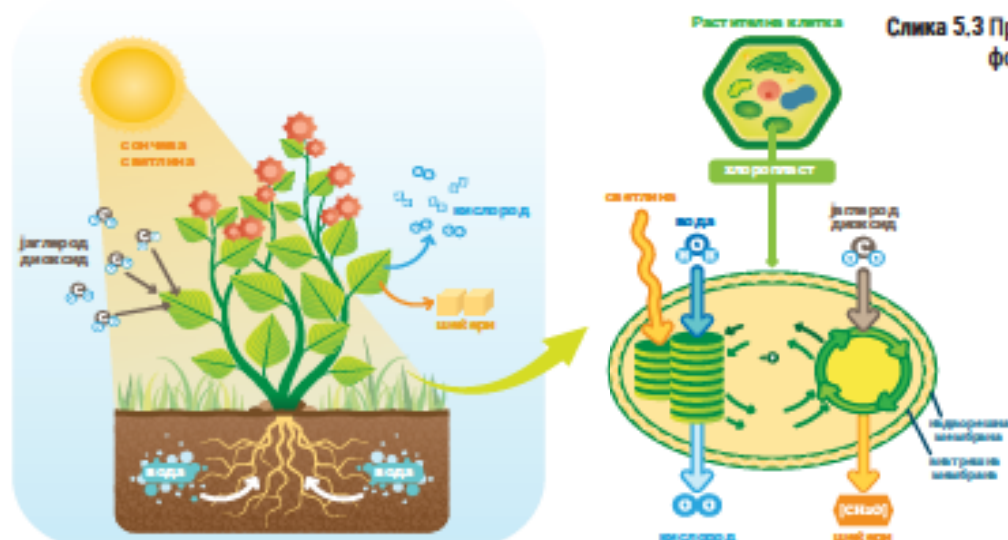
СОНЦЕТО Е ПРИМАРЕН ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА ЗА ЖИВОТ

Сите животни процеси: исхрана, дишење, движење, осетливост, излучување, размножување, раст и развој, бараат енергија. Живите организми ја добиваат оваа енергија од храната (јаглехидрати, липиди и протеини), а таа води потекло од **светлинската енергија** на Сонцето (Слика 5.2).



Слика 5.2 Хемиска равенка за фотосинтеза

Светлинската енергија се трансформира во **хемиска енергија**. Органските материи како глюкозата, а потоа аминокиселините и масните киселини всушност се полни со хемиска енергија и се производ на фотосинтезата (Слика 5.3).



Слика 5.3 Приказ на процесот на фотосинтеза

Фотосинтезата е карактеристика на сите продуценти. Тие се основен и најважен мост за транспорт на светлинската енергија во хемиска, која потоа се користи за сите животни процеси на организмите. Особено се важни модро-зелените алги, во површинските светли слоеви на морињата, кои се основен производител на храна во морињата, но и основен и најголем производител на кислород за планетата. За копното, тоа се копнените растенија.

Активности:

- Производството храна во Вселената е сосема возможно. Истражете кои услови треба да се исполнат за да може да се одгледуваат растенија на вселенските станици. Размислете дали е возможна фотосинтеза и под вештачка светлина (светилка).
- Истражете колку кислород произведуваат модро-зелените алги (Cyanophyta) на планетарно ниво.

Прашања за повторување:

1. Која е основната одлика на енергијата?
2. Наброј неколку типа енергија според генералната поделба на потенцијална и кинетичка енергија.
3. Кои два типа енергија играат клучна улога во функционирањето на живите организми?
4. Кои организми се способни за врзување на светлинската енергија во хемиска?
5. Зошто фотосинтезата се смета за основен мост за трансформација на енергијата, која се користи од живите организми?

Клучни точки:

- ✓ Светлинската енергија и хемиската енергија се двете основни енергии на кои се засноваат сите животни процеси. Притоа, светлинската е кинетичка, додека хемиската е потенцијана енергија. Енергијата има својство да преминува од една форма во друга, но никогаш не се губи.
- ✓ Примарен извор на светлинска енергија за Планетата Земја е Сонцето, во форма на сончева светлина. Оваа светлинска енергија преку процесот на фотосинтеза се трансформира во хемиска енергија.
- ✓ Модро-зелените, зелените алги и сите растенија (водни и копнени) се способни за вршење фотосинтеза, со што претставуваат основен мост за трансформирање на кинетичката светлинска енергија во потенцијална хемиска енергија.
- ✓ Додека се користи хемиската енергија, дел од неа се трансформира во топлинска енергија и се ослободува во средината. Оваа енергија веќе не е употреблива за живите организми.

5.2. ПРОТОК НА ЕНЕРГИЈА ВО ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

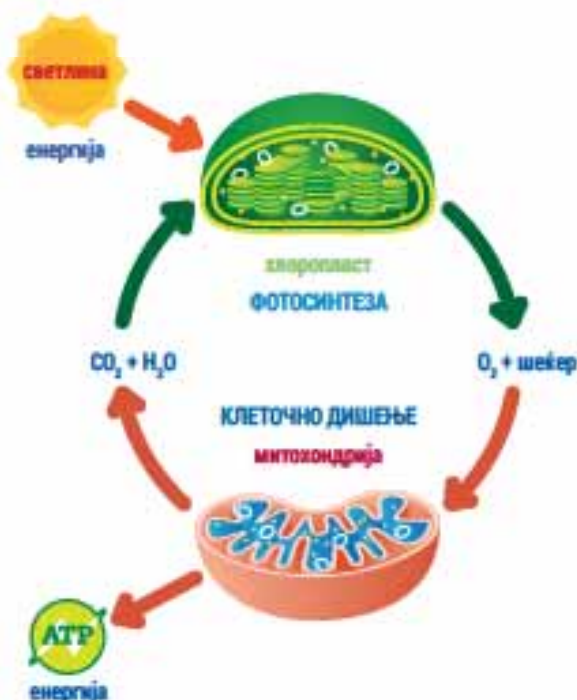
- ✓ Го илустрира протокот на енергија низ екосистемите преку трофичките нивоа;
- ✓ Ги идентификува последиците од намалениот проток на енергија низ екосистемите врз живите организми;
- ✓ Предлага мерки за подобрување на енергетскиот проток.

ФОТОСИНТЕЗАТА И КЛЕТОЧНОТО ДИШЕЊЕ ОБЕЗБЕДУВААТ ЕНЕРГИЈА ЗА ЖИВОТ

Фотоавтотрофните организми развиле системи и процес (фотосинтеза) со кој успеваат да ја заработат енергијата од сончевата светлина (светлинска енергија) во хемиска енергија. Клеточните органели со зелена боја (поради зелениот пигмент во нив, наречен хлорофил) во кои се сместени овие системи се нарекуваат хлоропласти (Слика 5.4). Тие имаат главна улога во апсорбирањето светлинска енергија и нејзина трансформација во хемиска.

Со фотосинтезата се добиваат повеќе од 90% од органските материи на нашата планета. Прво се добива глукоза, која потоа може да се трансформира во други органски материи. Така се обезбедува храна за сите живи организми, автотрофни и хетеротрофни. Годишно во атмосферата се ослободуваат 200 милијарди тони кислород, а истовремено од неа се одзема приближно исто количество јаглерод диоксид.

Клеточното дишење (Слика 5.4) може да се разбере како обратен процес на фотосинтезата. Тоа се случува со помош на кислород и оксидација (кај растенијата и кај



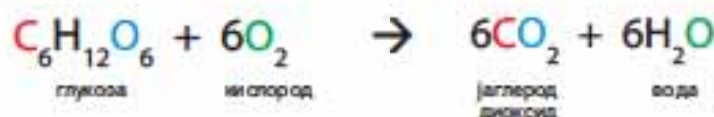
Слика 5.4 Фотосинтеза и аеробно клеточно дишење

животните) (Слика 5.5) или со анаеробно разградување на глюкозата (кое го има само кај животните), при што се ослободува енергија.

Оваа енергија се користи за сите животни процеси во клетките и организмите во целост.

ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА

Сонцето е единствениот природен извор на енергија што ја користат живите суштества. Зелените растенија ја заробуваат сончевата енергија и ја претвораат во хемиска енергија. Таа се чува во врските на органските соединенија кои притоа се синтетизираат. Тие се способни да ис-



Слика 5.5 Хемиска равенка за аеробно (со кислород) клеточно дишење

користат околу 3% од светлинската енергија (се користи само 1%), што ги погодува нивните зелени делови, а остатокот се троши во средината како топлина.

Енергијата складирана во органските соединенија се пренесува на примарните потрошувачи, а од нив на секундарните и на терцијерните. Така постои проток на енергија од продуцентите кон потрошувачите. При секое пренесување, голем дел (80-90% од потенцијалната енергија) се троши или „губи“ како топлина. Таа се создава за време на дишењето и работата што ја врши телото. Според вториот закон на термодинамиката, секогаш кога енергијата се трансформира од една во друга форма, доаѓа до намалување на количината на искористлива енергија.

ПРОТОК НА ЕНЕРГИЈА ВО ЕКОСИСТЕМОТ

Најдобар приказ на протокот на енергија во еден екосистем е низ синџирите на исхрана, односно, енергијата која ја има во храната. На сликата 5.6 А шематски е прикажан протокот на енергија низ членовите на синџирите на исхрана, низ три чекори.



Слика 5.6 А Проток на енергијата низ екосистемот, низ неколку чекори на трансфер на енергијата

Прв чекор: Зелените растенија апсорбираат околу 1% од вкупната енергија на Сонцето, што стигнува до Земјата и со процесот на фотосинтеза ја претвораат во потенцијална хемиска енергија. Оваа енергија се складира во растенијата како јаглехидрати (од нив потоа се синтетизираат други органски молекули). Дел од оваа енергија растенијата ја користат за извршување на нивните метаболички активности како што се растот, дишењето итн. Дел од енергијата не се искористува и се ослободува како топлина во околината.

Втор чекор: Растенијата се храна на тревојадните животни, а хемиската енергија складирана во растителната храна се пренесува на тие животни. Тревојадните животни ја користат оваа енергија за нивните метаболички активности и раст. Тука, повторно, дел од енергијата се ослободува како топлина во околината.

Трет чекор: Примарните потрошувачи или тревојадните животни се ловени и се храна на месојадните животни. Хемиската енергија складирана во месото на тревојадните животни се пренесува на месојадните животни. Овие животни ја користат оваа енергија за нивните метаболички активности и раст. Тука, исто така, дел од енергијата се губи во животната средина како топлина. Овој процес се повторува повторно во секој чекор од синџирот на исхрана.

Овој трансфер на енергија од едно трофичко ниво на друго се нарекува **проток на енергија** во синџирот на исхрана на екосистемот Слика 5.6 Б.

Дел од енергијата од продуцентите и потрошувачите се користи и од редуцентите (бактерии и габи) во нивните животни процеси. Редуцентите ја ослободуваат неискористената енергија како топлина во околината. Топлинската енергија која останува неискористена од производителите, потрошувачите и редуцентите се губи во околината како топлина. Ова се нарекува топлина во заедницата.

Постои постепено намалување на количината на достапна енергија од првото трофичко ниво (растенија) до второто трофичко ниво (тревојадни животни), па до третото трофичко ниво (месојадни животни) (Слика 5.6 А). Секој следен чекор се карактеризира со голема загуба на ефективната енергија (изразена во проценти %), која е на располагање на организмите во следното трофичко ниво.

ЗДРАВ ЕКОСИСТЕМ – СТАБИЛЕН ЕНЕРГЕТСКИ ПРОТОК

Екосистемот претставува интегриран систем од живи организми од многу видови, кои населуваат одреден простор со специфични еколошки карактеристики. Притоа, организмите меѓу себе се поврзани со различни односи, од кои од суштинско значење е енергетскиот однос пресликан во исхранувањето преку т.н. синџир на исхрана.

Енергетскиот однос во здрав екосистем е урамнотежен и стабилен во долг временски период. Секое нарушување на протокот на енергија преку нарушување на синџирите на исхрана се



Слика 5.6 Б Организми низ трофички нивоа

манифестира директно во биодиверзитетот и екосистемската рамнотежа.

Воспоставениот енергетски проток на еден екосистем може да се наруши на различни начини. На пример:

- Воведување или отстранување видови во екосистемот. Ова доведува до нарушување на синџирите на исхрана, односно нивен колапс;
- Влијанието на човекот (антропоген фактор) врз екосистемот, преку прекумерно искористување на природните ресурси: лов, риболов, сеча на шуми Слика 5.6 В, нови ораници, монокултури и слично. Во овој дел се вклучува и загадувањето, кое сериозно го нарушува биодиверзитетот на екосистемите;
- Климатските промени доведуваат до сериозни нарушувања на протокот на енергија низ екосистемите, особено во делот на продуцентите. Како најсериозен проблем ќе ги издвоиме синџирите на исхрана кои почнуваат со фитопланктонот (микроскопски алги во осветлените делови на морињата), кои се нарушени токму со промените на морските струи како последица на климатските промени.

Зачувувањето на животната средина, односно на веќе воспоставените односи во екосистемите е од суштинско значење, особено онаму каде екосистемите се ранливи од човековите активности. Исцрпувањето на капацитетите на природата, неодржливото користење на природните ресурси предизвикува нарушување на биодиверзитетот, а тоа води до енергетски дисбаланс (нерамнотежа). Потоа, враќањето на рамнотежата е голем предизвик и може да биде долготраен процес без гаранција за целосен успех. Секој чекор од енергетскиот трансфер е важен, но од суштинско значење се продуцентите (Слика 5.6 А).



Слика 5.6 В Сеча на шуми

Активности:

- Разгледајте ги вредностите на расположливата енергија во секое следно трофичко ниво (Слика 5.6 А). Направете споредба со бројноста и големина на организмите во секое следно трофичко ниво. Обидете се да најдете логично објаснување за оваа појава.

Прашања за повторување:

1. Зошто организмите со хлорофил се суштински за целиот живот на планетата Земја?
2. Објасни ги процесите на фотосинтеза и клеточно дишење преку хемиска равенка.
3. Зошто при протокот на енергија низ екосистемот постои загуба?
4. Објасни го протокот на енергија низ екосистемот во неколку чекори.
5. Како се однесува енергетскиот проток во здрав екосистем?
6. Како може да се наруши енергетскиот проток во екосистемот?
7. Кои се последиците од нарушениот енергетски проток низ екосистемот?
8. Што треба да се прави за да се зачуваат екосистемите енергетски стабилни?

Клучни точки:

- ✓ Протокот на енергија низ екосистемот може да се следи низ трофичките нивоа. Притоа, се забележува проток низ три чекори: продуценти (фотосинтетски активни организми), примарни потрошувачи (хербивори или тревојадни организми) и секундарни потрошувачи (карнивори или месојади);
- ✓ Во протокот на енергијата низ екосистемот се забележува голема загуба во секое енергетско ниво. Имајќи предвид дека растенијата успеваат да искористат само 1% од енергијата на сончевата светлина, веќе во третото ниво, месојадите користат само 0,01% од таа енергија;
- ✓ Протокот на енергијата во екосистем е стабилен и урамнотежен. Оваа рамнотежа може да се наруши на различни начини: воведување или исклучување на видови во екосистемот (односно синџирите на исхрана во екосистемот), прекумерно неодржливо искористување на природните ресурси и климатските промени;
- ✓ Заштитата на животната средина се однесува и на зачувување на рамнотежата во енергетскиот проток. Биодиверзитетот и односите на исхрана меѓу организмите во екосистемот ја обезбедуваат енергетската рамнотежа во него. Нарушувањето на синџирите на исхрана, особено во основните нивоа – продуцентите, целосно води до енергетски дисбаланс на екосистемот.

5.3. СИНЦИР И МРЕЖА НА ИСХРАНА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги класифицира различните членови во синцирот на исхрана;
- ✓ Објаснува како се поврзани членовите во екосистемите;
- ✓ Ги опишува мрежите на исхрана кои се состојат од многу синцири на исхрана кои се испреплетени и зависни едни од други.

ТРОФИЧКА СТРУКТУРА НА ЕКОСИСТЕМ И СИНЦИРИ НА ИСХРАНА

Секоја заедница на организми има своја трофичка структура. Станува збор за поврзувања меѓу организмите во однос на исхраната, во неколку различни нивоа. Овие поврзувања и трансферот на енергијата од продуцентот до конечниот потрошувач (консумент) се нарекуваат **синцир на исхрана**.

На сликата 5.7 е прикажана споредба меѓу копнен и морски синцир на исхрана.

Вертикално се претставени трофичките нивоа, а помеѓу членовите на синцирите на исхрана има стрелки, кои упатуваат на изворот на храна за следниот член. Најдолу, во основата се поставени **продуцентите**, организми кои сами произведуваат храна за себе (фотоавтотрофи), по пат на фотосинтеза. Тревојадните животни (хербиворите), кои јадат растенија, фитопланктон и алги се **примарни потрошувачи**. Над примарните потрошувачи, во трофичката низа се наоѓаат месојадните животни (карниворите), наречени **секундарни потрошувачи**. Во повисоките трофички нивоа се наоѓаат **терциерните потрошувачи**, кои се хранат со секундарните потрошувачи, односно **квартерните потрошувачи**, кои се и највисокото ниво на трофичката низа, а чиј плен се терциерните потрошувачи.



Слика 5.7 Синцири на исхрана со трофички нивоа

УЛОГА НА ОРГАНИЗМИТЕ ВО ТРОФИЧКИТЕ НИВОА

Во основата на секој синџир на исхрана се поставени **продуцентите (произведувачите)**. Растенијата се најголемите копнени продуценти, додека во морињата, тоа се микроорганизмите кои вршат фотосинтеза, со еден назив познати како фитопланктон. Секако, добар удел имаат и повеќеклеточните алги и водни растенија. Сите овие организми користат светлинска енергија од примарниот извор, Сонцето, и вршат фотосинтеза (фотоавтотрофни организми). Во природата, како продуценти се познати и мала група бактерии (архебактерии) кои користат хемиска енергија за синтеза на органски материи (хемиавтотрофни бактерии). Сите други организми над продуцентите се потрошувачи и се хетеротрофи. Тоа значи дека сите се директно зависни од продукцијата на храна од продуцентите.

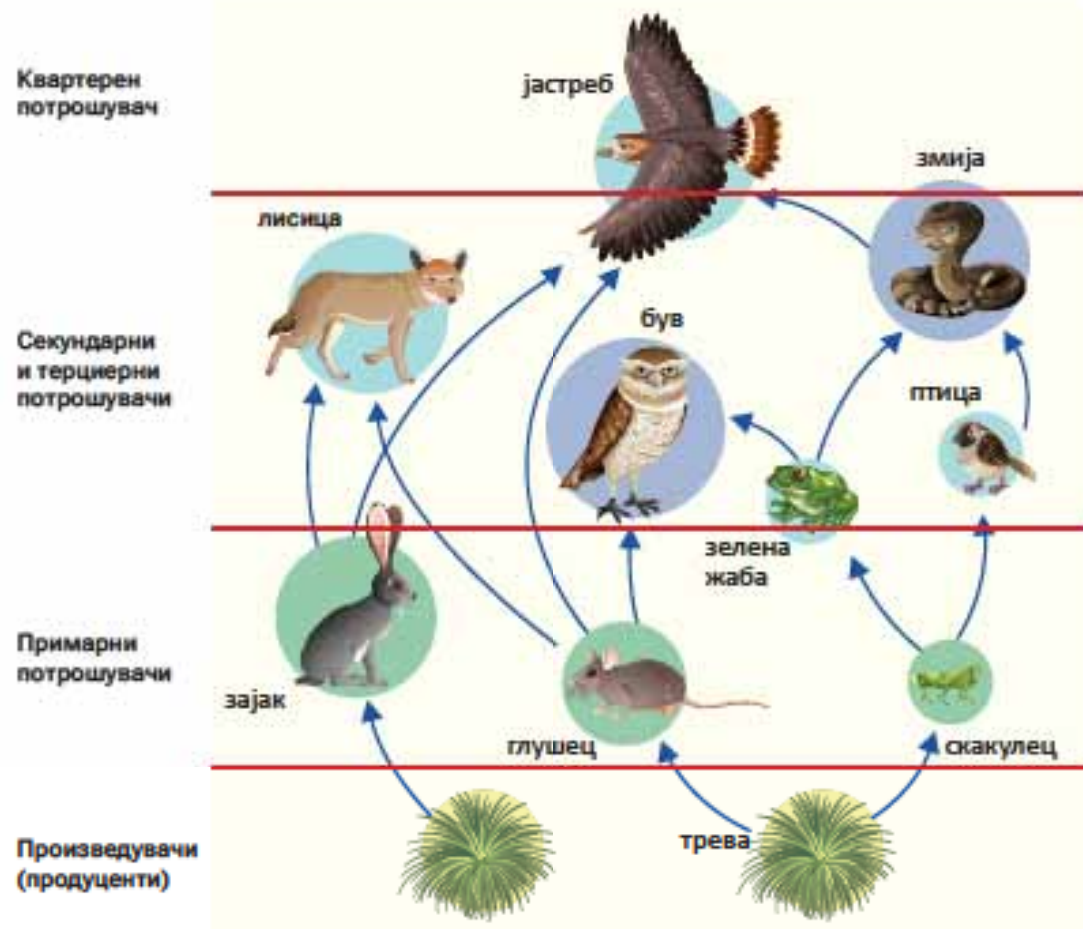
Организмите кои ги користат продуцентите како храна се нарекуваат потрошувачи (консументи). Според поставеноста во трофичките нивоа, први се **примарните потрошувачи**. Во групата копнени примарни потрошувачи спаѓаат повеќето инсекти, полжавите, тревојадните животни, птиците кои се хранат со семки и плодови. Во водните екосистеми, во оваа група спаѓаат организмите кои се нарекуваат зоопланктон (протисти и мали ракчиња).

Над примарните потрошувачи е сместено трофичкото ниво на **секундарните потрошувачи**. Тоа е составено од месојадни (карнивори) и инсектојадни (инсективори) животни. На копното тоа се мали цицачи, како глвци, жаби, пајаци и многу различни видови птици. Секако, во оваа група се сместени и големи карнивори, како што се тигрите и лавовите. Во водните средини тоа се најчесто мали риби кои се хранат со зоопланктонот. Повисоко трофичко ниво од секундарните потрошувачи е **терциерното ниво**. Тука се наоѓаат животни како змиите, кои се хранат со глвци. На сликата 5.7 е претставено уште едно повисоко трофичко ниво, **квартерни потрошувачи**. Станува збор за предатори, кои немаат природни непријатели, како орлите на копно, односно, китовите убијци во морињата. На сликата 5.7 не е прикажано и нивото на организмите кои се хранат со детритус и мртви тела и остатоци од тела на животните. Детритусот е составен од остатоци од измет од животните, мртви и отпаднати гнили делови од растенијата, од сите нивоа на трофичката низа. Постојат три големи групи организми кои се хранат со овој вид храна, во различни стадиуми на распаѓање. **Мршојадите** се хранат со остатоците од телата на пленот од месојадите, односно, мртвите тела на животните кои настрадале во сообраќајот или угинале од други причини, а **детритиворите** се исхрануваат со детритус. И можеби најважната алка во протококот на материја и енергија во екосистемот се **разградувачите или редуцентите** (бактерии и габи). Тие се исхрануваат со органската материја и ја претвораат во неоргански минерали, кои повторно ќе бидат вклучени во циклусот на синтеза на органски материи преку фотосинтезата.

МРЕЖА НА ИСХРАНА

Синџирите на исхрана се само сегменти од една поголема поврзаност меѓу живите организми во екосистемот. Неминовно, различни членови од еден синџир на исхрана, можат да бидат членови и на друг синџир на исхрана. Сите овие синџири формираат мрежа на исхрана (Слика 5.8).

Како што можете да забележите на сликата 5.8, потрошувачите можат да јадат повеќе од еден извор на храна. Некои од членовите во мрежата се во повеќе трофички нивоа. Пајакот е строго секундарен потрошувач, додека скакулецот е само примарен потрошувач. Орелот е на врвот на мрежата и може да има улога на секундарен, терциерен или квартален потрошувач, зависно од пленот кој го лови. Мрежите на исхрана не го прикажуваат нивото на разградувачи.



Слика 5.8 Мрежа на исхрана во терестричен (копнен) екосистем. Стелките ја покажуваат насоката на пренос на хранливите материи (кој од кого е изеден)

ЗНАЧЕЊЕ НА СЕКОЈ ЧЛЕН ВО МРЕЖАТА НА ИСХРАНА

Во екосистемите постои воспоставена рамнотежа меѓу секое трофичко ниво во мрежата на исхрана. Погледнете ја сликата 5.8 и обидете се да исклучите некој од членовите во мрежата на исхрана. Очигледно, тоа ќе доведе до губење на воспоставената рамнотежа на движење на хранливите материи низ трофичките нивоа. Исклучувањето на некој од членовите ќе ја наруши рамнотежата, дури може и да доведе до колапс на синџирот на исхрана и изумирање на популацијата животни, кои се засегнати од губењето на храната.

АВТОХТОНИ И АЛОХТОНИ (ИНВАЗИВНИ) ВИДОВИ И НИВНОТО ЗНАЧЕЊЕ ВО МРЕЖАТА НА ИСХРАНА

Еколошките фактори (биотички и абиотички) ги моделирале мрежите на исхрана низ долг временски период. Самите мрежи на исхрана не се фиксни и непроменливи, но, сепак, тежнеат да бидат стабилни и одржливи. Оваа стабилност е особено важна за автохтоните (домородните) видови организми, а особено за ендемичните видови. Имено, автохтони видови се организми кои природно потекнуваат, се прилагодиле и се развиваат во одреден регион или

екосистем без интервенција на човекот. Автохтон вид кој се јавува само во еден специфичен регион е ендемичен вид.

Човекот, од самите почетоци на неговите патувања во нови, неоткриени региони на планетата, со себе носел и различни видови животни кои му биле од интерес, како, на пример: овци, кози, зајаци и сл. Но, тој со себе носел и „непоканети“ гости, како што се стаорците. Овие нови (алохтони) видови се населувале во новите региони и се обидуваале да се вклопат во постојните мрежи на исхрана. За алохтони видови се сметаат организмите кои намерно или случајно се внесени во одреден регион или екосистем на кој природно не му припаѓаат. Алохтоните видови кои се шират и имаат штетно влијание во локалниот екосистем се инвазивни видови. Сепак, нема секој нов вид да успее да се вклопи во новото живеалиште. Понекогаш ќе се вклопи во мрежите на исхрана, без некои значителни изместувања на рамнотежата. Но, постојат и видови, кои силно влијаат на мрежите на исхрана, со често големи негативни последици по автохтоните видови. Овие алохтони видови кои се шират и имаат штетно влијание во локалниот екосистем уште се нарекуваат инвазивни видови. Во историјата, такви примери има многу. Населувањето на стаорци по тропските острови доведувало до уништување на цели популации инсекти и птици. Или, пак, населувањето на европскиот зајак од видот *Oryctolagus cuniculus* (Слика 5.9) во Австралија.



Слика 5.9 Повеќе единки од европски див зајак (*Oryctolagus cuniculus*)

Од само 12 пара, за седум години станале 20.000 единки, а за 35 години нивната бројност изнесувала неколку стотици милиони. Тие ги истиснувале тревојадните автохтони животни како што се кенгурите, им ја јаделе храната и им ја пиеле водата. Сето тоа довело до намалување и изумирање на популациите кенгури. Слично било и со фармерското одгледување овци. Овците, поддржани од фармерите и заградените поила со вода, се хранеле од тревата, оставајќи ги домородните тревојадни животни без храна.

Активности:

- Искористете го акватичниот синџир на исхрана на сликата 5.7 и обидете се да додадете членови од други синџири на исхрана за да формирате мрежа на исхрана. Како идеја, вметнете ајкула, делфин, октопод, фока и слично.
- Издвојте неколку синџири на исхрана од сликата 5.8.
- Издвојте ги синџирите на исхрана каде што орелот е секундарен, терциерен и квартален потрошувач од сликата 5.8.
- Направете натпревар. Поделете се во групи и креирајте мрежа на исхрана. Победникот треба да има мрежа на исхрана со најмногу синџири на исхрана со квартален потрошувач. Времето за задачата одредете го сами.
- Како и животните, и растенијата можат да бидат инвазивни, во одредени области. Истражете на интернет за вакви инвазивни растенија и дискутирајте за штетата која ја нанесуваат во дадената животна средина.
- Дискутирајте на час како да се поправаат овие направени внесувања на алохтони, понекогаш инвазивни видови во одредени екосистеми. Истражете како се справила австралиската влада со проблемот со зајациите.

Прашања за повторување:

1. Дефинирај синџир на исхрана.
2. Наведи ги трофичките нивоа во еден синџир на исхрана.
3. Наведи примери на организми за секое од трофичките нивоа.
4. Што е детритус и кои организми се исхрануваат со него?
5. Кои организми спаѓаат во групата редуценти?
6. Која е разликата меѓу мршојадите, детритофаги (организми што се хранат со детритус) и редуцентите?
7. Дефинирај мрежа на исхрана.
8. Објасни зошто е важно да се зачуваат автохтоните организми во екосистемот со примери на воведување алохтони видови и последиците од оваа појава.

Клучни точки:

- ✓ Организмите во екосистемот се поврзани преку исхраната во т.н. синџири на исхрана. Притоа, поврзаноста се протега низ неколку трофички нивоа. Секој екосистем и секој синџир на исхрана се базира на продуцентите, кои се основни произведувачи на органска материја (сите организми кои се способни за фотосинтеза, односно, сами создаваат храна – шеќер). Потоа, следуваат примарните, секундарните и терциерните потрошувачи.
- ✓ Членовите на трофичките нивоа се поврзани меѓу себе и секоја промена на бројната состојба повлекува промени кај останатите членови, особено оние што се директно зависни од нив, како извор на храна.
- ✓ Во екосистем постојат многу синџири на исхрана и членови на еден синџир се членови и во други синџири на исхрана. Оваа структурна поврзаност на синџирите на исхрана преку заеднички членови се нарекува мрежа на исхрана. Притоа, членовите од еден вид можат да зафаќаат различно трофичко ниво во различен синџир.
- ✓ Промената во структурата на синџирот на исхрана, односно мрежата на исхрана со нарушување на постојаноста на видовите во нив, особено со внесување нови нетипични (алохтони) видови и замена на домашните (автохтони) видови, доведува до дисбаланс на мрежата на исхрана и може да значи колапс на синџирите на исхрана поврзани со овие видови.

5.4. ВИДОВИ ЕКОЛОШКИ ПИРАМИДИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Илустрира пренос на енергија низ енергетските пирамиди користејќи графички прикази.

ЕКОЛОШКИ ПИРАМИДИ – ЗНАЧЕЊЕ И НЕДОСТАТОЦИ

Еколошката пирамида е графички приказ на односот помеѓу различните живи организми на различни трофички нивоа. Називот пирамида се должи на формата која наликува на вистински пирамиди, при што основата е најчесто најширока и го претставува најниското трофичко ниво, т.е. произведувачите (Слика 5.10).

Следното ниво е окупирано од следното трофичко ниво, т.е. примарните потрошувачи и така натаму.

При конструирањето на еколошките пирамиди мора да се земат предвид сите организми на одредено трофичко ниво бидејќи примерок од неколку видови на одреден простор ќе заврши со големи грешки.

Значењето на еколошките пирамиди може да се истакне во следните точки:

- тие го покажуваат хранењето на различни организми во различни средини;
- ја покажуваат ефективностa во преносот на енергијата низ трофичките нивоа;
- може да се следи состојбата на екосистемот, односно да се спречи некое негово идно нарушување.

Секако, овие пирамиди имаат и недостатоци, како, на пример: се однесуваат само на сегмент од синџирот на исхрана, во неа не се вклучени разградувачите, а секогаш е можно некои членови да бидат вклучени во повеќе трофички нивоа, односно, не се земаат предвид климатските и сезонските промени.

Во екологијата постојат три типа еколошки пирамиди: **пирамида на бројност**, **пирамида на биомаса** и **енергетска пирамида**.

ПИРАМИДА НА БРОЈНОСТ

Оваа пирамида го покажува бројот на организми во секое трофичко ниво без никакво разгледување за нивната големина, а единица на изразување е број на единки. Бројењето е често едноставна задача и може да се направи со текот на годините за да се набљудуваат промените во одреден екосистем. Сепак, некои видови организми тешко се бројат, особено кога станува збор за некои незрели форми.



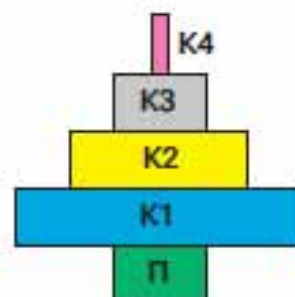
Слика 5.10 Пирамида на бројност

Треба да се има предвид дека не секогаш пирамидата изгледа правилно поставена. На сликата 5.11 е претставена една ваква пирамида на бројност.

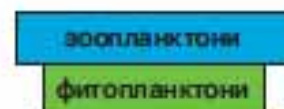
На пример, доколку се работи за дрва ја продуценти, тие се малку на број, понекогаш и само едно дрво, но на кое живеат голем број популации на организми.

ПИРАМИДА НА БИОМАСА

Оваа пирамида ја покажува вкупната маса на организми (изразена во g/m^2 или kg/m^2) на секое трофичко ниво. Вообичаено, овој тип пирамида е најголема на дното и станува сè помала одејќи нагоре, но постојат исклучоци. Биомасата на едно трофичко ниво се пресметува со множење на бројот на единки во трофичкото ниво со просечната маса на единката. Овој тип еколошка пирамида решава некои проблеми на пирамидата на броеви, бидејќи покажува попрецизна претстава за количината на енергија содржана во секое трофичко ниво, иако има свои ограничувања. На пример, времето од годината кога се собираат податоците е многу важно затоа што различни видови имаат различни сезони на размножување. Исто така, бидејќи обично е невозможно да се измери масата на секој организам, се зема само примерок, што веројатно ќе доведе до неточности. Генерално, формите на пирамидите на биомаса се правилни, со широка основа, но интересен е случајот во океаните, каде биомасата на зоопланктонот е поголема од фитопланктонот, од кој самиот зависи (Слика 5.12).



Слика 5.11 „Неправилна“ пирамида на бројност



Слика 5.12 „Неправилна“ пирамида на биомаса

ЕНЕРГЕТСКА ПИРАМИДА

Енергетската пирамида ја разгледува вкупната количина на енергија присутна на секое трофичко ниво, како и загубата на енергија помеѓу трофичките нивоа. Бидејќи овој тип претставување го зема предвид фактот дека поголемиот дел од енергијата присутна на едно трофичко ниво нема да биде достапна за следното, тој е попрецизен од другите две пирамиди. Оваа идеја се заснова на Законот за десет проценти на Линдемман, кој вели дека само околу 10% од енергијата на трофичко ниво ќе оди за создавање биомаса. Со други зборови, само околу 10% од енергијата ќе оди во создавање на ткиво и органи, како што се стебла, лисја, мускули итн. во следното трофичко ниво. Остатокот се користи за дишење, лов и други активности или се губи во околината како топлина (Слика 5.13).



Слика 5.13 Енергетска пирамида

Меѓутоа, она што е интересно е дека токсините многу ефикасно се пренесуваат низ пирамидата, што значи дека како што одиме нагоре по еколошката пирамида, количината на штетни хемикалии сè повеќе и повеќе се концентрира во телата на организмите.

Енергетската пирамида е најкористениот тип еколошка пирамида и, за разлика од другите два типа, никогаш не може да биде најголема на врвот и најмала на дното (секогаш има правилна форма). Тоа е важен тип еколошка пирамида бидејќи го испитува протокот на енергија во екосистемот со текот на времето и се определува со единица: $J\ m^2\ yr$ (Џул на квадратен метар годишно); каде што Џул е единица за енергија, може да се замени со други единици на енергија, како што се килоџул, килокалории и калории.

Активности:

- Конструирајте пирамида на бројност, кај која основата ќе биде мала, а најголемиот дел ќе биде на врвот на пирамидата.
- Истражете како е возможно пирамидата на биомаса за океанските видови кои го градат фитопланктонот и зоопланктонот да има таква поставеност (Слика 5.12).

Прашања за повторување:

1. Наброј ги основните типови еколошки пирамиди.
2. Зошто ни служат овие еколошки пирамиди?
3. Зошто енергетските пирамиди секогаш имаат правилна поставеност на формата?
4. Објасни како сезонските варирања можат да влијаат врз бројните и пирамидите на биомаса.

Клучни точки:

- ✓ Односот меѓу различните живи организми низ трофичките нивоа може да се претстави графички со еколошки пирамиди. Називот е поради најчестиот облик на приказите, кои во основата се најшироки, а потоа се стеснуваат кон врвот.
- ✓ Најчесто користени еколошки пирамиди се: пирамида на бројност, пирамида на биомаса и енергетска пирамида. Од нив може: да се дознае хранењето на различни организми во различни средини; да се дознае ефективноста во преносот на енергијата низ трофичките нивоа и да се следи состојбата на екосистемот, односно да се спречи некое негово идно нарушување.
- ✓ Енергетската пирамида секогаш има правилна форма и се смета за важен тип еколошка пирамида поради фактот дека го покажува протокот на енергија низ екосистемот, со текот на времето. Единица на изразување е $J\ m^2\ yr$ (Џул на квадратен метар годишно).

5.5. БИОГЕОХЕМИСКИ ЦИКЛУСИ. ЦИКЛУС НА ВОДАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ја објаснува појавата на биогеохемиски циклуси во екосистемите;
- ✓ Го опишува циклусот на вода и неговата интеракција со другите биогеохемиски циклуси.

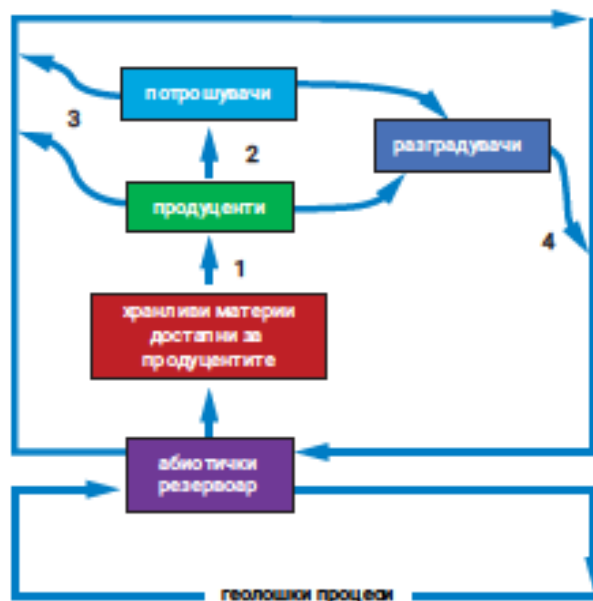
КРУЖЕЊЕ НА ХЕМИСКИТЕ ЕЛЕМЕНТИ ПОМЕЃУ ОРГАНСКИТЕ МАТЕРИИ И НЕОРГАНСКИТЕ РЕЗЕРВОАРИ

Сонцето ги снабдува екосистемите со енергија. Но, за комплетно функционирање на биосистемите се потребни хемиски елементи. Генерално, освен кога некој метеорит стигнува до површината на Земјата како нов импут (внес), овие хемиски елементи на Земјата се во постојан круг на рециклирање и реупотреба. Може да се заклучи дека животот на Земјата зависи од рециклирањето и реупотребата на хемиските елементи од кои се изградени органските материи, но и оние елементи кои учествуваат во биохемиските и физиолошките процеси во клетките и ткивата.

Додека се живи организмите, кружењето на материите е постојан процес. Се внесува храна, се трансформираат органските материи и се исфрлаат непотребните материи во средината. Таму, редуцентите ги трансформираат овие исфрлени непотребни материи во атоми и неоргански соединенија, кои повторно се употребуваат од продуцентите, во процесите на фотосинтеза и нова биосинтеза на органски соединенија.

БИОГЕОХЕМИСКИ ЦИКЛУСИ

Во ова кружење на материите во природата се вклучени биотичките и абиотичките (почва и атмосфера) системи. Затоа, целиот овој систем уште се нарекува **биогеохемиски циклуси**. На сликата 5.14 е претставена шема на кружење на хранливите материи во екосистемот.



Слика 5.14 Биогеохемиски циклус на хранливи материи низ четири чекори на циклусот.

Циклусот може да се следи низ четири чекори:

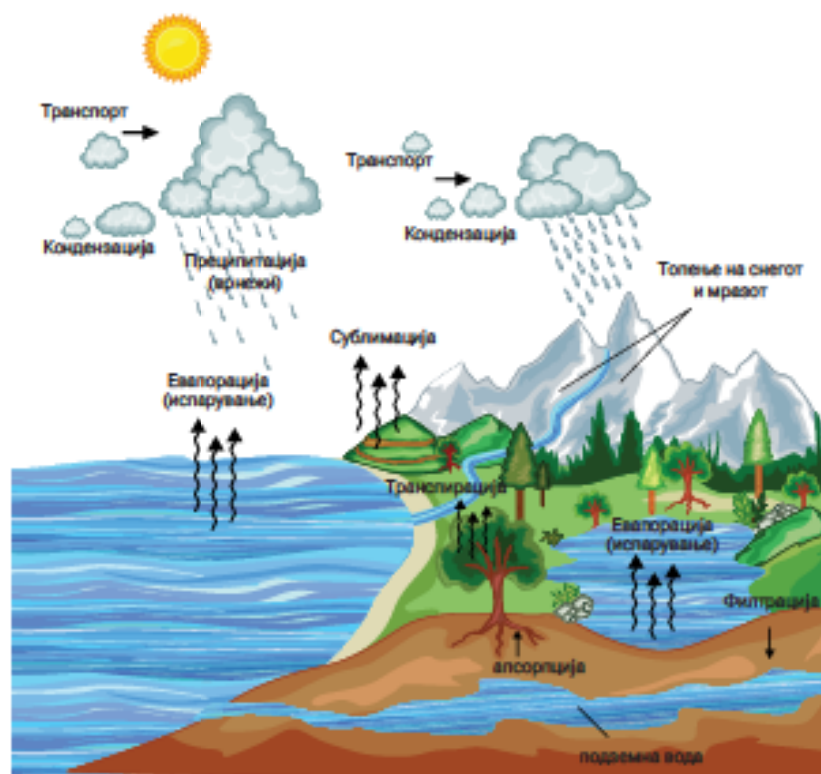
1. Продуценти, кои ги вградуваат неорганските компоненти во органски материи;
2. Потрошувачите се хранат од продуцентите, задржувајќи и вградувајќи некои од хемиските соединенија во своите тела;
3. Продуцентите и потрошувачите ослободуваат некои од органските соединенија во надворешната средина и произведуваат отпад во форма на CO_2 и азотни соединенија;
4. Разградувачите играат главна улога во разградувањето на органските материи до неоргански молекули кои се враќаат во неорганскиот резервоар.

ЦИКЛУСОТ НА ВОДАТА И НЕГОВАТА ВАЖНОСТ

Водата е главен составен дел на живата материја и претставува фактор што го условува постоењето на животот.

Според најновите истражувања, хидросферата (водата) покрива 71% (според некои автори – 75% или $\frac{3}{4}$) од површината на Земјата. Најголемиот дел (97,5%) од целокупната вода на Земјата се океани и мориња или солени езера, 1,74% припаѓа на водата во вид на мраз од глечерите на половите и на планините, 1,7% припаѓаат на подземните води, а само 0,017% од водата се наоѓа во реките и езерата. Во атмосферата се концентрирани околу 14.000 km^3 вода како водена пара, а кога таа рамномерно би се распределила во вид на воден талог по површината на Земјата, дебелината на тој слој од врнежи би изнесувал само 26 mm.

Океанската вода, како најголем воден базен е најголем извор на вода за атмосферата. Испарувањата стигнуваат во повисоките атмосферски слоеви, каде што кондензира и се враќа на површината на земјата во вид на врнежи (дожд, снег, замрзнат дожд или град). Повторно таа вода по различни патишта ќе заврши во океаните. Исто така, голем извор на водена пара се растенијата, преку процесот на транспирација. На сликата 5.15 се претставени патиштата на водата во т.н. „воден циклус“.



Слика 5.15 Циклус на водата

Кружното движење на водата е условено од географски и климатски фактори. Врз овој циклус големо влијание имаат и човекот и неговите активности. Еден од изворите на водена пара (Слика 5.15) се густите шуми (особено прашумите) и процесот на транспирација. Дефорестацијата (уништувањето на шумите со сеча) го намалува овој внес на водена пара во атмосферата. **Интерцепцијата**, која е поврзана со шумите (задршка на дождовите во крошните и нивно испарување потоа), исто така, влијае врз нивото на водена пара. Оваа промена се чувствува локално, па и глобално со климатски промени. Испумпувањето големи количини подземни води за наводнување, исто така, влијае врз циклусот на водата, со зголемување на испарувањето во тие области каде што се наводнува (поголема влажност на воздухот), но и намалување на депоата со подземна вода.

ЦИКЛУСОТ НА ВОДАТА И ДРУГИТЕ БИОГЕОХЕМИСКИ ЦИКЛУСИ

Водата има својство на универзална средина во која се случуваат најголемиот дел од физичко-хемиските процеси. Особено е важна нејзината улога како растворувач и транспортер на хемиските елементи кои се важни за животот на планетата. Па така, доволно е да се споменат врнежите и да се поврзат со циклусите на јаглеродот, фосфорот, азотот, сулфурот и многу други. Водата ги презема овие елементи од копното и е важна компонента од нивните биогеохемиски циклуси.

Активности:

- Истражете на интернет и пронајдете податоци за да одредите количество вода на Земјата (во илјада km^3) за да ја пополните табелата 5.1. Притоа обидете се податоците да бидат релевантни.

Именување на водните акумулации
океани
езерски солени води
вкупно солени води
ледени покриви на половите, глечерите
реки
слатководни езера
вкупно површински води
почвена вода
потповршинска слојна и длабинска вода
вкупно потповршинска вода
атмосферска вода
вкупно слатка вода
вкупни постојани резерви на вода

- Во океаните постојат т.н. морски струи. Истражете која е придобивката од движењето на водните слоеви, од длабочините кон површинските води, во однос на живиот свет и продуцентите во океаните?
- Истражете колкав дел од производството на струја во Северна Македонија е од хидроцентрали, а колкаво од термоцентрали.
- Има сознанија дека првично на планетата Земја немало вода. Потсетете се од каде доаѓа водата на нашата планета.

Прашања за повторување:

1. Зошто е потребно „рециклирање“ на хемиските елементи во природата?
2. Опиши ги четирите чекори на секој биогеохемиски циклус.
3. Како човекот може да влијае на циклусот на водата?
4. Со кој процес се вклучени растенијата во циклусот на водата?
5. Како водата е поврзана со другите биогеохемиски циклуси?

Клучни точки:

- ✓ Иако планетата Земја е отворен систем (влегува и излегува енергија и материја), сепак количеството хемиски материи е стабилно. Тие се во постојано кружење, овозможено од природен систем на рециклирање.
- ✓ Хемиските елементи се употребуваат од живите организми, а потоа се враќаат назад во форма на минерали, за да можат повторно да се искористат (циклуси). Станува збор за биогеохемиски циклуси, бидејќи во нив се вклучени биотички (живи организми) и абиотички (неживи компоненти – почва и воздух).
- ✓ Биогеохемиските циклуси се одвиваат низ четири чекори: вградување на неорганските компоненти во органски материи; внесување, задржување и вградување на некои од хемиските соединенија во телата на живите организми; ослободување на некои од органските соединенија во надворешната средина и произведување отпад во форма на CO_2 и азотни соединенија; и разградување на органските материи до неоргански молекули кои се враќаат во неорганскиот резервоар.
- ✓ Циклусот на водата се одвива низ различни процеси: создавање водена пара преку испарување од површината на водните базени и евапотранспирација од зелената површина на растенијата, кондензација и сублимација како водени талози (дожд, снег, замрзнат дожд) кои се враќаат на површината на Земјата. Дел од овие води преку перколација поминуваат низ слоевите на почвата. Оваа подземна вода може да остане во подземни водни резервоари или да се врати на површината во форма на извори. Дел од дождовите може да се задржат во крошните и зелените делови на растенијата (интерцепција), од каде потоа испаруваат.
- ✓ Водата е двигател за другите биогеохемиски циклуси, особено за циклусите на јаглерод, кислород, азот, фосфор и сулфур, поради нејзините физичко-хемиски карактеристики.

5.6. ЦИКЛУС НА ЈАГЛЕРОД И КИСЛОРОД

Резултати од учењето:

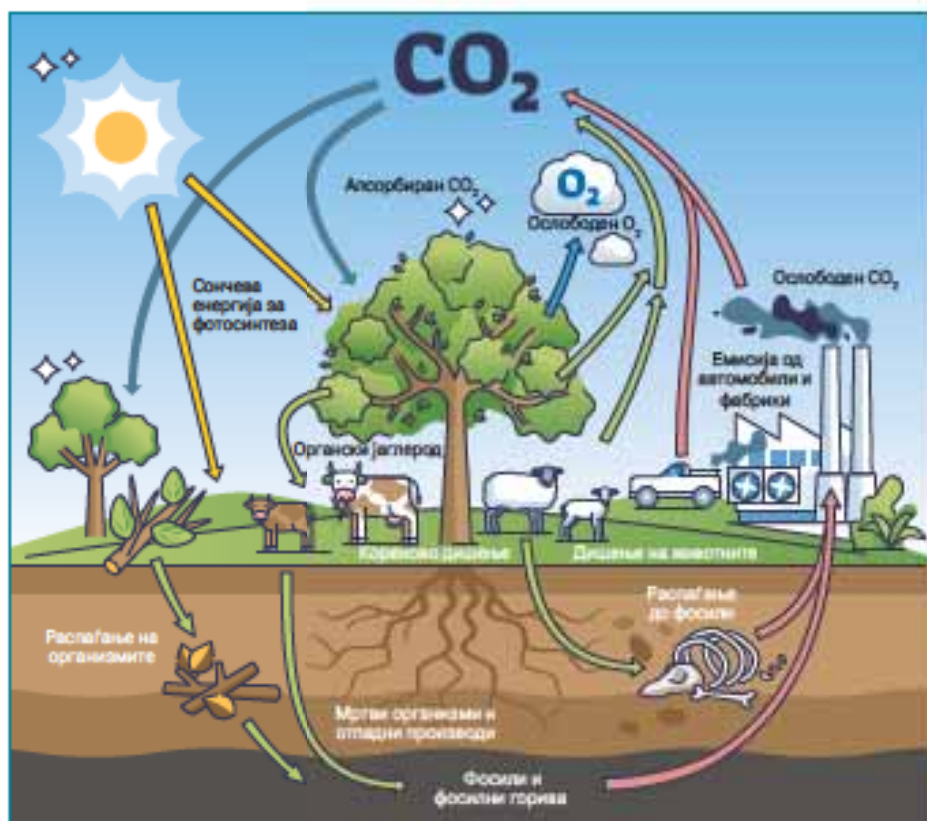
Ученикот/ученичката:

- ✓ Го опишува циклусот на јаглеродот и кислородот во екосистемите;
- ✓ Ги објаснува процесите на размена на CO_2 и O_2 .

Размената на биогени елементи помеѓу живите организми и неорганските резерви (фондови) во најголемиот број екосистеми е избалансиран. Така на пример, циклусите на јаглеродот и кислородот се обезбедени од одвивањето на двата најважни комплементарни процеси - фотосинтезата и дишењето.

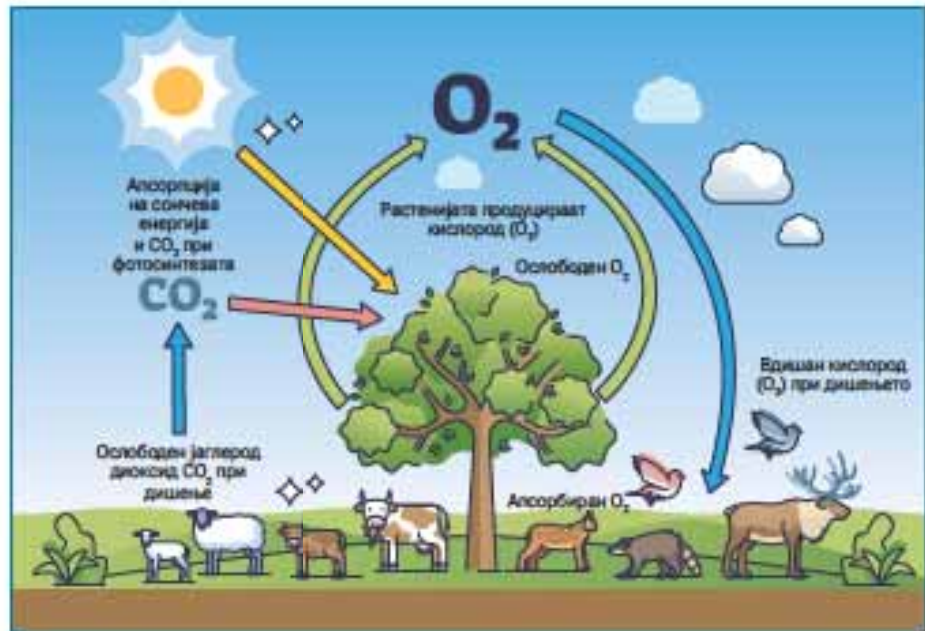
Јаглеродот е основен составен дел на органските материи. Тој има свој циклус (кружно движење) во природата. Освен во коските, фосилните горива, јаглеродот го има и во карпите и минералите (Слика 5.16).

Кислородот е поврзан со јаглеродот, во процесот на фотосинтеза и клеточно дишење (Слика 5.17). Во него учествуваат само органските соединенија и јаглерод диоксид. При тоа, фотосинтезата на растенијата и респирацијата (клеточното дишење) на сите организми во биоценозата (сите живи организми кои населуваат еден биотоп) се потполно комплементарни.

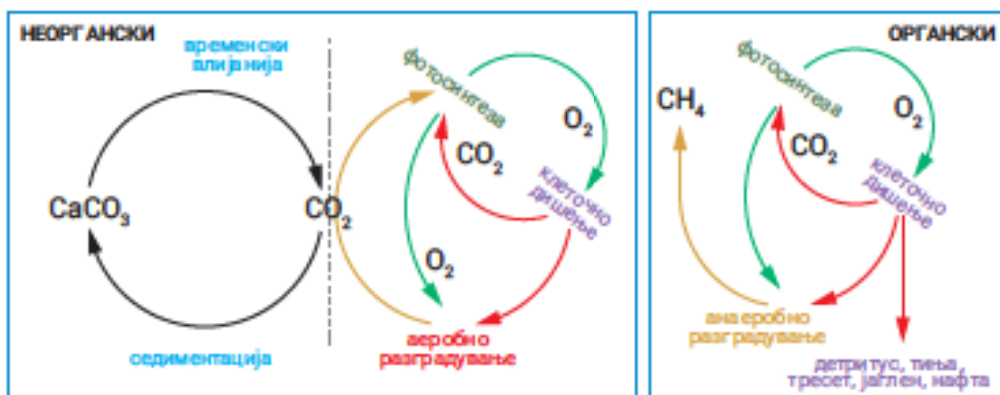


Слика 5.16 Циклусот на јаглерод во природата

Целокупниот јаглерод асимилиран во текот на фотосинтезата се вклучува во синтетизираниите јаглеводороди, додека целокупниот јаглерод од органските соединенија во процесот на клеточното дишење се трансформира во јаглерод диоксид. Поголемиот дел од јаглеродот и азотот вклучени во живата биомаса со процесите на асимилација (вградени во органска материја за раст, одржување и размножување), се пренесуваат во блокот на **мртва органска материја**. По изумирањето на организмите таа мртва материја може да формира, тиња, јаглен, тресет, нафта. Познато е дека, земјината вегетација годишно по пат на фотосинтеза заробува (врзува) 1/35-ти дел од јаглерод диоксидот, CO_2 , кој се наоѓа во атмосферата (тоа е еднакво на $5 \cdot 10^{10}$ t (тони) јаглерод), а се ослободува O_2 (Слика 5.18).



Слика 5.17 Циклусот на кислород во природата. Учество на кислородот во процесот на фотосинтеза и клеточно дишење.



Слика 5.18 Шематски приказ на јаглеродниот циклус и циклусот на кислород

Гледано глобално, фотосинтезата (врзување на CO_2 и ослободување на O_2) и клеточното дишење (ослободување на CO_2 , а трошење O_2) се во рамнотежа. Меѓутоа, со зголеменото согорување на фосилни горива (нафта и јаглен) (Слика 5.19), се

зголемува нивото на CO_2 во атмосферата. Нарушувањето на циклусот на јаглерод, води до нов проблем, наречен „глобално затоплување на климата“.

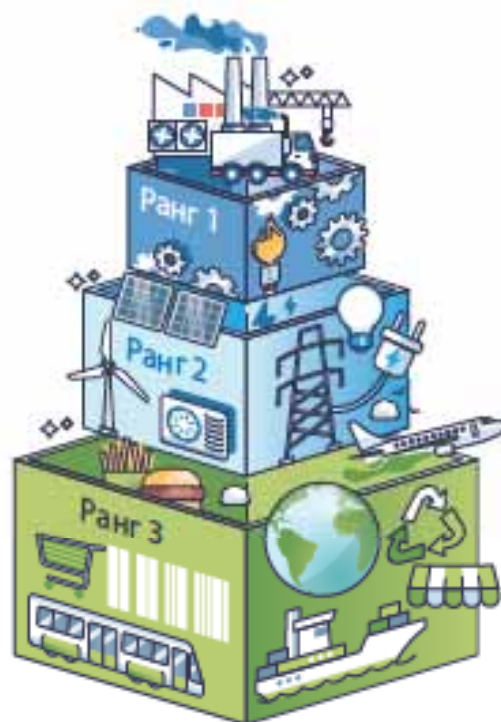
САМОРЕГУЛИРАЧКИ ПРОЦЕСИ НА КРУЖЕЊЕ НА ЈАГЛЕРОД И КИСЛОРОД

Претходно кажавме дека, под кружење на минералните материји се подразбираат биогеохемиските циклуси на биогените елементи, водата или некои други соединенија што влегуваат во исхраната и метаболизмот на растенијата. Екосистемот е основна единица во биосферата во која се одвиваат саморегулирачките процеси на кружење на материјата и проток на енергија. За разлика од енергијата, биогените елементи се задржуваат во екосистемот, при што непрекинато преминуваат од нивните неживи компоненти во живите организми и обратно, од неоргански форми преминуваат во органски и обратно. Секој хемиски елемент има свое карактеристично кружење, но сите тие се одвиваат заедно и се водени од движењето на енергијата.

Биогените елементи се среќаваат во живите организми, воздухот, водата, почвата (атмосферата, хидросферата, педосферата и литосферата) во различни форми.

На пример, кислородот кој го има во атмосферата се содржи во гасовита форма (молекуларен кислород – O_2) или во вид на CO_2 . Во водата се наоѓа како растворен, но покрај тоа се содржи во самата вода како нејзин составен елемент (со водородот). Во литосферата кислородот се среќава како оксид на разни метали (на пример Fe_2O_3) или во соли (на пример CaCO_3).

Јаглеродот пак го има во варовничките карпи (CaCO_3) и доломити (седиментна карпа - минерал, како двоен карбонат на Ca и Mg ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), а и во океанската вода како растворен – неоргански материји.



Слика 5.19 Опсег на емисија на јаглерод диоксид (CO_2) од различни извори

Активности:

- Размислете и дискутирајте на час, што би се случило со нивото на јаглерод, доколку одеднаш сите редуценти стапат во „штрајк“?
- Истражете, кога првпат се појавува кислородот во атмосферата? Какви влијанија може да има врз животот свет, ако неговото количество се намали, односно зголеми?

Прашања за повторување:

1. Зошто се вели дека фотосинтезата и клеточното дишење се реципрочни, во однос на нивото на јаглерод во атмосферата?
2. Наброј некои неоргански форми на резервоари на јаглерод и кислород во природата.
3. Која е улогата на редуцентите во циклусот на јаглеродот во атмосферата?

Клучни точки:

- ✓ Јаглеродот и кислородот и нивните циклуси во природата се поврзани и зависни меѓу себе. Поаѓајќи од фактот дека јаглерод диоксидот (изграден од атом јаглерод и два атоми кислород) е вклучен во фотосинтезата и клеточното дишење, се заклучува дека овие два процеси во живите клетки се основен сегмент за нивните циклуси.
- ✓ Јаглеродот има природни неоргански депоа во форма на различни минерали. Водата пак, е депо за кислород во состав на молекулите вода, но и како растворен кислород во водата.
- ✓ Јаглеродот најчесто е во форма на гас, јаглерод диоксид, кој се вклучува во фотосинтезата и се вградува во шеќер. При фотосинтезата се користи и вода, од која се одзема водородот и се вградува во шеќерот, а се ослободува кислород.
- ✓ Шеќерот потоа се користи како извор на енергија, низ процес на клеточно дишење. Во процесот на оксидација, со кислород, се ослободува енергија, а се добиваат јаглерод диоксид и вода како продукти на клеточното дишење.

5.7. АЗОТЕН ЦИКЛУС И УЛОГА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ЦИКЛУСОТ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Го објаснува азотниот циклус;
- ✓ Ја идентификува улогата на микроорганизмите во трансформација на азотни соединенија во почва.

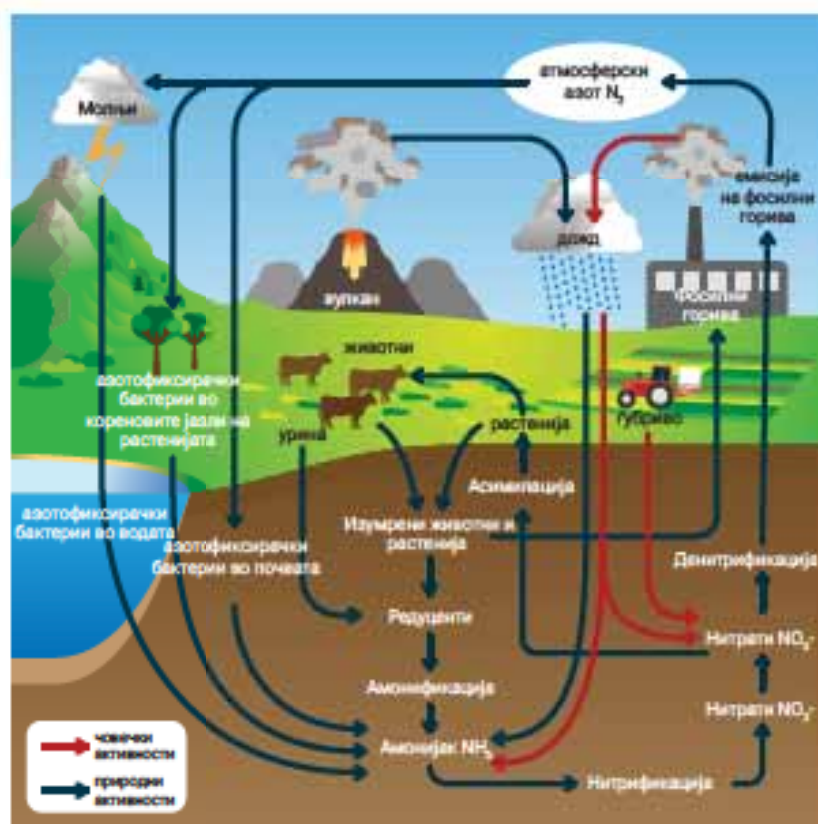
АЗОТЕН ЦИКЛУС

Азотот е биоген елемент, тоа значи дека е важен за основните животни функции. Иако го има околу 78% во атмосферата, овој азот е практично неупотреблив за растенијата (инертен азот во форма на N_2). Единствен начин инертниот азот да се претвори во корисна форма е да се трансформира во нитрати, облик на азотно соединение кое е достапно за растенијата. Така, растенијата успеваат да го вградуваат во органските молекули.

На сликата 5.20 е претставено кружното движење на азотот низ природата.

Резервоар на азотот е атмосферата, од каде преку природни порцеси тој доаѓа до површината на Земјата. Во неговиот циклус активно се вклучени микроорганизми.

Циклусот на азот е биогеохемиски процес преку кој азотот се претвора во многу форми, последователно преминувајќи од атмосферата во почвата во организмите и се враќа назад во атмосферата. Тоа вклучува неколку процеси како што се фиксација на азот, нитрификација, денитрификација, распаѓање и гниење (Слика 5.20).



Слика 5.20 Циклус на азот

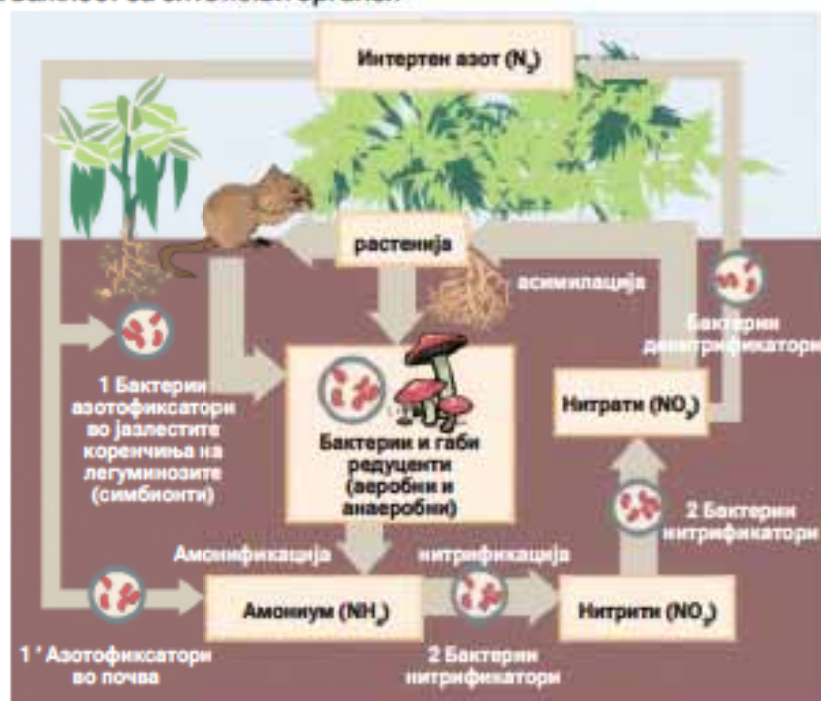
Азотот постои во органски и во неоргански форми. Органските соединенија кои содржат азот постојат во живите организми. Тие се пренесуваат низ синџирот на исхрана со консумирање на други живи организми. Неоргански форми на азот се наоѓаат во изобилство во атмосферата. Овој азот станува достапен на растенијата со помош на симбиотски бактерии кои можат да го претворат инертниот азот во употреблива форма - како што се нитрати (NO_3^-) и амониумови јони (NH_4^+).

Азотот се подложува на различни видови трансформации за да се одржи рамнотежа во екосистемот. Понатаму, овој процес се протега на различни биомии, при што циклусот на морскиот азот е еден од најкомплицираните биогеохемиски циклуси (Слика 5.20).

Земјоделците користат огромни количини вештачко азотно ѓубриво. Сточарските фарми се извор на големи количини амонијак во атмосферата. Сето тоа е дополнителен инпут на азот, кој во најголем дел е зафатен од растенијата. Тој азот ќе се врати во системот со минерализација на мртвите тела на растенијата и животните, односно, биолошките отпадоци, од страна на редуцентите.

АЗОТНИОТ ЦИКЛУС ЗАВИСИ ОД БАКТЕРИИТЕ

Азотот е градивен елемент за протеините и нуклеинските киселини. Тие се од основна животна важност за сите живи организми. Затоа, азотот се дефинира како ограничувачка хранлива материја за растенијата. Тој има два главни резервоара во природата. Веќе знаете за азотот во атмосферата, а втор резервоар е почвата. Иако го има многу во атмосферата (78% во форма на N_2), станува збор за инертна форма и практично е неупотреблив за растенијата. Потребно е да се случи фиксација на азотот од микроорганизми, кои ќе го преведат молекуларниот азот во форма која е корисна за растенијата. Без овие микрорганзми, количеството на достапен азот за растенијата би бил силно лимитиран (ограничен). На сликата 5.21 се претставени два типа на азотофиксирачки бактерии.



Слика 5.21 Циклус на азот низ три основни процеси: 1. Азотофиксација 2. Нитрификација 3. Денитрификација (*Bacterium denitrificans*, *Bacterium denitrofluorescens* и др.)

Горе лево на сликата, означено со број 1, се претставени азото-фиксатори кои живеат во корените на некои видови легуминозни растенија (детелини - луцерка, кикирики, соја и слично), но и на нелегуминозни растенија кои живеат на почви сиромашни со азот.

Во почвата и водата живеат и слободни бактерии, кои го претвораат инертниот азот во амонијак (на сликата 5.21 означени со 1'). Амонијакот се претвора во амониум јон (NH_4^+). Бактериите нитрификатори го претвораат овој амониум во нитрити и нитрати (означени на сликата 5.21 со 2). Нитратите се веќе прифатлива и корисна форма за растенијата, кои го апсорбираат и го користат азотот за биосинтеза на органски молекули (аминокиселини од кои синтетизираат протеини).

Животните ги јадат растенијата и ги користат протеините за своите потреби. Краен продукт на метаболизмот на протеините, кој се исфрла во надворешната средина, а е богат со азот, е уреата. Уреата е позната за земјоделците како ѓубриво за обработливите површини.

Телата на мртвите организми се разградуваат од редуцентите (бактерии и габи). При разградувањето, се ослободува амониум јон (NH_4^+), кој го дополнува нивото во почвата и им овозможува на бактериите нитрификатори да создаваат нови нитрати за растенијата. При овој процес се ослободува инертен азот N_2 , кој се ослободува во атмосферата.

НАРУШУВАЊЕ НА ЦИКЛУСОТ НА АЗОТ ВО ПРИРОДАТА

Рамнотежата во циклусот на азотот е нарушена од човекот, поради големото користење на фосилните горива и ослободувањето на азотни оксиди. Овие оксиди создаваат гасови кои се особено опасни за луѓето.

Современите земјоделски активности се уште еден голем неприроден извор на азот. Животинските фекалии, од фармерското одгледување добиток, ослободува големи количини амонијак во атмосферата. Исто така, земјоделците користат вештачки ѓубрива на база на азот, за да ги подобрат перформансите на обработливите површини, а на тој начин вршат замена на нитрификаторните бактерии. Иако количините на вештачко ѓубриво се големи, растенијата користат едвај половина од него. Дел од нитратите завршуваат во атмосферата како азотни оксиди (NO_2 или N_2O кој е стакленички гас и предизвикува глобално затоплување). Дел од овој азот завршува и во водните екосистеми каде предизвикува еутрофикација (еден вид на загадување на водата преку нејзино збогатување со хранливи материи за алгите и бактериите Слика 5.21 Б).



Слика 5.21 Б Еутрофикација на водните басени

Активности:

- Земјоделците користат вештачки ѓубрива за да ги подобрат перформансите на обработливите земјоделски површини. Едни од најчестите користени вештачки ѓубрива се наречени NPK (ен-пе-ка), или „Три 15-ки“. Истражете, зошто овие ѓубрива се нарекуваат така.
- Истражете, какви бенефити имаат растенијата од азотот? Како ќе препознаете растение кое расте на почва богата со азот?
- Истражете, кои атмосферски случувања овозможуваат инертниот азот да се врзе во молекули со кислородот и потоа да падне на површината на почвата со дождот?
- Истражете зошто е подобро да се користи арско ѓубриво, отколку вештачко ѓубриво? Дискусирајте на час, за последиците од неконтролираното користење на вештачки ѓубрива во земјоделството.
- Истражете, колку видови бактерии кои живеат во почвата се корисни во циклусот на азотот во природата. Направете список од нив.

Прашања за повторување:

1. Кои се дваата резервоари за азот на планетата?
2. Кои форми на азотот се корисни за растенијата?
3. Наброј ги хемиските процеси низ кои минува азотот во неговиот биогеохемиски циклус.
4. Каде живеат азотофиксирачките бактерии и која е нивната функција?
5. Која е разликата меѓу бактериите азотофиксатори и бактериите нитрификатори, односно бактерии денитрификатори?
6. Како човекот го нарушува циклусот на азотот во природата?

Клучни точки:

- ✓ Азотот е биоген елемент, важен за градбата на протеините. Во природата го има во големи количества во воздухот, но и во почвата. Во воздухот е во инертна N_2 форма, која практично е неупотреблива за растенијата.
- ✓ За да можат растенијата да го вградат во протеинските молекули (структурата на аминокиселините), тој мора да се трансформира во прифатлива форма на нитрати.
- ✓ Циклусот на азотот се должи на активноста на бактериите кои вршат различни биохемиски процеси и трансформации на азотот. Азотофиксаторите го фаќаат инертниот азот од атмосферата и почвата и го трансформираат во амониумови јони (амонификација). Потоа, бактериите нитрификатори го преведуваат амониумот во нитрити и нитрати. Нитратите се прифатливи и корисни за растенијата. Дел од нитритите се разложува од бактериите денитрификатори, кои ослободуваат молекули азот назад во атмосферата, повторно како инертен гас.
- ✓ Во циклусот на азотот се вклучени и редуцентите (габи и бактерии) кои ги разложуваат органските материи од мртвите тела и деловите од телата на организмите. Притоа, се добиваат амониумови јони, кои се користат од нитрификаторите.

5.8. ЧОВЕКОВИ АКТИВНОСТИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ БИОГЕОХЕМИСКИТЕ ЦИКЛУСИ

Резултати од учењето:

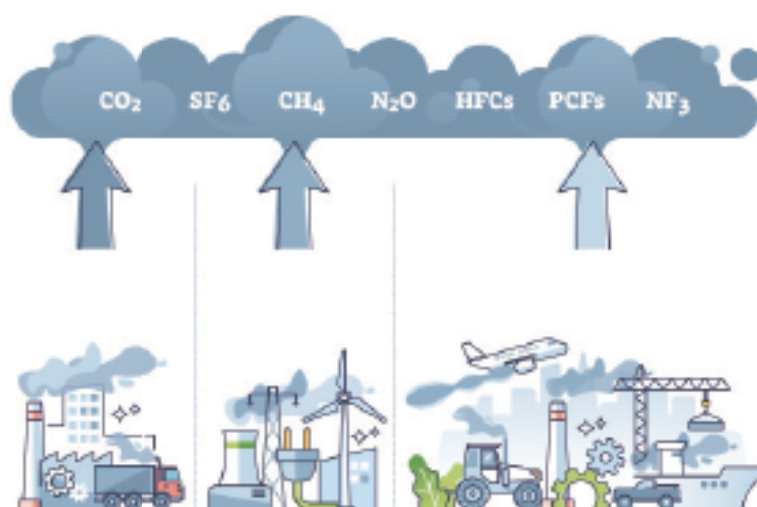
Ученикот/ученичката:

- ✓ Го опишува влијанието на фосилни горива и стакленичките гасови врз биогеохемиските циклуси преку појавата на глобалното затоплување и климатските промени;
- ✓ Објаснува како настанува озонската дупка и кои се последиците од нејзината појава врз биосферата;
- ✓ Дискутира за ефектите на киселите дождови врз екосистемите и последици од нив врз живите организми и почвата.

ПОИМ ЗА ФОСИЛНИ ГОРИВА

Основата од кои се изградени фосилните горива се остатоци од изумрени морски животни и растенија на копното. Оттаму, горивата со еден назив се нарекуваат „фосилни горива“. Овие фосилни горива, особено јагленот е круцијален извор на енергија во т.н. индустриска револуција. Тие и денес се главен извор на енергија, иако се повеќе се зборува за алтернативните извори. Горењето на фосилните горива доведува до ослободување на огромни количини CO_2 кој пак придонесува за глобално затоплување на атмосферата и климатски промени. Освен CO_2 , од согорувањето на фосилите се ослободуваат азотни и сулфурни оксиди.

Јаглерод диоксидот се смета за главен стакленички гас бидејќи зафаќа околу 80% од сите други стакленички гасови. Станува збор за група гасови кои предизвикуваат ефект на „стаклена градина“. Во оваа група спаѓаат: јаглерод диоксид CO_2 , метан CH_4 , диазот моноксид N_2O , и т.н. „флуорирани гасови“ (F-гасови од групата халони). По количество, после јаглерод диоксидот следуваат метанот со околу 12 % и F-гасовите со околу 2,5 % (Слика 5.22).



Слика 5.22 Стакленички гасови (јаглерод диоксид (CO_2), метан (CH_4), диазот моноксид (N_2O), флуоројаглевородороди (HFC), перфлуоројаглероди (PCF), сулфур хексафлуорид (SF_6), азот трифлуорид (NF_3))

Иако се со најмало количество, F-гасовите имаат исклучително голем ефект врз глобалното затоплување поради нивната стабилност како молекули, додека метанот брзо се распаѓа.

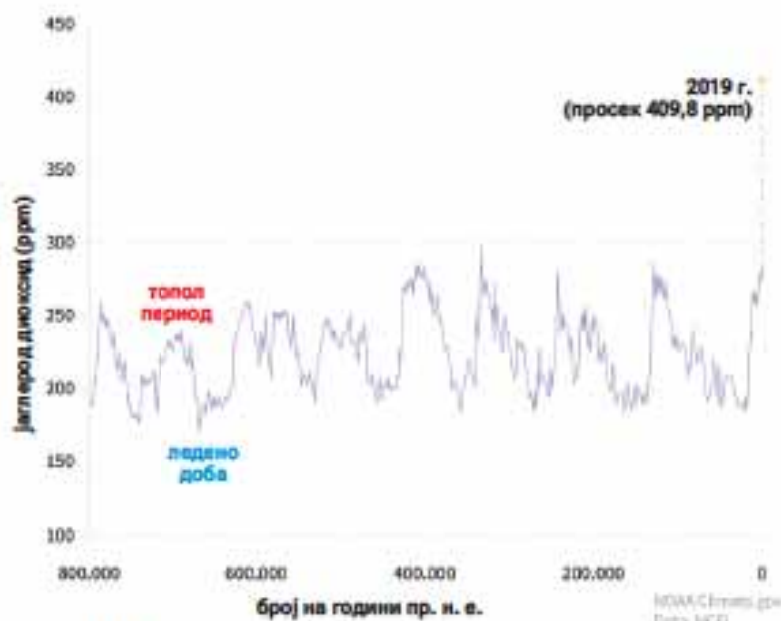
На сликата 5.23 е претставен графички приказ на количеството CO_2 во атмосферата на светско ниво. Вредностите се добиени со мерења на јаглерод диоксид во атмосферски примероци во сантите мраз. Во последните децении се забележува огромен раст на количеството CO_2 .

ЕФЕКТ НА СТАКЛЕНА ГРАДИНА

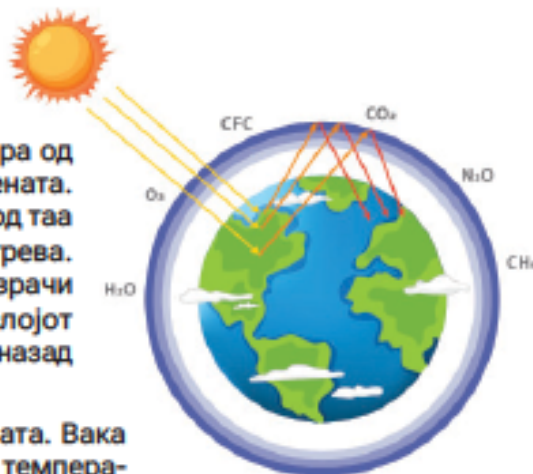
Стакленичките гасови се поставени во горните слоеви на тропосферата (висина до 7 km на половите, односно до 18 km над екваторот од површината на Земјата). Тие делуваат како обвивка, а називот „стакленички“ се поврзува со стакленик или пластеник за одгледување растенија, каде најлонот или стаклото го има истиот ефект на задржување на топлината. Имено, од Сонцето стигнуваат топлински зраци. Дел од таа топлинска енергија веднаш се рефлектира од овој слој и облаците во атмосферата назад во Вселената. Дел проаѓа и ги загрева воздушните маси. Дел пак, од таа топлина стигнува и до површината на Земјата и ја загрева. Во текот на ноќта, површината на Земјата се лади (зрачи инфрацрвени зраци). Овие зраци стигнуваат до слојот стакленички гасови и биваат одбиени (рефлектирани) назад кон површината (Слика 5.24).

На овој начин се задржува топлината во атмосферата. Вака гледано, површината на Земјата има дневно – ноќни температури кои се подобни за живот. Станува збор за природен ефект. За разлика од Земјата, Марс нема ваков слој. На неговата површина има дневно – ноќни варијации на температурата од $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нивото на CO_2 во атмосферата е главен „виновник“ за забрзаното загревање на површината на Земјата. Станува збор за истиот јаглерод диоксид кој бил одземен од атмосферата и врзан во органска материја, главно во периодот карбон, и фосилизиран во форма на фосилни горива. Овој јаглерод бил исклучен



Слика 5.23 Графички приказ на порастот на концентрацијата на јаглерод диоксид во атмосферата



Слика 5.24 Ефект на стаклена градина (атмосфера)

од циклусот на јаглеродот во форма на резерва. Порастот на CO_2 всушност се поклопува со современото време и брзиот развој на индустријата, во последните 70 години. Големата побарувачка и користење на фосилните горива како енергенс во овој период го ослободува јаглеродот од овие резерви и го враќа во атмосферата, што пак доведува до 250 пати поголемо акумулирање на овој гас во атмосферата и тоа директно под влијание на човечката активност.

Просечното загревање од само 1°C веќе носи последици во морските струи, засилен Ел Нињо ефект, силни бури, урагани, ледени зими, жешки лета, суши, ерозии итн. Затопувањето на атмосферата доведува до **глобални климатски промени** и нарушени екосистеми, а вистинскиот виновник е човекот.

ОШТЕТУВАЊЕ НА ОЗОНСКАТА ОБВИВКА

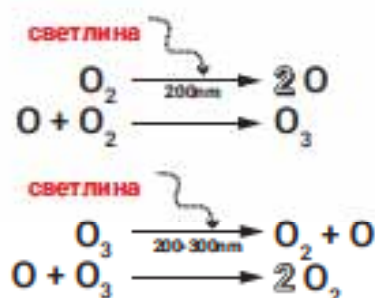
Озонската обвивка се наоѓа во стратосферата (над тропосферата, со најголема концентрација помеѓу 15 и 35 km над површината на Земјата). Станува збор за молекула изградена од три атоми кислород O_3 . За разлика од озонот кој се наоѓа во тропосферата, како дел од фотохемикиот смог, кој е производ на човечка активност и е опасен по живиот свет, овој озон во стратосферата настанува по природен пат и го штити животот на планетата Земја од смртоносните УВ-зраци.

Озонот се создава спонтано. Молекулата не е стабилна, па лесно се распаѓа. Процесот на обновување е постојан (Слика 5.25).

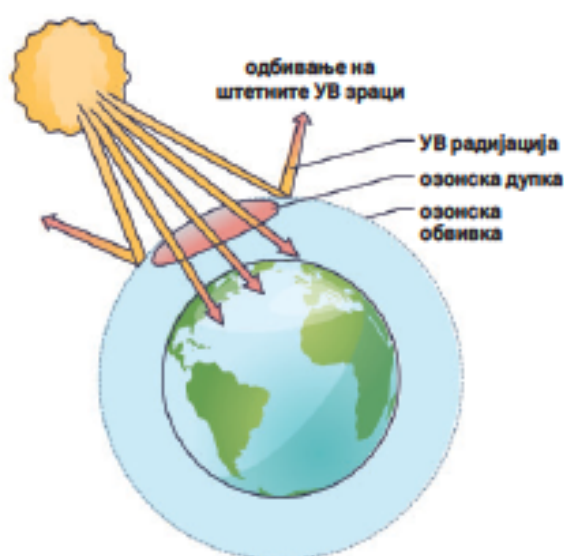
Гасовите хлорофлуоројаглероди (CFC) кои порано се користеле во уреди за разладување и другите халони (кои содржат атоми на хлор и флуор) кои ги има во противпожарни апарати, го дезинтегрираат озонот. Озонската обвивка се истенчува и се создаваат т.н. дупки во озонот" (Слика 5.26).

Низ овие дупки во обвивката продираат поголеми количини од УВ-зраци, од нормалното. Нивното штетно влијание се манифестира со изгореници на кожата и оштетување на очите кај луѓето, односно појава на рак на кожата. Денес, човекот ги користи УВ-зраци добиени од УВ-ламби за стерилизација (убивање на сите микроорганизми) на оперативни сали, користејќи го силниот штетен биолошки ефект кој го имаат истите врз клетката, во овој случај едноклеточните микроорганизми.

Штом се стави под контрола емитирањето (испуштање во атмосферата) и имисијата (концентрација на место и време) на штетните гасови, озонот спонтано се обновува.



Слика 5.25 Спонтано настанување на озон во стратосферата

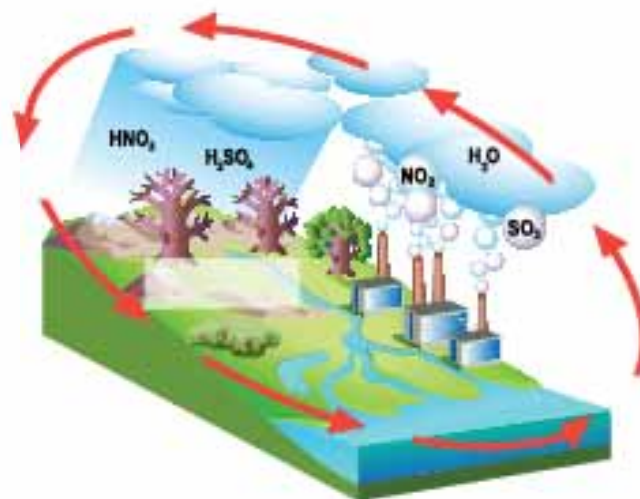


Слика 5.26 Озонска обвивка и дупка во озонската обвивка

КИСЕЛ ДОЖД

Емитираните азотни и сулфурни оксиди, производ на согорувањето фосилни горива во атмосферата влегуваат во реакција со водената пара и формираат молекули на киселини. Овие киселини кога ќе паднат на површината на Земјата, како дожд или можеби снег, прават промена на pH вредноста на почвата, односно, ја закиселуваат (Слика 5.27).

Всушност, водородните јони H^+ влегуваат во реакција со минералите во почвата, менувајќи ја структурата. Бактериите први страдаат, а потоа се нарушува целиот екосистем. Особено видливи се последиците по големите шумски заедници, каде се уништени големи делови од нив. Освен почвата, се нарушува и алкалитетот (pH вредноста) на подземните води.



Слика 5.27 Формирање на кисел дожд

Активности:

- Дискутирајте на час, зошто промените во климата се лоши за луѓето, но се сосема поволни за растенијата? Шпекулирајте, што ќе се случи со планетата Земја и живите организми, доколку продолжи трендот на глобално затоплување?
- Истражете и најдете податоци за т.н. F-гасови, особено за нивниот ефект врз глобалното затоплување. Каде се користат, односно се користеле овие гасови и што ќе се случува со нивното користење во иднина?
- Истражете кои земји во Европа најчесто страдаат од кисел дожд? Зошто?
- Направете анкета врз вашите баби и дедовци. Секако, можете да вклучите и други повозрасни роднини и соседи. Поставете им неколку прашања, од времето на нивното детство. Прашајте ги за зимите, за снегот, за игрите кои ги играле. Колку време се задржувал снегот, колку бил длабок? Потоа прашајте ги за пролетта, за врнежите. Дали паметат големи невремиња, силни врнежи? Колку биле чести овие појави? Дали имало пожари на лето како денес? Дали било толку жешко? Потоа, на час, одговорете ги истите прашања со твоите соученици. Направете анализа и потенцирајте ги видливите промени во временските прилики тогаш и сега.
- Дискутирајте, ако биомасата од кои се создадени фосилните горива се депо на јаглерод, каква била климата и концентрациите на CO_2 во времето кога се создавала оваа биомаса?
- Вежба: Влијание на киселите дождови врз организмите со черупки (полжави, школки)

Потребен материјал:

- Празни черупки од терестрични (копнени) полжави, водни полжави и/или школки;
- Лабораториски чаши 500 mL;
- Алкохолен оцет (9 %), 100 mL и
- Стаклена прачка.

Постапка:

Черупките од мртви полжави и школки се ставаат во воден раствор од алкохолен оцет за исхрана (100 mL вода + 100 mL алкохолен оцет 9 %). Черупките да бидат целосно потопени. По кратко време ќе се забележат меурчиња гас (јаглерод диоксид) како резултат на хемиската реакција која се случува меѓу калциум карбонатот, кој е главен градбен материјал и оцетот (Слика 5.28 А).



Слика 5.28 Празна черупка од полжав потопена во раствор од алкохолен оцет (А).
черупки по 1 час во раствор од алкохолен оцет (Б)

После 1 час се вадат черупките од оцетот и се забележува нагризување и оштетување на компактноста на черупките (Слика 5.28 Б). Се толкуваат резултатите и се дискутира за овие случувања во природата и живиот свет.

Прашања за повторување:

1. Кои гасови се ослободуваат при согорување на фосилните горива?
2. Кои гасови се нарекуваат стакленички гасови и зошто?
3. Зошто фосилните горива се сметаат за резервоар (депо) на јаглерод? Како согорувањето на фосилните горива влијае врз циклусот на јаглеродот?
4. Како нивото на CO_2 се поврзува со глобалното затоплување и климатските промени?
5. Што е озон и која е неговата биолошка функција?
6. Зошто се опасни озонските дупки?
7. Како човекот влијае врз појавата на озонските дупки?
8. Како настануваат киселите дождови?
9. Како всушност дејствуваат киселите дождови на живиот свет?

Клучни точки:

- ✓ Фосилните горива настанале од биолошки остатоци од растенија и животни. Тие се природен резервоар (депо) за јаглеродот. Со согорување на фосилите, човекот го враќа овој исклучен јаглерод во циклусот на јаглеродот, во форма на јаглерод диоксид.
- ✓ Јаглерод диоксидот е главен стакленички гас, со близу 80 % од сите стакленички гасови и влијае на засилената природна појава наречена „ефект на стаклена градина“, покачувајќи ја атмосферската температура на планетата Земја.
- ✓ Покачувањето на атмосферската температура предизвикува разни метеоролошки последици и глобални промени на климатските карактеристики на различните географски простори на планетата.
- ✓ Озонот е природна молекула изградена од три атоми кислород. Овој гас има висока способност да се обновува. Тој гради слој околу Земјата, кој служи како филтер за штетните УВ-зраци, пропуштајќи само дел од нив.
- ✓ УВ-зраците се опасни по здравјето на луѓето и предизвикуваат изгореници на кожата и оштетување на очите, а се поврзуваат и со појавата на рак на кожата. Човекот ги користи УВ-зраците за стерилизација на операционите сали, бидејќи се смртоносни за едноклеточните организми.
- ✓ Од азотните и сулфурните оксиди, кои се ослободуваат при согорување на фосилните горива, со водената пара во атмосферата се добиваат силни киселини. Овие киселини растворени во капките дожд или снег, паѓаат на површината на почвата и го менуваат рН квалитетот на истата. Закиселената почва е токсична за растенијата, па тие умираат, оставајќи зад себе силно нарушени екосистеми.
- ✓ Киселите дождови се опасни за животните со черупка од калциум (полжави, школки). Нивните черупки се оштетуваат, што води до изумирање на овие популации.

5.9. ОДРЖЛИВИ ПРАКТИКИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Објаснува како човековите активности влијаат врз биогеохемиските циклуси;
- ✓ Предлага мерки за одржување на еколошката рамнотежа преку примена на одржливи практики.

ПОИМ ЗА ОДРЖЛИВОСТ

Планетата Земја е совршен систем, кој обезбедува потребни ресурси за живот за сите живи суштества. Системот функционира на принципот на рамнотежа, која се воспоставувала низ многу долг временски период. Дел од овој систем се и циклусот на водата, циклусите на јаглеродот и кислородот, азотниот циклус, фосфорот и други.

Може да се каже дека Земјата е материјален систем во кој додека едни ресурси се обновуваат (шумите), другите се необновливи (метали, нафта, земјиште). Имајќи предвид дека живееме во период кога човештвото има многу голема побарувачка за енергија, храна и останати ресурси, очигледен проблем е капацитетот на животната средина за обезбедување на ресурсите што ни се потребни. Прашањето е, колку може планетата сето тоа да го поддржи и обнови? Друго прашање е способноста на животната средина да го прими ситот наш отпад (Слика 5.29 А) во форма на хемиски соединенија, биолошки отпадоци, гасови од согорувањето на фосилните горива и слично.

Исто така, мораме да разбереме дека светот е систем во кој промените во еден дел од него, најверојатно ќе предизвикаат промени и во друг дел. Пример за тоа се киселите дождови, кои се последица на загадениот воздух, кој се создал во јужниот дел на Европа, а својот ефект го покажуваат како кисели врнежи во северните делови на Европа, или користењето на пестицидите во Јужна Америка можат да му наштетат на рибниот фонд во Австралија.

Затоа, доколку сакаме генерациите што доаѓаат да живеат во свет без деградирана животна средина, треба да се прекине зголемениот притисок врз животната средина. Последователно, мораме да преземеме коренити активности за да го промениме нашиот животен стил и потрошувачко однесување.



Слика 5.29 А Неконтролирано фрлање отпад и загадување

ПОЧИСТО ПРОИЗВОДСТВО

Генерално, индустријата се поврзува со еколошките проблеми, како локално, така и глобално. Индустриските развиени земји се обидуваат да им стават крај на деградацијата на животната средина и прекумерното искористување на природните ресурси, преку т.н. почисто производство (спречување на загадувањето и генерирањето отпад).

Па така, индустријата се насочува кон нови технологии и обновливи сировини, кои нема да прават голем притисок врз природата. Притоа, отпадот кој се генерира, се претвора во сировина за друг технолошки процес. Целосното исфрлање на хемиски соединенија и технологии (пример фреоните од разладните системи) кои се покажале како високо штетни по озонот и глобалното затоплување исто така се дел од овие заложби.

КЛИМАТСКИ ПРОМЕНИ И ЧИСТА ЕНЕРГИЈА

Светот е во постојана потреба за енергија, условена од технолошкиот развој и барањето да се задоволат личните потреби за секојдневниот живот (Слика 5.29 Б).

Притоа, притисокот врз животната средина секојдневно расте. Во Европа, се проценува дека околу 75 % од емисијата на стакленички гасови се должи на производството и употребата на енергијата. Користењето на фосилните горива како извор на енергија е неодржливо, особено поради фактот дека нивното согорување се поврзува со климатските промени. Затоа, од суштинско значење се инвестициите и истражувањата во полето на алтернативните и обновливи извори на енергија, со цел добиената енергија да го има предзнакот „чиста“. Конечно, реакцијата на климатските промени мора да биде во насока на намалување на ефектот на стаклената градина, односно, намалување на испуштањето стакленички гасови, особено CO_2 и нормализирање на циклусот на јаглеродот во рамките на природното.



Слика 5.29 Б Потреба за енергија во секојдневниот живот

ОДРЖЛИВИ ПРАКТИКИ

Причините за климатските промени изгледаат дека се далеку од нашите лични можности за дејствување. Точно е, и потребно е да дејствуваме заеднички како општество, со следење на состојбите и вршење притисок врз властите да дејствуваат во насока на заштитата на животната средина. Но, промените

почнуваат од нас самите, со личен ангажман кој потоа станува дел од едно глобално дејствување. Оттука, мораме да дадеме личен придонес за општото добро на планетата. Еве некои практики кои можеме веднаш да почнеме да ги применуваме:

- Избегнувајте користење на производи за една употреба. Тука спаѓаат пластичните чаши, тањира, шишиња, садови од стиропор и сл. Од нив се создава огромно количество отпад, за чие распаѓање се потребни многу години. Едноставно, користете садови кои се мијат и се употребуваат повеќекратно;
- Внимавајте на количините храна која ја купувате. Неискористената храна завршува во отпад, а производството на храна чини енергија. Секогаш имајте опција вишокот храна да ја замрзнете и употребите по некое време;
- Конструирајте свој компостер. Доволно е малку простор во вашиот двор и пластична канта, во која ќе ги ставате отпадоците од храна (особено зеленчук). Оваа биомаса од редуцентите, инсектите и црвите ќе биде трансформирана во хумус, кој потоа ќе послужи за природно ѓубрење на вашата градина и одгледување градинарски растенија;
- Секогаш давајте предност на производите кои не се многу пакувани. Едноставно, не продуцирајте отпад;
- Штедете вода. Имајте на ум, дека водата што тече претходно била прочистувана, а за нејзино чистење се трошела енергија. Исто така, таа вода, повторно ќе минува низ процес на прочистување, како дел од комуналните води, за што повторно ќе треба енергија. Водата е природен ресурс, кој има огромно значење за живиот свет;
- Секогаш кога можете, избегнувајте моторизирано превозно средство, велосипедот или одењето пеш е одлична активност за личен придонес кон заштитата на животната средина и сопственото здравје;
- Намалете го непотребното трошење енергија. Исклучете го греењето кога излегувате од просторијата и апаратите кои не ги користите од струја;
- Рециклирајте соодветно. Паметното третирање на отпадот, селекцијата и соодветното рециклирање заштедува ресурси и го намалува отпадот.

ПОИМ ЗА ЈАГЛЕРОДЕН ОТПЕЧАТОК

Јаглеродниот отпечаток (Слика 5.30) претставува вкупно количество на јаглерод диоксид кој го произведува една личност (личен јаглероден отпечаток) или една компанија, како последица на нејзиното дејствување, за одредено време. Јаглероден отпечаток може да се пресметува и на ниво на нација, настани, производи или услуги. Просечно, една личност во светот продуцира околу 4 тони CO_2 на годишно ниво. Треба да се истакне дека просечен жител на економски развиените земји продуцира многу повеќе од просечното.

Се проценува дека личниот јаглероден отпечаток треба да се намали под 2 тони до 2050 година, за да има ефективно влијание врз глобалното затоплување.

Освен јаглеродниот отпечаток, постојат и воден отпечаток, азотен отпечаток и еколошки отпечаток (ресурси од животната средина за одржување во живот). Овие отпечатоци се потешки за одредување, па јаглеродниот отпечаток останува најкорисен за еколошката свест на луѓето. Во табелата 5.2 се претставени податоци за годишните вредности за јаглероден отпечаток,



Слика 5.30 Често користен сликовит приказ за јаглероден отпечаток

азотен отпечаток, воден отпечаток и еколошки отпечаток кај просечен жител на САД, во споредба со просечната вредност на светско ниво.

Табела 5.2 Годишни вредности на повеќе отпечатоци

Тип отпечаток	Единица	Жител на САД	Просечно на жител во светот	Извор
јаглероден отпечаток	тони CO ₂ /годишно, по жител	24,5	5,6	Baumert, Herczog and Pershing (2005)
воден отпечаток	m ³ вода / годишно, по жител	2842	1385	Mekonnen and Hoekstra (2011)
азотен отпечаток	kg реактивен азот / годишно, по жител	41,4	нема податок	Leach et al. (2011)
еколошки отпечаток на потрошувачка	хектари / годишно, по жител	8,0	2,7	Global Footprint Network (2010)

Активности:

- Истражете и направете список на ресурси на планетата, кои се важни за човекот. Кои од нив се обновливи? Објасни зошто?
- Пресметајте го вашиот јаглероден отпечаток. Искористете некоја интернет-страница за пресметување на јаглероден отпечаток, на пример: <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>
- Проширете ја листата на одржливи практики и наведете примери како тие практики да се спроведуваат во реалност.
- Дискутирајте на час, зошто јаглеродниот отпечаток е најголем кај жителите на економски развиените земји? Зошто е тоа случај и со другите „отпечатоци“ (табела 5.2)?

Прашања за повторување:

1. Со кои предизвици се соочуваме во однос на искористувањето на природните ресурси на планетата?
2. Зошто користењето на фосилните горива не е одржливо?
3. Како да се намалат ефектите на климатските промени?
4. Објасни го поимот „чиста енергија“.
5. Зошто е важно да се применуваат одржливите практики?
6. Објасни, што значи „јаглероден отпечаток“ и зошто е тој важен за еколошката свест?
7. Кои други „отпечатоци“ ги знаеш?

Клучни точки:

- ✓ Технологијата и современиот живот бара големи количества енергија, која пак генерално се добива од фосилните горива. Со нивното согорување се врши забрзано зголемување на јаглерод диоксид во атмосферата и се нарушува рамнотежата на циклусот на јаглеродот, но и се предизвикува засилен ефект на стаклена градина и глобално затоплување, кое пак доведува до климатски промени на планетата.
- ✓ Освен CO_2 , се создаваат и азотни и сулфурни оксиди, кои се извор на кисел дожд.
- ✓ Користењето на ресурсите без да се размислува на нивно обновување ја исцрпува животната средина, а штетните последици можат да бидат неповратни.
- ✓ Продукцијата на продукти од кои се создава отпад, на кој му треба долго време природно да се рециклира ја оптоварува животната средина, а побарувачката за сировини од кои се прават тие продукти расте и ја исцрпува животната средина.
- ✓ Отпадот често содржи опасни материи, кои ако не се третираат соодветно, претставуваат опасност за живиот свет, на пример, фреоните (халони), кои го оштетуваат озонот.
- ✓ Личното применување на одржливите практики како начин на живеење, во голема мера го намалува јаглеродниот отпечаток на секој од нас лично.
- ✓ Јаглероден отпечаток означува количество јаглерод диоксид кој еден човек го произведува во текот на една година, при сите негови активности (храна, превоз, хигиена, забава и слично).
- ✓ Јаглеродниот отпечаток може да се пресмета и на ниво на нација, компанија, услуга, транспорт и слично.
- ✓ Освен јаглероден отпечаток, постојат и воден отпечаток, азотен отпечаток и еколошки отпечаток. И тие можат да се пресметуваат за различни области, како и јаглеродниот отпечаток.

5.10. ЕДИНКА КАКО ПОИМ ВО ЕКОЛОГИЈАТА. ПОПУЛАЦИЈА И КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОПУЛАЦИЈАТА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Го дефинира и го објаснува поимот единка;
- ✓ Ги илустрира фазите во сигмоидната крива и ја објаснува нивната примена во анализата на популациските динамики;
- ✓ Објаснува како растот на популацијата влијае на екосистемите.

ПОИМ ЗА ЕКОЛОГИЈА

Екологијата е дел од биологијата, наука што ги проучува заемните односи помеѓу живите организми (вклучително и човекот) и заемните односи меѓу живите организми и животната средина.

Поимот екологија најчесто ќе го сретнете во контекст на проучување на промените во животната средина и зачувувањето на видовите во тие променети услови. Но, екологијата има примена и во секојдневниот живот на човекот, на пример, управување со природните ресурси, или планирањето на урбаните површини и урбанизацијата, односно, изучување на човечката социјална интеграција.

ЕДИНКАТА Е КЛУЧНА ЗА ЕКОЛОГИЈАТА

Основна единица на проучување на екологијата е единката. За **единка** се смета кој било организам (Слика 5.31).



Слика 5.31 Единки од различни видови живи организми (А) нарцис, (Б) мајмун, (В) морско коњче, (Г) габа

Предмет на проучување е однесувањето на единката (организмот), неговите одговори кон условите во животната средина, како и влијанието на тој организам врз животната средина.

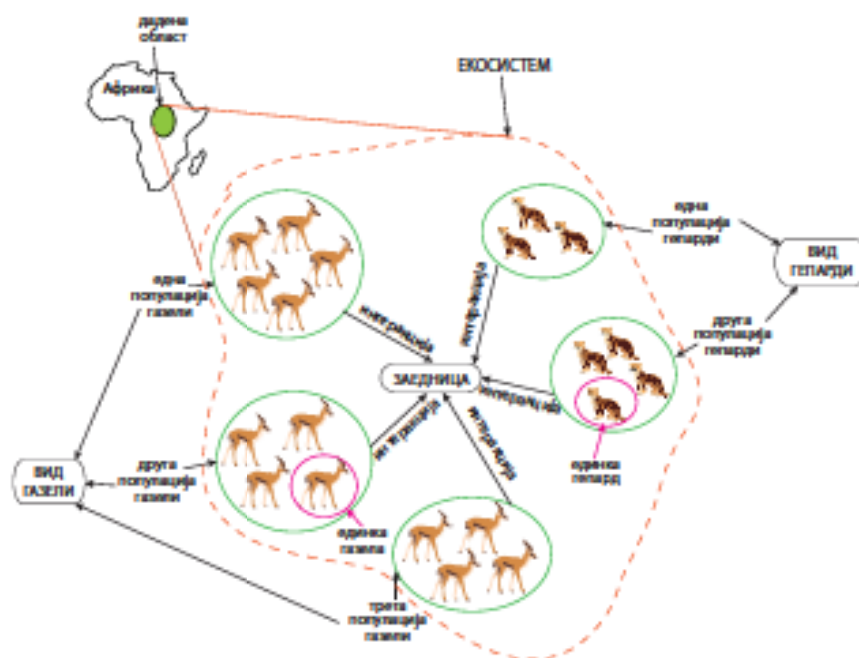
ВИД НАСПРОТИ ЕДИНКА

Како да се направи разлика меѓу поимите **вид** и **единка**? Според дефиницијата за „вид“, станува збор за сите **единки** кои можат да се размножуваат помеѓу себе и да дадат плодно потомство. Сите членови на видот наликуваат меѓу себе (освен видовите со полов диморфизам, каде мажјаките и женките имаат надворешни разлики). Според ова, секој претставник на било кој вид всушност е единка. Токму таа единка, е во центарот на внимание на науката „Екологија“. Како што можеш да забележиш на сликата 5.31, единка може да биде било кој организам, од било која систематска група. За екологијата, единка е било која бактерија, црв, папрат, инсект, риба, дрво, цицач.

Клучни карактеристики на единката:

- **Припаѓа на еден вид** - без видова припадност не може да се разберат нејзината улога, развој, ниту односите со другите организми.
- **Има сопствен метаболизам** - метаболизмот е основа за добивање енергија, раст и репродукција. Без тоа единката не може да функционира како жив организам.
- **Врши интеракција со живата и неживата околна средина** – тие процеси и обезбедуваат на единката опстанок и добивање ресурси (храна од живи или неживи извори, вода, за-солниште итн.). Во исто време приспособувањето и преживувањето на единката е тесно поврзано со неживата средина (како клима, светлина, температура и др.)
- **Може да учествува во популации, заедници и екосистеми** – единката не живее изолирано и е во врска со популацијата, заедницата и екосистемот.

На сликата 5.32 е прикажана позицијата на единката во рамките на поголемата интеграциска група, наречена популација.



Слика 5.32 Единката како дел од популација

ПОИМ ЗА ПОПУЛАЦИЈА

Научниците ја дефинираат популацијата како група единки од еден вид кои населуваат и живеат во некоја област (Слика 5.33).

Овие единки зависат од исти ресурси потребни за живот и се под влијание на истите еколошки фактори. Оттука, за екологијата е важно какви се промените во популациите, во насока на нивната бројна состојба и раст, нивната распространетост, миграциите, смртноста и слично. Од овие податоци, еколозите можат да добијат критични информации за загрозеноста на некои популации и видови, односно да се алармира и придонесе кон нивна заштита. Конечно, следењето на популациите на некои организми, може да се искористи за одржливо искористување на некои од нив како храна или сировина за потребите на човекот.

ГУСТИНА И РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА ПОПУЛАЦИЈА

Кај популациите можат да се набљудуваат многу аспекти од нивното постоење и живеење. Сепак, како најважни можат да се издвојат нивната густина и распространетоста.

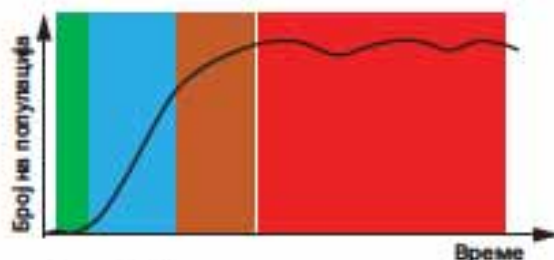
Густината наједноставно се објаснува како бројна состојба на единки на единица површина на која живеат. Па така, ако станува збор за единки од некое растение, бројот на единки се претставува на единица квадратна површина (на пример 1 m^2 или 1 km^2), односно, ако се работи за некој вид организам кој живее во почвата, се зборува за број на единки на 1 m^3 . Често пати е невозможно да се пребројат сите единки од еден вид на одредена површина. Тогаш, се прави проценка на густината на популацијата, со помош на примерок. Пример, се бројат сите единки кои ќе се најдат на одредена површина од 1 m^2 , а потоа таа бројка се множи со површината на која е распространета популацијата. Секако треба да се има на ум, дека колку е поголем просторот кој го користиме за примерок, толку се поточни резултатите (пример, ако има 50 срњи на 10 km^2 , тогаш густината е 5 срњи на 1 km^2). За одредување на густината на популацијата, можат да се користат и други параметри, како на пример број на гнезда, или живеалишта. При распространувањето на популациите, можат да се забележат **групирања** на единките на одредено место, односно, повеќе или помалку **рамномерно распространување** на единките од популацијата. Групирањето е најчесто поврзано со изворот на храна, или условите кои ги бараат единките. Додека, рамномерното распространување се должи на конкуренцијата меѓу единките, за храна, светлина, или едноставно територијалност. Секако, има и **случајно распространување**, кое се должи на расејувањето на семето, на големи и далечни простори.



Слика 5.33 Популации од камилици (А) и од елени (Б)

РАСТ НА ПОПУЛАЦИЈА

Сите популации, без разлика дали станува збор за парамециуми, квасци, нарциси или зајаци, при освојување на нова средина и раст на нивната популација, покажуваат сличен модел на раст. Набљудувано преку растот на бројот на единки во единица време, секогаш се добива график во форма на буквата „S“, сигмоидна крива. На сликата 5.34 е претставен графички приказ на раст на одредена популација.



Слика 5.34 Крива - раст на популација (фаза на задоцнување, фаза на експоненцијален раст, преодна фаза и стационарна фаза (фаза на мирување))

Сигмоидната крива прикажува неколку фази низ кои ќе мине секоја популација, при населување на нов простор, додека не се постигне рамнотежа во екосистемот. Тоа се:

- **Фаза на застој/задоцнување** – се јавува по основањето или преселувањето на единките/ популацијата во новата средина. Има раст на популацијата, но тој е бавен и сè уште незабележителен затоа што единките се адаптираат на новите услови. Полека се зголемува бројот на полово зрели единки.
- **Фаза на експоненцијален раст** – добри услови и ресурси обезбедуваат непречен раст на бројноста. Бројот на раѓања (наталитетот) е значително поголем од бројот на изумрени единки (морталитетот). Бројноста расте експоненцијално за кратко време.
- **Преодна фаза (фаза на забавен раст)** – бројноста сè уште расте, но со намален интензитет. Ресурсите се намалуваат. Се зголемува конкуренцијата.
- **Фаза на рамнотежа (стационарна фаза)** – бројноста го достигнува својот максимум. Бројот на раѓања е еднаков со број на умирања, и популацијата достигнува стабилност. Се постигнува еколошка рамнотежа со околината, но таа не е постојана и може да се наруши. Ресурсите (храна, кислород, светлина итн.) се ограничени и се доволни само за одреден број единки. Доколку ресурсите се обновуваат и се одржуваат на одредено ниво, популацијата се одржува подолго време. Брановидното движење на кривата е нормално за стабилните популации. Доколку ресурсите не се обновуваат, популацијата изумира.

Активности:

- Слично како на сликата 5.32, обидете се да претставите други шеми на поврзаност на единки од различни популации во еден екосистем.
- Истражете и направете графички приказ на растот на човечката популација. Претставете ги бројните вредности започнувајќи од 1.800 година. Одредете во која фаза од раст се наоѓа човештвото. Обидете се да ги поврзете фактите околу обновувањето на ресурсите со терминот кој често го слушате: „Одржлив развој“.
- Истражете, каков ефект имало внесувањето на стаорците на островите во Австралискиот регион, кога доаѓале доселениците во минатото?
- Замислете дека населувате 10 кози на некој остров. Обидете се да го објасните нивниот живот на островот. Разработете две сценарија: со обновување на ресурсите и без обновување на ресурсите.

Прашања за повторување:

1. Објаснете ја разликата меѓу термините „вид“ и „единка“? Наведете примери на единки во твото опкружување.
2. Како се изразува густина на една популација?
3. За какво распространување станува збор во популација борови со иста или слична возраст? Објаснете зошто?
4. Што се случува со морталитетот во преодната фаза, ако знаете дека интензитетот на раст се намалува?

Клучни точки:

- ✓ Во центар на вниманието на екологијата е единката. Всушност, предмет на проучување е однесувањето на единката (организмот), неговите одговори кон условите во животната средина, како и влијанието на тој организам врз животната средина.
- ✓ Група единки од ист вид кои населуваат одреден простор се именуват како популација. Екологијата ги следи промените во популациите, во насока на нивната бројна состојба и раст, нивната распространетост, миграциите, смртноста и слично.
- ✓ Популациите се карактеризираат со густина на населување и распространетост. Од овие вредности изразени како бројност на единица површина или волумен (густина), односно, групирањата на популациите во одредени области, се добиваат сознанија за условите или конкуренцијата за светлина, храна, простор за живеење, партнери и слично.
- ✓ Растот на бројноста на популацијата може да се набљудува преку графички приказ. Графикот секогаш има форма на „S“, односно сигмоидна крива. Притоа, растот поминува низ неколку фази: фаза на задоцнување, фаза на експоненцијален раст, преодна фаза и фаза на рамнотежа.
- ✓ Растот на популацијата во еден екосистем се усогласува со конкретните услови во екосистемот. Притоа, единките од популацијата влегуваат во интерактивни односи со другите членови на екосистемот, во однос на животен простор, храна, светлина, топлина, партнери, односи на предатор – плен и слично. Тука, особено важни се ресурсите на екосистемот, кои се константни и се обновуваат. Секое изместување на рамнотежата, во било кој сегмент од набројаните, ќе доведе до промена на бројот на популацијата до нова рамнотежа, или изумирање на популацијата.

5.11. ЕКОЛОШКИ НИВОА

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Наведува различни еколошки нивоа кои се поврзани и зависни едни од други во одржувањето на еколошката рамнотежа.

ЕКОЛОШКИ НИВОА

Во предходната единица се запозна со две еколошки нивоа: единка и популација. Тие се дел од еден поголем комплекс на живи организми и животна средина, кои функционираат на принципи на заемни влијанија и рамнотежа, како на пример, биоценоза, биотоп, биом и биосфера.

Биоценоза – група единки од различен вид кои населуваат одредено живеалиште, површина или простор. Предмет на проучување се интерспециските (меѓу различни видови) односи, во насока конкуренција, предаторство, симбиоза и сл.

Неживиот дел (просторот) што го населуваат се нарекува **биотоп**. На сликата 5.35 се претставени три биотопа, океан (А), шумска почва (Б) и пустинско тло (В).



Слика 5.35 Биотопа

Екосистем – биоценозата (биотички дел) има своја животна средина - **биотоп** (абиотички дел). Заедно, оваа заедница на различни видови кои се испреплетени во најразлични односи и влијанија меѓу себе и со својата заедничка животна средина се нарекуваат екосистем. Екосистемите можат да зафаќаат поголеми територии (езеро, морски брег, тропски шуми, но можат да бидат и мали. Пример за еден мал екосистем е домашниот аквариум (Слика 5.36).

Биом – Повеќе екосистеми кои делат заеднички географски и климатски карактеристики. Можат да се видат од поголема



Слика 5.36 Аквариум – мал екосистем

перспектива. Тука нема јасни граници меѓу екосистемите, едноставно тие се преклопуваат, пример, движење на животните. Примери за биомии се: тундра, тајга, степа, савана (Слика 5.37 А), пустина и др. Саваната е на јужна хемисфера. Слични климатски карактеристики има во степата (Слика 5.37 Б) и преријата на северната хемисфера, но, таму има други видови растенија и животни.

Биосфера – „обвивка“ на планетата Земја во која има живот (населена со организми). Таа се простира неколку километри над површината, па се до најголемите длабочини на океаните. Екологијата го проучува влијанието на човекот врз целиот тој жив свет. Планетата Земја е наш единствен дом.

ЕКОЛОШКА НИША

Секоја единка има свој животен простор во кој му се исполнети сите потребни услови да преживее и да се размножи. Во тој простор наоѓа засолниште, храна, партнер за размножување. Овој простор, дел од екосистемот (бидејќи значи интеракција меѓу неживата средина, но и интеракција со други единки од ист или различен вид со кои се храни, или се предатори, или пак се само конкуренција) се нарекува **еколошка ниша**.

Еколошката ниша понекогаш, за некои видови е огромна, стотици квадратни километри, но, понекогаш е доволно и мало вирче застојана вода, во која ќе има популации на бактерии, протозои, ларви од инсекти и сл. Доволно е кошетото од вашата соба, тука да се насели пајак (еколошка ниша за него).

Еволуцијата била инвентивна, едноставно, секоја слободна еколошка ниша ја пополнувала со различен вид. Низ геолошкото минато, по масовните изумирања и појавата на нови видови, повторно биле освојувани овие ниши (Слика 5.38).



Слика 5.37 (А) Савана, (Б) Степа



Слика 5.38 Брахисаури (А) и жирафи (Б) со слична адаптација на долг врат, за да ги достигнат повисоките делови на дрвјата и да се хранат од листовите

Активности:

- Лоцирајте еден екосистем во вашата средина. Направете опис на биотопот и биоценозата во тој екосистем.
- Дискутирајте на час, колку се крвкни екосистемите и колку се грижаме за природните екосистеми? Што треба да правиме за да ги зачуваме екосистемите во витална состојба?
- Истражете и направете табеларен приказ на еколошки ниши кои во минатото биле зафатени од динасауруси, а денес се зафатени со цицачи и птици. Споредете ги нивните морфолошки карактеристики.

Прашања за повторување:

1. Наброј ги нивоата на еколошка интеграција во природата.
2. Што претставува биоценоза, а што биотоп?
3. Како се поврзани членовите на биоценозата?
4. Наброј неколку различни екосистеми. На која основа успеа да ги издвоиш?
5. Што претставува биом? Наведи некои биомии.
6. Дефинирај „биосфера“.
7. Што претставува „еколошка ниша“?

Клучни точки:

- ✓ Еколошките интеграции опфаќаат повеќе нивоа: единка, популација, биоценоза, биотоп, екосистем, биом и биосфера како единствена целина на животниот простор и животот на планетата.
- ✓ Групата единки од ист вид образуваат популација на тој вид. Популацијата населува одреден простор, но заедно со други популации. Членовите на една популација влегуваат во конкуренција меѓу себе, особено за животен простор, храна или партнери. Но, истовремено, тие влегуваат и во односи со членовите на другите популации. Со нив тие градат различни односи, особено преку исхраната, конкуренцијата за простор и светлина и слично.
- ✓ Сите популации на одреден простор заедно формираат биоценоза (жив дел). Просторот (нежив дел) кој го населуваат се нарекува биотоп. Биотопот и биоценозата формираат интеграциско ниво наречено екосистем.
- ✓ Повеќе екосистеми, кои се донекаде слични по еколошките услови се обединуваат во поголем интегративен дел наречен биом. Биомот го карактеризираат слични климатски и географски услови.
- ✓ Сите биомии на планетата Земја ја сочинуваат т.н. биосфера, обвивка околу планетата каде има некоја форма на живот.

5.12. ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ И ОДНОСИ

Резултати од учењето:

Ученикот/ученичката:

- ✓ Ги дефинира еколошките фактори;
- ✓ Ги наведува биотичките и абиотичките еколошки фактори;
- ✓ Ја објаснува еколошката валенца со користење на поимите стеновалентност и еуривалентност;
- ✓ Илустрира вредности за минимум, оптимум и максимум.

ПОИМ И ПОДЕЛБА НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ

Секоја единка во својата животна средина е под влијание на многу варијабли (променливи величини) кои се нарекуваат еколошки фактори. Тие, според нивната природа се поделени на две големи групи (Слика 5.39).

Па така, кога варијаблите се последица на интеракцијата од други живи организми врз единката (поврзано со паразитизам и болести, храна и потомство) се нарекуваат **биотички еколошки фактори**.

Доколку пак, варијаблите произлегуваат од географско – климатските карактеристики на животната средина, се нарекуваат **абиотички еколошки фактори**. Доволно е да ја слушнете временската прогноза и да добиете информации за најмалку 5 абиотички еколошки фактори (атмосферски притисок, температура на воздух, ветар, влажност на воздух и УВ-зрачење).

Единките се приспособиле на еколошките фактори низ долг процес на природна селекција.



Слика 5.39 Поделба на еколошките фактори

СИМБИОЗА

Заедница на најмалку два различни видови организми е симбиоза. Заедниците можат да бидат краткорочни, долгорочни или за целиот живот на единките. Според користа, односно, штетата што ја трпи секој од членовите, симбиозата може да биде: паразитизам (едниот член трпи штета, на сметка на другиот, кој има корист), коменсализам (едниот член има корист, додека другиот член нема ниту корист ниту штета) и мутуализам (двата члена имаат корист од заедницата). На сликата 5.40 се претставени примери на симбиози кај различни организми.



Слика 5.40 Симбиотски односи. (А) паразитизам (растителни вошки и лист од дрво), (Б) коменсализам (виновата лоза користи дрво за потпора), (В) мутуализам (лишај, заедница на габа и модрозелена алга)

ПРЕДАТОРСТВО

Во овој однос членовите имаат улога на предатор плен (Слика 5.41).



Слика 5.41 Предаторство

Предаторството е особено важно за бројниот сооднос и стабилноста на бројноста на популациите. Секој дисбаланс, значи загрозување на опстанокот на таа врска и екосистемот воопшто.

КОНКУРЕНЦИЈА

Единките се во постојана борба за храна, засолниште или партнер. Обично, конкуренцијата се однесува на територија, простор кој ќе им ги обезбеди овие основни животни потреби.

Конкуренцијата може да биде во рамките на популацијата (**интраспециска**) (Слика 5.42 А и Б), односно, помеѓу единки од различен вид (**интерспециска**) (Слика 5.42 В и Г).



Слика 5.42 Интраспециска и интерспециска конкуренција

КЛИМАТСКИ ФАКТОРИ

Температурата, врнежите, ветерот, влажноста на воздухот, атмосферскиот притисок, светлината, се дел од климатските фактори. Тие заедно со другите абиогени фактори ја одредуваат дистрибуцијата (распространетоста) на одредени видови глобално (Слика 5.43).



Слика 5.43 Организми кои се врзани за одредени подрачја со специфични климатски услови

ЕДАФСКИ И ОРОГРАФСКИ ФАКТОРИ

Физичко-хемиските карактеристики на почвата, нејзиниот минерален состав, механичкиот состав, нејзините тоplotни својства, водни и воздушни својства, конечно, плодноста на почвата спаѓаат во т.н. **едафски фактори**. Овие фактори во комбинација со карактеристиките на релјефот како што се: надморската висина, наклон на теренот и експозицијата (изложеност на Сонце), кои се нарекуваат **орографски фактори**, играат сериозна улога во дистрибуцијата на видовите.

ЕКОЛОШКИ ОПТИМУМ И ЕКОЛОШКА ВАЛЕНЦА. ЕКОЛОШКИ СПЕКТАР

Еколошките фактори се варијабли (мерливи). Во екологијата, за најдобро да го отсликаат своето влијание врз единката се користи скалата: minimum, optimum и maximum. Можете да сретнете и мерка pessimum. На сликата 5.44 е претставен графички приказ на еколошка валенца (вредности на толерантност (од – до)).

Оптимум опфаќа идеални вредности на еколошкиот фактор. Тука единката е најуспешна. **Песимум** опфаќа вредности кои се доближуваат до границите на издржливост. Единката ќе живее, ама физиолошките процеси веќе се нарушуваат. Доколку потрае оваа состојба, ќе доведе до смрт на единката. **Минимум** и **максимум** се долната и горната граница на издржливост, која на подолг временски период ги исцрпува организмите и доведува до смрт.



Слика 5.44 Крива на толеранција

Еколошките фактори за различни видови имаат различна валенца. Кога валенцата е во тесни граници, се нарекува **стеновалентност**, а доколку дозволува пошироки граници на вредност, тогаш се нарекува **еуривалентност**.

Каде ќе живее единката, колку ќе биде успешна во барањето храна, размножувањето, зависи од многу еколошки фактори. Сите тие се преплетуваат за одредено живеалиште. Некои ќе бидат во оптимални вредности, некои повеќе или помалку кон минималните, односно максималните вредности. Оваа мрежа на вредности за еколошките фактори се нарекува **еколошки спектар** за единката. Еден од тие фактори ќе биде ограничувачки.

Активности:

- Направете табеларен приказ на абиотички фактори (min., opt., max) за човек. Искористете ја метеоролошката прогноза.
- Истражете и направете оптимално мени за исхрана на човекот. Обидете се да ги претставите прехранбените производи во песимални вредности (min. и max.).

Прашања за повторување:

1. Како се делат еколошките фактори, според нивната природа?
2. Наброј некои абиотички фактори.
3. Какви видови симбиоза постојат, според користа и штетата што ја трпат членовите во симбиотската заедница?
4. На кој начин предаторството го контролира бројниот однос во популациите?
5. Наведи примери на интраспециска и интерспециска конкуренција.
6. Наброј некои климатски фактори.
7. Која е разликата меѓу едафски и орографски фактори?
8. Дефинирај еколошка валенца (толерантност) кон еден еколошки фактор, со користење на поимите минимум, оптимум и максимум.
9. Каква може да биде еколошката валенца според ширината на границите на вредностите?

Клучни точки:

- ✓ Единката во својата животна средина се среќава и е под влијание на еколошки фактори со различен интензитет (променливи величини). Притоа, еколошките фактори генерално се поделени во две категории според нивната природа: биотички (симбиоза, предаторство, конкуренција и слично) и абиотички (климатски, едафски, орографски и слично).
- ✓ Симбиозата се дефинира како заедница на најмалку два организми. Притоа, оваа заедница може да има различни последици по членовите. Според овие последици, симбиозата се дели на: паразитизам (едниот член има корист на сметка на другиот член, кој може да биде и животнио загрозен), комменсализам (едниот член има корист, додека другиот нема никакви последици ни корист) и мутуализам (двата (сите) членови имаат само корист).
- ✓ Предаторството ги дели членовите на предатори и плен. Притоа, овој однос особено е важен за одржување на популациите здрави и во бројна рамнотежа.
- ✓ Конкуренцијата меѓу членовите се јавува во рамките на видот (интраспециска) и меѓу единки од различни видови (интерспециска). Притоа, победуваат поуспешните единки, за сметка на понеуспешните во тие услови.
- ✓ Климатските фактори ги опфаќаат метеоролошките величини како што се: температура на воздух, ветар, влажност на воздухот, атмосферски притисок, дожд, УВ-зрачење и слично.
- ✓ Едафските еколошки фактори се однесуваат на квалитетот на почвата (минерален состав, хумус, структурата и градбата на почвените зрна и слично), додека орографските еколошки фактори се однесуваат на географските карактеристики како надморска висина, поставеност, закосеност, изложеност на Сонце и слично.
- ✓ Еколошките фактори се варијабилни, односно можат да се измерат. Притоа, секој еколошки фактор за одредена единка има т.н. еколошка валенца (граници на толерантност) кои се изразуваат низ минимум, оптимум и максимум. За секоја единка идеална вредност за еколошкиот фактор се движи околу оптимумот. Секоја вредност над (оди кон максимум) и под (оди кон минимум) го отежнува преживувањето на единката. Тоа се гранични вредности за еколошкиот фактор за дадената единка. Во животната средина, единката е под влијание на повеќе еколошки фактори, кои се нарекуваат еколошки спектар. Секогаш, еден фактор е ограничувачки за единката.
- ✓ Според еколошката валенца, организмите се делат на стеновалентни (кои имаат тесна еколошка валентност и преживуваат само во тесни граници на еколошкиот фактор) и еуривалентни (кои имаат широка еколошка валентност и преживуваат во широки граници на еколошкиот фактор).

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

Encyclopædia Britannica. (n.d.). *Water*. Посетено на 7 јуни 2025, од <https://www.britannica.com/science/water>

Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. (2011). *Study guide for Campbell Biology: Concepts & connections* (7th ed.). Pearson Education.

Rubicon. (n.d.). *Nonrenewable resources*. Посетено на 7 јуни 2025, од <https://www.rubicon.com/blog/nonrenewable-resources/>

StudySmarter. (n.d.). *Non-renewable energy sources*. Посетено на 7 јуни 2025, од <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/geography/global-resource-management/non-renewable-energy-sources/>

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Campbell Biology* (12th ed.). Pearson.

