

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Љубодраг Михајловић
Драгица Вилотић
Мирјана Шијачић-Николић

Приручник из
БИОЛОГИЈЕ
за полагање квалификационог
испита

V издање

Београд, 2019.

Аутори:

Проф. др Љубодраг Михајловић

Проф. др Драгица Вилотић

Проф. др Мирјана Шијачић-Николић

Наслов:

Приручник из

БИОЛОГИЈЕ за полагање квалификационог испита

V издање

Издавач:

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Београд, Кнеза Вишеслава 1

За издавача:

Декан, проф. др Ратко Ристић

Рецензенти:

Проф. др Драгић Томић

Тираж: 200 примерака

ISBN: 978-86-7299-286-1

Штампа: Планета прнт, Београд. Рузвелтова 10

Београд, 2019.

Забрањено прештампавање и фотокопирање

Сва права задржава издавач

Поштоване будуће колеге,

Добро је да знаете да су студије из области шумарства почеле 5. децембра 1920. године на Шумарском одсеку Пољопривредног факултета у Београду. То само значи да сте успели да сагледате и пожелели да постанете део ове дуге и веома богате традиције. Само један мали корак вас дели до тога...

У прву годину одсека за Шумарство, Шумарског факултета Универзитета у Београду, могу се уписати лица која имају средње образовање у четврогодишњем степену, при чему је потребно да поред пријемног испита из математике положе и пријемни испит из биологије.

Као помоћни уџбеник „*Приручник из биологије за полагање класификационог испита*“ аутора Проф. др Љубодрага Михајловића, Проф. др Драгице Вилотић и др Мирјане Шијачић-Николић, ванр. проф. своје прво издање имао је 2003. године. После тога одштампан је 2005. године да би смо ове 2009. године приступили његовој ревизији и допуни.

Уџбеник је написан у складу са програмом наставе из Биологије у средњим школама и чини јединствену целину која је прилагођена функцији профила будућих инжењера шумарства. По садржају у њему су детаљније обрађени делови Ботанике, Генетике, Зоологије и Еколоџије. Ради лакшег праћења и савладавања градива на крају је дат „*Речник појмова*“ који садржи преко 250 навода. Изворни текст допуњен је поглављем које смо назвали „*Извод из досадашњих тестова*“. У њему смо будућим студентима понудили педесет најчешћих питања која су била на тестовима у периоду 2003-2008. година. Одговоре на ова питања дали смо у тексту!

Аутори

САДРЖАЈ

ОСНОВЕ ОПШТЕ БИОЛОГИЈЕ	1
ЦИТОЛОГИЈА	2
Ћелија	3
Делови ћелије	3
ЦИТОПЛАЗМА	4
Хемијски састав	4
Нуклеинске киселине	6
Полисахариди	7
Физичке особине цитоплазме	7
ОРГАНЕЛЕ ЦИТОПЛАЗМЕ	8
Цитоплазматичне мембрane	8
Пластиди	8
Митохондрије	9
Ендоплазматични ретикулум	10
Голци апарат	11
Рибозоми	11
Лизозоми	12
Сферозоми	12
Центrozоми	12
Микротубуле	12
ЈЕДРО (NUCLEUS)	12
Једарце (nucleolus)	14
ДЕОБА ЂЕЛИЈЕ	14
ВАКУОЛЕ И ЂЕЛИЈСКИ СОК	17
ЂЕЛИЈСКИ ЗИД	18
РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ ЂЕЛИЈА ЈЕДНОЋЕЛИЈСКИХ И ВИШЕЋЕЛИЈСКИХ ОРГАНИЗАМА	19
РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ БИЉНЕ И ЖИВОТИЊСКЕ ЂЕЛИЈЕ	19
ОРГАНИЗАЦИЈА БИЉАКА – БОТАНИКА	20
ХИСТОЛОГИЈА	20
ТВОРНА ТКИВА	21
ТРАЈНА ТКИВА	21
Систем паренхимских ткива	22
Систем покоричних ткива	22
Систем механичких ткива	23
Систем спроводног ткива	24
Спроводни снопићи	25
Систем ткива за лучење	26
МОРФОЛОГИЈА И АНАТОМИЈА ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНА	27
СТАБЛО – CAULIS	27
ПРИМАРНА ГРАЂА СТАБЛА	27

ПРИРУЧНИК ИЗ БИОЛОГИЈЕ

Примарна грађа стабла дикотила	28
Примарна грађа стабла монокотила	28
СЕКУНДАРНА ГРАЂА СТАБЛА	29
ЛИСТ – FOLIUM	30
Анатомска грађа листа	30
КОРЕН – RADIX	32
Анатомска грађа корена	33
РЕПРОДУКТИВНИ ОРГАНИ	34
ЦВАСТИ – INFLORESCENTIAE	35
ОПРАШИВАЊЕ	37
ОПЛОЋЕЊЕ – СПАЈАЊЕ ГАМЕТА	37
ПЛОД	38
СИСТЕМАТИКА БИЉАКА	39
ПОДЕЛА БИЉНОГ СВЕТА	41
Царство Monera	42
Царство Protista (једноћелијски и колонијални еукариоти)	43
Царство Fungi – гљиве	43
Класа Archimycetes	45
Класа Phycomycetes – фикомицете	45
Класа Ascomycetes – аскомицете	45
Класа Basidiomycetes – базидиомицете	46
Збирна група Fungi imperfecti	47
Царство Plantae (више биљке)	47
Одељак Bryophyta – маховина	47
Класа јетрењача – Marchantiopsida	47
Класа правих маховина – Bryopsida	48
Одељак Polypodiophyta – папрати	48
Одељак Spermatophyta – семенице	49
Пододељак: Coniferophytina (Pinaceae) – голосеменице	50
Класа гинко – Ginkgophytina	50
Класа четинара – Pinopsida	50
Пододељак: Cycadophytina, перастолисне голосеменице	52
Пододељак: Magnoliophytina (Angiospermae) – скривеносеменице	52
Дикотиле	52
Карактеристике дикотила на фамилији букве – Fagacae	53
Монокотиле	54
Карактеристике монокотила на фамилији трава – Poacae	54

САДРЖАЈ

ОСНОВЕ ФИЗИОЛОГИЈЕ БИЉАКА	57
ФИЗИОЛОГИЈА ПРОМЕТА МАТЕРИЈА	57
ВОДНИ РЕЖИМ	57
ФОТОСИНТЕЗА	59
ДИСАЊЕ БИЉАКА – ДИСИМИЛАЦИЈА	60
ОСНОВЕ ГЕНЕТИКЕ	63
Информације о грађи хромозома	63
Број и величина хромозома	64
Морфологија и варијабилност хромозома	65
Елементи структуре хромозома биљака	66
Преношење генетичке информације	71
ГЕНИ, ГЕНОТИП И ФЕНОТИП	72
ОСНОВНА ПРАВИЛА НАСЛЕЂИВАЊА	73
ОБЛИЦИ ПРОМЕНЉИВОСТИ И ЊИХОВА КЛАСИФИКАЦИЈА	78
Мутације броја хромозома или мутације генома	80
Мутације структуре хромозома	81
Мутације гена	83
Ванхромозомске мутације	84
ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ И МЕТОДЕ ОПЛЕМЕЊИВАЊА БИЉАКА	84
Оплемењивање селекцијом	84
Оплемењивање хибридизацијом	85
Оплемењивање мутацијама	87
ЗООЛОГИЈА – УВОД	89
ОРГАНИЗАЦИЈА ЖИВОТИЊА	89
ХИСТОЛОГИЈА	90
Епителijално ткиво	90
Везивно ткиво	91
Крв и лимфа	91
Влакнасто везивно ткиво	92
Хрскавичаво ткиво	92
Коштано ткиво	93
Мишићно ткиво	93
Нервно ткиво	94
ОРГАНИ, ОРГАНСКИ СИСТЕМИ И ОРГАНИЗАМ	96
СИМЕТРИЈА ЖИВОТИЊА	96
СИСТЕМАТИКА ЖИВОТИЊА	98
Protozoa (праживотиње)	100

Значај прахивотиња	101
Metazoa (вишећелијске животиње)	102
Хекелова теорија	102
Хаџијева теорија	103
Тип Porifera (сунђери)	103
Тип Cnidaria (жарњаци)	104
Тип Ctenophora (реброношце)	106
Тип Platodes (пљоснати црви)	106
Тип Plathehelminthes (пљоснати трепљасти црви)	107
Класа Turbelaria (трепљасти црви)	107
Класа Trematodes (метиљи)	108
Значај метиља	108
Класа Cestodes (пантљичаре)	108
Значај пантљичара	109
Тип Nemertina (немертине)	109
ОБРАЗОВАЊЕ ТЕЛЕСНИХ ДУПЉИ	110
ПСЕУДОЦЕЛОМ – примарна телесна дупља (код ваљкастих црва)	110
ЦЕЛОМ	110
Тип Nematoda (ваљкасти црви)	110
Значај ваљкастих црва	111
Тип Mollusca (мекушци)	112
Класа Gastropoda (пужеви)	114
Класа Lamellibranchiata (школјке)	114
Класа Cephalopoda (главоношци)	114
Тип Annelida (чланковити или прстенасти црви)	114
Класа Polychaeta	115
Класа Archiannelida	115
Класа Oligochaeta (земљишне глисте)	115
Класа Hirudinea (пијавице)	116
Тип Arthropoda (зглавкари)	116
Подтип Trilobitomorpha (трилобити)	117
Подтип Chelicerata	117
Класа Arachnida (пауци)	117
Значај паука	118
Подтип Mandibulata	119
Класа Crustacea (ракови или љускари)	119
Класа Myriapoda (стоноге)	120
Класа Insecta (инсекти)	121
Значај инсеката	124
Тип Echinodermata (бодљокошци)	125

Тип Chordata (хордата)	126
Подтип Hemichordata	127
Подтип Cephalochordata	127
Подтип Tunicata (плашташи)	127
Подтип Vertebrata (кичмењаци)	128
УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД ГРАЂЕ СИСТЕМА ОРГАНА КИЧМЕЊАКА	128
Кожни систем	128
Скелетни систем	129
Мишићни систем	131
Нервни систем	131
Централни нервни систем	132
Периферни нервни систем	133
Чулни органи	133
Систем органа за варење	135
Систем органа за дисање	137
Крвни систем	138
Лимфни систем	138
Урогенитални систем	139
Органи за излучивање (екскреторни органи)	139
Полни органи (генитални органи)	139
Ендокрини систем	140
КЛАСИФИКАЦИЈА КИЧМЕЊАКА	141
Класа Agnatha (колоусте)	141
Класа Pisces (рибе)	142
Подкласа Elasmobranchii (рушљорибе, хрскавичаве рибе)	144
Подкласа Osteichthyes (кошљорибе, више рибе)	144
Надред Actinopterigii (зракоперке)	144
Надред Sarcopterygii (Choanichthyes)	144
Класа Amphibia (водоземци)	144
Класа Reptilia (гмизавци)	146
Ред Chelonia (корњаче)	148
Ред Squamata (љускаши)	148
Подред Lacertilia (гуштери)	148
Подред Ophidida (змије)	148
Ред Crocodilia (крокодили)	149
Класа Aves (птице)	149
Ciconiiformes (роде и чапље)	151
Anseriformes (пловуше)	151
Falconiformes (грабљивице)	151
Galliformes (кокоши)	151

Columbiformes (голубови)	151
Cuculiformes (кукавице)	151
Strigiformes (сове)	152
Piciformes (детлићи)	152
Passeriformes (певачице)	152
Класа Mammalia (сисари)	152
Подкласа Prototheria (сисари са клоаком)	153
Подкласа Metatheria (торбари)	153
Подкласа Eutheria (сисари са плацентом)	153
Ред Insectivora (бубоједи)	154
Ред Chiroptera (слепи мишеви)	154
Ред Primata (мајмуни)	155
Ред Lagomorpha (зечеви)	155
Ред Rodentia (глодари)	155
Ред Carnivora (зверови)	155
Ред Perissodactyla (копитари)	155
Ред Arctiodactyla (папкари)	156
 ОРГАНИЗАМ И СРЕДИНА	
Еколошки фактори	157
Биотички систем интеграције	158
Животна заједница - биоценоза	160
Структура биоценозе	162
Спратовна структура биоценозе	162
Значај спратовности	163
Променљивост биоценозе	165
Сукцесије	166
Протицање енергије и односи исхране у биоценозама	167
Основни типови екосистема на Земљи	169
Биосфера и њене основне целине	173
 ДАРВИНОВА ТЕОРИЈА ЕВОЛУЦИЈЕ	
Савремене поставке о биоеволуцији	174
Основни фактори еволуције	177
 РЕЧНИК ПОЛМОВА	
ЛИТЕРАТУРА	183
	216

ОСНОВЕ ОШТЕ БИОЛОГИЈЕ

Биологија је природна наука о живим бићима. Проучава изглед организама, унутрашњу грађу, начин живота и распрострањеност. Назив потиче од две грчке речи: биос – живот и логос – наука. Овај назив усвојен је почетком прошлог века. У слободном преводу биологија је наука о животу. Предмет биолошких истраживања су биљке, животиње и човек. Према томе биологија се дели на дисциплине: ботанику (науку о биљкама), зоологију (науку о животињама), и антропологију (науку о човеку). Биологија је наука будућности. Резултатима својих истраживања упућује људе како да очувају равнотежу и хармонију у природи, а свет у коме живимо учинимо хуманијим и бољим. Спада у групу најзначајнијих природних наука. Научна достигнућа у биологији омогућила су напредак примењених биолошких наука: медицине, ветерине, пољопривреде, шумарства, фармакологије итд.

Према предмету проучавања биологија се дели на следеће дисциплине:

- цитологија – проучава ћелију;
- хистологија – проучава ткива;
- морфологија – проучава облик и спољашњу грађу живих бића;
- анатомија – проучава унутрашњу грађу живих бића;
- биологија развића – проучава развиће организама;
- систематика – проучава сродничке односе врста и групише их у јединствен хијерархијски систем;
- екологија – проучава узајаман утицај живих бића и животне средине;
- биогеографија – проучава законитости и услове распрострањења живог света;
- генетика – проучава наследност и процесе променљивости;
- физиологија и биохемија – проучавају животне процесе организама, органа и органских система;
- еволуција – проучава настанак и постепен развој живих бића од најпростијих до најсложенијих, и
- етологија – проучава понашање организама.

По степену ћелијске и унутар ћелијске организације живи свет се може овако представити:

- прећелијски облици,
- прокарионти (преједарни ступањ), и
- еукарионти (имају ћелије са правим једром).

Прећелијски облици немају ни ћелијску структуру, ни издиференциране органеле (вируси). Вируси спадају у "паразите" (састоје се од молекула нуклеинске киселине, који је прекривен беланчевинастим омотачем). Испољавају особине живе материје само у живој ћелији.

Прокарионти (грчка реч: про – пре, карион – једро) се одликују ћелијском структуром, али немају издиференцирано једро (први биљни организми). У прокарионте спадају: бактерије и модрозелене алге. То су једноћелијски организми ређе колонијални, имају врло једноставну грађу тела. Њихове ћелије имају ћелијске мембрane, а унутрашњост је испуњена цитоплазмом. У цитоплазми се налазе само рибозоми у којима се врши синтеза протеина. Предпоставља се да су ови организми настали пре 3,5 милијарде година.

Еукарионти (грчка реч: еу – прави, истинит) спадају у савршеније организме, који имају ћелије са издиференцираним једром. У цитоплазми ових ћелија налазе се органеле (ендоплазматични ретикулум, рибозоми, митохондрије, лизозоми, Голди апарат, центро зоми итд.). Предпоставља се да су ови организми настали пре 1,5 милијарди година.

ЦИТОЛОГИЈА

Цитологија је биолошка наука. Бави се проучавањем облика, структуре, функције, грађе и животних процеса у ћелији. Са становишта биологије ћелија је основна структурна и функционална јединица грађе свих живих бића. Откривена је у 17 веку (1665. године), а открио ју је Роберт Хук (R. Hooke), посматрајући под микроскопом пресек плуте, шупљине које су личиле на пчелиње саће. Он је сваку од тих шупљина (комора) назвао ћелијом (лат. *cellula*).

Нешто касније 1839. године, немачки биологи Шлајден (M. Schleiden) и Шван (Schwann), независно један од другог дошли су до закључка да је тело и биљака и животиња саграђено од ћелија. Године 1831. Роберт Браун (R. Brown) је открио и описао важну структурну компоненту ћелије – једро (nucleus).

Само годину дана касније у једру је откривено једарце. Значајан допринос науци дад је 1858. године, Вирхов (Virchow) објашњавајући да све нове ћелије настају деобом већ постојеће ћелије: *Omnis cellula e cellula* (свака ћелија од ћелије). Тиме је заснована ћелијска теорија. Цитологија је у почетку била дескриптивна наука, углавном је проучавана грађа ћелије. Временом повезујући се са другим наукама, биохемијом, физиологијом, генетиком, биофизиком и др, постаје фундаментална наука.

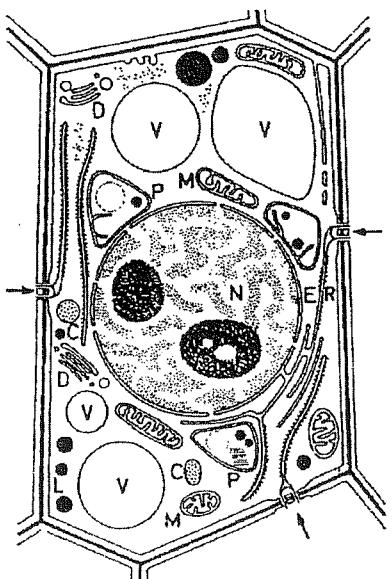
Ћелија

Ћелије по свом облику могу да буду различите, што зависи од њихове функционалне прилагођености. У једноћелијских организама једна ћелија обавља све животне функције. Облик таквих ћелија је коцкаст, лоптаст, амебондан, вртенаст, звездаст итд. У вишећелијских организама извршена је подела рада између ћелија, па се облици ћелија могу свести на два основна типа: паренхимски и прозенхимски. Паренхимске ћелије се одликују изодijаметричним обликом (дужина, ширина и висина – приближно једнаке). Прозенхимске ћелије су издужене и на крајевима зашиљене.

Ћелије су ситне и њихова величина се креће од 10 – 100 μm (микрометра). Могу се видети помоћу оптичког или електронског микроскопа, а само мали број ћелија може се видети простим оком (ћелије у плодовима: лубенице, поморанџе).

Делови ћелије

Морфолошки посматрајући старију биљну ћелију могу се издвојити следећи делови: 1) ћелијски зид (који споља опкољава ћелију); 2) цитоплазма и једро, који заједно образују протопласт; 3) вакуола једна или више (што зависи од старости ћелије).



Слика 1: Шема једне паренхимске ћелије: N – једро са два једарцета, V – вакуоле, M – митохондрије, P – пропластиди, ER – ендоплазматични ретикулум, D – диктиозоми, L – липидне капљице. Стрелице показују примерна поља јамица са плазмодезмијама.

ЦИТОПЛАЗМА

Хемијски састав

Цитоплазма је део протопласта у коме су смештене ћелијске органеле. У хемијском погледу цитоплазма представља смешту неорганских и органских јединиња. Ова јединиња су делимично у раствореном а делимично у чврстом стању.

Од неорганских материја у ћелији се налази вода (75 – 90%) и разне минералне соли. Вода има велики значај у живој ћелији, јер су сви физиолошки процеси везани за њу. Неопходна је за одвајање свих физиолошких реакција у ћелији, има улогу растварача и спроводну улогу (органских и неорганских састојака).

Вода у ћелији може бити везана и слободна. Од укупне количине воде у ћелији на везану воду отпада свега 4 – 7%. Ова вода је највећим делом везана за протеинске молекуле. Слободна вода сачињава основну масу воде у ћелији, служи као растварац

многобројних материја, као транспортно средство и представља средину за метаболичке процесе.

Минерални елементи који се у ћелији налазе у облику соли (фосфата, карбоната, хлорида, сулфата) и јона су такође важни неоргански састојци ћелије. Њихова улога је у одржавању киселинско-базне равнотеже и регулисању осмотског притиска ћелије. Пропустљивост ћелијских мембрана одређена је присуством или одсуством поједињих минералних соли. Јони K^+ и Na^+ повећавају, а јони Ca^{++} , Mg^{++} и Al^{+++} смањују пропустљивост.

Хемијском анализом пепела може се утврдити који се све елементи налазе у биљци. Сви елементи који се налазе у биљци деле се на неопходне и оне без којих биљка може да опстане. Према % заступљености у биљци деле се на: макроелементе и микроелементе. У неопходне елементе спадају неки макро и микро елементи. За живот биљака неопходно је 17 елемената и то: C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl, Co. Од ових елемената првих шест су заступљени у величим количинама и представљају макроелементе у биљци. Остали су заступљени у малим количинама и представљају микроелементе. Изузев ових 17 елемената сви остали спадају у групу елемената без којих биљка може да опстане.

Од органских материја у ћелији су присутне: беланчевине, нуклеинске киселине, полисахариди и масти.

Беланчевине или протеини су најзаступљенији органски молекули који учествују у изградњи протоплазме. У ћелијама могу бити у различитим функцијама и то као: структурни протеини, резервни протеини и ензимски протеини.

Беланчевине су саграђене од молекула у чију грађу учествују атоми: C, H, O, N. Протеини се сastoје од аминокиселина, односно мономера који су међусобно повезани пептидним везама. Констатовано је око 120 аминокиселина од којих се у ћелији налази 20 основних. Аминокиселине представљају органску киселину. Имају киселинску групу (карбоксилна група $-COOH$) и базну групу (амино-група $-NH_2$). Зато се аминокиселина може понашати и као киселина и као база. Аминокиселине су уградњене у беланчевине по утврђеном распореду, који одређује ДНК.

Величина, облик и функција протеина зависе од врсте, броја и редоследа аминокиселина од којих су састављени. Аминокиселине се међусобно спајају, тако што се карбоксилна група ($-COOH$) једне аминокиселине везује за амино-групу (NH_2) наредне аминокиселине, при чему настаје пептидна веза $-CO-NH-$ и ослобађа се молекул H_2O .

По две аминокиселине формирају дипептиде, три формирају трипептиде, а већи број амино-киселина гради полипептиде.

Нуклеинске киселине

Нуклеинске киселине су веома крупни молекули у ћелији и имају првенствено биолошки значај. Постоје две врсте нуклеинских киселина: дезоксирибонуклеинска киселина – ДНК и рибонуклеинска киселина – РНК. Нуклеинске киселине су састављене од мономера – нуклеотида. Спајањем нуклеотида настају динуклеотиди, тринуклеотиди итд. У састав нуклеотида улазе три врсте молекула: угљени хидрат (шећер дезоксирибоза или рибоза), фосфорна киселина и пурина или пирамидална база. Од пуринских база најчешће су аденин (А) и гуанин (Г), а од пирамидинских цитозин (Ц) и тимин (Т). Нуклеотиди у молекулу ДНК увек се налазе у пару и то једна пурина и одговарајућа пирамидина. У пару је аденин и тимин и гуанин и цитозин. Нуклеотиди су међусобно повезани слабим водоничним везама. Већи број нуклеотида у просеку од 500 – 2 000 чини један ген. Гени су носиоци наследних информација.

Постоје разлике између ДНК и РНК. Ланац РНК је једнострук, а ДНК је двострук. Нуклеотид дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) састоји се од фосфорне киселине, дезоксирибозе и базе, док се нуклеотид рибонуклеинске киселине (РНК) разликује од ДНК по шећеру рибози и бази урацилу (уместо тимила). Дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК) је важна за преношење наследних информација. Налази се у једру ћелије у хромозомима, а мање количине су присутне у митохондријама и хлоропластима. Рибонуклеинска киселина се налази у цитоплазми, а у мањем % у једру, учествује у синтези протеина. Рибонуклеинске киселине се могу сврстати у четири групе: вирална, информациона, рибозомална и транспортна.

Вирална рибонуклеинска киселина (вРНК) је једноспирална изузев неких вируса (нпр. Реовирус). У већине биљних вируса служи као генетски материјал и замењује ДНК као носиоца генетичке информације.

Информациона рибонуклеинска киселина (иРНК), преноси генетичку информацију са ДНК на којој се синтетизује, до рибозома у којима се врши синтеза протеина.

Рибозомална рибонуклеинска киселина (рРНК) улази у састав рибозома, где се синтетишу протеини.

Транспортна рибонуклеинска киселина (тРНК) транспортује амино-киселине са периферије цитоплазме до рибозома, односно до места где ће ове бити уградене у протеин.

Полисахариди

Полисахариди, сложени шећери, настају повезивањем више молекула моносахарида у дуге ланце. У биљној ћелији од полисахарида налазе се: скроб и целулоза. Скроб је полимер глукозе и у ћелији се јавља као резервна материја, док целулоза учествује у изградњи ћелијског зида.

Липиди или масти изграђени су од С, Н и О. У ћелији представљају градивне елементе који улазе у састав ћелијског зида.

У биљној ћелији поред поменутих органских једињења налазе се и ферменти (ензими), који имају важну улогу у метаболизму ћелије. Ферменти су биолошки катализатори, убрзавају хемијске реакције у ћелији. Под утицајем фермената супстрат у ћелији се мења и преобраћа у један или више продуката. Најпознатији ферменти у ћелији су: протеазе, фосфатазе, дехидрогенезе.

Поред фермената, у малим количинама, у ћелији су присутни и хормони (ауксин, гиберелин итд). Њихова улога је да регулишу процесе растења и развића ћелије.

Физичке особине цитоплазме

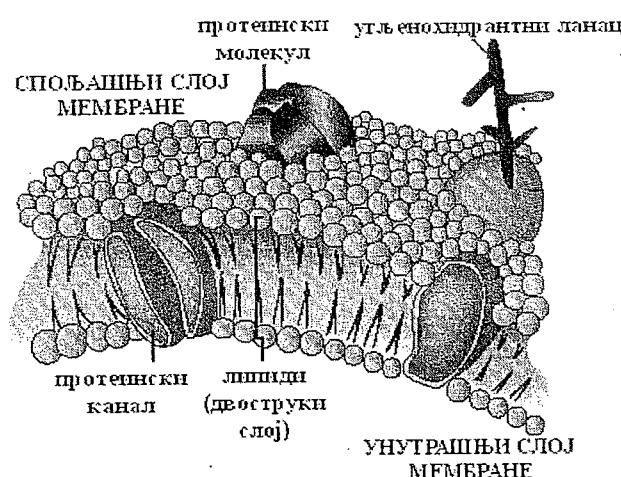
Једна од физичко-хемијских особина цитоплазме су колоидна својства. Вода је основни састојак колоида у коме су растворене органске и неорганске материје, соли и друга једињења. Цитоплазма се одликује еластичношћу. Има јаче преламање светlosti од стакла и кедровог уља. Једна од физичких особина цитоплазме је вискозитет (унутрашње трење честица), које је веће од вискозитета воде. Цитоплазма се може налазити у два стања – ређем и гушћем (сол и гел стању).

Једна од физичких особина цитоплазме је кретање: ротацијено и циркуларно. Ротацијено кретање је везано за оне ћелије код којих се цитоплазма налази уз мембрну, а у средини једна вакуола. У таквих ћелија цитоплазма се креће у одређеном правцу поред зида и карактеристична је за водене биљке. Циркуларно кретање карактеристично је за ћелије које имају више вакуола, које су међусобно повезане цитоплазматичним концима. Кретање цитоплазме у таквим ћелијама се врши у разним правцима.

ОРГАНЕЛЕ ЦИТОПЛАЗМЕ

Цитоплазматичне мемране

Цитоплазматичне мемране (плазмолема, тонопласт, мемbrane органела) су веома важне органеле цитоплазме. Значај им је велик, јер омогућавају комуникацију и размену метаболита (селективна пропустљивост) са околном средином. Грађа мемрана је трослојна: два спољашња слоја гликолипида и унутрашњи, двослојни слој – фосфолипида. Поред липида (40%) у грађи мемране учествују и протеини (60%). Неки протеини се налазе на спољашњој, неки на унутрашњој површини мемране, а неки пролазе кроз целу мемрану и они су зарођени у слој липида.

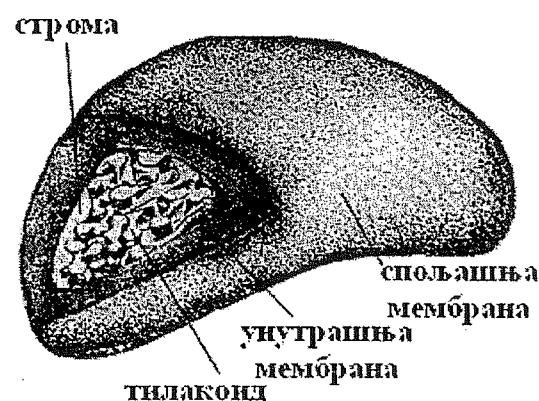


Слика 2: Ћелијска мембра

Пластиди

Пластиди су двомембранске органеле специфичне за еукариотске биљне ћелије. Нема их у ћелијама животиња, гљива и прокариотских организама. Деле се на две групе: безбојне пластиде – леукопласте и пигментарне пластиде – хромопласте. Леукопласти се деле на: амилопласте – који синтетишу скроб, елајопласте – који синтетишу уља и протеинопласте – који синтетишу протеине. Хромопласти се деле на: хлоропласте – који садрже пигмент хлорофил и каротеноидопласте – који садрже каротеноиде (каротине и ксантофиле).

Хлоропласти – спадају у групу пластида од највеће биолошке важности у којима се захваљујући пигменту хлорофилу (а, б) одвија процес фотосинтезе. Том приликом уз присуство светлосне енергије, H_2O , CO_2 у хлоропластима у процесу фотосинтезе настају прости шећери (примарни продукти). Унутрашњост хлоропласта испуњава строма, у којој се налазе ситни рибозоми и молекули ДНК и РНК. Тилакоиди су врећице хлоропласта које се сastoјe од беланчевина (50%) и липида (50%).



Слика 3: Хлоропласт

Хромопласти – по облику су слични хлоропластима и имају простију грађу од њих. Главни пигменти хромопласта су каротин (жути пигмент) и ксантофил (црвени пигмент). Жута и наранџаста боја многих цветова и црвена боја плодова потичу од ових пигмената (имају и еколошку улогу).

Леукопласти – спадају у групу најситнијих пластида без пигмената. Налазе се у младим ћелијама, спорама, клици, кртолама, ризомима, длакама. Основна функција леукопласта је нагомилавање резервних материја: скроба, протеина и липида.

Митохондрије

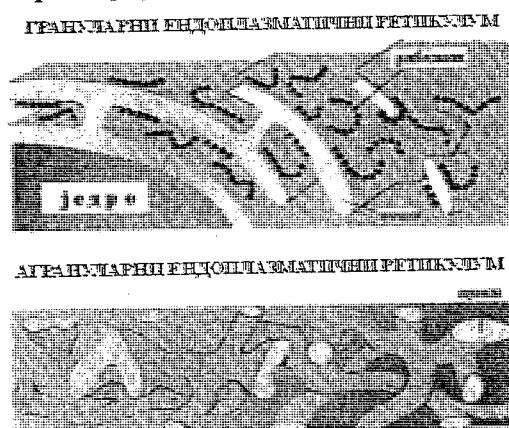
Налазе се у свим еукариотским ћелијама, које су способне за аеробни метаболизам. Митохондрије су обавијене двема танким мембранима. Спољашња мембра је глатка и пропустљива за велике молекуле. Унутрашња мембра је слабије пропустљивља, има велики број израштаја (cristae), које повећавају површину мемрана, богатих ензимима и на тај начин повећавају могућност митохондрија за стварање енергије. Митохондрије садрже ензиме и коензиме који

учествују у стварању енергије потребне за многе функције у ћелији. У њима се у присуству кисеоника врши разлагање органских материја до крајњих продуката (H_2O , CO_2 и енергија). Енергија се синтетише у виду молекула јединења аденоzin-трифосфата /ATФ/. Митохондрије садрже сопствену ДНК и све три врсте РНК.



Ендоплазматични ретикулум

Ендоплазматични ретикулум чини систем мембрана (цитоплазму деле на велики број преграда), које увећавају унутрашњу површину ћелије и одржавају комуникацију између једра и ћелијске мемbrane. У ћелији се може наћи у два облика: грануларни ендоплазматични ретикулум и агрануларни или глатки ендоплазматични ретикулум. Грануларни ендоплазматични ретикулум на својој спољашњој мембрани носи субмикроскопске грануле, рибозоме који су укључени у синтези протеина. У истој ћелији могу се срести обе врсте ендоплазматичног ретикулума.



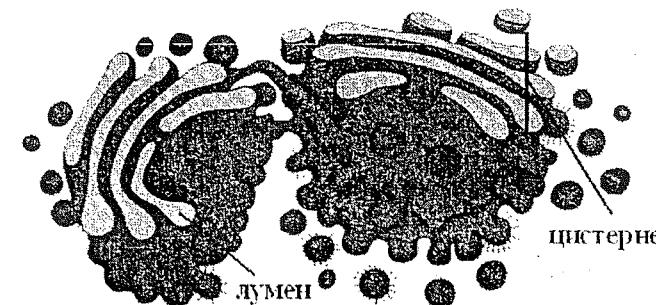
Слика 5: Ендоплазматични ретикулум

Основна улога грануларног ендоплазматичног ретикулума је: 1) синтеза протеина; 2) транспорт материја (синтетизованих беланчевина, јона и молекула) унутар ћелије и између ћелија (преко плазмодезми); 3) у њему се синтетишу целулоза и пектин, који улазе у састав ћелијског зида; 4) служи као зачетак стварања већег броја органела (нпр. сферозома, лизозома).

Агрануларни ендоплазматични ретикулум нема рибозома, налази се у ћелијама, које су активне у метаболизму липида.

Голци апарат

Голци апарат је органела која је заступљена у свим еукариотским ћелијама. У ћелији Голци апарат се састоји од једног или више диктиозома (изграђених од већег или мањег броја цистерни). То је систем агрануларних паралелних мембрана, који представља специјални део вакуоларног система.



Слика 6: Голци апарат

Основна функција диктиозома је да: 1) синтетишу целулозу и пектин који се уградије у ћелијски зид; и 2) да учествују у образовању ћелијске плоче за време цитокинезе.

Рибозоми

Рибозоми су ситне органеле (10 – 30 нанометара) ћелије, састављене од протеина и РНК. У цитоплазми се могу наћи као слободни или причвршћени за спољашњу опну једра и мембрани ендоплазматичног ретикулума. У ћелији представљају центре синтезе протеина. Слободни рибозоми да би учествовали у синтези протеина морају да се везују за молекуле иРНК, који носе информације о редоследу везивања аминокиселина у пептидне ланце. Овако груписани рибозоми везани за иРНК називају се полизоми.

Лизозоми

Лизозоми су органеле које се налазе и у биљној и у животињској ћелији. Обавијени су мембраном која има трслојну грађу. У лизозомима се налазе бројни ензими који могу да разложе биолошки важне макромолекуле (угљене хидрате, протеине, липиде, нуклеинске киселине).

Сферозоми

Сферозоми су цитоплазматичне органеле које се налазе у свакој биљној ћелији. Основна функција сферозома је синтеза масних киселина.

Центрозоми

Дуго се представљало да су центрозоми присутни само у животињским ћелијама. У новије време центрозоми су откриви и у ћелијама неких алги и гљива. Центрозоми се налазе у близини једра, а грађени су од неколико парова цевчица (центриола), које имају важну улогу за време ћелијске деобе. У току деобе центриоле се налазе на половима ћелије, а између њих ствара се деобно вретено.

Микротубуле

Микротубуле су органеле које се налазе у биљној и животињској ћелији. Изграђене су од протеина и налазе се у периферној зони цитоплазме. Једна од основних функција микротубула је њихово учешће у процесима унутар ћелијског транспорта. Микротубуле регулишу слагање целулозних и других микрофибра у моменту дељења ћелијског зида.

ЈЕДРО (NUCLEUS)

Једро или нуклеус је део ћелије који је присутан у свим ћелијама еукариотских организама. Најчешће је овално или округло, а може бити и неправилног облика. Радличите врсте ћелија имају карактеристичан положај једра. Већина ћелија у цитоплазми има по једно једро (мононуклеарне ћелије), али постоје ћелије са два или више једара (полинуклеарне ћелије).

Једро (нуклеус) се састоји од: једрове опне (кариотеке); једровог сока (нуклеоплазме); хроматина; и једараца (нуклеолуса).

Једрова опна је врло танка, саграђена је од спољашње и унутрашње мембрани између којих се налази перинуклеарни простор испуњен перинуклеарном течношћу. Улога једрове опне је да контролише промет материја између једра и цитоплазме. Спољашња мембрана једра повезана је са ендоплазматичним ретикулумом. Мембрана има више пора (зависи од врсте биљке и метаболитичке активности једра), преко којих се врши размена макромолекула између цитоплазме и нуклеоплазме.

Нуклеоплазма или једров сок гушћа је од цитоплазме, а садржи хроматин (гр. хрома – боја) и једарце. Док ћелија мирује у једру се налази хроматин (посебно стање хромозома) који је у централном делу светлије обојен (еухроматин), а ближе једровој мембрани је тамније обојен (хетерохроматин). Хроматин, док ћелија мирује граде хроматински конци, који се пред деобу скраћују, дебљају и граде хромозоме.

Хромозоми су основне компоненте једра представљају носиоце наследних јединица, гена.

Свака биљна врста има одређен број хромозома, који су карактеристичног облика и величине. У телесним (соматским) ћелијама хромозоми се увек налазе у пару (један пар чине два најсличнија хромозома, који потичу од оца и мајке). Најсличнији хромозоми називају се хомологи. Соматске ћелије човека имају диплоидан број хромозома ($2n$; $L = 46$). Полне ћелије после деобе имају упала мањи број хромозома (23), који се означава као хаплоидан број (n). Хаплоидан број хромозома означава се као геном или хромозомска гарнитура.

Хромозом се састоји од протеина и спиралних нити, тзв. хромонема. На хромонеми се могу видети задебљања звана хромомере. Форма хромозома је различита (у облику конца, штапића па чак и лопте). Хромозоми се најбоље виде у одређеним фазама деобе једра (у метафази и у анафази митозе). Хромозом је једним примарним сужењем подељен на два крака, који могу бити једнаки или неједнаки. У примарном сужењу налази се центар за кретање хромозома – центромера. За центромеру у време деобе једра причвршћују се влакна деобног вретена. Према распореду центромере разликују се три облика хромозома: метацентрични, субметацентрични и акроцентрични.

Једро има важну улогу у животу ћелије. Ќелија без једра не може самостално да опстане. Једро је у вези са цитоплазмом и између њих се врши стална размена материја. Синтеза многих материја у цитоплазми врши се под контролом једра. Једро утиче на процесе растења. Има важну улогу у преношењу наследних информација.

За ову улогу значајна је једрова ДНК, која се налази у хромозомима. Својства ДНК, а самим тим и хромозома су следећа: 1) молекуле ДНК представљају "банке гена"; 2) обезбеђују удвајање ланаца ДНК при ћелијској деоби; 3) преписивање (транскрипција) генетичких информација од ДНК на РНК; 4) ново распоређивање наследних информација (рекомбинација) у процесу полног размножавања.

Једарце (nucleolus)

У једровој плазми могу се наћи 1 – 3 једараца, која представљају најгушћи део једра. Одликују се великим садржајем протеина и РНК, а не садрже ДНК. Једарца су веома активна у синтези протеина и представљају место синтезе РНК у ћелији.

ДЕОБА ЋЕЛИЈЕ

Деобом ћелије, једноћелијски организми се умножавају а вишећелијски расту.

У току деобе ћелије одвијају се два процеса: деоба једра (кариокинеза) и деоба цитоплазме (цитокинеза). Постоје три начина деобе једра: директна деоба (амитоза); индиректна деоба (митоза); и редукциона деоба (мејоза).

Амитоза – (директна деоба). Одвија се код неких једноћелијских организама као и код вишећелијских организама али само у изузетним случајевима (у старијим и патолошким поремећеним ћелијама). Код ове деобе једро се на почетку издужује а на средини сужава. Ову промену прати издужавање целе ћелије након чега се ћелија једноставно подели на два дела, док цитоплазма у већини случајева остаје неподељена.

Митоза – (индиректна деоба). Представља најраспрострањенији начин деобе и карактеристична је за соматичне ћелије. Приликом митозе долази до деобе једра и цитоплазме. Деобе једра обухвата неколико фаза: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Профаза – Отпочиње када хромозоми постану видљиви и када се сваки од њих уздужно подели на две хроматиде које се не одвајају. Једарца се губе, а једрова опна се разлаже.

Метафаза – У овој фази хромозоми дебљају, долази до образовања деобног вретена и размештања хромозома у екваторијалну раван.

Анафаза – Почиње деобом центромере и одвајањем хроматида сваког хромозома и њиховим одлажењем ка половима деобног вретена. Скраћивањем нити деобног вретена, једне хроматиде се померају ка једном полу будућег вретена, а друге ка другом полу. У овој фази се већ наговештава подела ћелије на две нове.

Телофаза – Одвијају се промене супротне променама у профази. Око хроматида ствара се нова опна, појављује се једарце, образује се центрозом који заузима своје место уз једро. У телофази се образује ћелијски зид (цитокинеза), који дели цитоплазму на две кћери ћелије.

Резултат митозе су две нове ћелије, које имају исти број хромозома као и мајка ћелија. Овом ћелијском деобом долази до повећавања броја ћелија, а резултат тога је раст организма. Митоза траје обично један до четири часа.

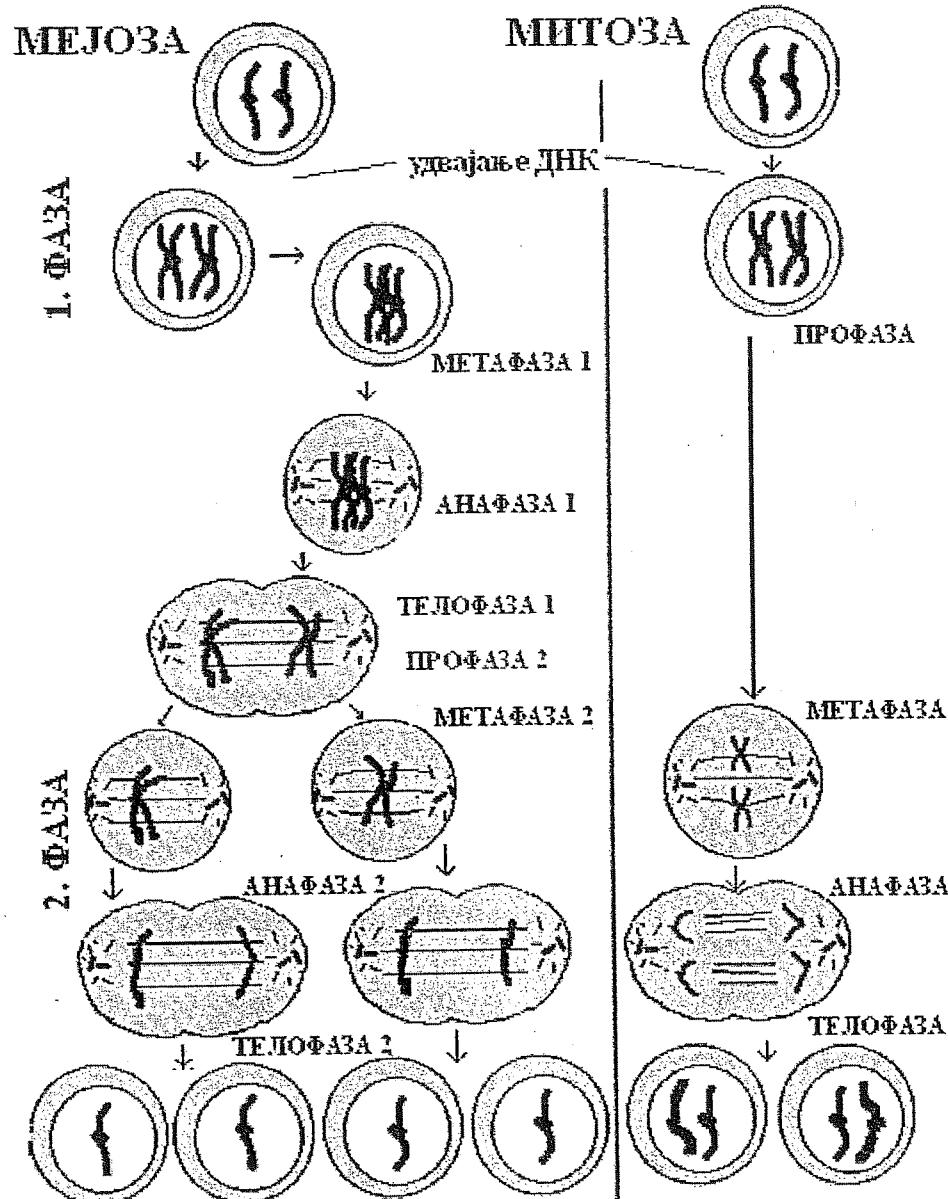
После сваке ћелијске деобе следи фаза митоза (интерфаза) у којој долази до одређених припрема за нову митотичку деобу ћелије. У интерфази која траје од 18 до 33 часа издавају се три периода: пресинтетички (G1); синтетички (S) и постсинтетички (G2). У овим периодима долази до раста ћелије, синтезе РНК, ДНК, протеина и дупликације хромозома.

Мејоза – (редукционе деобе). Под редукционом деобом подразумева се смањивање броја хромозома од диплоидног на хаплоидан број (половину мање). Поред редуковања хромозома у мејози врши се и рекомбинација генетичког материјала и размена делова између хомологих хромозома (crossing over). Мејозом се размножавају полне ћелије у којима се обезбеђује хаплоидан број хромозома. У току мејозе одвијају се две узастопне деобе: деоба I (редукционе) – доводи до смањења диплоидног ($2n$) броја хромозома на хаплоидан (n) број хромозома; деоба II (индиректна) – изводи се по типу обичне митозе.

I фаза

У редукционој деоби постоје све фазе као у митозе. Прва деоба се карактерише профазом и њено трајање је доста дуже. За ову деобу је значајно удрживање хромозома (сличних по облику, величини, броју хромомера) од оца и мајке. Такви се хромозоми називају хомологи. Хомологи хромозоми након којугације (удрживања) се сastoје од по 4 хроматиде и 2 центромере, то представља крај прве фазе редукционе деобе. Након тога се у следећој деоби раздвајају хомологи хромозоми, тако што се крећу ка половима деобног вретена. Завршетком прве

деобе настају две нове ћелије које имају хаплоидан број хромозома (извршена је редукција, са $2n$ на n број хромозома).



Слика 7: Разлика између мејозе и митозе

II фаза

У другој индиректној деоби свака од ћелија дели се митотичком деобом. Резултат мејозе је стварање 4 ћелије са хаплоидним бројем хромозома.

Основна разлика између митозе и мејозе је у томе што код митозе добијају 2 једра са истим бројем хромозома као и мајка ћелија. Код мејозе долази до редукције броја хромозома оба родитеља, стварају се 4 ћелије са хаплоидним бројем хромозома. Што се тиче генетске конституције, она је различита не само између 4 једара, већ се разликује и од генома мајке ћелије.

ВАКУОЛЕ И ЂЕЛИЈСКИ СОК

Вакуола је аутономан ђелијски систем. Код диференцираних ћелија вакуоле заузимају њен знатан део, до 90%, који је испуњен тзв. ђелијским соком. Број вакуола у ђелији се смањује, док им се димензије повећавају са порастом и диференцирањем ђелије. У потпуно диференциране ђелије налази се само једна крупна централна вакуола испуњена ђелијским соком. Састојци ђелијског сока су: вода, шећери (моносахариди, дисахариди), органске киселине (јабучна, лимунска, оксална, винска), танинске материје, гликозиди, пигментантацијан, масти, беланчевине у облику колоидних растворова. Састојци ђелијског сока зависе од: врсте биљке; биљног органа; биљног ткива; фазе развића биљке.

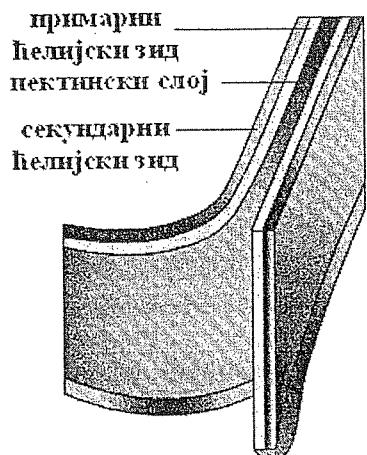


Слика 8: Вакуоле

Улога вакуола је да служе као резервоари за воду и друге материје.

ЋЕЛИЈСКИ ЗИД

Ћелијски зид имају све еукариотске ћелије уз малобројне изузетке неких бичара и најнижих гљива (нпр: *Mixomyceta*). Улога ћелијског зида је: 1) да штити протопласт од спољашње средине; и 2) да протопласту да одређени облик и чврстину.



Слика 9: Ћелијски зид

Зид је вишеслојан, танак, пермеабилан (пропустљив). Састоји се из више слојева, који су наслагани један на други. У ембрионалној фази зид је танак, док се у фази издуживања површина зида много увећава. Растењем зида у површину омогућено је уметање нових делића између већ постојећих делова. У фази диференцирања настаје дебљање зида, тако што се нови слојеви слажу на већ постојеће старе слојеве зида. Младе ћелије имају зид изграђен искључиво од целулозе.

Зидови који поред целулозе садрже и пектин спадају у групу целулозно-пектинских зидова (у ћелијским зидовима зрelog воћа).

Зидови могу бити лигнински, кутински итд. Код лигнинских зидова лигнин даје зиду чврстоћу и тврдоћу.

У хемијском погледу сви зидови биљних ћелија садрже липиде, протеине, угљене хидрате и неорганске јоне. Грађа сваког биљног зида зависи од његове функције.

РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ ЂЕЛИЈА ЈЕДНОЋЕЛИЈСКИХ И ВИШЕЋЕЛИЈСКИХ ОРГАНИЗАМА

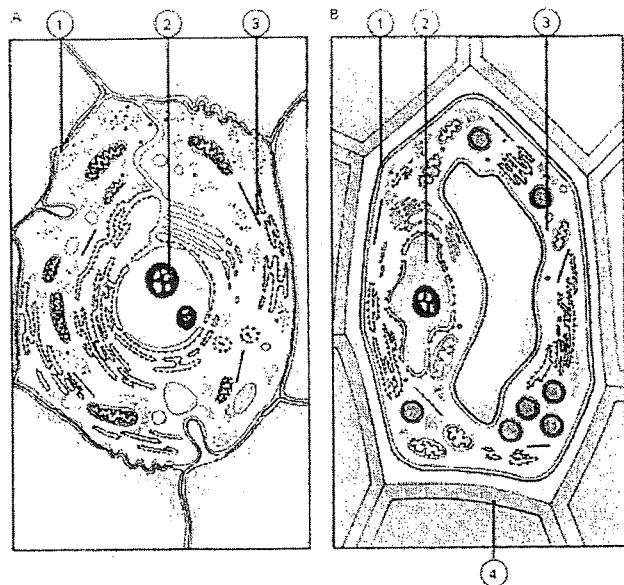
Еукариотски организми могу да буду једноћелијски и вишечелијски. Једноћелијски организми живе и данас, како у биљном тако и у животињском свету (нпр. зелена алга – *Chlamydomonas* и праживотиња – амеба). У једноћелијских организама једна ћелија обавља све животне функције (расте, креће се, размножава). Ови организми размножавају се на најпростији начин деобом ћелије. Поред једноћелијских постоје и колонијални организми (нпр. алга – *Volvox*). У ових организама извршена је подела рада између ћелија (ћелије за кретање, ћелије за исхрану, ћелије за размножавање итд.).

Следећа етапа у развоју живог света је настанак вишечелијских организама. У вишечелијских организама долази до груписања ћелија (исте грађе, истог облика, исте функције и истог ембрионалног порекла), које граде ткива. Ткива се даље групишу, тако што више различитих ткива која обављају одређену функцију граде орган. Органи се такође групишу, тако да више различитих органа који обављају исту функцију чине систем органа. Системи органа су међусобом интегрисани и чине организам, који представља једну целину која функционише.

Ћелије укључивањем у једно одређено ткиво губе своју целокупну функцију на нивоу једноћелијских организама, постају уско специјализоване, долази до упрошћавања њихове грађе у највећем броју случајева.

РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ БИЉНЕ И ЖИВОТИЊСКЕ ЂЕЛИЈЕ

Животињске ћелије имају тешко уочљив ћелијски зид, који се често назива плазма – мембрана. Биљне ћелије имају ћелијску мембрну, која се зове плазмалема. Преко плазмалеме налази се чврст ћелијски зид, који је саграђен од целулозе, по томе се биљна ћелија разликује од животињске. У цитоплазми биљних ћелија налази се једна или више централних вакуола којих нема у животињским ћелијама. Биљне ћелије за разлику од животињских ћелија имају пластиде од којих су посебно значајни хлоропласти.



Слика 10: Разлика између животињских [A] и биљних [B] ћелија: обе имају ћелијску мемрану једро и цитоплазму . Поред тога, биљна ћелија има и чврст ћелијски зид од целулозе .

ОРГАНИЗАЦИЈА БИЉАКА – БОТАНИКА

Биљке су више-мање веома сложене грађе, краткоживуће или веома дугоживуће, адаптивне на услове животне средине и веома промењиве. Грађу биљака проучавају хистологија, морфологија и анатомија вегетативних (стабло, лист, корен) и репродуктивних органа (цвасти, цвет, плод и семе). Промењивост, класификацију и филогенетску сродност изучава систематика биљака.

ХИСТОЛОГИЈА

Хистологија (гр. хистон – ткиво; логос – наука) је наука која се бави изучавањем ткива. Њени оснивачи су Енглез N. Grew и Италијан M. Malpighi. Они су независно један од другог 1671. године, утврдили ћелијску грађу ткива биљака.

Под ткивима се подразумева сваки природни спој ћелија са целулозним зидом. Ћелије које граде ткива су приближно истог облика и грађе, сличних димензија, истог порекла и обављају исту функцију.

Сва биљна ткива деле се на две групе: творна (меристеми) и трајна ткива.

ТВОРНА ТКИВА

Творна ткива – меристеми (гр. меристос – делити се; стема – ткиво), настају на вишем ступњу историјског развића вишећелијских биљака. Главна функција меристемског ткива је деоба њихових младих ћелија. Ћелије су мале изодијаметричног облика, са целулозним мембранима, крупним једром и ситним вакуолама. Према начину постанка и месту где се налазе меристеми се деле на примарне и секундарне. Примарни меристеми се налазе у клици, а код младих и старијих биљака налазе се на врху изданака и врху корена и граде вегетационе купе. Меристеми који се налазе на врху корена и стабла зову се апикални (темени) меристеми и саграђени су од меристемских ћелија, које се непрестално деле. Захваљујући деоби меристемских ћелија одвија се примарни раст стабла и корена. Вегетациона купа стабла може бити заштићена листићима пупољака, смоластом материјом или је заштитно дејство листића појачано длачицама. Вегетациона купа корена заштићена је кореновом капом (калиптром).

ТРАЈНА ТКИВА

Трајна ткива граде ћелије које су изгубиле способност деобе. Ћелије трајних ткива су веће од меристемских, имају мање протоплазме и веће вакуоле. Често су ћелије трајних ткива мртве, у том случају обично садрже H_2O или ваздух.

По пореклу разликују се примарна и секундарна трајна ткива. Примарна трајна ткива настају непосредно из прамеристема и углавном је ћелијски зид целулозног карактера. Секундарна трајна ткива су лигнифицирана и могу настати од примарног или секундарног меристема (нпр.: секундарно дрво и секундарна кора).

Трајна ткива деле се на: 1) систем паренхимских ткива (основна ткива); 2) систем покоричних ткива; 3) систем механичких ткива; 4) систем проводних ткива; 5) систем ткива за лучење (секреторно и жлездано ткиво).

Систем паренхимских ткива

Паренхимска ткива су филогенетски најстарија трајна ткива. Ова ткива су хистолошки најближа ембрионалним па су због тога и најмање диференцирана. Представљају основна ткива, јер се налазе у свим биљним организма (листовима, зељастим стаблима, младим кореновима, сочним плодовима, семенима итд.). Ћелије овог ткива имају нежне и танке зидове. Паренхимска ткива на основу физиолошких функција које обављају деле се на: 1) паренхими за фотосинтезу; 2) паренхими за магационирање хране; 3) спроводни паренхим; 4) апсорбиони паренхим; и 5) аеренхим.

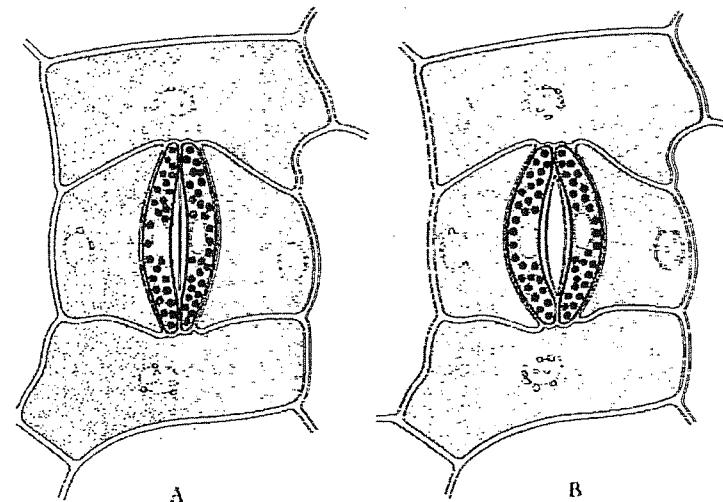
Систем покоричних ткива

Покорична (кожна) ткива налазе се на површини биљних органа и имају заштитну функцију. Штите биљку од разних штетних утицаја спољашње средине (нагле промене температуре, јаке инсолације, прекомерне транспирације), штетних утицаја спољашње средине, механичких повреда и др. Покорична ткива на основу грађе, начина и времена постанка деле се на три врсте: 1) епидермис (покорица); 2) перидермис; 3) мртва кора (Rhytidoma).

Епидермис – покрива све младе надземне органе: листове, стабла, гране, плодове, семена и цветне делове. Изграђен је обично од једног слоја живих ћелија (имају цитоплазму и једро), које су међусобом тесно приљубљене без изражених интерцелулара. Спада у примарно кожно ткиво, настаје радом примарног меристема. Спољашња страна ћелијског зида епидермиса је више задебљала од унутрашње и бочне стране зида. Епидермис лица листа лучи воштану превлаку - кутину, која има заштитну функцију (спречава сувишно испуштање воде из листа). Између ћелија епидермиса налазе се стоме (ретко се налазе на лицу листа), посебни отвори преко којих се врши комуникација између унутрашње средине ћелије и спољашње средине. Преко стома врши се транспирација, и одржава се промет гасова, CO_2 и O_2 . Стомин апарат чине: две ћелије затварачице, стомин отвор, помоћне ћелије и суседне ћелије.

Перидермис – налази се у дрвенастим биљака чија стабла секундарно дебљају. У ових биљака епидермис носи извесног времена бива замењен секундарним трајним ткивом – перидермисом. Перидермис се састоји из два различита ткива: 1) трајног мртвог ткива шлуте (заштитна функција); 2) фелогена или шлутиног камбијума (меристемски карактер).

Мртва кора или ригидома настаје изумирањем ћелија шлуте и ћелија других ткива коре. Ригидома представља секундарно покорично ткиво и има веће заштитно својство од перидермиса.



Слика 11: Стомин апарат у *Zebrina pendula*: А - затворена стома, ћелије затварачице са хлоропластима, В - отворена стома.

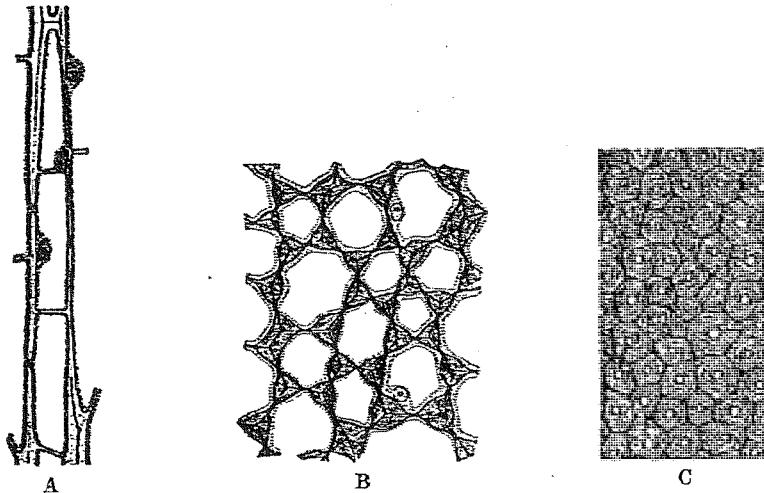
Систем механичких ткива

Механичка ткива биљци дају одређену чврстину и штите биљку од сувишног савијања и истезања. Ово ткиво граде ћелије које имају веома задебљале ћелије зидове. У биљака постоје две основне врсте механичких ткива: 1) коленхим; 2) склеренхим.

Коленхим граде живе ћелије чији су целулозни зидови неравномерно задебљали. Ово ткиво заступљено је у младим организма који још расту (углавном код дикотиледоних биљака).

Склеренхимско ткиво изграђено је од ћелија чији су зидови равномерно задебљали. Ткиво је заступљено у старијих делова биљака. Склеренхим се дели на: 1) склеренхимске ћелије (склериде); 2) склеренхимска влакна. Склеренхимске ћелије имају задебљале и лигнифициране зидове (у кори бора, јеле итд.). Склеренхимска влакна су издужене ћелије са замишљеним крајевима. Постоје два типа склеренхимских влакана: 1) ликина влакна; 2) либиформ. Ликина влакна представљају мртве елементе и налазе се у вегетативним организма свих васкуларних (судовних) биљака. Могу бити прилично дугачка (лан 4 см, коприва 8 см итд.). Са задебљалим

зидовима који су слабо одрвенели (конопља, коприва). Либриформ или дрвна влакна налазе се у дрвету – секундарном ксилему и судовном делу спроводног снопића (ксилему). Ова влакна су знатно краћа (0,8 до 1,5 mm) од склеренхимских влакана и имају одрвенеле мембрane. Проводна функција потпуно формираних влакана либриформа готово и да не постоји.



Слика 12: Угласти коленхим: А – уздужни пресек; В – попречни пресек; С – попречан пресек кроз склеренхим.

Систем спроводног ткива

Систем ткива за провођење присутан је у виших биљака и служи за провођење двеју основних материја: 1) воде са минералним материјама од корена кроз стабло до листова (цветова и плодова); 2) хранљивих материја из листова у друге делове биљке. Провођење првих материја врши судови трахеје и трахеиде, а других ситасте цеви и ћелије пратилице. Ови елементи у заједници са другим елементима граде ткива, ксилем и флоем.

Ксилем – Основни елементи ксилема су трахеје и трахеиде, преко којих се проводе вода и минералне материје од корена преко стабла до листова. Поред ових главних елемената у грађи ксилема дрвенастих биљака учествују: 1) паренхим ксилема; 2) траке дрвета; 3) дрвна влакна (либриформ); 4) прелазни облици између трахеида и механичких елемената.

Трахеиде су проводни елементи који су се први појавили у току еволуције и присутни су у свих васкуларних биљака. У голосеменица

трахеиде поред спроводне функције (трахеиде раног дрвета) имају и механичку функцију (трахеиде позног дрвета). Представљају издужене елементе са зашиљеним или заобљеним крајевима, а зидови су им задебљали и јако лигнифицирани. На бочним зидовима трахеида налази се велики број јамица преко којих се врши дифузија између суседних трахеида.

Трахеје су проводни елементи у лишћара. Представљају дугачке цевасте елементе који су настали повезивањем већег броја ћелија у дуге низове, а чији су попречни зидови делимично или потпуно ресорбовани. Трахеје, као и сви аксијални елементи настају тангенцијалном деобом иницијалних ћелија камбијума. На бочним зидовима трахеја налази се нездебљала места – јслене јамице.

Флоем – Основни елементи флоема су ситасте цеви и ћелије пратилице. Они проводе органске материје од листа у остале делове биљке. Поред ових елемената флоем граде: 1) паренхим флоема; 2) траке флоема; 3) механички елементи (ликина влакна). Елементи флоема су неодрвенели са танким зидовима.

Ситасте цеви су саграђене од низа издужених ситастих ћелија (живе ћелије), које су међусобно спојене ситастим плаочама (ситасто избушен попречни зид).

Ћелије пратилице су истог порекла као и ситасте цеви. Налазе се уз ситасте цеви и са њима контактирају преко јамица. Функционишу једну или две вегетационе периоде као и ситасте цеви. Ћелија пратилица нема у голосеменицима и папратима.

Справодни снопићи

Справодни снопићи налазе се у зељастим биљкама. Саграђени су од елемената ксилема и флоема који служе за спровођење воде, минералних и органских материја у биљци. Могу бити потпуни (сложени) и непотпуни (прости). Потпуни судовни снопићи састоје се од ксилема и флоема, а непотпуне чине или само ксилем или само флоем. Справодни снопићи могу бити отворени и затворени. У отворених спроводних снопића између ксилема и флоема налази се фасцикуларни камбијум (примарни меристем). Овај тип спроводног снопића налази се у стаблу голосеменица и дикотиледоних биљака. У затвореног типа спроводног снопића између ксилема и флоема нема фасцикуларног камбијума. Затворени спроводни снопићи налазе се у монокотиледоних биљака и у лишћу.

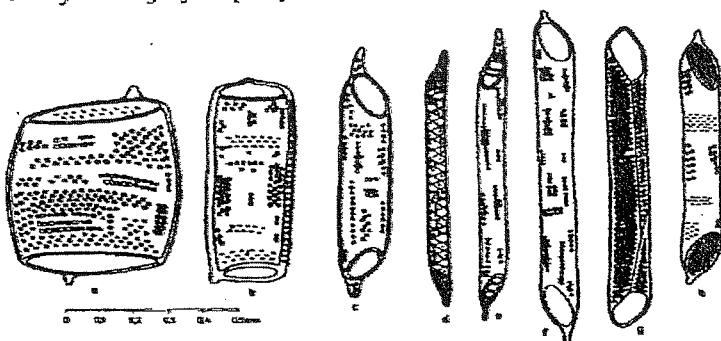
У зависности од тога како су распоређени ксилем и флоем постоје четири типа спроводних снопића: 1) концентрични; 2) колатерални; 3) биколатерални; 4) радијални.

Концентрични спроводни снопић одликује се тиме што један од делова снопића (ксилем, флоем) у центру, а други га опкољава (ћуђевак, папрат).

Колатералан спроводни снопић је најзаступљенији, јавља се у стаблу и листовима многих биљака. У овог типа снопића флоем и ксилем се налазе на истом радијусу, додирују се. Флоем је окренут ка периферији, а ксилем ка центру стабла (у листу је обрнут случај).

Биколатералан спроводни снопић је сличан колатералном типу, с тим што се у њега јавља још један флоем са унутрашње стране ксилема (има два флоема). Карактеристичан је за представнике фамилије Cucurbitaceae и Solanaceae.

Радијалан спроводни снопић одликује се наизменичним распоредом флоема и ксилема (заузимају посебне радијусе). Овај тип снопића заступљен је у корену.



Слика 13: Чланци трахеја: a – храст (*Quercus*) из раног дрвета, b – јасен, (*Fraxinus*) из прелазног дрвета и c – храст (*Quercus*) из прелазног дрвета, d – божиковина (*Plex*), e – платан (*Platanus*) из касног дрвета, f – платана из раног дрвета, g – винова лоза (*Vitis*) из прелазног дрвета и h – јова (*Alnus*).

Систем ткива за лучење

Систем ткива за лучење представљају: 1) секреторне ћелије и секреторна ткива (у којима се излучују етарска уља, смоле, танини и др.); 2) жлездане ћелије и жлездана ткива (излучују секрет изван), имају еколошки значај.

МОРФОЛОГИЈА И АНАТОМИЈА ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНА

У вегетативне органе спадају стабло, лист и корен. Ови органи служе за одржавање индивидуе. Од вегетативних биљних органа маховине немају корен већ кончасте израштаје ризоиде, који обављају улогу корена. Прве биљке у којих се образује корен су папрати и цветнице, односно семенице.

СТАБЛО – CAULIS

Стабло, вегетативни биљни орган, настаје од клициног стабаоцета, и неограниченог је растења. Развијено је у свих представника виших биљака. На њему се образују листови, а у њиховом пазуху пупољци са апикалним меристемима. Има негативан геотропизам, што значи да расте у правцу супротном земљиној тежи. Најпростија грађено стабла је у маховина, поједине ћелије у централном делу врше улогу провођења воде и минералних материја. Улога стабла је вишеструка: 1) повезује коренов систем са листовима биљке; 2) проводи воду и минералне соли до листа преко ксилема; 3) проводи храњиве материје наниже у све делове биљке преко флоема; 4) у неких биљака служи за резервисање органске хране (стабло је преображено: у кртолу кромпира; у луковицу црног лука; у ризом перунike). С обзиром на чврстоћу стабла разликују се две групе биљака: зељасте и дрвенасте. У зељастих биљака стабло је зељасто, меко и сочно а њихове ћелијске мембрane обично су целулозне. Дрвенасте биљке имају чврста стабла док су њихове ћелијске мембрane импрегниране лигнином.

С обзиром на функције које обавља стабло је саграђено од различитих ткива. Његова грађа може бити примарна и секундарна.

ПРИМАРНА ГРАЂА СТАБЛА

Примарна грађа настаје радом примарног меристема и ћелије овог мереистема имају углавном целулозан ћелијски зид. Налзи се у зељастих биљака, дрвенастих биљака у првој години живота или у младим изданицима (стабло плус листови).

На попречном пресеку примарне грађе стабла разликују се: епидермис, примарна кора и централни цилиндар.

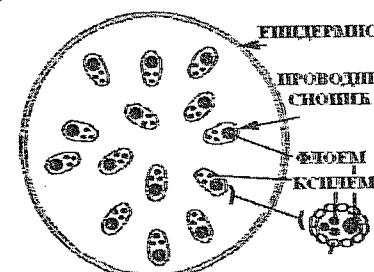
Постоје извесне разлике у погледу анатомске грађе стабла између дикотила и монокотила.

Примарна грађа стабла дикотила

У дикотила на попречном пресеку примарног стабла јасно су издиференицијирани: епидермис, примарна кора и централни цилиндар. Епидермис, примарно покорично ткиво обавија стабло и има заштитну функцију. Примарна кора, налази се испод епидермиса и састоји се од више слојева паренхимских ћелија са интерцелуларима. У спољашњим слојевима примарне коре налазе се хлорофилна зрица. Централни цилиндар (стела), заузима средишњи део стабла и саграђен је из периферног и унутрашњег дела. Периферни део зове се перицикл (саграђен од једног или више слојева ћелија). Испод перицикла налазе се судовни спонићи. Судовни спонићи су колатералног типа – отворени (имају фасцикуларни камбијум). Концентрично су распоређени, што је углавном одлика дикотиледоних биљака. Централни део цилиндра заузима срж, чије су ћелије мртве и испуњене ваздухом.

Примарна грађа стабла монокотила

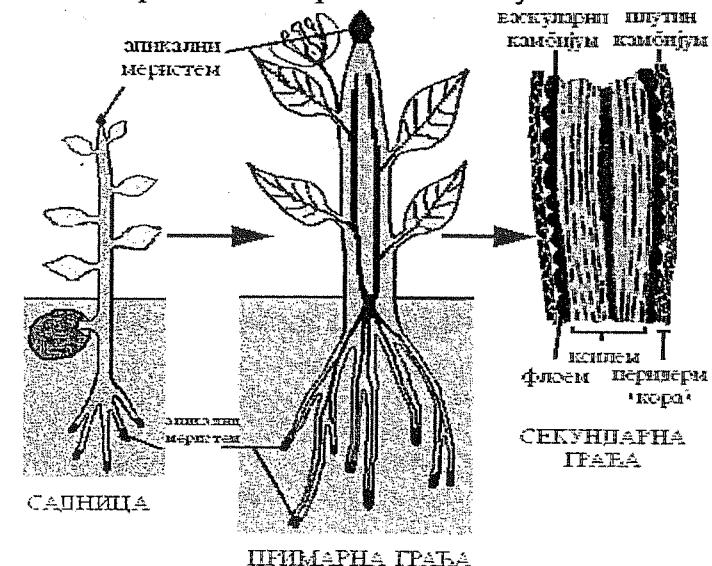
Примарна грађа стабла монокотила лено се уочава у кукуруза (*Zea mays*). На попречном пресеку стабла кукуруза анатомски се могу разликовати три слоја (епидермис, примарна кора и централни цилиндар), који нису јасно издиференцијирани. Једнослојан епидермис са кутикулом. Испод епидермиса је примарна кора која је слабо развијена и нејасно одвојена од централног цилиндра. Централни цилиндар је изграђен од паренхиматичних ћелија у коме су разбацини судовни спонићи. Судовни спонићи су колатералног типа – затворени (немају фасцикуларни камбијум). То је једна од одлика по коме се монокотиле разликују од дикотила.



Слика 14: Попречан пресек стабла кукуруза (*Zea mays*)

СЕКУНДАРНА ГРАЂА СТАБЛА

Секундарна грађа стабла, настаје као резултат секундарног дебљања посебног меристема, камбијума и фелогена. Ову грађу одликује процес лигнификације, који је јаче изражен у биљака којима је потребна већа чврстина с обзиром на величину стабла.



Слика 15: Прелаз примарне у секундарну грађу

Секундарно дебљање стабла је нормална појава у голосеменицима и вишегодишњим биљака. Овај процес се одвија захваљујући активности посебног латералног меристема – камбијума, што доводи до секундарног дебљинског раста стабла. Постоје два типа секундарног дебљања стабла. Први тип настаје радом здруженог примарног и секундарног латералног меристема тј. долази до спајања фасцикуларног и интерфасцикуларног камбијума (нпр. у зељастим биљака дикотила). У ових биљака фасцикуларни камбијум који је примарног карактера, налази се у отвореним судовним спонићима, спаја се са интерфасцикуларним камбијумом који је секундарног порекла, а настало је од паренхимских ћелија сржних зракова. Паренхимске ћелије које се налазе између два суседна спонића у висини фасцикуларног камбијума добијају функцију интерфасцикуларног меристема – камбијума. Спајањем фасцикуларног и интерфасцикуларног камбијума образује се камбијални прстен који остварује процесе секундарног дебљања стабла. Други тип секундарног дебљања

одликује се тиме што се латерални меристем ствара одмах у почетку развоја биљке као камбијални прстен. Овај тип секундарног дебљања карактеристичан је за већину дрвенастих биљака голосеменица и дикотила. Код ових биљака камбијални прстен према унутрашњости ствара елементе секундарног ксилема (дрвета), а према периферији елементе секундарног флоема (коре). У образовању секундарне коре поред елемената који потичу од камбијалног прстена формирају се и елементи који потичу од фелогена као латералног камбијума који има секундарни карактер.

ЛИСТ – FOLIUM

Лист спада у вегетативне органе, преко кога се врши фотосинтеза, дисање и транспирација. Листови настају од лисних примордија који се налазе испод врха вегетационе купе. Растење листа је ограничено. По редоследу образовања током развића стабла разликују се следећи типови листа: котиледони (развијени из клице), примарни (листови изнад котиледона), љуспасто (доње лишће), горње лишће (лишће у зони цветова и цвасти), средње (асимилационо) лишће. На асимилационом листу разликују се: лиска (*lamina*); лисна дршка (*petiolus*) и лисна основа. Лисна основа је формирана у облику лисног зглоба, рукавца или залистка. Већина биљака има лист са лисном дршком. Уколико лист нема лисну дршку онда је седећи.

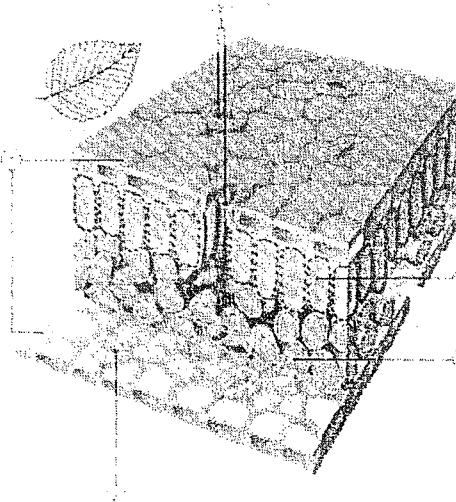
Најважнији део листа представља лиска (*lamina*). У већине листова разликују се лице и наличје лиске (дорзивентрална симетрија). Листови који имају дорзивентралну симетрију су бифацијални. Они у којих се не може разликовати горња и доња страна су еквифацијални (*Iris sp.*) листови. На наличју листа налазе се лисни нерви. У дикотиледоних биљака лисна нерватура је мрежаста, а у монокотиледоних паралелана.

Лист може бити прост (има једну лиску) и сложен (више лиски). Лист се може преобразити (променити свој облик) у трн, рашељку и др. и добити нову функцију уместо функције фотосинтезе, дисања и транспирације.

Анатомска грађа листа

По анатомској грађи лист се састоји од: а) примарног ткива – епидермиса са стомама; б) основног ткива за фотосинтезу (хлоренхима); в) проводног ткива, и г) механичког ткива.

Епидермис - кожно ткиво је једнослојан и покрива лист са обе стране. Између ћелија епидермиса налазе се стоме, посебно на наличју листа.

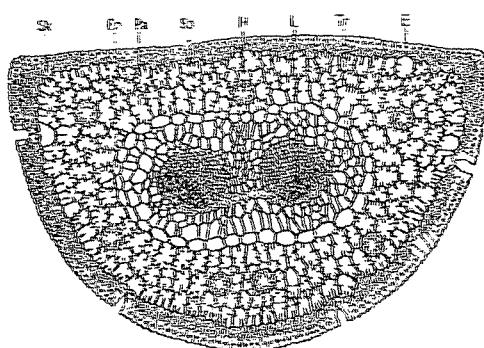


Слика 16: Попречан пресек листа: Обе површине листа заштићене су епидермалним ћелијама \bowtie , између којих се налазе стоме \bowtie . Испод епидермиса на горњој страни је палисад \bowtie а, испод палисадног слоја је сунђераст мезофил \bowtie .

Мезофил представља основно ткиво и налази се између епидермиса лица и наличја. У већине биљка посебно дикотила, мезофил се састоји од палисадног и сунђерастог ткива. Палисадно ткиво је асимилационо ткиво и окренuto је ка лицу листа. У ћелијама палисадног ткива налазе се хлоропласти. Испод палисадног ткива налази се сунђерасто ткиво. Сунђерасто ткиво врши једним делом фотосинтезу, мада је његова основна функција проветравање.

Палисадно и сунђерасто ткиво се назива још и хлоренхим тј. основно ткиво за фотосинтезу, дисање и транспирацију.

Проводно ткиво у листу граде судовни снопићи, који су главни део лисних нерава. Колатералног типа су и већином без фасцикуларног камбијума тј. затворени. У листу ксилем је окренут ка лицу, а флоем ка наличју листа. Механичко ткиво налази се у проводним снопићима (у ксилему и флоему), може да учествује у грађи механичке саре око проводних снопића, или да се налази уз обод лиске (у четинама) листа.



Слика 17: Попречан пресек еквифацијалне четине црног бора (*Pinus nigra*). Е – епидермис, Sp – стома; Sk – хиподермални склеренхим; Ra – асимилациони паренхим; H – смолни канал; En – ендодермис; Tr – трансфузиони паренхим; L – колатерални проводни снопићи.

КОРЕН – RADIX

Корен је вегетативни орган биљке, настаје од клитиног коренка. У дикотиледоних биљака при клијању настаје само један коренчић, а у монокотиледоних биљака настаје више коренчића. Гранањем главног корена настају бочни корени (првог, другог, трећег и п-тог реда). Главни корен је позитивно геотропан, бочни корени су трансверзално геотропни, а корени осталих редова нису геотропски осетљиви. Главни корен заједно са бочним коренима гради коренов систем биљке.

Основна функција корена је:

- да причврсти биљку за подлогу;
- да из подлоге апсорбује воду и минералне материје и да их транспортује у стабло;
- у неких биљака корен служи за вегетативно размножавање;
- у неких биљака служи за резервисање хранљивих материја (шаргарепа, ротква, цвекла).

У зависности од средине у којој се развијају корени могу бити: 1) подземни (у земљи); 2) водени (у течности се развијају); 3) ваздушни (ако су на ваздуху, напр. корен епифитне орхидеје).

По облику корен може бити: осовински (у бора); 2) жиличаст (трава); 3) кртоласт (георгине); 4) вртенаст (шаргарепа); 5) репаст (репа) итд.

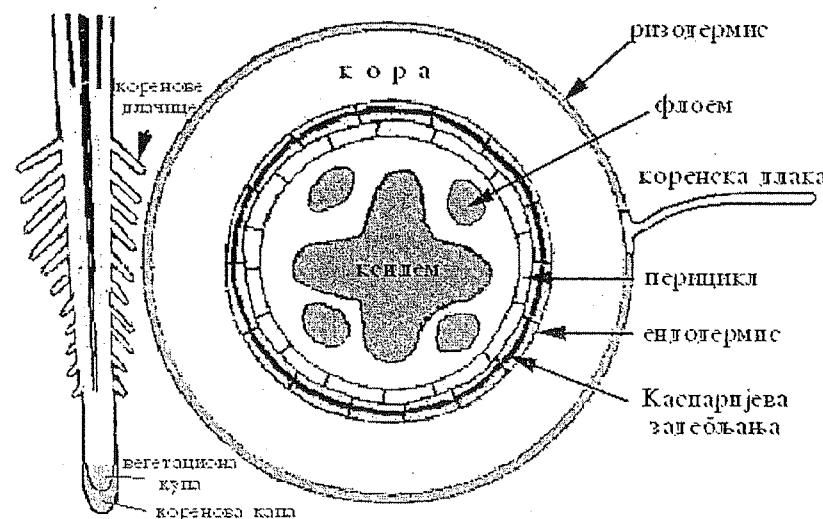
АНАТОМСКА ГРАЂА КОРЕНА

Анатомска грађа корена може бити: примарна и секундарна. Примарна грађа корена постаје радом примарног меристема и задржава се до краја прве године, а тада бива замењена секундарном грађом, која настаје радом секундарног меристема (камбијума и фелогена). У примарне грађе корена постоје три зоне: 1) зона коренових длака; 2) зона издуживања; 3) меристемска зона. У меристемској зони на попречном пресеку анатомски се разликују: ризодерм, примарна кора и централни цилиндар.

Ризодерм (епиблем) граде ћелије танких целулозних зидова (имају апсорpcionу улогу), образују коренске длаке.

Примарна кора корена саграђена је од три слоја: егзодермиса, слоја паренхимских ћелија и ендодермиса.

Централни цилиндар почиње слојем живих паренхимских ћелија - перициклиом. Перицикл је значајан за стварање бочних корена и за секундарно дебљање корена. У унутрашњем делу централног цилиндра налазе се судовни снопићи радијалног типа (наизменично се смењују ксилем и флоем).



Слика 18: Уздужан и попречан пресек корена

РЕПРОДУКТИВНИ ОРГАНИ

Репродуктивни органи (цвет и плод), служе за одржавање врсте.

Цвет (Flos) представља преображен изданак са ограниченим растом. Развија се из цветног пупољка на стаблу само у биљака најсложеније граће, голосеменица и скривеносеменица. Међу скривеносеменицама има врста чији су цветови једнополни и опрашују се помоћу ветра. У већине врста скривеносеменица цветови су двополни и опрашивање се врши помоћу инсеката и птица. Самоопрашивање је ретко заступљено. Потпун цвет је саграђен од цветне дршке, која је на врху проширена у цветну ложу (receptaculum), која се састоји од: чашице (calyx), крунице (corolla), прашника (androecium) и тучка (gynoecium).

Цветна дршка представља део преображеног изданка, који носи цвет. У неких биљака не развија се цветна дршка, онда су цветови седећи.

Чашица (calyx) је спољашњи део цветног омотача. Најчешће је граде листићи зелене боје. Њихова улога је да штите цвет, док је у пупољку, а с обзиром на зелену боју делимично врше и улогу фотосинтезе.

Круница (corolla) је унутрашњи цветни омотач и саграђена је од крупнијих листића који су упадљиво обојени. Крунични листићи могу бити слободни или мање или више срасли међу собом. Њихова улога је да својом бојом, пријатним мирисом и слатким соком, који се лучи у основи привука инсекте, који ће извршити опрашивање (полинизацију).

Чашица и круница заједно образују цветни омотач – перијант.

Прашници (androecium) спадају у мушки органе цвета. Сваки прашник састоји се од прашничког конца (филаменатума) и прашнице (антере). У антерама се налазе прашне кесице (укупно 4), у којима се налазе поленова зrna са хаплоидним бројем хромозома.

Поленово зrno обавијају две опне: спољашња (егзина) и унутрашња (интина). Унутар, у поленовом зrnu се налазе две ћелије неједнаке величине и различите по физиолошкој улози. Већа је вегетативна, а мања генеративна ћелија. Пред оплођење генеративна ћелија се подели на две сперматичне ћелије, које имају улогу мушких гамета.

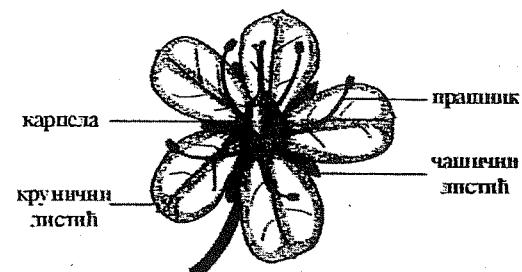
Тучак (Gynoecium) представља женски орган цвета, који настаје од оплодних листића (carpela). Саграђен је од: плодника

(ovarium), стубића (stylus) и жига (stigma). Плодник је проширен део тучка у коме се налази семени заметак (један или више) из кога се развија семе.

Жиг је врх оплодног листића; најчешће лепљив или длакав, а улога му је прихватање поленових зrna при опрашивавању.

Стубић је издужени део плодника, на чијем се врху налази жиг. Представља везу између плодника и жига. У цветовима неких биљака, тучак је без стубића, онда је жиг седећи (пр. мак).

Семени заметак у скривеносеменица има дршку, омотач (integument) и ткиво (nucleus). Омотач је саграђен из две опне на чијем се врху налази отвор (микропила). Семени заметак испуњава централно ткиво (nucleus). У нуклеусу настаје ембрионова кесица која у почетку има једно једро, које деобом даје коначни осмоједарни стадијум. Три једра се распореде одмах испод микропиле. Око њих се издвоји цитоплазма и настану три ћелије које чине јајни апарат. У јајном апарату се налази једна крупнија ћелија - јајна ћелија и две пратилице или синергиде. Два једра одлазе на средину ембрионове кесице, где се спајају и настаје велико секундарно једро. Преостала три једра одлазе на доњи део ћелије, око њих се издваја цитоплазма и настају ћелије зване антиподе.



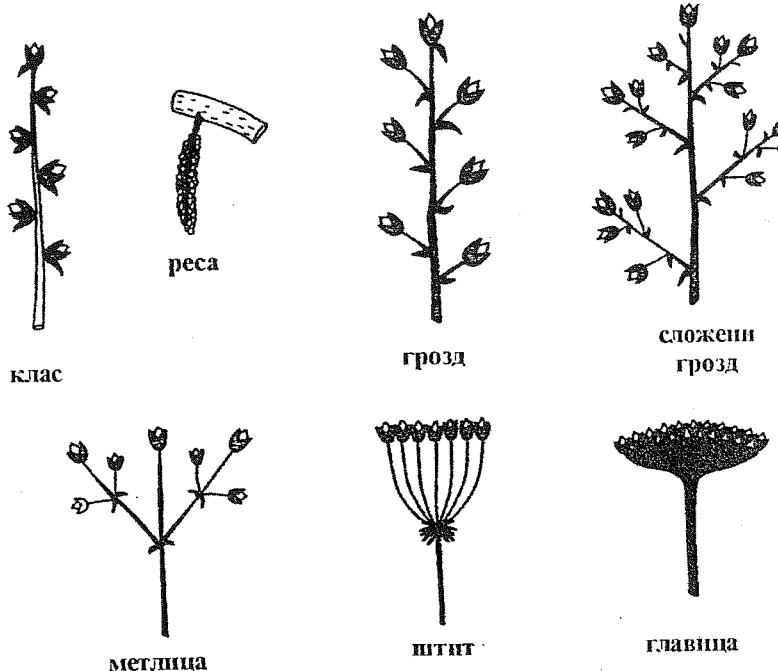
Слика 19: Цвет

ЦВАСТИ – INFLORESCENTIAE

У мањег броја врста скривеносеменица, цветови се јављају појединачно на цветној основи. Већи је број биљних врста у којима се цветови групишу на заједничкој цветној основи, образујући цвасти. Цвасти (inflorescentiae) представљају систем метаморфозних изданака прилагођених полном размножавању биљака. У зависности од начина

гранања осовине и реда отварања цветова цвасти се деле на две групе: моноподијалне (гроздасте, ботричне, рацемозне) и симподијалне (цимозне).

Основне карактеристике рацемозни цвасти је моноподијално гранање (осовина цвасти је једноставна а терминални цвет се последњи отвара). У рацемозне цвасти спадају: грозд (Fabaceae), гроња (Rosaceae), клас (Plantaginaceae), реса (Salicaceae), клип (Zea mays), главица (Asteraceae), штит (Apiaceae). Основна одлика ових цвасти је да им се терминални цвет последњи отвара, а главна осовина расте јаче од бочних осовина првог реда.



Слика 20: Цвасти

За цимозне цвасти је карактеристично симподијално, псеудодихотомо и слично гранање осовине цвасти. Главна осовина цвасти рано завршава са растом, развијањем цвета на врху. Бочне осовине настављају са растом тако што надвисују осовину првог реда, затим осовине другог реда надвисују осовине трећег реда и тд. У цимозних цвасти цвет осовине првог реда је најстарији, затим цвет осовине другог реда итд (главна осовина расте слабије од бочних, а терминални цвет цвета пре бочних).

У цимозне цвасти спадају:monoхазија (развијање једне бочне гране – Borraginaceae), дихазија (развијање две бочне гране – Caryophyllaceae, Lamiaceae), плејохазија (развијање више од две гране – Euphorbiaceae).

ОПРАШИВАЊЕ

Опрашивавање је преношење поленовог зрна на жиг тучка у скривеносеменица, а у четинара на семени заметак. Постоје два типа опрашивавања: самоопрашивавање (аутогамија) и унакрсно (алогамија) које се чешће јавља у природи. Код самоопрашивавања полен једног цвета пада на жиг истог или другог цвета исте индивидуе, а код унакрсног опрашивавања полен једног цвета пада на жиг тучка цвета, друге индивидуе исте или сродне врсте биљке. Опрашивавање може бити помоћу ветра (анемофилно), помоћу инсеката (ентомофилно) и помоћу воде (хидрофилно).

ОПЛОЂЕЊЕ – СПАЈАЊЕ ГАМЕТА

Под оплођењем се подразумева спајање гамета, које настаје после опрашивавања. Након опрашивавања поленово зрно када падне на жиг тучка почиње да клија у поленову цев. Поленова цев се издужује (расте) тако што продире кроз стубић тучка до семеног заметка. Са издуживањем поленове цеви, са њом се креће и садржај поленовог зрна (генеративна и вегетативна ћелија). Вегетативна једро се дегенерише, тако да ћелија нестаје а генеративна ћелија поленовог зрнца се подели на две сперматичне ћелије. Једна сперматична ћелија скривеносеменица оплоди јајну ћелију из које се развије клица – ембрион (тј. спорофит са диплоидним бројем хромозома). Друга сперматична ћелија оплоди секундарно једро, такозвано двојно оплођење код скривеносеменица, из кога се развије хранљиво ткиво – ендосперм (које је већ било диплоидно због спајања два једра, те оно постаје триплоидно – 3n). Ембрион и ендосперм су делови семена. Трећи део семена је семењача. То је опна која обавија ембрион и ендосперм, а настаје на рачун интегумента (семеног заметка) и има заштитну функцију.

Семе у голосеменица је голо (није заштићено), док се у скривеносеменица налази у плоду.

ПЛОД

Плод спада у репродуктивне органе, само у групи најсложенијих биљака, скривеносеменица. Развија се из плодника после оплођења. Понекад у грађи плода учествују и други делови цвета: чашица, цветна ложа и др. Делови плода су омотач и семе.



Слика 21: Плодови

Омотач плода, назива се оплодница или перикарп и у неких плодова јасно је издиференцирана на три слоја: спољашњи (егзокарп), средњи (мезокарп) и унутрашњи (ендокарп). Егзокарп одговара лицу, а ендокарп наличју оплодног лишћа (карпеле). Егзокарп и ендокарп су танки (1 – 2 слоја ћелија), имају заштитну функцију. Мезокарп је саграђен од више слојева ћелија (пример: сочни плодови).

Семе се развија из семеног заметка и обавијено је семењачом.

Плодови се међусобно разликују по: облику, грађи, пореклу и сл. Могу се класификовати на разне начине, а најчешће се деле на две групе: а) монантокарпне и б) полиантокарпне. Монантокарпни плодови (појединачни плодови) постају само из једног цвета. Деле се на посебне (пуцајуће и непуцајуће) и збирне (збирна орашица и збирна коштуница). У пуцајуће плодове спадају (мешак, чаура, махуна, љуска, љушчица) а у непуцајуће сушне (орашица, ахениј, крупа) и сочне (бобица, коштуница).

Полиантокарпни плодови (сложени плодови) постају из два или више цветова и деле се на срасле и плодове цвasti.

Расејавање плодова врши се помоћу ветра, воде, животиња и човека. Неке биљке имају особину да нагло отварају плодове и на тај начин врше одбацивање семена на извесну удаљеност.

СИСТЕМАТИКА БИЉАКА

Систематика биљака је ботаничка дисциплина која проучава биљке с гледишта њихове сличности и различитости и разврстава их по филогенетској сродности у врсте, родове, фамилије, редове итд. Има велики значај за развој других дисциплина као што су: а) физиологија биљака; б) екологија биљака; в) као и примењених наука: шумарства, пољопривреде, фармације, медицине и др. Основни задатак систематике је класификација и груписање биљних форми у један систем на основу њихових унутрашњих и спољашњих морфолошких особина. Систематика биљака има два задатка:

1. први задатак је описивање биљака и њихова идентификација – таксономија;
2. други задатак систематике је распоређивање биљака у одређене врсте, родове и фамилије, у такав систем у којем би се видeo развој биљног света – филогенетска систематика.

Флористичка систематика је синтетска дисциплина Систематике, екологије и еволуције биљака. Разлике између флора у броју врста, родова, фамилија одражавају разлике у њиховом распрострањењу и процесима специјација. При томе, као јединице за флористичку раздеобу служе углавном биљне породице са својим ареалима.

Својим истраживањем, систематика биљака настоји да прикаже сукцесивни развој биљног света.

Основна систематска јединица је врста (species). Постоје различите дефиниције о врсти, а сматра се да је најпотпунију дефиницију врсте дао В. Л. Комаров. По Комарову "Врста је скуп поколења произашлих од заједничког претка, под утицајем средине и борбе за опстанак, издвојених одабирањем од осталих живих бића, што значи да је врста одређена етапа у процесу еволуције". Виша систематска јединица од врсте је род (genus), а затим фамилија (familia), ред (ordo), класа (classis), одељак (phylum), Царство (regnum) и Домен.

На примеру јеле као врсте (*Abies alba* Mill.) више систематске категорије би изгледале овако:

Домен: Еукариоте

Царство: Plantae (биљке)

Одељак или разделе: Spermatophita

Пододељак: Coniferophytina

Класа: Pinopsida

Ред: Coniferales

Фамилија: Pinaceae

Род: *Abies* Hill

Врста: *Abies alba* Mill.

Поред ових систематских категорија постоје и ниже јединице од врсте: подврста (subspecies), варијетет (varietas), форма (forma).

Први који је увео појам врсте и означио је као основну систематску категорију је шведски биолог Карл Лине 1753. године. Он је у биолошку науку увео биноминалну номенклатуру, то значи да се свака врста у науци води са две речи узете из латинског или грчког језика. Прва реч означава име рода, а друга је специфични епитет; обе речи када стоје заједно чине име врсте (нпр. *Quercus virginiana* Ten./Ten.). Овако обележавање врста примењује се не само у ботаници, већ и у зоологији и неким другим наукама.

На Балканском полуострву регистровано је око 6500 врста виших биљака, од чега на флору Србије долази око 3500 врста.

Прву флору Србије објавио је Панчић "Флора Кнежевине Србије" 1874. године. За флору Србије у периоду до тридесетих година нашег века, поред Панчића значајни су и други научници: Недељко Кошанин, Лујо Адамовић, Живојин Јуришић и Павле Черњавски.

Најновија флора зове се "Флора С. Р. Србије", која је штампана у десет томова у периоду од 1970 до 1986. год. у издању САНУ.

ПОДЕЛА БИЉНОГ СВЕТА

До недавно сва жива бића су дељена на биљке и животиње. Научна дисциплина која се бави проучавањем биљака је ботаника, а животиња зоологија. У новије време жива бића се деле на две групе: прокариоте (Prokaryota), у којих једро није издиференцирано и еукариоте (Eukaryota), у којих је једро издиференцирано, као јасно уочљив и битан део ћелије. Данас од прокариота живе бактерије и модрозелене алге. Сви остали организми спадају у групу еукариота.

Осим поделе на прокариоте и еукариоте, постоји стандарна подела на ниже биљке – талофите (Thallophyta) и више биљке – кормофите (Cormophyta). Талофите су филогенетски старије, тако да им тело није диференцирано на ткива и биљне органе. Њихово тело се зове –талус (гр. тхалус - листић).

У ниже биљке, прокариоте спадају: бактерије (Bacteriophyta), вируси и модрозелене алге (Cyanophyta), а од еукариота никим биљкама припадају алге (Phycophyta), гљиве (Fungi) и лишајеви (Lichenes).

Више биљке (Cormophyta) имају биљна ткива и биљне органе (вегетативне и фруктификационе). Вегетативни биљни органи су корен, стабло и лист, а фруктификациони органи су цвет и плод. Више биљке обухватају маховине (Bryophyta), папрати (Polypodiophyta) и семенице (Spermatophyta). Семенице се деле на голосеменице (Pinophyta) и скривеносеменице (Magnoliophyta).

Ова подела биљног света је коришћена у највећем броју уџбеника за средње школе.

Према најновијој класификацији филогеније организама (шема I), која је прихваћена, сви организми у природи свrstани су у 5 главних царстава (при чему се царство Archaea /архебактерије/ и царство Bacteriа заједно укључују у царство Monera):

1. Monera (прокариоти),
2. Protista (једноћелијски и колонијални еукариоти),
3. Fungi (гљиве, вишћелијске еукариоте),

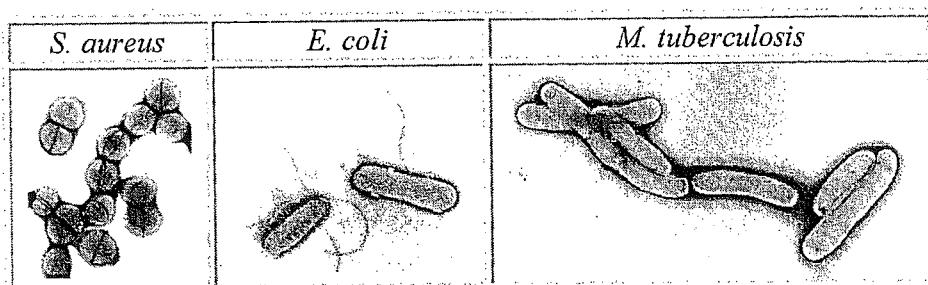
4. Plantae (више биљке) и
5. Animalia (животиње).

Царство Monera – монера

Царству Monera припадају бактерије, вируси и модрозелене алге. Организми који припадају овом царству су без мембранских система, без формираног једра и цитоскелета, просте ћелијске организације.

Према садашњем схватању вируси се не сматрају живим организмима, већ структурама изграђеним од нуклеинских киселина и протеина. Познато је да су вируси изазивачи многих оболења биљака, животиња и човека.

Бактерије су једноћелијски најситнији биљни организми. Убрајају се у биљне организме, зато што имају чврст ћелијски зид, а неке врсте бактерија имају пигменте – хлорофил (бактериохлорофил). Од органела у ћелији имају само рибозоме, док једров садржај није издвојен од цитоплазме. Бактерије се јављају у више облика: коке, бацили, фибриони и спирите. Коке су најситније бактерије, лоптастог облика и непокретне су. Бактерије се размножавају најчешће деобом (сваких двадесет минута спремне су за деобу). Неке врсте се размножавају пупљењем. У новије време захваљујући електронском микроскопу утврђено је да се неке бактерије размножавају и полним путем (трансдукција). Већина бактерија се храни хетеротрофно и то сапрофитски или паразитски. У природи и животу човека једне бактерије имају позитивну а друге негативну улогу. Оне су изазивачи труљења и врења.



Слика 22: Неки представници бактерија

Познато је око 2200 врста модрозелених алги које живе у слатким и сланим водама, као и на влажном земљишту, стенама и

зидовима. Неке модрозелене алге живе на другим организмима као епифите (користе простор), као паразити на другим организмима (користе храну), а могу да живе и у симбиозама (корисним заједницама) са гљивама најчешће, са којима граде биљне врсте лишаја. Модрозелене алге су аутотрофни једноћелијски, колонијални, кончасти организми. Припадају биљкама зато што имају ћелијски зид који је саграђен од целулозе, пектина и мурамиске киселине. Спадају у групу примитивних организама, јер немају диференцирано једро. Размножавају се вегетативним путем. Модрозелене алге су значајне, јер су укључене у ланце исхране водених екосистема. Као аутотрофни организми доприносе повећавању кисеоника у средини у којој живе.

Царство Protista (једноћелијски и колонијални еукариоти)

Поред модрозелених алги које припадају прокариотским организмима, у талофите спадају и остали одељци алги, који припадају еукариотским организмима (ћелије које имају оформљено једро).

Од модрозелених алги су касније еволуирале сложеније грађене алге. У току еволуције алге су поред постојећег пигмента хлорофил а, изградиле и друге хлорофиле: б, в, г, д и друге специфично бојене пигменте. На основу боје тела, начина размножавања и неких других особина алге су подељене на одељке: златасте алге, силикатне алге, mrke алге, црвене алге, жутозелене алге, угленоидне алге, зелене алге и харе. Златне и силикатне алге су значајне у ланцу исхране водених животиња. Mrke алге су богате јодом, док се црвене алге користе у исхрани.

Царство Fungi – гљиве

Царству Fungi припадају лишајеви и гљиве.

Лишајеви, специфична група организама, до недавно су се убрајали у посебан одељак нижих биљака – талофита. Талус лишаја саграђен је од два члана биљног порекла: 1) хифа гљива из класе аскомицета, ређе базидиомеџета и 2) алги зелених и модрозелених. Лишајеви представљају симбиозу алги и гљива. Хифе гљива из подлоге узимају воду и минералне соли, а алге имају хлорофил и стварају органску храну за себе и за гљиве. Захваљујући овој симбиози лишајеви могу да насељавају станишта, на којима њихови чланови посебно не би могли да опстану (на земљи, на кори, на стенама, па чак и на стаклу и металу). Лишајеви се размножавају вегетативно, одвајањем делова талуса или образовањем специјалних творевина соредија и изидија.

Имају вишеструки значај: неке врсте лишајева се користе за исхрану људи, животиња, у индустрији боја, фармацеутској индустрији итд.

Према најновијој класификацији гљиве представљају специфичну групу живих бића, те су због тога сврстане у посебно (царство). Царство гљива чини преко 80000 врста, при чему се сваке године открије неколико стотина нових таксона.

Од биљних организма се разликују по начину исхране (немају пигмент) и грађи мембрани хифа. Хране се хетеротрофно: сапрофитски или паразитски. Код најпримитивнијих гљива тело је голо и амебоидног облика док је код сложенијих гљива тело саграђено из вегетативног и репродуктивног дела. Вегетативни део-мицелија (талус) изграђен је од кончастих разгранатих ћелија-хифа. Ниже гљиве (*Phycomycetes*) имају несептиране (једноћелијске) хифе, а више гљиве (*Ascomycetes* и *Basidiomycetes*) септиране хифе. Мембрани хифа саграђене су од хитина, калозе, суберина и других органских једињења. Целулоза, која је карактеристична за грађу зида виших биљака, у мембрани хифа гљива присутна је у малом броју случајева. Ђелија хифе изграђена је од цитоплазме и једра. У цитоплазми се налазе бројне органеле: ендоплазматични ретикулум, митохондрије, вакуоле, рибозоми, Голдијев апарат, везикуле, кристали и друге инклузије.

Гљиве живе у различитим еколошким условима: у шумама, на ливадама, пољима, има гљива које живе и у пустињама. Претежно се развијају на умерено влажним и умерено топлим стаништима, слабо киселе реакције. Познато је да неке гљиве могу да се развијају чак на -60°C , као *Cladosporium herbarium* (нападају месо у хладњачама).

Неке гљиве заједно са бактеријама врше минерализацију, труљење. Већи број врста гљива паразитира на телу биљака, животиња и човека. Неке се користе у медицини, као пеницилијум. Ове гљиве ако се нађу заједно са бактеријама луче посебне супстанце које се зову антибиотици (убијају бактерије или спречавају њихово размножавање).

Размножавање гљива може бити бесполно и полно. Бесполно размножавање одвија се фрагментацијом, пупљењем и спорама. Полно размножавање одвија се спајањем (копулацијом).

Према савременој класификацији царство гљива је пододељено на 4 главна одељка: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota* и *Basidiomycota*.

У овом приручнику задржана је стара систематика обзиром да се она налази у већини уџбеника за средње школе. Према тој систематици (на основу вегетативног тела /мицелије/ и органа за репродукцију) гљиве су подељене на 4 класе и једну збирну групу:

- класа *Archimycetes*,
- класа *Phycomycetes*,
- класа *Ascomycetes*,
- класа *Basidiomycetes* и
- збирна група *Fungi imperfecti*.

Класа *Archimycetes*

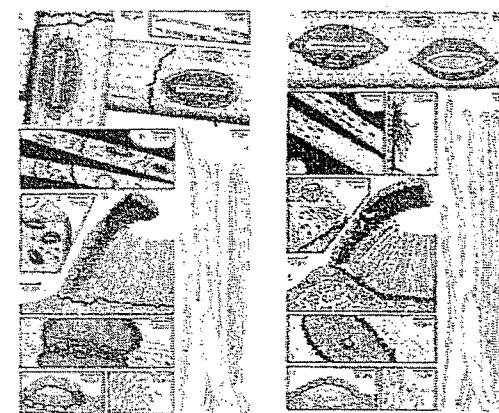
Овој класи припадају примитивни организми који се налазе на прелазу између организама типа флагелата и типично организованих гљива. Размножавају се полно и бесполно, зооспорама које на задњем делу имају бич који им служи за кретање.

Класа *Phycomycetes* – фикомицете

Фикомицете су најпримитивније гљиве, њихове хифе нису издвојене на септе. Живе у слаткој води или на копну. Размножавају се полно (образују ооспоре, зооспоре и зигоспоре) и бесполно (конидије). Позната гљива из ове класе која живи на хлебу изазивајући бујење је мукор (*Mucor*).

Класа *Ascomycetes* – аскомицете

Аскомицете су гљиве у којих су мицелије састављене из септираних (вишећелијских) хифа. Септе су перфориране тако да цитоплазма и једра могу прелазити из једне у другу ћелију. Гљиве из ове класе размножавају се бесполним (конидијама) и полним путем образовањем аскуса са аскоспорама (типично само за ову класу).



Слика 23: *Lophodermium pinastri* и *Lophodermium sediticum*

Највећи број гљива из ове класе проузрокује биљне болести. Познато је да гљиве из ове класе које припадају роду *Taphrina* проузрокују хипертрофије (деформацију цвета и плода, клобучавост и коврџавост листа). Неке гљиве из ове класе изазивају врење (пивски и вински квасац) и користе се у производњи хлеба и алкохола. Познати су квасци (*Saccharomyces*) гљиве из којих се добијају антибиотици (*Penicillium*). Аскомицетама припада изузетно цењене гљиве тартуфи (*Tuber*).

Класа Basidiomycetes – базидиомицете

Базидиомицете (печурке, рђе и гарке) спадају у најсавршеније гљиве. Мицелија гљива из ове класе је састављена од вишегелијских хифа. Хифе се налазе у земљи а изнад земље се групишу градећи дришку и плодоносно тело – клобук (шешир). Размножавају се полним путем тако што са унутрашње стране образују базидије са базидиоспорама.



Слика 24: *Amanita cesarea*

Неке гљиве из ове класе које припадају редовима Uredinales (проузроковачи болести рђе) и Ustilaginales (проузроковачи гари) познате су као паразитске, патогене гљиве.

Овој класи припадају гљиве познате као »печурке« које могу бити јестиве и отровне. У јестиве гљиве спадају: боров вргањ (*Boletus pinicola*), шумска печурка (*Agaricus silvicola*), бисерка (*Amantia rubescens*), буковача (*Pleurotus ostreatus*), сунчаница (*Lepiota procera*) и др. Отровне печурке су зелена пупавка (*Amantia phalloides*), мухара (*Amanita muscaria*), заводница (*Omphalotus olivarius*), лудара (*Boletus satanas*) и др.

Збирна група Fungi imperfecti

Гљиве из ове групе имају септиране хифе и размножавају се бесполно. Представљају вештачку групацију (нису међусобно сродне), броје око 15 000 врста. Код неких гљива из ове групе (касније) откривена је полна репродукција на основу чега су сврстане у класе Ascomycetes и Basidiomycetes. Тако један број гљива има двојну номенклатуру (два имена, за полни и бесполни стадијум).

У групу "Fungi imperfecti" налазе се паразитске гљиве (Discula), затим гљиве које изазивају оболења на лишћу, четинама и кори.

Царство Plantae (више биљке)

У више биљке спадају, маховине, папрати и семенице (голосеменице и скривеносеменице).

Одељак Bryophyta – маховина

Маховине претежно живе на копну на влажним местима. Од вегетативних органа имају стабло и листове, а уместо корена ризоиде. Цела биљка представља полну гаметофит генерацију (n – хромозома). Спорофит генерацију представља диплоидни (2n – хромозома) спорогон, настало од оплођене јајне ћелије архегоније, а састоји се од безлисне дршке и чауре. Спорофит је зависан од гаметофита, јер се на њему образују архегоније и антеридије, односно женске и мушки полне ћелије. Одељак маховине обухвата класу јетрењача и класу правих маховина.

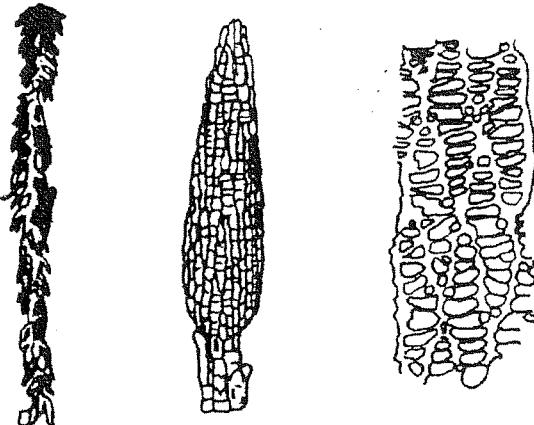
Класа јетрењача – Marchantiopsida

Као представник јетрењача је бадра – *Marchantia polymorpha*. Живи на влажним местима, поред потока на стенама. Има листолик

талус који расте положен на подлози. Ризоиди код ове маховине су неразгранати.

Класа правих маховина – Bryopsida

Ове маховине су сложеније грађе од јетрењача. Представник ове класе је власак – *Polystrichum commutatae*, који живи на влажним местима (шумама, кори дрвета, крововима). Ризоиди ове маховине су разгранати.

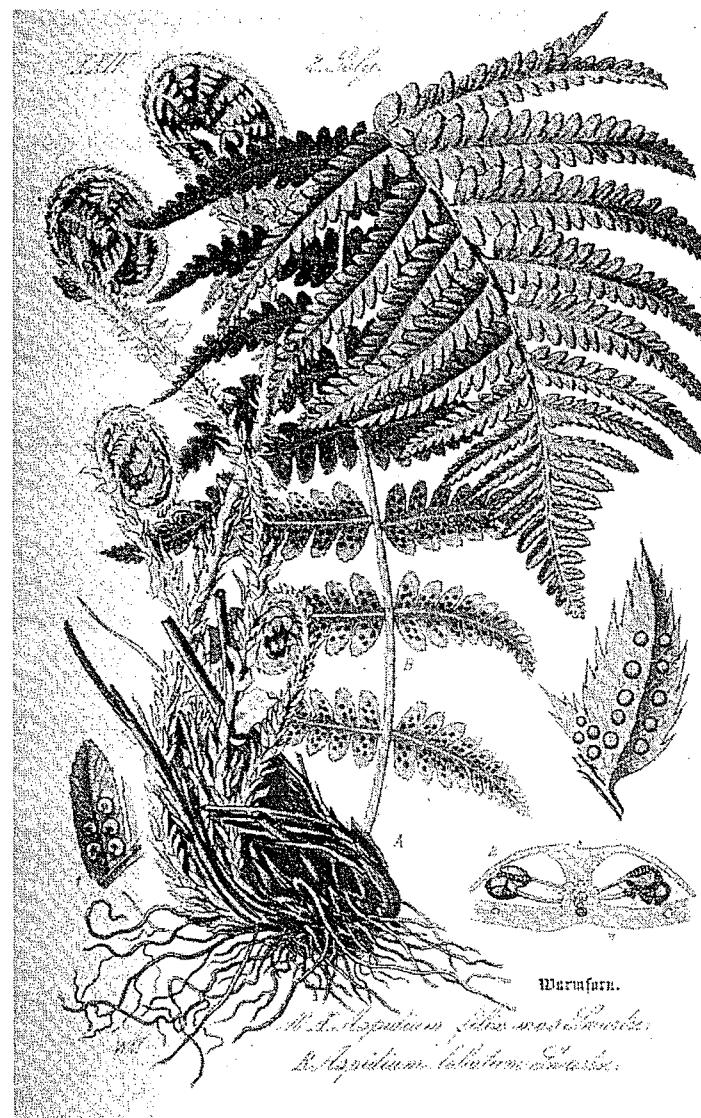


Слика 25: Тресетница горска – *Sphagnum acutifolium*, биљка са спорогонима (представник класе маховина).

Одељак Polypodiophyta – папрати

Папрати спадају у групу вишегодишњих зељастих биљака, које углавном имају корен, стабло и лист. Представник папрати наше флоре је навала – *Nephrodium filix mas*. Биљка папрат представља спорофит ($2n$) генерацију. Навала има подземно стабло (ризом), од кога полазе крупни перасто сложени листови. На наличју листа налазе се спорангије – коруси. Из споре се развија биљчица – проталијум, срдчастог облика, зелене боје, живи највише једну недељу. На њему се образују антеридије и архегоније или само једне или друге. У антеридијама се образују сперматозоиди, а у архегонијама јајне ћелије. За оплођење је потребна вода, а из оплођене јајне ћелије се развија нова биљка која представља спорофит - генерацију.

Одељак папрати се дели на 4 класе: пропапрати, пречице, раставићи и праве папрати.



Слика 26: Навала – *Dryopteris filix-mas* (представник класе папрати), према Thomé.

Одељак Spermatophyta – семенице

Највиши ступањ у развоју биљног света претставља одељак Spermatophyta (семенице, семењаче, биљке са семеном). Претпоставља се да данас овом одељку припада око 227 000 врста. Највећи број врста су скривеносеменице, од укупног броја семеница око 800 врста су голосеменице. Семенице су до скора биле подељене на два пододељка:

1. пододељак Gymnospermae (голосеменице)
2. пододељак Angiospermae (скривеносеменице).

Најновија систематска подела одељка Spermatophyta је на три пододељка:

1. пододељак Coniferophytina, игличасте голосеменице
2. пододељак Cycadophytina, перастолисне голосеменице
3. пододељак Magnoliophytina (Angiospermae), скривеносеменице.

Пододељак: Coniferophytina (Piniceae) – голосеменице

Голосеменице спадају у дрвенaste биљке са секундарним дебљањем. Обухватају око 600 врста које су широко распрострањене. Проводни елементи су трахеиде, изузев класе гнетопсида, где су проводни елементи трахеје. Размножавају се семеном, ретко вегетативним путем. Сeme није покривено и по томе су добиле име – голосеменице. Имају једнополне цветове, који се налазе на једнодомим или дводомим биљкама. Мушки цветови појединачни или у виду мушке цвасти, док су женски цветови обично у виду цвасти – шишарица.

Пододељак голосеменица се до скора делио на следеће класе: семене папрати, гнетопсида, гинка, четинара.

Семене папрати су настале од риниофита. Спадају у групу најпримитивнијих голосеменица. Предпоставља се да су од семених папрати с једне стране настале остале голосеменице, а са друге стране скривеносеменице. Од семених папрати настао је камени угаль.

По најновијој подели пододељак голосеменица се дели на две класе: класа гинка; класа четинара.

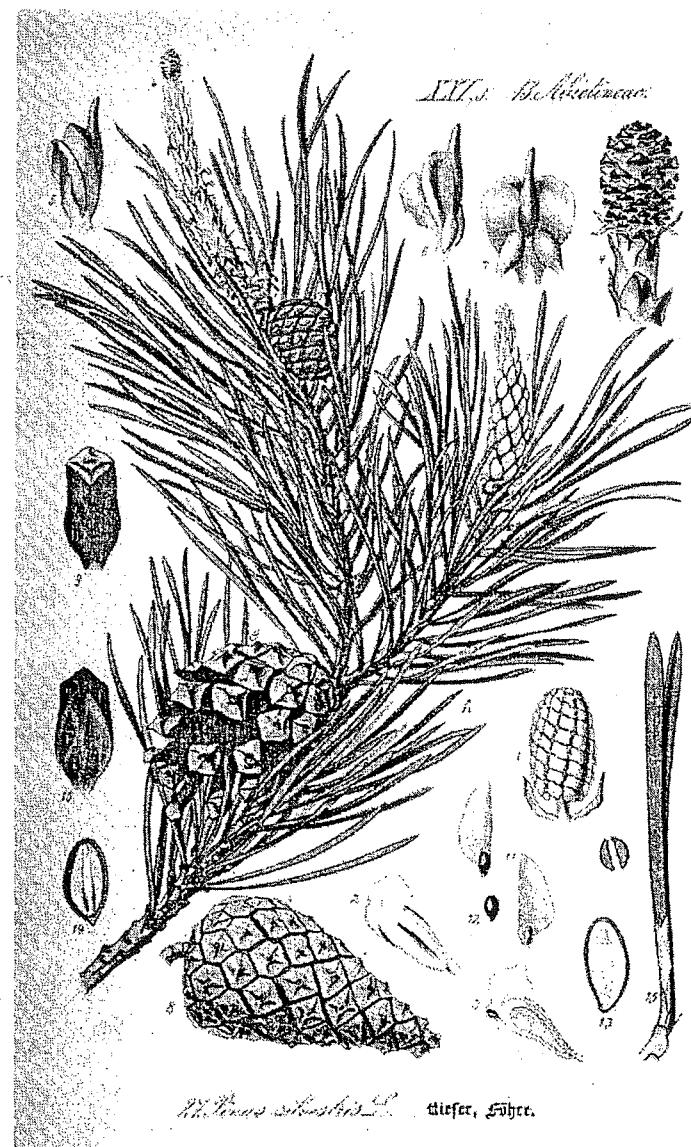
Класа гинко – Ginkgopsida

Класа гинко је заступљена са једним родом и једном врстом гинко (*Ginkgo biloba* L.). Гинко је врста са природним ареалом на подручју Кине. Листови су лепезасти са рачвастом нерватуром. Припада дводомим биљкама. Опрашивавање се врши ветром а оплођење покретљивим сперматозоидама, два месеца након опрашивавања.

Класа четинара – Pinopsida

Од свих голосеменица четинари су заступљени са највећим бројем врста, живе углавном на северној хемисфери. Листови су им мали, љускасти или игличasti. Достижу висину до 100 и више метара,

једна од таквих егзотичних врста је дутглазија. Познате врсте четинара код нас су: јела, смрча, црни и бели бор, клека, ариш (листопадни четинар) и др.



Слика 27: *Pinus silvestris* L., према Thomé.

Бели бор (*Pinus silvestris* L.) распрострањен је у северним областима Европе, Азије и Америке. На подручју Србије на: Маљену,

Дивчибарама, Златибору, Тари, Копаонику, Проклетијама, Шарпланини итд. Стабло достиже висину до 40 м, пречник до 1 м и старост преко 250 година. Четине такне, крute, плавкасто-зелене, по 2 у рукавцу, благо спирално увијене око своје осе, трају 3 – 4 године. Расте на различитим геолошким подлогама најчешће на кречњаку и серпентиниту. Бор је једнодома биљка са мушким и женским спорофилима скупљеним у шишарке.

Пододељак: Cycadophytina, перастолисне голосеменице

Пододељку перастолисних голосеменица припада око 200 реликтних врста које у шумској привреди немају значајну улогу.

Ова група голосеменица одликује се сложеном грађом фертилних и вегетативних органа. Листови су мање-више, перасти, прашници садрже више група прашница, док плодни листићи имају бар у почетку, више семених заметака. Пододељак се дели на 4 класе. Неке класе су изумрле, а познатија је класа Cycadatae са родом *Cycas*.

Пододељак: Magnoliophytina (Angiospermae) – скривеносеменице

Скривеносеменице су најбоље прилагођене на сувоземни начин живота. Могу да буду зељасте и дрвеасте. Представља се да на земљиној површини има 250 000 – 300 000 врста, које су груписане у више од 10 000 родова и више од 320 фамилија. Ткива у скривеносеменици су више диференцирана, тако што су проводни елементи ксилема трахеје и трахеиде, а флоема ситасте цеви и ћелије пратилице. У њих је развијена спорофит генерација, док је гаметофит генерација сведена на неколико ћелија. Поред вегетативних органа имају и репродуктивне органе. Семе у ових биљака је скривено у плоду. Цветови су разноврсни. Могу бити пришљенасто или спирално распоређени. Изграђени су од чашице, крунице, прашника и тучка.

Скривеносеменице се деле у две класе:

- 1) Класа: Magnoliatae (Dicotyledone) дикотиле и
- 2) Класа: Liliatae (Monocotyledonae), монокотиле.

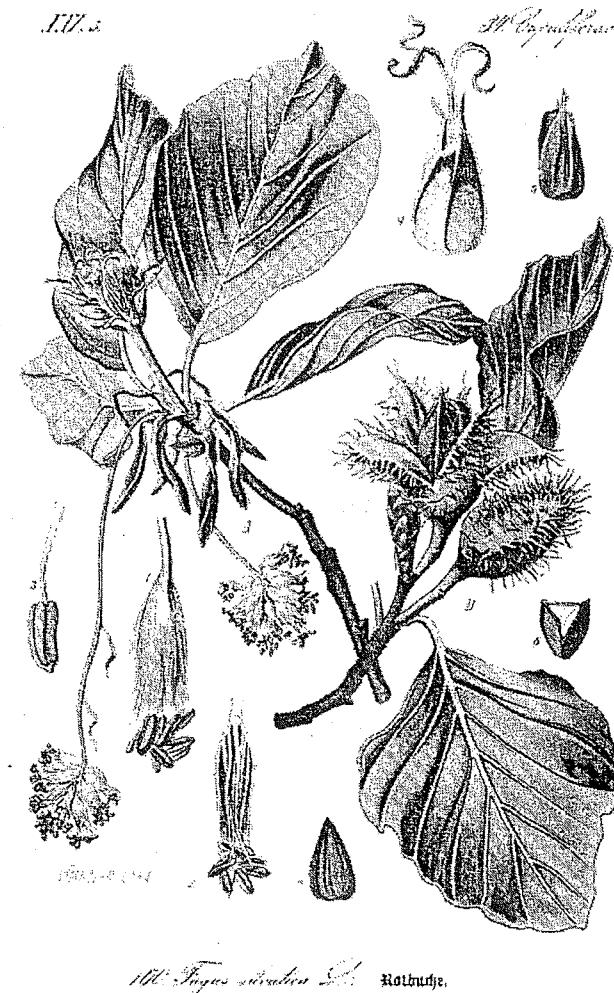
Дикотиле

Дикотиле имају по два котиледона на клици. Листови су са мрежастом нерватуром, док је коренов систем у ових биљака најчешће осовински. Стабло у дикотила секундарно дебља – примарна грађа

стабла (проводни снопићи са фасцикуларним камбијумом, у стаблу прстенасто распоређени). Цвет најчешће петочлан.

Карактеристике дикотила на фамилији букве – Fagaceae

Фамилија обухвата преко 730 највашнијих листопадних дрвенастих врста (има и зимзеленог дрвећа и жбуња) распрострањених у 6 родова. За наше подручје значајна су 3 рода: род букве, род питомог кестена и род храста.



Слика 28: Карактеристике дикотила на фамилији букве – Fagaceae, према Thomé.

Цветови су једнополни (*Quercus*, *Fagus*) или једнополни и двоплони (*Castanea*), биљка једнодома. Мушки цветови скупљени у висеће (*Quercus*) или усправне (*Castanea*) цвасти ресе или лоптасте цвасти (*Fagus*), а женски у малим дихазијама. Цветни омотач је неугледан од 4 – 8 листића и 5 – 20 прашника. Женски цветови су појединачни или скупљени по 2 (*Fagus*) или 3 (*Castanea*) у заједничкој цвасти. Плодови су синкарпне (жир, буквица, кестен) орашице, заштићене купулама.

Из рода *Fagus* на подручју Србије самоникло расту три букве: мезијска, европска и источна. Мезијска буква (*Fagus moesiaca*) је најраспрострањенија.

Монокотиле

Монокотиле имају по један котиледон на клици. Стабло на попречном пресеку са проводним снопићима без фасцикуларног камбијума тако да нема секундарног дебљања. Листови су са паралелном нерватуром а коренов систем жиличаст. Цветови су најчешће од трочланих пришљенова. Монокотиле су филогенетски млађа група, развиле су се из дикотила.

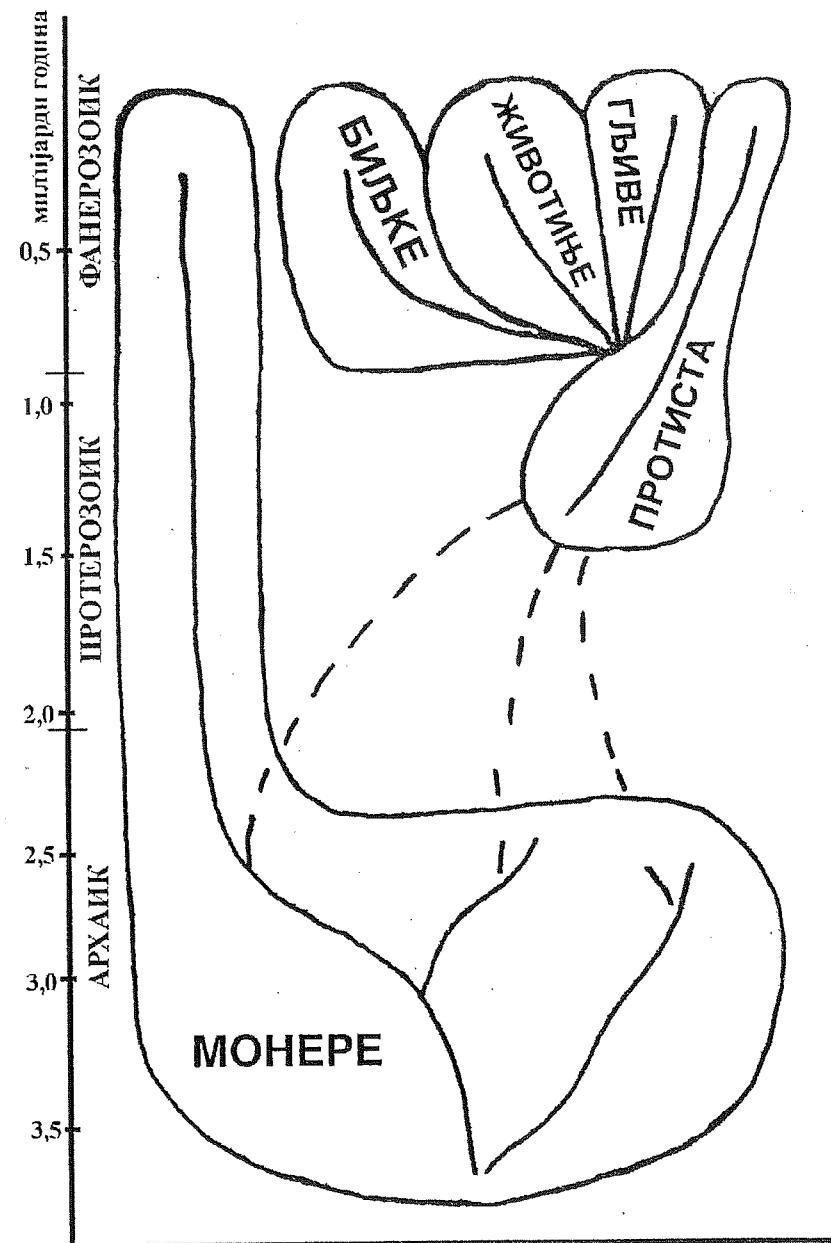
Карактеристике монокотила на фамилији трава – Poaceae

Овој фамилији припада велики број родова (700) и врста (8000). Углавном су то зељасте једногодишње и вишегодишње биљке. Стабло већином танко, шупље, издељено на чланке (интернодије) и чворове (нодусе). Листови су узани, тракасти, спирално распоређени у два реда. Лисна основа у виду рукавца, који обухвата стабло. Корен је жиличаст. Цветови скупљени у просте цвасти – класиће, а они су сједињени у сложене цвасти (клас, метлица, клип). Листићи цветног омотача су неугледни. Плод је крупна, настаје срастањем семењаче са плодовим омотачем. Познатији родови са већим бројем врста су; овсик (*Bromus*), вијук (*Festuca*), пиревина (*Agropyron*) лисичји реп (*Alopecurus*) и др.

У економском погледу Poaceae имају велики значај у биљном свету (житарице велики значај у исхрани људи, а траве у исхрани стoke).



Слика 29: Карактеристике монокотила на фамилији трава – Poaceae, према Thomé.



Шема 1: Модел порекла еукариотских ћелија путем симбиоза,
Margulis, 1981

ФИЗИОЛОГИЈА БИЉАКА

Физиологија је научна дисциплина која изучава животне процесе и појаве, које се дешавају у биљним организмима. Назив потиче од грчке речи физис – природа и логос – наука. Физиологија као грана ботанике дели се на четири одељка: 1) физиологију ћелије; 2) физиологију промета материје (метаболизам); 3) физиологију растења и развића (механичка развића); 4) физиологију кретања и покрета.

ФИЗИОЛОГИЈА ПРОМЕТА МАТЕРИЈА

Физиологија промета материја бави се изучавањем хемијских и физичких процеса у биљним организмима. Између биљака и средине у којој живе постоји стална размена материја. Биљка из спољашње средине узима материје у облику простих једињења и од њих ствара сложена органска једињења, и најзад, најсложеније градивне компоненте ћелије – цитоплазму, итд. уз везивање CO_2 из ваздуха и светлосне енергије. То је једна страна промета материје (анаболизам). Друга страна метаболизма обухвата разлагање сложенијих материја при чему се ослобађа енергија (катаболизам).

ВОДНИ РЕЖИМ

Под водним режимом у биљци подразумева се узимање воде из подлоге, кретање воде кроз биљку, синтеза органске материје и на крају одавање воде у спољашњу средину. Биљке воду из подлоге узимају кореновим системом преко зоне коренових длака, који је много више развијен код биљака које живе на сувим стаништима. Узимање воде из подлоге зависи од кореновог система и од особина земљишта (глиновито, песковито, хумусно). У земљишту се налазе три врсте воде: 1) гравитациона; 2) хигроскопна; 3) капиларна вода. Гравитациона вода испуњава веће шупљине у земљишту, појављује се после кише и брзо се повлачи на већу дубину. Ова вода, такође је доступна биљкама. Хигроскопна вода је чврсто везана за честице земље и није доступна биљкама. Капиларна вода испуњава капиларе у земљишту и она је доступна биљкама.

Узимање воде из земљишта зависи и од аерације земљишта (присуства кисеоника). Кисеоник је потребан за катаоболичке процесе који се врше у ћелијама корена, при чему се ослобађа енергија која је потребна за узимање воде. Узимање воде из подлоге зависи и од температуре земљишта. При ниским температурама биљка неће моћи да искористи воду из подлоге (физиолошка суша).

Вода из земљишта у коренове длачице доспева осмозом или силом усисавања. Снага усисавања воде у кореновим длачицама већа је од капиларне воде и силом усисавања прелази у ћелију, затим прелази у следећу суседну ћелију и тако непрестано. Потребно је пуно времена док вода не доспе до ћелија ендодермиса. Улога ћелија ендодермиса је да путем кореновог притиска убаце воду у ксилем (трахеиде, трахеје). За коренов притисак потребна је енергија која се ослобађа у картаболичким процесима. Кретање воде кроз судове (трахеје и трахеиде) обавља се захваљујући транспирацији и кореновим притиску. Брзина кретања воде зависи од ширине судова. У биљака које имају шире судове кретање воде је брже.

Вода доспева на већу висину захваљујући процесу транспирације. Под транспирацијом подразумева се одавање воде у спољашњу средину у виду водене паре. Различите биљне врсте одају различиту количину воде (нпр. сунцокрет у току вегетационог периода ода транспирацијом двеста литара воде). Код биљака постоје три врсте транспирације: 1) епидермална, 2) лентикуларна; 3) стоматерна транспирација.

Епидермална транспирација врши се код младих и водених биљака. Зависи од дебљине листа (дебља кутикула, транспирација слабија).

Лентикуларна транспирација се одвија преко лентицела – пукотина у перидерму.

За биљку је најважнија стоматерна транспирација, која се одвија преко стома. Стome се углавном налазе на наличју листа и њихов број је код разлиучитих врста различит (нпр. код листа храста на 1 cm^2 налази се 100 000 стома). Стome се отварају рано ујутру, око подне су највише отворене, док су ноћу затворене. Ујутру, под утицајем светlostи, скроб који се налази у ћелијама затварачицама се разлаже до шећера, при чему долази до повећања густине ћелијског сока. У ћелије затварачице доспевају и јони калијума из суседних ћелија, који такође повећавају густину ћелијског сока. Ћелије затварачице упијају воду из околних ћелија, том приликом повећава се тургоров притисак и долази до изтезања тањег спољашњег зида (до ћелија помоћница). Тањи зидови за собом повлаче дебље унутрашње

при чему долази до отварања стома. Када се ода вода у виду водене паре скроб се више не разлаже до шећера, не доспевају јони калијума, не повећава се густина ћелијског сока у затварачицама и постепено долази до затварања стома.

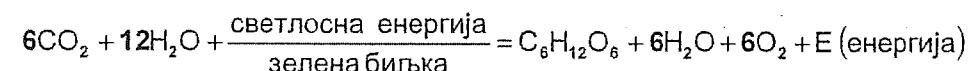
Транспирација зависи од фактора спољашње средине: температуре ваздуха, сунчеве светlostи, влажности ваздуха, струјања ваздуха, влажности земешта итд.

Транспирација представља биолошку нужност. Значај транспирације је вишеструк: а) омогућава непрекидно кретање воде кроз биљку; б) обезбеђује биљку потребним минералним материјама раствореним у води; и штити биљку од великог загревања.

ФОТОСИНТЕЗА

Главни аутотрофни организми на земљи су зелене биљке, које саме стварају органску храну од воде и угљен диоксида у присуству светлосне енергије. То је уствари претварање светлосне енергије у хемијску, која се накупља у виду молекула АТФ-а. Енергија из молекула АТФ-а, користи се за стварање органске хране. Биљке док врше фотосинтезу, воду узимају из подлоге кореновим системом. Угљен диоксид узимају преко стома из ваздуха, а пигмент хлорофил а и б који се налази у листу, апсорбује светлосну енергију. Производ фотосинтезе је скроб и слободни кисеоник који се ослобађа у атмосферу.

Фотосинтеза је окси-редукциони процес (оксидација H_2O и редукција CO_2) који се остварује помоћу биљних пигмената и Сунчеве светlostи уз учешће одговарајућих фермената и може се представити општот формулом:



Због органске материје, која се ствара фотосинтезом и због кисеоника, који се ослобађа у спољашњу средину, живот на Земљи не би могао да се замисли без фотосинтезе.

Фотосинтеза се дели на светлу и тамну (не захтева светlost) фазу фотосинтезе. Крајњи продукт светле фазе фотосинтезе је стварање једног редукционог система никотин-амид-аденозин-динуклеотид-

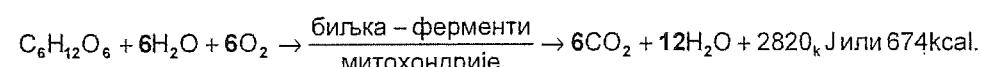
фосфата (NADPH_2), и једног једињења богатог енергијом АТФ-а при чему се ослобађа O_2 у спољашњу средину.

Крајњи продукт тамне фазе фотосинтезе, која се надовезује на светлу фазу фотосинтезе су сложена органска једињења веома богата органском енергијом.

Интензитет фотосинтезе зависи од спољашњих и унутрашњих чинилаца. Унутрашњи чиниоци фотосинтезе су: грађа листа, количина и распоред хлоропласта, присуство фермената, способност регулисања стоминих отвора и др. Спољашњи чиниоци фотосинтезе су: концентрација CO_2 у ваздуху, јачина сунчеве светлости и температура. Ниске температуре успоравају процес фотосинтезе, тако на температури од 0°C фотосинтеза потпуно престаје. Минералне соли могу утицати на процес фотосинтезе. Недостатак поједињих елемената (N, Mg) утиче на смањење фотосинтезе.

ДИСАЊЕ БИЉАКА – ДИСИМИЛАЦИЈА

Под дисањем биљака подразумева се низ оксидативно-редукционих процеса при којима се ослобађа енергија. Дисање је потпуно супротно фотосинтези, што се може видети из формуле:



При оксидоредукционим процесима долази до разлагања сложених једињења у првом реду угљених хидрата, при чему се ослобађа енергија у виду: аденоzin-монофосфата (АМФ), аденоzin-дифосфата (АДФ) и аденоzin-трифосфата (АТФ). Аденоzin-тифосфат је једињење, које је најбогатије са енергијом. Када затреба енергија ћелији од АТФ-а се одвоји једна фосфатна група и том приликом ослобађа се један део енергије који се искористи као механичка, топлотна и биоелектрична енергија (АТФ прелази у АДФ). Механичка енергија се користи за вршење покрета, топлотна за одржавање сталне температуре тела, а биоелектрична за преношење импулса. Механичка енергија може да пређе у топлотну, а топлотна у биоелектричну (трансформација енергије).

За кatabоличке процесе у ћелији потребан је O_2 , који жива бића узимају из спољашње средине. Том приликом ослобађа се CO_2 . Када у организму има довољно енергије храна се резервише у виду скроба и уља код биљака, а код животиња у виду гликогена и масти. Угљени

хидрати да би били доступни ћелијама морају се разложити до молекула глукозе. Разлагање се врши под утицајем ензима (амилазе, малтазе и др.). Продукти разлагања су: пирогрожђана киселина, која се даље у присуству кисеоника у митохондријама разлаже на CO_2 и H_2O и при том се ослобађа енергија. Разлагање пирогрожђане киселине до CO_2 и H_2O уз ослобађање енергије означава се као Кребсов циклус који се одвија у ћелијској органели митохондрији.

Предпоставља се да се током разлагања једне молекуле шећера образује 38 молекула АТФ, што значи да је око 50% ослобођене енергије смештено у АТФ.

Масти се под утицајем ензима липазе разлажу до глицерина и масних киселина. Молекули глицерина и масних киселина доступни су ћелији. Крајњи продукти разлагања масти су CO_2 и H_2O уз ослобађање енергије. Беланчевине да би биле доступне ћелији морају се разложити до аминокиселина. Крајњи продукти разлагања су исти као и код угљених хидрата и масти (CO_2 , H_2O и енергија).

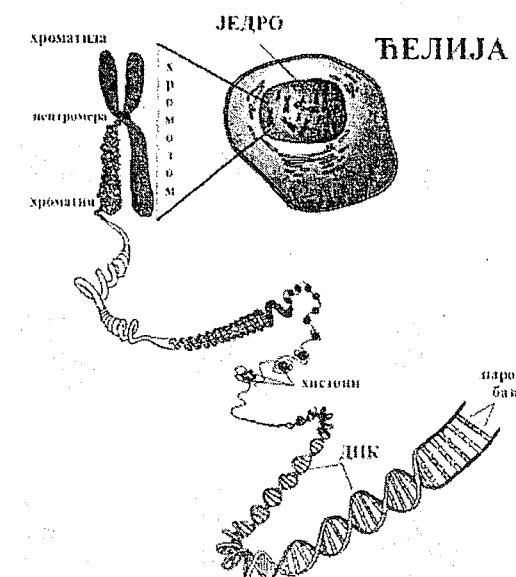
Може се закључити да постоји тесна повезаност катализма угљених хидрата, масти и беланчевина.

ОСНОВЕ ГЕНЕТИКЕ

Информације о грађи хромозома

Ћелија је основна градивна јединица свих живих бића, са чијом сте се грађом већ упознали. Такође, у ћелији је садржана основа за настанак и развој новог организма, због чега је неопходно познавати основне материјалне компоненте ћелије и механизме који су важни носиоци наслеђа, наслеђивања и промењивости, шема 2. Ћелије настају једна из друге, тако да живот представља непрекидно низање ћелија, а раст, развој, наслеђивање, старење и смрт су само различити аспекти понашања ћелија.

У једру сваке ћелије, према функцији и сложеној структури, најзначајније органеле су хромозоми. Термин хромозом означава »тело које се боји«. Основна функција им је да садрже генетички материјал сваке ћелије. Под микроскопским препаратима уочавају се као кончасте творевине, које мењају свој изглед у зависности од ступња ћелијске деобе у којој се посматрају. Број хромозома може да варира, од једне групе живих бића до друге, али је карактеристичан за сваку врсту понаособ.



Шема 2: Сукцесивна етапа у изучавању наследног материјала (генома) организама: ћелија, једро, цитоплазма, хромозоми, дешифровање ДНК

Соматске ћелије (бисексуалних организама) садрже по два пара хромозома – хомологи хромозоми, који су међусобно слични и воде порекло један од мајке, други од оца. Сваки од ова два хромозома садржи гене који детерминишу исте особине. Хромозоми једног паре могу се међусобно битно разликовати код индивидуа једног пола (Х – и Y – хромозом) или могу бити врло слични код јединки супротног пола (XX хромозоми). Ови парови хромозома XY, односно XX, карактеристични за мушки односно женски пол, означавају се као полни хромозоми (хетерозоми или генозоми), док се сви остали парови хромозома означавају као аутосоми.

Број и величина хромозома

Број, величина и морфологија хромозома утврђују се у метафази или раној анафази, када су хромозоми јасно видљиви на микроскопским препаратима. У овим фазама хромозоми су спирализовани и својим центромерама се постављају у метафазну раван, док су њихови краци оријентисани ка половима ћелије.

У свакој ћелији број хромозома је релативно константан и карактеристичан за сваку врсту. Соматске (тесне) ћелије одликују се са диплоидним бројем хромозома ($2n$), док је број хромозома у полним ћелијама хаплоидан (n). Сваки хромозом представља посебну индивидуалност, без обзира на њихов укупан број. Код највећег броја врста биљака и животиња број хромозома се креће од 10 до 80 (*Drosophila melanogaster* – винска мушица – 8; *Homo sapiens* – човек – 46; *Capreolus capreolus* – срна – 70 итд.). Најмањи број хромозома евидентиран је код неких врста *Nematoda* и износи 2, док је највећи број хромозома забележен код неких врста рода *Aucalantha*, и износи 1600. Број хромозома у соматским ћелијама ($2n$) код дрвећа је врло варијабилан, нпр.: *Carpinus orientalis* – граб – 16; *Cupressus sempervirens* – чемпрес – 22; *Picea abies* – смрча – 24; *Fagus sylvatica* – буква – 24; *Quercus robur* – храст – 24; *Pinus sylvestris* – бор – 24; *Ulmus americana* – брест – 28, 56; *Populus alba* – бела топола – 38; итд.

Величина хромозома је релативно константна код сваке врсте, али се мења у процесу деобе ћелија. Хромозоми су најдужи у интерфази и профази, док су због спирализације знатно краћи у метафази и анафази.

Морфологија, варијабилност и унутрашња грађа хромозома

Према најновијим литературним подацима, главни делови унутрашње грађе хромозома су: центромера; примарно сужење; секундарно сужење; хроматида, хромонеме; хромомере; хроматин и теломере.

Центромера или кинетохор представља органелу у примарном сужењу хромозома, која хромозом дели на два крака. Обично је светлије боје од осталих делова хромозома. Има важну улогу у оријентацији и кретању хромозома при ћелијској деоби. Центромера има сложену грађу, у којој се може разликовати спољашња и унутрашња зона, као и четири хромомере (у виду четири петље), од којих почиње образовање полунити деобног вретена. Код митотичке деобе, у анафази, дефинитивно раздвајање хромозома врши се у региону центромере. Код друге мејотичке деобе, делови хромозома уз центромеру, не раздвајају се, одржавајући везу између хроматида, мада је хромозом својим дисталним деловима већ подељен уздужно.

Секундарно сужење је одлика поједињих хромозома. Обично се налази близу једног од крајева хромозома, чиме формира крајњи (вршни) део хромозома, који као да се налази на малој дршци и назива се сателит или трабант. Сателити имају важну улогу при идентификацији одређених хромозома. Сматра се да секундарно сужење учествује у образовању једарцета, чији се материјал ту синтетише или акумулира.

Хроматида представља једну од две видљиве лонгитудиналне (уздужне) суб-јединице удвојеног хромозома (полухромозома) која се и сама састоји од фибриларних субјединица. Морфолошки се уочава почетком профазе и у метафази мејозе. После тога се хроматиде међусобно раздвајају и разилазе на супротне половине ћелије у виду новонасталих хромозома. Хроматиде практично постају у интерфази, деобом (репликацијом) ДНК чије нити се раздвајају и специфично се увијају дају све дебље паралелне хроматиде. На молекуларном нивоу појам хроматида се данас изједначава са појмом хромонеме.

Хромонеме су нитасте спирално увијене творевине, које граде хромозом (видљиво под електронским микроскопом). Оне су обавијене кончастом масом, названом матрикс.

Хромомере су тамније обојена места на хромозомима (у виду тамнијих тачкица), која се карактеришу јачом спирализацијом хроматинских влакана, што доводи до интензивнијег бојења приликом припреме микроскопских препарата. Уколико су задебљања већа

називају се коленца или чворићи. Хромомере имају улогу при идентификацији поједињих хромозома, с обзиром да су оне константне и карактеристичне за поједине хромозоме.

Хроматин представља комплекс ДНК (садржи и РНК) и протеина (хистони и нехистонски протеини), који чини структурну и функционалну организацију генетичког материјала еукариота. Основну структуру хроматина чини хроматинско влакно, које се састоји од ДНК и хистона. У метафази ћелијског циклуса хроматин се организује у хромозоме.

Теломере су природни крајеви хромозома у виду тачкастих творевина. Имају функцију при спречавању везивања других сегмената за хромозоме. Хромозоми без теломера обично бивају елиминисани, што указује на њихов значај за нормално понашање хромозома при ћелијској деоби.

Елементи структуре хромозома биљака

Код виших биљака у састав хромозома улазе: протеини, који могу бити базични (хистони) и кисели (резидуални) протеини, дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК) и рибонуклеинска киселина (РНК). Осим тога јављају се липиди, елементи као што су Ca, Mg и Fe, и ензим ДНК-полимераза, која је највероватније везана посредством Mg. ДНК и хистони чине нуклеопротеински комплекс који сачињава 60 – 90% хромозома, док РНК и остали протеини чине други, знатно мањи део.

Молекули нуклеинских киселина, посебно дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК), поседују специфичне особине на основу којих их можемо сматрати наследном супстанцом. Имају способност саморепродукције, садрже генетичку информацију која обезбеђује развиће јединке и могу да мењају своју структуру и функцију, чиме се остварује варијабилност организама у природи и њихова еволуција.

Протеини или беланчевине су сложени молекули, састављени од већег или мањег броја аминокиселина. По разноликости функција које обављају једна су од најважнијих једињења у живим бићима, која обављају толико битних функција да би без њих живот, овакав какав је сада, био немогућ.

Живот сваке ћелије па и организма у целини, обезбеђује се производима хиљада хемијских реакција које се у њима одигравају. У тим биохемијским реакцијама изграђују се структурни елементи ћелија, ствара се енергија, и што је најважније, остварују се процеси који представљају основне одлике живих бића – растење и разми-

жавање. Биохемијске реакције се не одигравају спонтано, већ само уз помоћ катализатора. Улогу катализатора врше различити молекули протеина који се називају ензими. Према томе, ако се ниједна биохемијска реакција не одиграва без присуства ензима јасно је да ћелија без њих не може да живи. Осим најважније, катализаторске улоге, протеини обављају и читав низ других активности: преносе електроне (цитохроми) и кисеоник (хемоглобини), учествују у одбрани организма од страних супстанци (антитела), стимулишу и усаглашавају активност различитих ткива и физиолошких система (хормони), учествују у изградњи ћелија итд. Сва разноврсност њихових функција постиже се стварањем различитих структура, добијених комбиновањем основних елемената њихове грађе. То је 20 аминокиселина, колико је нађено у свим природним протеинима испитаним до сада. Заједничко за свих 20 аминокиселина јесте налажење у L – облику и присуство по једне базне амино (NH_2) – групе и једне киселе, карбоксилне (COOH) – групе. Постојање ових група омогућује и аминокиселинама и протеинима да се понашају и као базе и као киселине. Оно што једну аминокиселину разликује од друге јесте остали део молекула. Ти делови могу бити различито наелектрисани или без наелектрисања, растворљиви или нерасторљиви у води, па се тиме њихове особине одражавају и на протеине у чији састав улазе.

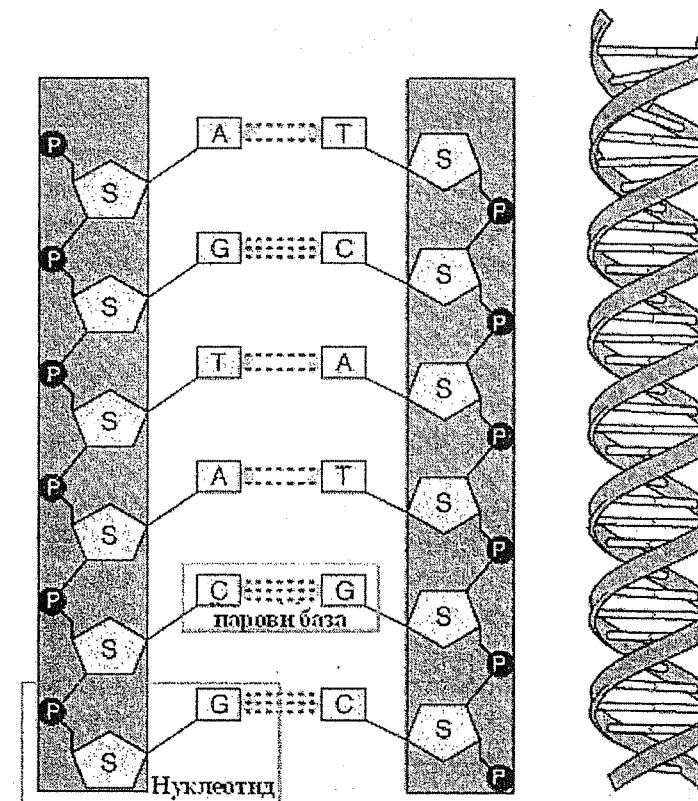
Протеини се од аминокиселина граде тако што се из карбоксилне групе једне аминокиселине и амино-групе друге издваја молекул воде, а оне остају спојене пептидним везама $-\text{CO}-\text{NH}-$. Те рекције се у живим ћелијама одвијају на рибозомима, у процесу биосинтезе протеина. Аминокиселине, спојене пептидним везама, чине полипептидне ланце, који се затим савијају и пакују у сложене облике. Тек тада молекул протеина постаје активан. Он може садржати и више истих или различитих полипептидних ланаца спојених слабим везама, као што су Ван де Валсове (силе кохезије), водоничне и друге. Све што утиче на промену облика молекула протеина, утицаје и на његову активност. Тако се напр. загревањем раскидају слабе везе које одржавају његову сложену структуру и мада се полипептидни ланци не разграђују, протеин губи своју активност. Активан облик који стиче молекул протеина формира се спонтано у физиолошкој средини не само у ћелији, него и у епрувети. То је омогућило њихово испитивање и ван ћелије и доношења врло важног закључка да облик молекула протеина, а самим тим, и њихова биолошка активност, зависе од његове основне структуре тј. броја и редоследа аминокиселина у полипептидном ланцу. Када ово схватимо, постаје нам јасно да спајање аминокиселина у различите полипептидне ланце мора бити одређено,

програмирано, јер случајно ређање аминокиселина неће довести до свих жељених облика који треба да обаве разноврсне активности. Програми или "упутства" за синтезу протеина налазе се у другој врсти једињења, дезоксирибонуклеинској киселини (ДНК).

Дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК) је полимер дезоксирибонуклеотида. Основна грађа молекула ДНК је још једноставнија него код протеина. Док су протеини изграђени од 20 аминокиселина, молекули ДНК, иако су много већи и разноврснији, изграђени су само од четири основне јединице, нуклеотида. Сваки нуклеотид садржи три једињења, од којих су два иста код свих – шећер дезоксирибоза и фосфорна киселина. Нуклеотиди се међу собом разликују по трећој компоненти, која може бити једна од пуринских или пиридинских база. Пуринске базе су аденин (А) и гуанин (Г), а пиридинске цитозин (С) и тимин (Т). Нуклеотиди се спајају фосфодиестарским везама у дугачке полипептидне ланце од којих се формира молекул ДНК. Молекул ДНК се састоји од два полинуклеотидна ланца, обмотана један око другог у двочлану завојницу или спиралу. Овај модел структуре ДНК дали су научници Ватсон и Крик, па се он зато назива Ватсон-Крикова спирала. Да би се два ланца могла спојити у правилну завојницу непроменљивог полупречника, према мањој бази (пиридину) у једном ланцу, мора се налазити већа (пуринска) у другом, и obrнуто. Најбоље уклапање постиже аденин са тимином, а гуанин са цитозином. То значи да ланци служе један другом као калупи, и да се увек према аденину у једном ланцу налази тимин у другом, као и према гуанину цитозин. Тако се добијају парови база А – Т и Г – С, ако се посматрају наспрамни ланци двочлане спирале ДНК. Два ланца се одржавају заједно помоћу водоничних веза које се граде између наспрамних база, шема 3. Природа ових веза је слаба и појединачно се могу лако раскинути. Међутим, улога ових слабих веза може се илустровати познатом народном причом о везивању танких прутића у сноп, који је тада тешко преломити. Како се стварају између свих база наспрамних ланца ДНК, њихова укупна јачина довољна је да одржи ланце заједно и очува облик молекула.

Узајамно допуњавање база и ланца, тзв. комплементарност, одиграва се код свих молекула ДНК и зато оне имају исти облик и у простим једноћелијским организмима и у биљкама и животињама. Међутим, истоветност ДНК различитог порекла огледа се само у томе што су оне двочлане завојнице, у којима се два ланца спајају на основу уклапања пуринских и пиридинских база. Молекули ДНК изоловани из различитих организама разликују се по величини и што је најважније, по размештају нуклеотида дуж ланца. Од четири врсте

нуклеотида може се направити безброј комбинација њиховог редоследа. Та разноврсност је веома важна, јер од редоследа нуклеотида у ДНК зависи и редослед аминокиселина у протеинима, који се синтетишу у ћелијама. Молекул ДНК представља збир упутства за синтезу протеина у једном организму. Та упутства се преносе и на његове потомке, па се зато може рећи да је ДНК носилац наследних, генетичких информација о редоследу аминокиселина у протеинима биолошке врсте којој припада.



Шема 3: Део структуре макромолекула ДНК: Р – фосфорна киселина; С – шећер дезоксирибоза; А и Г – пуринске базе аденин и гуанин; Т и С – тимин и цитозин.

Рибонуклеинска киселина (РНК) је полимер рибонуклеотида, који се по структури разликују од ДНК, по томе што је у њеном молекулу заступљен шећер-рибоза, а уместо пиридинске базе тимила заступљена је база урацил (У). Повезивање фосфатне и шећерне групе исто је као код молекула ДНК. Молекули РНК за

разлику од ДНК, имају само један ланац и мањи су од ДНК. Синтетишу се у процесу транскрипције, у коме се редослед нуклеотида у једном од ланца ДНК преписује у комплементаран низ рибонуклеотида. РНК се налазе у цитоплазми и нуклеолосу где су везане за протеине који садрже триптофан и у хромозомима где су везане за протеине типа хистона.

Молекул РНК се одваја по завршеној синтези, док се два ланца ДНК поново спајају, као "рајсфершлус". Када затреба они ће се опет раздвојити на истом или неком другом месту (тј. код истог или другог гена) и послужити за синтезу нових молекула РНК. У синтези протеина учествују три врсте РНК, које су добиле своје називе према функцијама које обављају. То су информациона, транспортна и рибозомска РНК.

Информациона или месинџер рибонуклеинска киселина (иРНК или мРНК) има улогу преносиоца генетичке информације, коју остварује путем транслације, преводећи редослед нуклеотида у одговарајући редослед аминокиселина. Она представља копије гена чији редослед нуклеотида одређује редослед аминокиселина у протеинима. Има их онолико врста колико и полипептидних ланца у датој ћелији. Како све ћелије једног организма не производе исте беланчевине, информациона РНК ће се разликовати у различитим типовима ћелија. Осим тога, при различитим физиолошким условима, њихов састав ће се мењати и у истим ћелијама.

Транспортна рибонуклеинска киселина (тРНК) има улогу преносиоца аминокиселина до рибозома и иРНК, при чему долази до комплементарног везивања антикодона тРНК и одговарајућег кодона иРНК. За сваку аминокиселину постоји посебна тРНК, а и више ако има више одговарајућих кодона.

Рибозомална рибонуклеинска киселина (рРНК) је саставни део рибозома. Различите је дужине, зависно од субјединице рибозома којој припада и порекла рибозома. Овај тип РНК чини око 85% укупне РНК у ћелији.

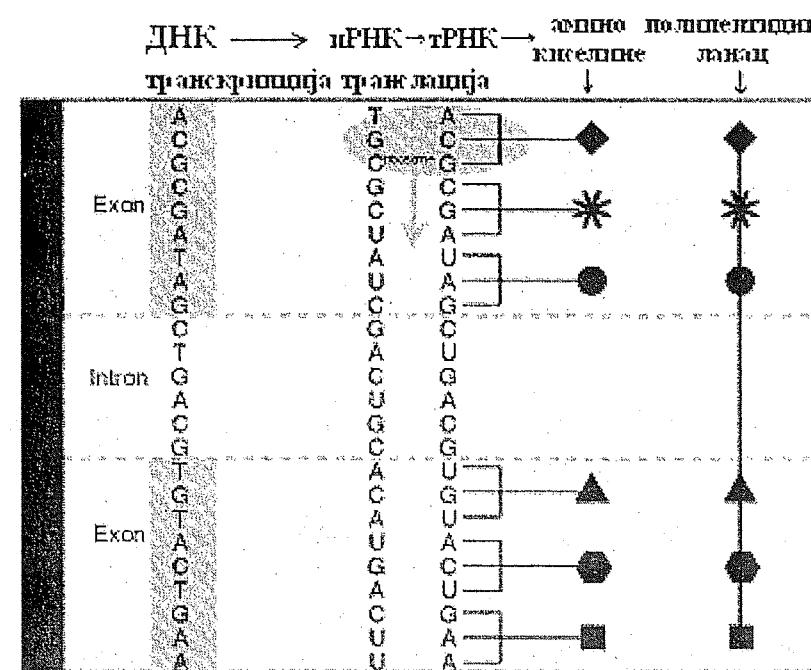
На основу улоге коју имају наведене врсте РНК, види се да оне служе за превођење информација садржаних у генима, који чине делове огромних молекула ДНК. Сваки полипептидни ланац који се синтетише у ћелији јесте, уствари, превод једног гена. Процес биосинтезе протеина се дословно може упоредити са превођењем, јер се низ нуклеотида у гену преводи у низ аминокиселина у протеину. Све компоненте које учествују у биосинтези протеина окупљају се у рибозомима.

Преношење генетичке информације

Потпуније разумевање узајамног односа између генетичког материјала – гена (који се налазе унутар молекула ДНК), њихових ћелијских продуката (протеина) и њихових ефеката, било је могуће тек после упознавања начина и путева преноса генетичких информација, односно преноса биолошких својстава.

Генетички материјал тј. ДНК (ређе РНК) контролише производњу специфичних протеина, од којих зависе биолошка својства ћелије и организма у целини. Веза између ДНК и протеина успоставља се процесима транскрипције и транслације, у којима се преносе и остварују генетичке информације садржане у ДНК, тј. генима, шема 3.

У процесу транскрипције један од два ланца молекула ДНК служи као матрица за синтезу молекула иРНК. Молекули иРНК представљају преписе редоследа нуклеотида делова ДНК. На тај начин у иРНК је садржана генетичка информација, која је детерминисана редоследом аминокиселина у полипептидном ланцу. Ове информације записане су генетичком шифром, у којој је свака аминокиселина одређена низом од три узастопна нуклеотида-кодоном.



Шема 3: Преношење генетичке информације

У процесу транслације редослед нуклеотида у иРНК преводи се, помоћу малих молекула тРНК, у одговарајући редослед аминокиселина у полипептидном ланцу, који се синтетише на рибозомима. Тако се формира протеин, у коме је положај сваке аминокиселине одређен генетичком информацијом записаном у генима. Редослед аминокиселина условљава одређену тродимензионалну структуру протеина, од које зависи њихова биолошка активност.

ГЕНИ, ГЕНОТИП И ФЕНОТИП

На основу и површиног набрајању функција протеина може се закључити колико су они разноврсни. У оквиру сваке групе протеина (ензими, антитела, итд.) постоје десетине хиљада различитих молекула, који се састоје од једног или више полипептидних ланаца, за чију синтезу постоји шифровано упутство у ДНК. Сваки део ДНК у коме је генетичким кодоном записан редослед аминокиселина у једном полипептидном ланцу, назива се ген. Скуп свих гена у једној ћелији назива се генотип и карактеристичан је за сваку биолошку врсту. Ћелије једног организма имају исту ДНК, тј. исти генотип. Међутим, нису сви гени активни у свакој ћелији, па се зато оне разликују по изгледу и функцијама које обављају.

Резултат активности гена у свим ћелијама доводи до одређених карактеристика тог организма. Бројна обележја по којима препознајемо један организам представљају његов фенотип. Она су обично видљива (боја или облик вегетативних и генеративних органа), мада могу бити и на нивоу микроскопске и молекулске структуре ћелија. У ужем смислу фенотип представља спољашњи изглед једне индивидуе или особине, нпр. облик крошње. Фенотип једног организма чини и његова способност да обавља одређене функције. Потомство не наслеђују од родитеља фенотип, већ могућност да га створи. Фенотип настаје као последица узајамног деловања генотипа и фактора спољашње средине. На пример, генотип већине биљака садржи упутства за синтезу хлорофиле. Међутим, ако се биљка држи у тами, хлорофил се нађе синтетисати. Када се осветли, активираће се синтеза хлорофиле. Способност биљке да на овај начин рагује на промене своје околине одређена је њеним генотипом, чија ће експресија бити јасно видљива на фенотипу.

Од активности протеина зависе многе одлике ћелија и организма у целини. Како се упутства за њихову синтезу преносе са родитеља на потомке приликом удвајања ДНК, и потомци ће имати

исте протеине. Отуда и сличност родитеља и потомака као и свих припадника исте биолошке врсте. Међутим, међу јединкама које припадају истој биолошкој врсти постоје индивидуалне разлике у фенотипу, мада су оне ипак ограничено, јер настају варирањем и комбиновањем истих особина. Индивидуална варијабилност је већа код организама који се размножавају полним путем, јер ту постоји могућност комбиновања гена оба родитеља. У свакој ћелији осим полних, постоје два комплета гена, од којих један потиче од мајке други од оца. Гени који садрже упутства за исти протеин могу бити идентични или различити. Разлике нису велике, јер би иначе протеин који они одређују променио или изгубио своју биолошку активност. Понекад је доволјно да само један нуклеотид буде изменјен, па да се то огледа у различитој активности одговарајућег протеина.

Сазнање да је генетички код универзалан и да се на сличан начин преводи у свим живим ћелијама, навела је људе да траже пут да сами комбинују гене из различитих организама и да тиме стварају нове генотипове. Тако се развила нова биолошка дисциплина, популарно названа генетичко инжењерство. Како један редослед нуклеотида означава увек исти редослед аминокиселина, требало је само наћи начин како пребацити неки ген из једног организма у други. Сада је могуће убацити гене људи, животиња или биљака у бактерије, које их, преко РНК преводе у одговарајући протеин. Сваким даном расте број хуманих и других протеина који се на овај начин производе у бактеријама. Генетичко инжењерство пружа неслуђене могућности комбиновања гена и стварање нових генотипова, који се не налазе у природним условима, а човеку могу бити од користи.

ОСНОВНА ПРАВИЛА НАСЛЕЂИВАЊА

Човек је одавно запазио да потомци лице на своје родитеље и претке, и ако у почетку није знао научну основу ове појаве. После дужег испитивања доказан је процес преношења наследних особина. Тако је наука установила наследност, као појаву преношења и одржавања сличних морфолошких, анатомских, физиолошких и других особина са родитеље на потомство.

Појавом наследности први се бавио Грегор Мендел (1822-1884). Мендел је био калуђер у Брну и наставник ботанике у гимназији, чији је хоби био гајење баштенских биљака. Од 1854. до 1865. год. вршио је укрштања различитих сорти грашка (*Pisum sativum L.*) у циљу праћења појаве наслеђа. Захваљујући математичким израчунавањима,

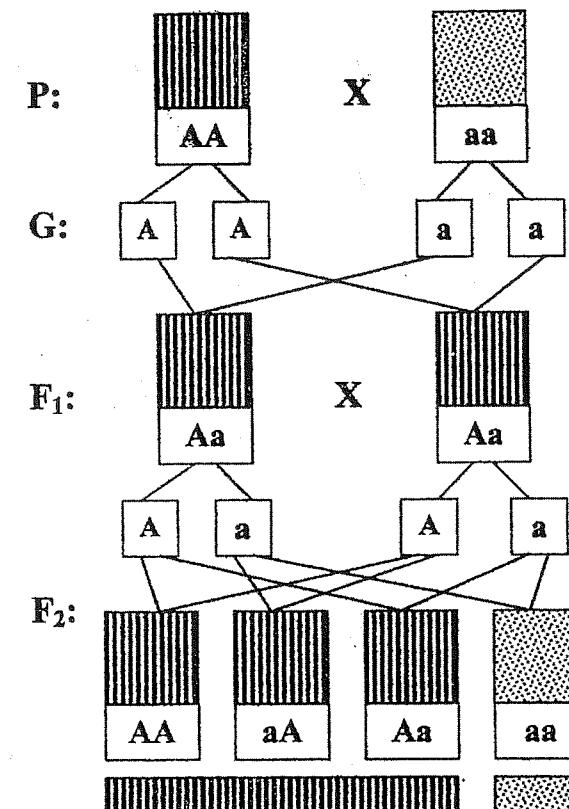
констатовао је да се једне особине сличне родитељским појављују код већег броја, а друге код мањег броја потомака. На основу бројчаних података извео је пропорције наследних особина, као и одређене законитости, дефинишући их као правила наслеђивања. Своје резултате је публиковао, 1856. год., у једном локалном часопису под насловом "Огледи са биљним хибридима" (Versuche über die Pflanzenhybriden).

У својим истраживањима Мендел је пратио наслеђивање само оних особина грашка које се алтернативно испољавају (облик семена, боја котиледона, боја семењаче, облик махуне, боја махуне, положај цвета, висина стабљике итд.), определивши се при томе за 22 карактеристике, за које је формирао посебне линије и затим вршио њихова међусобна укрштања. Укрштањем две сорте грашка, једне са semenkama чији су котиледони жуте боје и друге са котиледонима зелене боје, добијено је потомство са котиледонима жуте боје (F_1 или прва филијална генерација). Појава жуте боје код свих потомака прве филијалне генерације представља преимућство (доминацију) жуте боје над зеленом, те је Мендел ову особину назвао доминантном особином.

Настављајући даље међусобно укрштање јединки из F_1 генерације, тј. јединки са жутом бојом котиледона, добијено је потомство (F_2 или друга филијална генерација) у коме је 6022 биљке имало жуте котиледоне и 2001 биљка је била са зеленим котиледонима. Појава семенки са зеленом бојом, показала је да је ова особина била потиснута у F_1 , али је дошло до њеног испољавања у F_2 генерацији. Овакво свойство, Мендел је назвао рецесивним. Своју генијалност и оригиналност, он је показао уводећи у своје огледе математичке операције. Наиме, он је закључио да се особине дедова разилазе у размери 3:1, односно, у конкретном случају 6022:2001 (што се показало и код других својстава), шема 4. На основу ових закључака, Мендел је извео правило о разилажељу – сегрегацији родитељских особина у F_2 и каснијим генерацијама.

Ако се укрштање даље настави, добијањем треће и четврте генерације (F_3 и F_4), сегрегација фенотипова је врло слична основној пропорцији. Јединке које у F_3 , F_4 и каснијим генерацијама дају увек исто потомство, било са жутим или зеленим semenkama, називају се хомозиготи, док се јединке које у истој генерацији дају жуте и зелене потомке, означене као хетерозиготи. Према томе, Мендел је у почетку укрштао хомозиготне јединке са жутим semenkama као доминантним и зеленим као рецесивним особинама. Укрштање родитеља који се међусобно разликују у једном пару алтернативних особина (жуто-

зелено), при чему једно својство преовладава над другим, у генетици се означава као моногибридно укрштање са потпуном доминацијом.

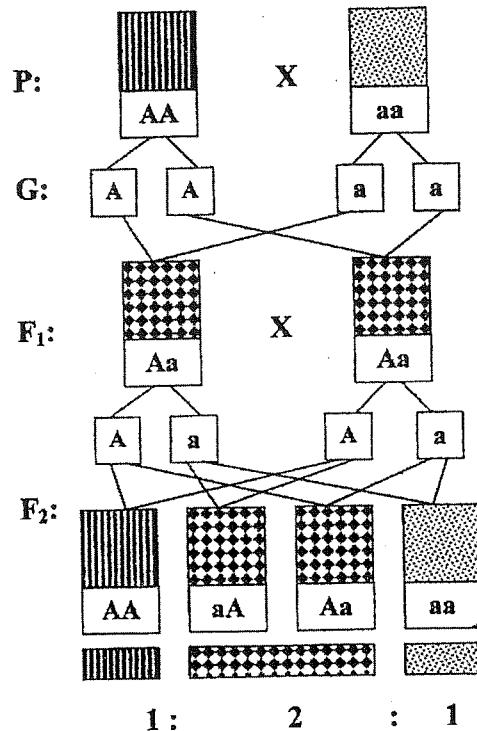


3 : 1
 - фенотипска експресија доминантног својства (AA;Aa;Aa)
 - фенотипска експресија рецесивног својства (aa)

Шема 5: Моногибридно укрштање са потпуном доминацијом

Појава да су потомци у F_1 генерацији наследили својство доминантног родитеља, не мора се увек испољити као што је то случај у приказаном примеру. Укрштањем две биљке каранfila, једне са црвеном бојом цвета и друге са белом бојом цвета, добија се потомство са ружичастим цветовима тзв. интермедијарном особином. У другој филијалној генерацији долази до раздавања особина у односу 1:2:1,

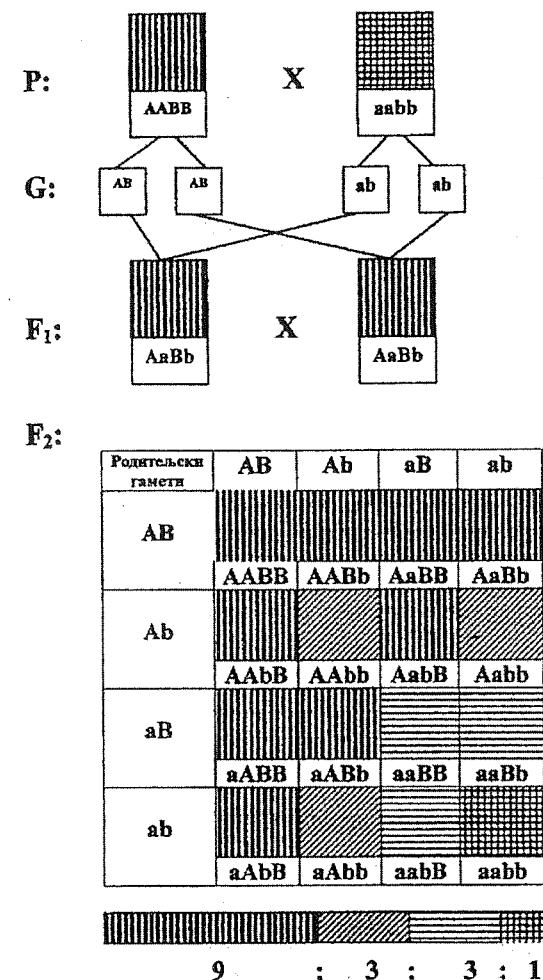
односно $\frac{1}{4}$ потомака има црвену боју цвета, $\frac{2}{4}$ имају ружичасту боју и $\frac{1}{4}$ белу боју цвета, шема 6. Узроци овој појави леже вероватно у делимичној доминацији једне особине или равномерном учешћу обе особине (црвена-бела боја цвета). Овакво укрштање познато је као моногибридно укрштање са непотпуном доминацијом или интермедијарно наслеђивање.



- - фенотипска експресија црвене боје цвета (AA)
- - фенотипска експресија роза боје цвета (aA; Aa)
- - фенотипска експресија беле боје цвета (aa)

Шема 6: Моногибридно укрштање са непотпуном доминацијом

Поред моногибридног укрштања, Мендел је вршио и укрштање индивидуа које се међусобно разликују у два пара алтернативних својстава – дихибридно укрштање.



- - фенотипска експресија оба доминантна својства
- - фенотипска експресија првог доминантног и другог рецесивног својства
- - фенотипска експресија првог рецесивног и другог доминантног својства
- - фенотипска експресија оба рецесивна својства

Шема 7: Дихибридно укрштање са потпуном доминацијом

Наиме, укрштањем хомозиготног грашка са жутим и округлим зрном са грашком који има зелено и наборано зрно, у F_1 генерацији добија се потомство које има жуто и округло зрно, па сонову чега се може закључити да су жуто и округло зрно доминантна својства у односу на зелено и наборано зрно (рецесивна својства).

Укрштањем јединки из прве филијалне генерације добија се F_2 генерација у којој се добијено потомство може сврстати у четири групе различитих комбинација родитељских особина. Бројчани однос потомака F_2 генерације може бити представљен пропорцијом 9:3:3:1, шема 6. У овој пропорцији девет делова потомака су са обе доминантне особине, три су са једном доминантном а другом рецесивном, три су са једном рецесивном и другом доминантном и, најзад, један део (најмањи број потомака) има обе рецесивне особине. Ово раздавање сваког паре особина независно од другог и њихово међусобно комбиновање, Мендел је уочио и означио као правило слободног комбиновања наследних фактора.

У самој природи, укрштање се догађа између јединки које се међусобно разликују у много већем броју особина него што је то овде приказано. Укрштање родитељских индивидуа које се разликују у три паре алтернативних својстава означава се као трихибридно, у четири паре-тетрахибридно, у пет паре-пентахибридно, у шест паре-хексахибридно итд. Ако са n означимо број пари алтернативних својстава која са неслеђују (што код моногибридног наслеђивања износи 1, код дигибридног 2, код тригибридног 3 итд.) онда се број могућих фенотипских класа у F_2 генерацији рачуна по формулама 2^n (при наслеђивању са потпуном доминацијом) односно 3^n (при наслеђивању са непотпуном доминацијом), по којој се рачуна и број могућих генотипова код оба типа наслеђивања. Број могућих комбинација који се може остварити приликом полигибридног укрштања рачуна се по формулама 4^n .

ОБЛИЦИ ИНДИВИДУАЛНЕ ПРОМЕНЉИВОСТИ И ЊИХОВА КЛАСИФИКАЦИЈА

Променљивост је карактеристика свих живих бића. Свака јединка поред особина које означавају врсту, поседује и своје индивидуалне особине, које условљавају разноврсност унутар саме врсте. Ова променљивост је резултат интеракције самог генотипа и услова спољашње средине у којима се индивидуа развија. Све ово, за последицу има чињеницу да је живи свет данас састављен од огромног броја посебних врста, које су настале услед деловања три основна фактора еволуције: наследности, променљивости и селекције.

У зависности од фактора који је условљавају, индивидуална променљивост се може поделити у две групе:

1. модификациона променљивост или модификације – представљају промене фенотипа настале као последица промена фактора спољашње средине и по правилу нису наследне и
2. генотипске варијације – представљају промене фенотипа, настале као последица промена у самом генотипу и по правилу су наследне. Према природи наследних промена обухватају мутације и рекомбинације гена.

Модификациона променљивост се уочава под непосредним утицајем фактора спољашње средине, као што су: светлост, влажност земљишта и ваздуха, температура, аерозагађење итд. Модификације су широко рас простране у природи, с обзиром да је сваки организам, током свог процеса развића, подложен утицају различитих фактора спољашње средине, што се у већој или мањој мери одражава на његове особине. Чак и код група биљака са истом наследном информацијом (генотипом), појединачни индивидуе се међусобно разликују, због разлика у станишним условима. Степен променљивости особина зависи од генотипа и провокације спољашње средине. Међутим, могућности модификационих промена на бази истог генотипа нису неограничене, него се крећу у оквиру граница које су одређене датим генотипом. Спектар могућих фенотипова који се може реализовати на бази једног генотипа у интеракцији са факторима спољашње средине означава се као норма реакције.

Мутациона променљивост се наслуђује изненадном појавом неке нове особине, која није била својствена индивидуама одређене врсте. Могу се јавити спонтано у природи или бити изазване у лабораторијским условима. У природним условима, мутације подлежу деловању природне селекције, при чему новонастале индивидуе, уколико имају смањену животну способност, бивају најчешће елиминисане. У супротном, уколико имају позитивна својства у односу на просек индивидуа у популацији, овакве индивидуе обогађују генофонд популације. Мутације које имају вредност за човека, деловањем вештачке селекције се проширују и нагомилавају код појединачних врста, чиме се стварају основе за синтезу нових сорти. У зависности од промена које је условљавају мутациона променљивост се може поделити у 4 групе:

1. мутације броја хромозома или мутације генома;
2. мутације структуре хромозома;
3. мутације гена и
4. ванхромозомске мутације.

Мутације броја хромозома или мутације генома

Мутације броја хромозома представљају један од важнијих извора променљивости у процесу еволуције, који се широко користи у оплемењивању биљака. Организми у соматским ћелијама, нормално, имају диплоидан број хромозома ($2n$) и он се одржава низом митотичких деоба. У гаметогенези долази до редукције диплоидног броја хромозома на хаплоидни број (n), који је карактеристичан за полне ћелије. Након спајања гамета са хаплоидним бројем хромозома, поново се добијају организми са диплоидним бројем хромозома. Диплоидност соматских ћелија и хаплоидност полних ћелија, нормално се јавља и одржава из генерације у генерацију. Међутим услед различитих узрока, може доћи до одступања од нормалног броја хромозома одређене врсте, при чему настају појаве означене као: хетероплоидија, полиплоидија и хаплоидија.

Хетероплоидија или анеуплоидија представља умањење или увећање броја хромозома унутар диплоидног комплекса, који је карактеристичан за одређену врсту. Организми настали на овај начин називају се хетероплоиди или анеуплоиди. Такве су на пример бројне форме код биљке *Poa pratensis*, која у соматским ћелијама има $2n = 28$ хромозома. Хетероплоиди ове врсте, у својим соматским ћелијама, садрже 29, 30, 31, 32, 33, 35 па и више хромозома. Појаву променљивог броја хромозома унутар диплоидног броја, први је уочио К. Бришес, при изучавању наследности пола. Хетероплоидија настаје при ћелијским деобама услед нарушувања нормалног разилажења неких хромозомских парова у мејози, тако да цели биваленти доспевају на један или други пол, образујући при томе два типа гамета: $n+1$ и $n-1$. У процесу оплођења, спајањем оваквих типова гамета међусобно или са нормалним типовима гамета, настају различити облици хетероплоида: моносомик: $2n-1$; нулисомик: $2n-2$; трисомик: $2n+1$; тетрасомик: $2n+2$; пентасомик: $2n+3$ итд.

Полиплоидија или еуплоидија представља умнажање читавих хромозомских гарнитура преко нормалног диплоидног броја. Организми настали на овај начин називају се полиплоиди или еуплоиди. У природи они могу настати на два начина: (а) асексуалним путем – после удвајања хромозома у митози, може изостати подела једра и цитоплазме, услед чега долази до образовања ћелија са полиплоидним бројем хромозома. Овај тип полиплоидије називамо митотска, зиготна или соматска полиплоидија; (б) сексуалним путем – после удвајања хромозома у мејози, може изостати деоба једра и цитоплазме, услед чега долази до образовања гамета са диплоидним

уместо хаплоидним бројем хромозома – мејотичка полиплоидија. Полиплоидни организми имају општу формулу: $3n$ – триплоиди; $4n$ – тетраплоиди; $5n$ – пентаплоиди; $6n$ – хексаплоиди; $7n$ – хектаплоиди... Увећање хромозомских гарнитура преко $16n$ доводи до леталности код многих врста организама. Упоређујући виталност хетероплоида и полиплоида, констатовано је да су у већини случајева полиплоиди виталнији од хаплоида, због тога што један организам лакше подноси промене читавих хромозомских гарнитура (при чему се одржава баланс гена), него појединачна умањења тј. увећања броја хромозома. У поређењу са диплоидним биљкама, полиплоиди могу бити бујнији, плоднији, крунијег лишћа или цветова, понекад адаптибилнији, због чега се сматра да су полиплоиди имали значајну улогу у еволуцији животог света, пре свега биљног. У оплемењивању биљака појава полиплоидије има врло значајну улогу. Тако је установљено да 50% ангиосперми (цветница) је полиплоидно.

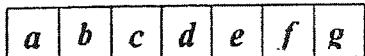
Хаплоидија или моноплоидија представља појаву када читав организам у соматским ћелијама има хаплоидан, уместо нормалног диплоидног броја хромозома. Хаплоидија настаје као резултат поремећаја у мејози или услед деловања различитих фактора спољашње средине на биљне организме. Овакве биљке су обично слабије развијене од диплоидних биљака и скоро су увек стерилне.

Мутације структуре хромозома

Мутације структуре хромозома представљају промене редоследа и броја гена унутар њих. Свака структурна промена хромозома обухвата два основна момента: (а) прекид хромозома (фрагментација) и (б) спајање насталих фрагмената. Познато је да се могу спајати само прекинути хромозоми са другим прекинутим хромозомима, док се крајеви прекинутих и целих хромозома не спајају. Момент спајања крајева настаје одмах након прекида хромозома, на два или више делова, после чега се ти делови поново спајају на различите начине. Промене у структури хромозома (хромозомске аберације), шема 8, могу бити:

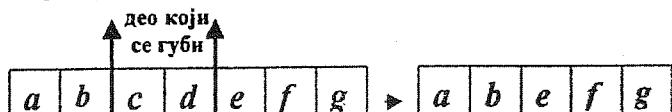
- квантитативне промене – промене у количини генетског материјала (мањак или вишак), где спадају: делеција и дупликација и
- квалитативне промене – промене у организацији генетског материјала, где спадају: инверзија и транслокација.

Нормалан хромозом означен са 7 гена (од *a* до *g*)

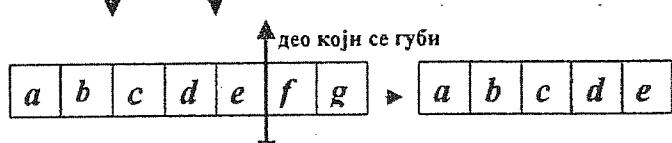


Делеција: а) интерстицијална; б) терминална

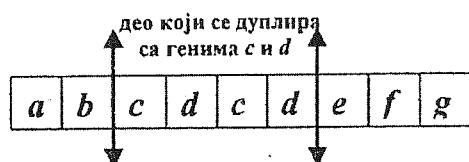
а)



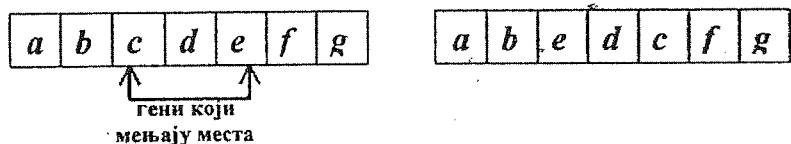
б)



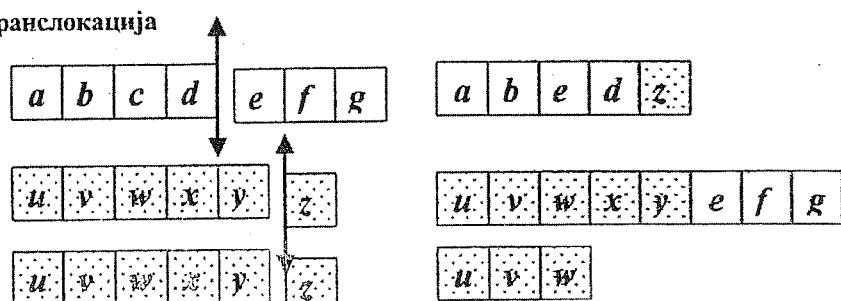
Дупликација



Инверзија



Транслокација



Шема 8: Шематски приказ мутација структуре хромозома, који на себи носи гене *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*

Делеција представља губитак одређеног дела генетичког материја, односно хромозома заједно са генима који се на том делу налазе. Део хромозома који се губи на себи може носити један или више гена. Ако се гени губе са крајева хромозома, говоримо о терминалној делецији, односно ако се гени губе унутар хромозома, говоримо о интерстицијалној или интеркаларној делецији. Што су делови хромозома који се губе већи (са већим бројем гена), леталност оваквих структурних промена је већа, јер долази до онемогућавања раста и развића оваквих организама.

Дупликација представља удвајање одређеног дела генетичког материјала, односно одређених делова хромозома, који на себи могу носити један или више гена.

Инерзија представља промену редоследа гена унутар одређеног дела хромозома. Настаје ако се нормалан хромозом прекине на два места, након чега се интерстицијални (унутрашњи) део преокрене-инвертира и поново споји са остала два дела хромозома. Код већине организама овакве појаве имају штетан ефекат.

Транслокација представља размену фрагмената – делова између нехомологих хромозома. Може настати: (а) након прекида на различитим хромозомима, услед чега долази до измене делова нехомологих хромозома и (б) услед crossing over-a, при парењу нехомологих хромозома, када је генетска контрола парења спречена.

Мутације гена

Мутације гена представљају промене субмикроскопске структуре самих гена, које настају као последица промена у хемијској структури молекула ДНК. Гени типични за изворне форме врста означавају се као »исходни« или »дивљи«, а измене гене називамо мутираним. Разликују се три типа генских мутација:

- праве $A \rightarrow a$: доминантни ген (*A*) мутира у свој рецесивни алел (ген *a*). За ово постоје многи примери код културних биљака. На пример, чести су примери да се у потомству од зелених биљака појави понека индивидуа са белим или жутим листовима итд.;
- реверзнe $a \rightarrow A$: рецесивни ген (*a*) мутира у свој доминантни ген (*A*). Овакве мутације су много ређе, мада постоје и такви примери и
- мултипни алели $A \rightarrow a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \dots$: доминантни ген (*A*) мутира у два или више рецесивних алела (ген a_1 ; a_2 , a_3 , ...).

Ванхромозомске мутације

Све горе наведене групе мутација односе се на промене које настају у самим хромозомима или генима. Ванхромозомске мутације представљају промене у органелама цитоплазме, које доводе до измена особина организма. Оне су сличне генским мутацијама, јер су стабилне и наследљиве. Природа ванхромозомских мутација лежи у губитку ванхромозомске структуре или пак њиховим функционалним и морфолошким променама (нпр. пластида). Појава ванхромозомских мутација само обогаћује генофонд врсте и служи као допунски извор индивидуалне промењивости у еволуцији и процесу оплемењивања биљака.

ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ И МЕТОДЕ ОПЛЕМЕЊИВАЊА БИЉАКА

Оплемењивање биљака у савременом шумарству представља основу семенарству, шумским културама и плантажама и гајењу шума. Под оплемењивањем биљака подразумевамо биолошку дисциплину која се бави проучавањем принципа, метода и технике стварања нових културних биљака. Суштина оплемењивања биљака састоји се у вольном скретању механизма образовања врсте у корист биљних облика који су човеку непосредно потребни.

За планску реконструкцију врсте и синтезу културних таксона користи се неколико основних метода оплемењивања: масовна и индивидуална селекција, хибридизација и спонтане и индуковане мутације. Избор основних метода и одговарајућих варијаната ових метода оплемењивања зависи од: (а) задатка који се поставља при оплемењивању, (б) природе врсте са којом се ради, (ц) актуелности постављеног задатка и (д) значаја његовог решавања за потребе унапређења биљне производње у шумарству.

Оплемењивање селекцијом

Селекција представља основну методу оплемењивања биљака. Суштина селекције лежи у уочавању и одабирању бољих (најбољих): (а) популација или групе стабала – масовна селекција или (б) појединачних индивидуа унутар популације – индивидуална селекција. Масовна селекција представља основну методу оплемењивања шумског дрвећа, која се састоји у уочавању и издвајању најбољих састојина, популација или група биљака, у циљу производње

квалитетног семенског материјала. Одабирање се врши на основу фенотипских карактеристика, што представља добру основу за добијање висококвалитетног потомства. Селекција најбољих састојина шумског дрвећа, поставља се данас као битан задатак, нарочито ако се има у виду нарастајућа потреба човека за дрвном масом. Индивидуална селекција је веома сложен метод оплемењивања биљака, који се састоји: (а) у избору јединки које се истичу по својим морфолошким и физиолошким карактеристикама и (б) у упоредној морфолошкој анализи њиховог потомства у мање-више контролисаним условима средине. Данас се стабла све чешће селекционишу на једно или два пожељна свойства. Појединачна стабла која су изванредни примерци по свом фенотипу (плус варијанте) означавају се плус стаблима. Стабла одабрана по фенотипу и квалитету потомства означавају се елитним стаблима.

Оплемењивање хибридизацијом

Након одабирања – селекције и упознавања типова наслеђивања појединачних својстава, оплемењивање тежи стварању пожељних фенотипова који настају комбиновањем различитих својстава у један генотип. Овај поступак означава се као хибридизација. На пример, један од родитеља може да се одликује високом продукцијом дрвне масе или истовремено и слабом отпорношћу на одређену болест, док други обрнуто, може имати малу продукцију дрвне масе или показивати високу отпорност на болест. Циљ хибридизације је да се код потомака-хибраида, сједине пожељне особине тј. да се потомство у конкретном случају одликује високом продукцијом дрвне масе и отпорношћу на дату болест. На овај начин, хибридизацијом су постигнуту видни резултати у цвећарству, воћарству, пољопривреди и шумарству.

У оплемењивању биљака хибридизацијом, посебно место има изучавање хибридне снаге или хетерозиса. Под хетерозисом, луксузирањем или хибридном снагом подразумева се појава да је хибридно потомство F_1 генерације у погледу једног или више својстава превазилази онсег варирања оба родитеља. Ако је F_1 генерација боља од бољег родитеља говоримо о »позитивном хетерозису«, а ако је слабија од слабијег родитеља говоримо о »негативном хетерозису«. Израчунава се у односу на бољег родитеља или родитељски просек.

Бујност или хибридна снага максимално се испљава у F_1 генерацији, док у F_2 и каснијим генерацијама, долази до постепеног опадања, тако да се већ након F_4 , F_5 генерације добијају потомци који

се по вредностима анализариних својстава приближавају једном од родитеља.

Појава хетерозиса код низа шумских врста дрвећа отвара пут осетијем, чак и вишеструком повећању прираста дрвне масе. Хибридна снага уопште код дрвенастих биљака има изванредно велики значај, нарочито због тога што се родитељске биљке аутовегенативним и хетеровегетативним размножавањем могу умнажати за масовну производњу хетеротичног семена у специјализованим семенским плантажама. Хетерозису у шумарству треба посветити већу пажњу, јер се на овај начин отвара пут ка значајним успесима у оплемењивању шумског дрвећа. Генетички закони који су у основи хетерозиса су јединствени, али карактер наслеђивања и методи истраживања код дрвећа су различити. Изучавање хетерозиса дрвећа обухвата: евидентирање и проучавање ефекта хетерозиса; унапређење метода избора родитељских стабала и технологију масовне производње.

Избор родитељских стабала чије потомство треба да да хетеротични ефекат, треба заснивати на што више експерименталних података, при чему комбинационна способност која је генетички детерминисана заузима водеће место. За широко коришћење ефекта хетерозиса у пракси, неопходан је предходан рад на одабирању полазних индивидуа, које при укрштању обезбеђују максималан хетеротични ефекат. Одабир индивидуа, чијим укрштањем се остварује хетерозис, постиже се путем одређеног система укрштања који представља различите методе провере комбинационе способности матичних биљака.

Посебан облик размножавања селекционисаних биљака је калемљење или трансплантирање. Оно представља вид вегетативног размножавања при коме се један део биљног организма, означен као племка (пупољак, гранчица, изданак...) преноси на други или исти биљни организам-подлогу, да би након срашћивања они чинили једну целину (калем, цеп...). Калемљење представља вид хетеровегетативног размножавања, јер се племка развија на кореновом систему друге биљке-подлоге, која је таксономски или генетички мање-више близка матичној биљци.

Привредни и биолошки значај калемљења у масовној производњи ± оплемењених биљака, данас је врло велик и огледа се у размножавању индивидуа истог генотипа у низу примерака, стварање химера калемљења, увођење и гајење нових сорти и тиме проширење њиховог ареала. Груписањем, овако добијених, вегетативних копија, најбољих фено- и генотипова шумског дрвећа у семенским плантажама, омогућава се производња генетски квалитетног семенског

и садног материјала, што представља један од главних задатака савременог оплемењивања биљака.

Оплемењивање мутацијама

Важан извор генетичке променљивости у оплемењивању биљака представљају спонтане мутације. Оне могу настати као резултат промена у броју хромозома, структури хромозома, хемијском саставу гена или промена у ванхромским органелама. Мутације броја хромозома, пре свега, удвајање читавих хромозомских гарнитура у соматским ћелијама имало је одлучујућу улогу у оплемењивању биљака. И ако »народна селекција« није познавала појаву полиплоидије, она је знала да уочи и искористи појаву бујност, виталност и адаптибилност код оваквих биљака. Спонтане мутације дрвећа и жбуња имају значајну улогу у обогаћивању асортимана културних сорти, тако да оне данас чине основу 10 до 30% досада синтетисаних таксона неких врста украсних дрвенастих биљака.

Међутим, спонтане мутације имају ограничenu улогу у оплемењивању биљака, јер се јављају врло ретко и на њихову појаву треба чекати дуг временски период. Из тих разлога, данас се све више прибегава индуковању мутација, како би се испровоцирала и знатно повећала генетичка варијабилност врсте која је предмет интересовања оплемењивача. У ту сврху користе се физичка, неорганска и органска хемијска мутагена средства, чија примена зависи од конкретног случаја. Од физичких средстава се користе температурни шокови, ултравиолентри зраци, а у последње време најбољи и најбржи успеси се постижу применом јонизујућег зрачења. Од хемијских средстава најчешће се употребљавају соли тешких метала, пероксиди, алдехиди, азотна киселина итд. Без обзира на многе тешкоће, индуковањем мутација се откривају перспективе за синтезу нових културних биљака, нарочито у области оплемењивања украсног дрвећа и жбуња.

ЗООЛОГИЈА – УВОД

Зоологија је наука о животињама (зоон – животиња, логос – наука). Она данас представља систем научних дисциплина које се могу сврстати у две групе.

Прву групу зоолошких дисциплина чине науке које проучавају поједине групе животиња. Најопштија подела по овом критеријуму је подела на протозоологију (науку о прахивотињама), зоологију бескичмењака и зоологију кичмењака, а специфичне дисциплине су, на пример, малакологија (наука о мекушцима), ентомологија (наука о инсектима), ихтиологија (наука о рибама), орнитологија (наука о птицама), мамологија (наука о сисарима) и антропологија (наука о човеку).

Друга подела зоолошких дисциплина се односи на специфичне стране живота животиња, а неке од ових дисциплина се односе и на друга жива бића. Примери су: морфологија (наука о грађи тела), ембриологија (наука о ембрионалном развију), етологија (наука о понашању), ендокринологија (наука о жлездама са унутрашњим лучењем), еколоџија (наука о односу живих бића и средине), зоогеографија (наука о распрострањењу животиња), палеонтологија (наука о фосилним остацима), генетика (наука о наслеђивању), систематика (наука о разноврсности организама), таксономија (наука о сврставању живих бића у одређене категорије), еволуција (наука о постанку и историјском развоју врста), биохемија (наука о хемијским процесима у живим бићима) и друге.

ОРГАНИЗАЦИЈА ЖИВОТИЊА

Сва жива бића се сastoјe из ћелија, које представљају основне структурне и функционалне јединице њихове организације. Животиње могу бити једноћелијске и вишечелијске.

Ћелије вишечелијских организама се међусобно разликују зависно од функције коју врше. Група ћелија које су специјализоване за одређену функцију и имају исту структуру и порекло, чини ткиво. У састав ткива поред ћелија може ући и међућелијски неживи материјал који је производ активности ћелија. Специјализација ћелија и појава ткива су довеле до повећања ефикасности функција и појаву узајамне

зависности између ћелија и делова организма. Код животиња постоји четри типа ткива: епителијално, везивно, мишићно и нервно. Наука која проучава ткива се зове хистологија.

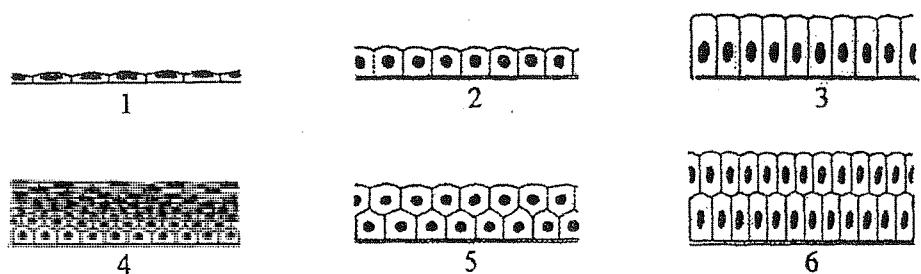
Делови организма који се међусобно структурно и функционално разликују, а у садејству омогућавају живот организма се називају органи (код вишећелијских организама), односно органеле (код једноћелијских организама).

ХИСТОЛОГИЈА

Епителијално ткиво

Епителијална ткива (епители) се сastoјe од густо збијених ћелија које прекривају целокупну површину тела, површину унутрашњих органа и њихових шупљина (обложу цревни канал, урогениталне и дисајне путеве, зидове крвних судова, изграђују жлезде и др). Ове ћелије имају могућност регенерације.

Епител се може састојати од једног или више слојева ћелија које могу бити плочастог, коцкастог или цилиндричног облика.



Слика 30: Типови епителијалног ткива: 1 – једнослојни плочаст, 2 – једнослојни коцкаст, 3 – једнослојни цилиндричан, 4 – вишеслојни плочаст, 5 – вишеслојни коцкаст, 6 – вишеслојни цилиндричан.

Најчешће се испод епитела налази слој везивног ткива, а између њих је танка базална мембра на пропусна за кисеоник и хранљиве материје. Код бескичмењака се површински епител (покожица) састоји се од једног слоја ћелија, и оне могу на својој површини да луче чврст слој који се назива кутикула. Код кичмењака је покожица вишеслојна и по правилу садржи рожну материју на површини.

Постоје различити типови епитела. Трепљасти епител облаже дисајне путеве, канал средњег уха и гениталне одводе. Његове ћелије

на својој слободној површини имају трепљасте израштаје који се ритмички крећу и померају материјал изнад ћелија у једном правцу. Чулни епител чулних органа је снабдевен израштајима у виду длака и специјализован је за примање и преношење надражја из спољашње средине. Жлездани епител излучује различите материје и изграђује жлезде. Егзокрине жлезде свој секрет излучују преко одводног канала на површину тела или у шупљину неког органа. Жлезде које свој секрет излучују у крв, називају се ендокрине, а њихов секрет су хормони. Ресорpcionи епител прекрива унутрашњост цревног канала. Епител који покрива површину унутрашњих телесних шупљина и крвних судова означен је као ендотел.

Везивно ткиво

Везивна ткива испуњавају шупљине, повезују друга ткива и пружају потпору организму. У њихов састав поред ћелија улази и међућелијска нежива супстанца коју излучују ћелије овог ткива. У везивна ткива спадају: крв и лимфа, влакнасто везиво, хрскавичаво и коштано ткиво.

Крв и лимфа

Крв се састоји од крвних ћелија и крвне плавме. У крвне ћелије спадају црвена крвна зрнца (еритроцити), бела крвна зрнца (леукоцити) и крвне плочице (тромбоцити).

Еритроцити кичмењака могу бити различитог облика и не садрже једро. Еритроцити поседују пигмент хемоглобин који лако везује и отпушта кисеоник, и служи као његов преносилац од органа за дисање до осталих делова тела. Код виших кичмењака се еритроцити образују у коштаној сржи а код риба и водоземаца у слезини, док се код свих разлажу у јетри и слезини.

Леукоцити су код кичмењака заступљени у знатно мањем броју од еритроцита. Не садрже хемоглобин ни опну и крећу се амебоидно. Имају способност да обухватају разне стране честице и микроорганизме и зато су значајни у одбрани организма од узрочника разних болести (патогена). Према изгледу цитоплазме и једра, леукоцити се могу поделити на гранулоците и агранулоците. Леукоцити се стварају у коштаној сржи, слезини и лимфним жлездама. Крв бескичмењака садржи само бела крвна зрнца.

Тромбоцити су ситне, веома бројне ћелије плочастог облика које не поседују једро. Имају улогу у згрушувању крви и спречавању отицања крви и настају у коштаној сржи.

Крвна плазма представља течну међућелијску супстанцу која садржи беланчевине, угљене хидрате, соли и друге материје. Најчешће је безбојна, али може бити жућкаста или зеленкаста. Битан састојак крвне плазме је протеин фибрин који има улогу при згрушавању крви изван крвних судова при повредама.

Улога крви је преношење кисеоника и хранљивих материја до свих ткива у организму, транспорт продуката метаболизма до органа за излучивање, разношење хормона и заштита организма од патогених микроорганизама.

Лимфа је безбојна течност састава сличног крвној плазми, која садржи само бела крвна зрнца. Лимфа циркулише кроз посебан систем канала који је означен као лимфоток. Лимфа представља посредника између крви и ткива, јер преко ње до ћелија доспевају хранљиве материје, а у њу доспевају производи метаболизма који се избацују из организма.

Влакнасто везивно ткиво

Везивна влакна овог ткива се налазе у аморфној међућелијској маси коју саме излучују. Везивне ћелије могу бити различитог облика: неправилног, звездастог, овалног, округлог, а поред њих су присутни и леукоцити. Према саставу и конзистенцији везивна влакна могу бити колагена и еластична. Колагена влакна су чврста, дебела, савитљива или нееластична, док су еластична влакна тања, еластична и разграната.

Према распореду влакана разликују се два типа влакнастог везивног ткива, растресито и чврсто. Растресито везиво је најраспрострањеније код кичмењака, има малу количину влакана која се пружају у различитим правцима, налази се унутар и између органа и повезује нерве, мишиће, кости, кожу, крвне и лимфне судове.

Чврсто везивно ткиво има већу количину влакана која су груписана у паралелне снопиће. Колагено чврсто везиво изграђује тетиве које везују мишиће за кости или мишиће међусобно, и лигаменте који повезују кости. Еластично чврсто везивно ткиво учествује у изградњи лигамената, плућа, крвних судова и других еластичних органа.

Хрскавичаво ткиво

Хрскавичаво ткиво је карактеристично за кичмењаке, а чине га крупне ћелије (хондробласте) које су најчешће распоређене у групама по две, и еластична међућелијска супстанца са везивним влакнima.

У зависности од врсте међућелијске супстанце разликују се 3 типа хрскавичавог ткива: хијалинско, еластично и влакнасто. Хијалинска хрскавица се налази код хрскавичавих риба, а такође и у хрскавици зглобова, носа и душника, еластична хрскавица изграђује у ушну школјку и гркљан, а влакнаста хрскавица је заступљена у зглобовима и између кичмених пршиљенова.

Коштано ткиво

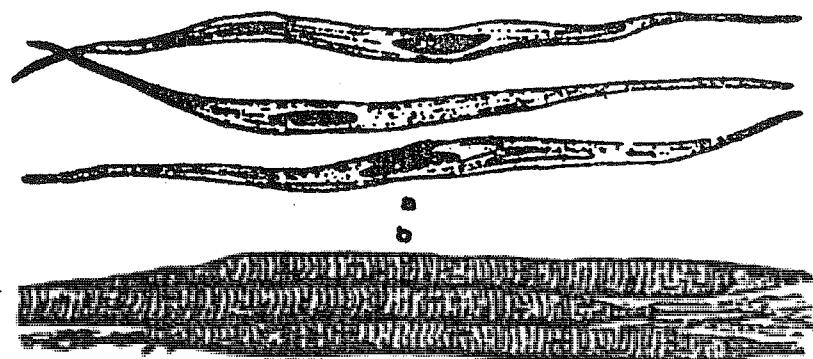
Коштано ткиво постоји само код кичмењака и сачињавају га ћелије остеобласте и веома чврста међућелијска супстанца, у чији састав улазе органске материје (осеин, колагени фибрили) и неорганске супстанце (претежно соли калцијума и магнезијума). На површини кости се налази везивна опна – покосница, испод ње је компактна коштана маса, а ка унутрашњости кости структура је сунђераста. У шупљинама дугачких костију се налази коштана срж. Коштана маса је прожета каналима (Хаверзови канали) кроз које пролазе крвни судови и нерви. Покосница даје коштане ћелије и значајна је за раст костију и за њихово срастање након прелома. Код виших кичмењака коштана срж производи еритроците.

Мишићно ткиво

Мишићно ткиво (мускулатура) се састоји из ћелија (мишићних влакана) које имају способност да се контрахују (скупљају) јер садрже контрактилна влакна – миофибриле. Према структури и начину функционисања постоје два типа мишићног ткива: глатко и попречно пругасто, а по неким ауторима срчани мишић се издваја у трећи тип мишићног ткива.

Глатка мускулатура (висцерална), изграђује зидове цевастих органа и органа са шупљинама (прево, крвни судови, мокраћна бешика, материца). Контракције ових мишића су споре и нису под утицајем воље. Ћелије глатких мишића су мало издужене, са само једним једром и у стању су да дуго остану у контрахованом стању.

Попречно-пругаста (скелетна) мускулатура сачињава око 40% укупне телесне тежине. Ћелије скелетних мишића су издужене, са већим бројем једара, груписане у снопове. У мишићним влакнima се налазе миофибрили, који садрже наизменично светле и тамне пруге. Ови мишићи омогућавају кретање и производњу топлоте, контрахују се под утицајем воље али се, за разлику од глатких, замарају при раду.

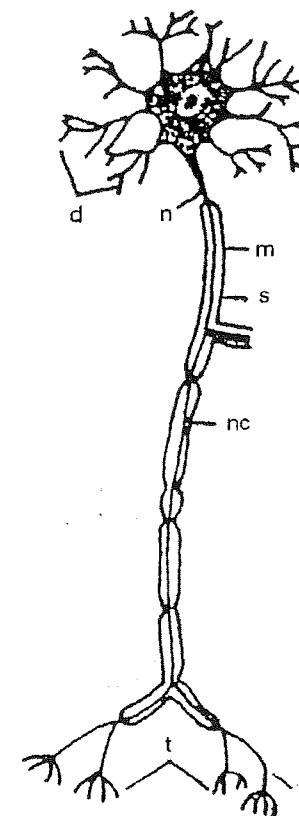


Слика 31: Глатка (а) и попречно-пругаста (б) мускулатура

Мускулатура срца је према структури слична попречно-пругастој, а у функционалном погледу је ближа глаткој мускулатури. Ћелије су попречно-пругасте, контракције су брзе, ритмичке и аутоматске и одигравају се без утицаја воље.

Нервно ткиво

Нервно ткиво се састоји из нервних ћелија – неурона, које имају способност да преносе нервне надражaje и потпорних ћелија – неуроглија. У цитоплазми неурона се налазе влакна која се називају неурофибрили, који представљају непосредне преноснике надражаја. Од тела неурона, које садржи крупно једро, пружају се дуги наставци (неурити) и кратки наставци (дендрити). Неурити (аксони или нервна влакна) су негранати осим на крају и одводе од тела нервне импулсе. Према броју неурита постоје униполарни, биполарни или мултиполарни неурони. Дендрити су гранати и присутни у великом броју и имају функцију довођења нервних импулса до тела неурона. Тело нервних ћелија се налазе у нервним центрима или ганглијама, док неурити изграђују нерве или живце и прекривени су неуролемом или Швановом опном а испод ње се код већине кичмењака налази миелинска опна. Нервне ћелије одраслих јединки се више не деле али се неурити кичмењака могу делити.



Слика 32: Делови неурона: d – дендрити, n – неурит или аксон, m – миелинска опна, s – Шванова опна са једрима (nc), t – дендрити.

Код животиња са дифузним нервним системом надражaji се пружају у разним правцима, а код животиња са централизованим нервним системом надражaji се пружају од дендрита ка телу неурона и одатле ка аксону. У централном нервном систему постоје три типа неурона: сензитивни или рецепторни неурони (спроводе надражај од места примања до нервних центара) моторни или ефекторни неурони (спроводе надражај од нервних центара до места реаговања) и асоцијативни неурони (налазе се у нервним центрима и преносе надражај од сензитивних на моторне неуроне).

ОРГАНИ, ОРГАНСКИ СИСТЕМИ И ОРГАНИЗАМ

Након појаве ткива даљи ступањ структурног усложњавања представља појава органа. Органи су комплексни делови вишећелијских организама састављени од различитих ткива међусобно повезаних у јединствене функционалне целине. Сваки орган може вршити једну или више сличних функција и поседује главно или основно ткиво (нпр. жлездани епител код жлезда) и споредна ткива (нпр. везивно или нервно ткиво код жлезда).

Органски системи представљају целину вишег реда – скуп органа који врше неку заједничку функцију. На пример, крвни систем чине срце, артерије и вене. Код сисара постоје следећи системи органа: кожни, мишићни, нервни систем, систем чулних органа, систем за варење, за дисање, крвни систем, лимфни систем, систем за излучивање (екскреторни), систем органа за размножавање (генитални) и ендокрини систем.

Највиши систем интегрисаности животињских организама, у структурном и функционалном погледу, остварен је на нивоу организма. Сваки поремећај у раду било ког органа или система посредно се или непосредно одражава на рад других органа и организчких система, односно на организам као целину.

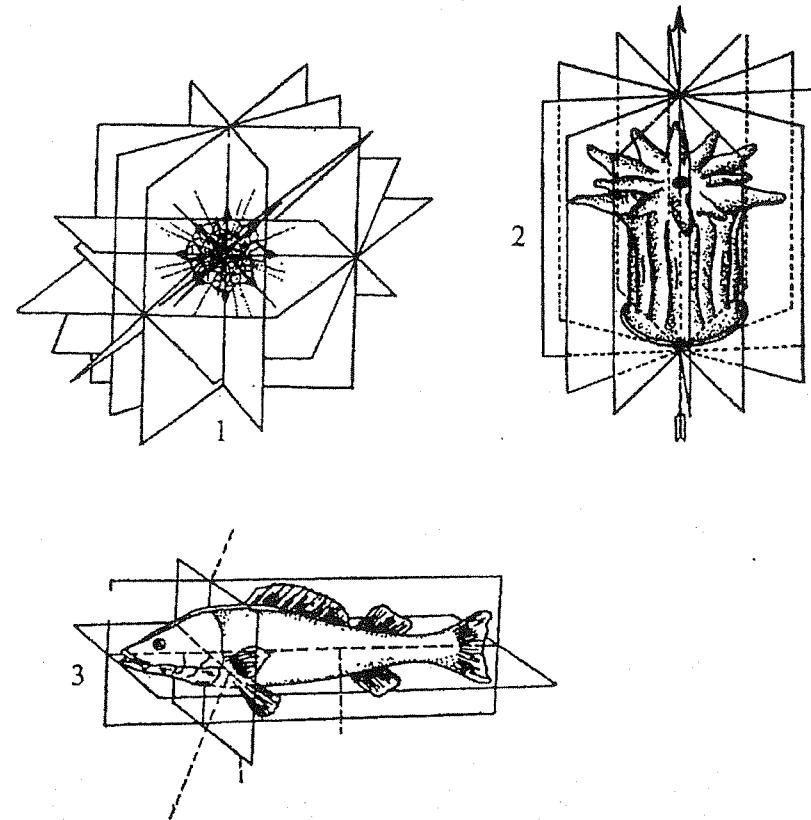
Сваки организам представља саставни део своје животне средине са којом је у сталном и узајамном односу и без које не би могао самостално опстати.

СИМЕТРИЈА ЖИВОТИЊА

Животиње у односу на симетрију можемо поделити на :

- Асиметричне – немају дефинисан облик тела и тело им се не може ни једном равни поделити на два једнака дела (амеба и сунђери).
- Сферичне – кроз њихов центар се може провући бесконачно много равни и све деле животињу на два једнака дела (неке прах животиње – *Radiolaria*).
- Радијалне (зрачне) – имају цилиндрично тело које се може поделити већим бројем равни која садржи уздужну осу тела на једнке делове (дупљари, бодљокошици).

- Билатералне (двестране, двобочне) – имају само једну раван симетрије која садржи дужу осу тела и дели тело на два једнака дела (ларве бодљокошаца, мекушци, зглавкари и кичмењаци).



Слика 33: Типови симетрије, осе и равни симетрије: 1 сферична, 2 радијална, 3 билатерална.

Билатерално симетричне животиње садрже три осе симетрије које су међусобно управно положене: уздужну (лонгитудиналну) осу која је хетерополна (није једнака на половима), леђно-тробушну (сагиталну) осу која је хетерополна и попречну (трансверзалну) осу која је хомополна. Кроз ове осе се могу поставити 3 равни:

- сагитална раван – дели организам на леву и десну половину,
- трансверзална раван – дели организам на предњи и задњи део,
- хоризонтална раван – дели организам на леђни и трбушни део.

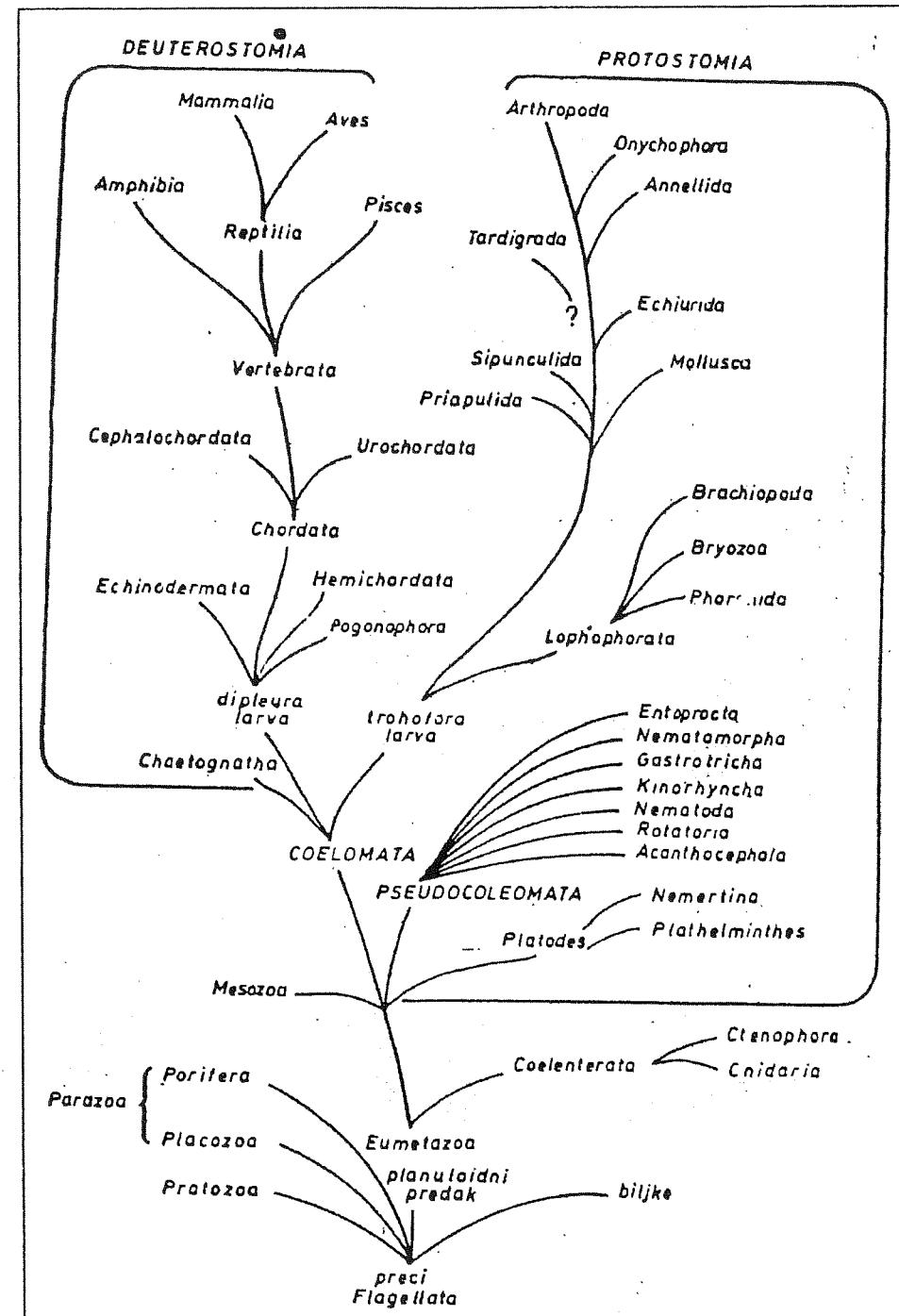
СИСТЕМАТИКА ЖИВОТИЊА

Систематика је грана биологије која се бави разноврсношћу живих бића и њиховом класификацијом у одређене природне системе на основу њихове међусобне сличности и сродности.

Први покушаји систематисања животиња забележени су у 4. веку пре нове ере (Аристотел). Природни систем живих бића представља класификовање организама на основу степена сродства односно према пореклу. Предпоставља се да сличности морфоанатомских и физиолошких својстава одражавају заједничко порекло и сличну еволуцију.

Основна систематска јединица је врста (*species*). Чине је јединке са истим структурним и функционалним карактеристикама које могу да ступе у репродуктивне односе и дају плодно потомство.

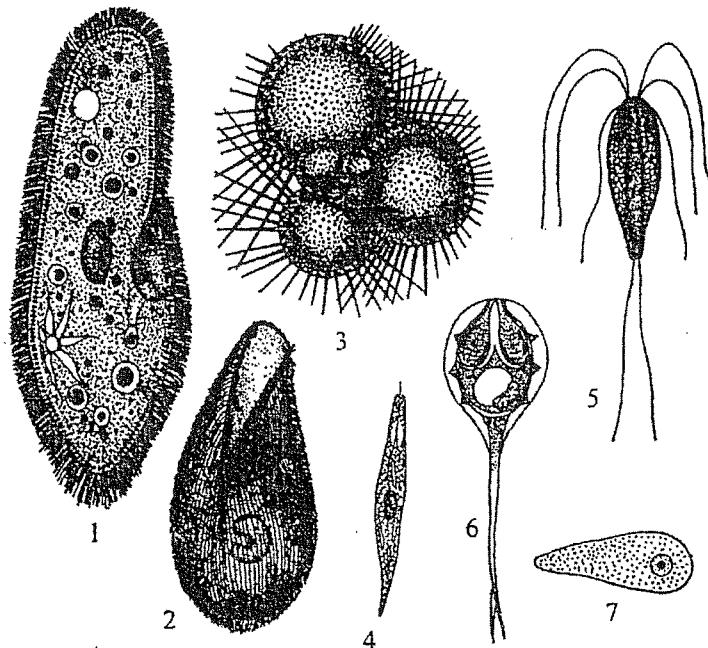
У 18. веку шведски научник Карл Лине је увео бинарни систем номенклатуре, где свака врста има име рода (пише се великим словом) и име врсте (пише се малим словом). Више основне систематске категорије од врсте су: род (*Genus*), фамилија (*Familia*), ред (*Ordo*), класа (*Classis*), тип (*Phylum*) и царство (*Regnum*). Интермедијарне (прелазне) категорије испред основних имена имају префикс под- или над- (*sub-* или *super-*). Утврђивање места одређене животиње у таксономском систему врши се употребом кључева за одређивање (детерминацију). Они садрже опис битних морфолошких карактеристика на основу којих се дата животиња може сврстати у одређену систематску категорију. Пошто је наше познавање животињског света још увек непотпуно, и данас постоји велики број начина класификовања организама. Један од њих је приказан на слици 34.



Слика 34: Филогенетско стабло животиња

Тип Protozoa (праживотиње)

Protozoa су једноћелијске животиње еукариотске грађе. Данас је познато око 20 000 врста протозоа које имају различито порекло. Оне живе у морској и слаткој води, у земљи, епизоично (на другим организмима) или ендозоично (унутар других организама). У зависности од утицаја који праживотиње имају на организме на којима живе, могу се означити као коменсали (не штете им), паразити (наносе им штету) или симбионти (оба организма имају узајамну корист).



Слика 35: Представници различитих група праживотиња:

- 1 – Paramecium, 2 – Ciliophora, 3 – Sarcodina, 4 – Euglena,
- 5 – Mastigophora, 6 – Cnidospora, 7 – Sporozoa.

Праживотиње најчешће имају стални облик тела али неке имају променљив облик јер њихова цитоплазма не поседује мембрани (нпр. амебе). Неке врсте поседују љуштуру од органских или неорганских материја. Цитоплазма је диференцирана на спољашњи слој (ектоплазму) који је гушћи и хомогенији и унутрашњи зраст слој (ендоплазму).

Исхрана праживотиња може бити аутотрофна и хетеротрофна (због тога ботаничари неке од њих сврставају у биљке). Већина праживотиња су сапробне. Размена гасова обавља се дифузијом преко

површине тела. Излучивање продуката метаболизма врши се помоћу контрактилних вакуола или целом површином тела.

Органеле за кретање праживотиња могу бити: псеудоподије (код амеба), трепље (код парамецијума) или бичеви (код бичара). Многе паразитске праживотиње нису способне да се крећу. Protozoa реагују на додир, хемијске надражaje и светлост (коју бичари примају очном мрљом). Размножавање праживотиња може бити бесполно (бинерном или мултиплим деобом, плазмотомијом или пупљењем), и полно (копулацијом, коњугацијом или аутогамијом). При копулацији долази до сингамије (спајања гамета) а код копулације и аутогамије постоји коњугација (размена и спајање једара).

Постоје и колонијалне праживотиње (на пример *Volvox*) где долази до диференцијације ћелија на полне и телесне, али за разлику од вишеселијских животиња (метазоа) не постоје различити типови телесних ћелија.

У оквиру типа Protozoa постоје 4 подтипа на основу начина кретања и размножавања: Sarcomastigophora (обухвата праживотиње које се крећу псеудоподијама и бичевима), Sporozoa (паразитски облици), Cnidospora (такође паразити) и Ciliophora (крећу се трепљама).

Значај праживотиња

Аутотрофне Protozoa су значајни продуценти органске материје и заједно са хетеротрофним представљају почетне карике у ланцима исхране, нарочито у воденим екосистемима. Љуштуре неких врста праживотиња су имале значајну улогу у образовању појединих слојева Земљине коре и користе се као поузданни индикатори за проналажење нафте. Неке праживотиње се користе као средство у биохемијским и молекуларно-биолошким истраживањима и за биолошку борбу против штеточина (најчешће инсеката). Друге су паразити разних животиња (инсеката, риба, птица и сисара). Највећи значај имају врсте које код човека изазивају опасна оболења.

Amoeba hystolitica (ред Amoebina, подтип Sarcomastigophora) изазива дизентерију. Цисте ове амебе непажњом (прљавим рукама или неопраним воћем) доспевају у цревни тракт човека. У нормалним условима из њих се развијају јединке које живе у дебелом цреву и хране се сапрофитним бактеријама. Међутим, под специфичним условима (услед прекомерног узимања алкохола или цревних оболења) амебе прелазе у патогену форму и пробијају зид дебelog црева. Одатле јединке могу прећи у крвне судове и крвотоком доспети

у јетру, мозак и друге органе где стварају ране и могу довести до смрти.

Typanosoma gambiense (класа Mastigophora) живи у тропској Африци и изазива спаваћу болест код људи. Паразит у почетку живи у крви, а касније прелази у течност кичмене мождине. Природни резервоар узрочника ове болести су домаће животиње (коњи и говеда) за које трипанозома није патоген. Преносилац ове праживотиње на човека је такозвана це-це мува (*Glossina spp*). Ако се не приступи лечењу, болест се завршава смрћу.

Plasmodium (подтип Sporozoa) изазива код човека маларију или мочварну грозницу у тропским областима и Средоземљу. Преносиоци узрочника ове болести су комарци из рода *Anopheles*, који заједно са пљувачком при исхрани убацују и спорозите ове праживотиње. *Plasmodium* се преко крвотока преноси у јетру где се умножава и из ткива јетре прелазе у еритроците из којих се у правилним временским интервалима ослобађају и нападају нова црвена крвна зрица. Све ово представља бесполни део циклуса развића. Полни циклус за домаћина није опасан али такав човек представља извор даље заразе. У комарцу долази до формирања зигота који ствара цисту у његовом цреву и одакле се ослобађају спорозоити.

Неке врсте рода *Coccidia* изазивају тешка оболења код риба, птица и сисара. *Eimeria stidae* узрокује смртоносно оболење јетре код зечева.

Представници реда Microsporidia изазивају оболења инсеката. *Nosema bombycis* је узрочник оболења гусеница свилене бубе, а *Nosema apis* оболења пчела. Неке врсте овог рода изазивају велику смртност разних штетних инсеката па су потенцијални агенци за њихово биолошко сузбијање.

Metazoa (вишећелијске животиње)

Постоје две теорије о пореклу Metazoa:

Хекелова теорија

Према овој теорији вишећелијске животиње су постале од предака данашњих колонијалних бичара сличних воловоксу. На то је указивала сличност појединих развојних ступњева метазоа са праживотињама (гамети личе на једноћелијске организме, бластула личи на лоптасте колоније протозоа а гаструла личи на дипљаре). Научници који су прихватили ову теорију сматрају да је еволуција

метазоа ишла сличним током. Хекелов принцип гласи: "Онтогенија јединке је рекапитулација филогеније врсте".

Мечњиков је покушао да исправи недостатке Хекелове теорије тврдњом да је предак метазоа био колонијална протозоа без шупљине чиме се може лакше објаснити гаструлација дупљара која се обавља ингресијом.

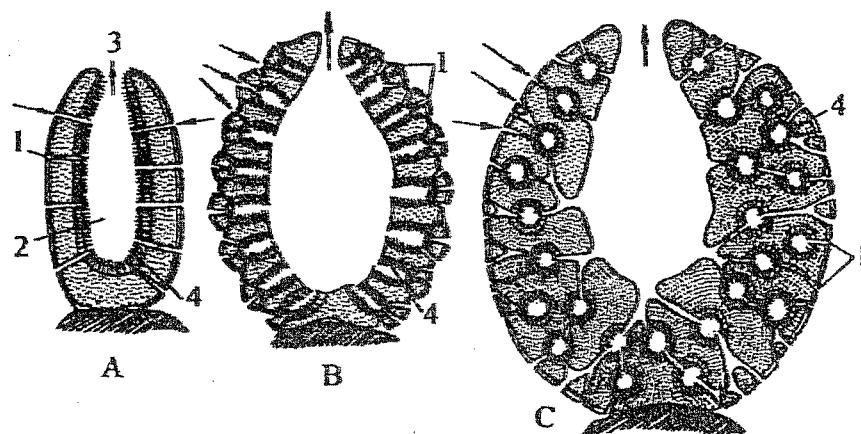
Хаџијева теорија

Према Хаџијевој теорији преци метазоа су вишегедарне праживотиње са трепљама сличне парамецијуму код којих се цитоплазма поделила на већи број ћелија. Хаџи сматра да су на тај начин постале најпримитивније вишећелијске животиње – пљоснати црви из класе Turbellaria. Ове ситне животиње на површини тела имају трепљаст епител и немају превну дупљу већ се хране фагоцитозом. У средишту тела се налазе вишегедарни делови цитоплазме, и изгледа као да образовање ћелија није ишло до краја. Турбеларија се могу размножавати полним путем и бесполно (бинарном деобом). Према Хаџијевој теорији од ових билатерално симетричних организама су се развиле остале животиње, а радијално симетрични дупљари су постали регресивном еволуцијом.

Metazoa се деле на Parazoa (без ткива, органа и органских система) и Eumetazoa. Parazoa обухватају Placozoa и сунђере. Placozoa су најједноставније вишећелијске животиње. Живе у мору на алгама у крећу се амебоидно.

Тип Porifera (сунђери)

До сада је познато око 5 000 врста сунђера од којих највиши број живи у мору а мањи број у слаткој води. Сунђери су пригвршћени за дно и имају пехараст облик ако су појединачни, или у виду жбунова ако живе у колонији. Због свог облика су, све до 1825. године, сматрани биљкама. Сунђери немају органских система ни правих ткива. На њиховој површини се налази велики број малих отвора (пора) и по један велики отвор (оскулум) који води у централну шупљину (спонгоцел). Кроз отворе протиче вода која доноси косеоник и честице хране, терана бичевима ћелија хоаноцита које облажу унутрашње зидове шупљине. Према сложености канала постоје три типа грађе сунђера: аскон, сикон и леукон.

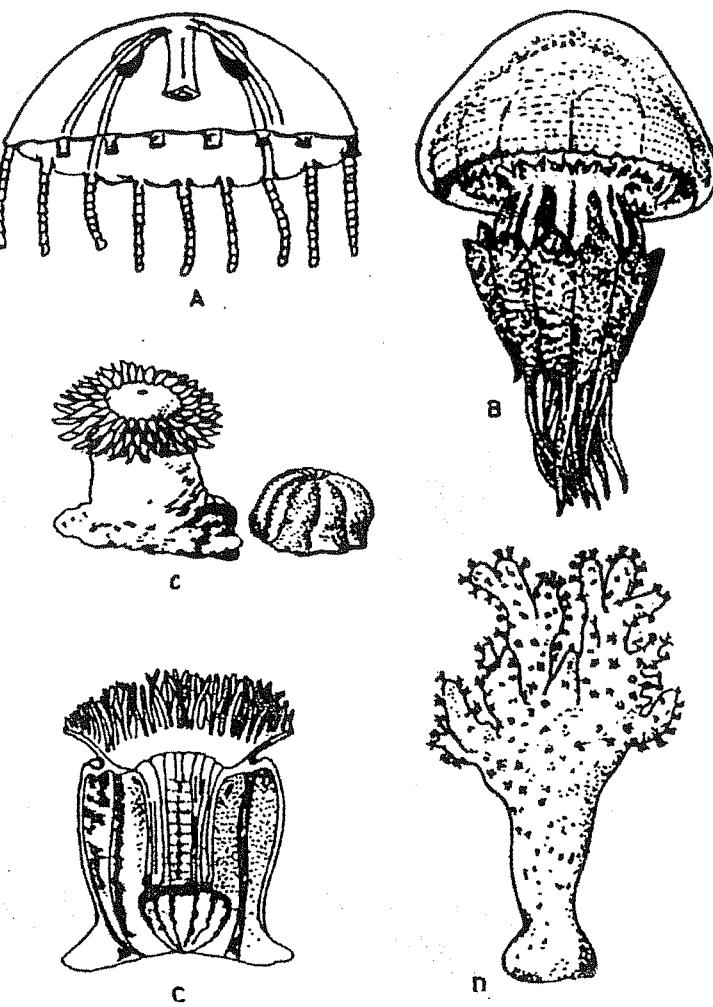


Слика 36: Типови грађе сунђера: А – аскон, В – сикон, С – леукон,
1 – поре, 2 – спонгоцел, 3 – оскулум, 4 – хоаноцит.

Ако тело сунђера пропустимо кроз густо сито и на тај начин му раставимо ћелије, оне ће се после извесног времена поново организовати у целину. Ово показује да су појединачне ћелије сунђера на ниском нивоу међусобне интеграције и задржавају многе карактеристике прахивотиња. Телесни зид сунђера се састоји из 3 слоја ћелија: спољашњег – епидермиса, средишњег слоја који се састоји од мезоглеје и разбацаних амебондних ћелија различитих функција и унутрашњег слоја – хоаноцита. Већина сунђера поседује скелет од органских материја (спонгија) или неорганских материја (калцијум карбоната или силицијум диоксида). Размножавање сунђера може бити бесполно (пупљењем и случајном фрагментацијом) и полно. Сунђери су хермафродитне животиње и у развију постоји ларвени стадијум.

Тип Cnidaria (жарњаци)

Жарњаци су најпростије Eumetazoa. До данас је описано око 9 000 врста овог типа. Живе у води где су причвршћени за подлогу или слободно пливају.



Слика 37: Представници жарњака: А – Hydrozoa, В – Scyphozoa,
С – Actinia, D – Anthozoa.

Ектодермис жарњака окружује гастро-васкуларну дупљу која служи за варење хране и транспорт материја. Усни отвор има улогу узимања хране и избацивања несварених делова. У телу а нарочито у израштајима који окружују усни отвор се налазе жарне ћелије. Телесни зид жарњака садржи два слоја ћелија – епидермис и ендодермис, а између њих се налази мезоглеја која може садржавати ћелије. У епидермису постоје епитело-мишићне ћелије чије су основе

издужене у уздужном правцу, као и нервне ћелије звездастог облика које образују дифузни нервни систем.

Жарњаци могу бити хермафродити или одвојених полова. Размножавају се бесполно (пупљењем) и полно. Код многих врста долази до смењивања бесполне и полне генерације које се назива метагенеза. Бесполну генерацију представља полип а полну облик медуза која садржи полне ћелије (гамете). Од зигота се образује трепљаста ларва (планулла) која плива, а затим пада на дно и развија се у полип. Код многих жарњака одсуствује смена генерација па се неке целог живота развијају као полипи а друге као медузе.

Тип Cnidaria се дели на три класе: Hydrozoa (хидре), Scyphozoa (медузе) и Anthozoa (корали). Медузе и корали живе искључиво у мору и код њих одсуствује смена генерација.

Само неке врсте морских саса и медуза се могу користити за јело. Скелет неких корала представља цењен накит и украс. Атоли су типови острва који настају од скелета корала и прстенастог су облика.

Тип Ctenophora (реброноше)

До сада је описано око 90 врста овог типа и све живе у мору у планктону. Њихово желатинозно тело подсећа на медузе али не поседују жарне ћелије.

Platodes (пљоснати црви)

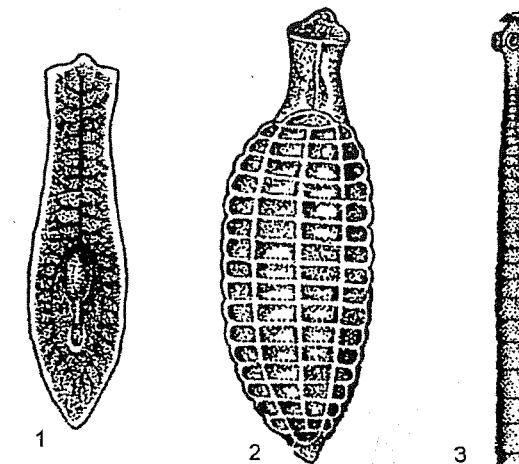
Пљоснати црви су најниже билатерално симетричне метазоа.

БИЛАТЕРАЛНА СИМЕТРИЈА тела се развила у вези са активним начином кретања. Остале прилагођености билатерално симетричних животиња су снажан развитак мишићног система, нервног система и чула који се концентришу на предњем делу тела, што представља образовање главеног региона (цефализацију). Такође долази и до повећања интензитета метаболизма а тиме и исхране, респирације и екскреције. Повећава се и укупна величина организма и број ћелија као и сложеност органских система, услед чега се боље развија систем за кретање.

Код Platodes и свих осталих билатерално симетричних животиња ендомезодерм замењује мезоглеју са разбацим ћелијама која је присутна код дупљара. Platodes се деле на два типа: Plathelminthes и Nemertina.

Тип Plathelminthes (пљоснати трепљasti црви)

Пљоснати трепљasti црви су најниже билатерално симетричне животиње и до сада их је описано око 13 000 врста. У овај тип спадају слободноживеће и паразитске врсте. Између епидермиса и ендодермиса се налази паренхим у коме су смештени органски системи: мишићи, нервни систем, екскреторни и полни органи. Цревни канал се слепо завршава у паренхиму, тако да усни отвор представља истовремено и анални. Код паразитских врста црево може и да одсуствује. Ове животиње су углавном хермафродити. Тип Plathelminthes се дели на три класе : Turbelaria, Trematodes и Cestodes.



Слика 38: Представници типа Plathelminthes: 1 – Turbelaria, 2 – Trematodes и 3 – Cestodes

Класа Turbelaria (трепљasti црви)

Представници Turbelaria живе у морима, слаткој води и у влажној земљи, малих су димензија и листоликог облика. Трепљasti црви су грабљивци а неке врсте су паразити. Предњи део тела поседује примитивне очи и чулне длачице. На површини тела је трепљasti епител који има функцију кретања. Мишићи са површинским слојем епидермиса образују такозвани кожно-мишићни слој. Немају респираторни систем а екскреција се обавља протонефридијама. Нервни систем је врпчаст. Размножавају се полно и бесполно (попречним дељењем тела). Поседују велику способност регенерације.

Класа Trematodes (метиљи)

Метиљи су екто- или ендо-паразити различитих животиња и човека. Тело им је листолико (дужине неколико милиметара до 8 см) а за разлику од Turbelaria немају трепљasti епител. На површини тела имају слој цитоплазме који се назива тегумент. Метиљи поседују посебне органе за причвршћавање за тело домаћина – мускулозне пијавке. На усну пијавку се наставља ждрело па црево. Неке врсте апсорбују храну читавом површином тела. Метиљи немају систем за дисање ни крвни систем. Екскрецију врше протонефридијама. Нервни систем је врпчаст, изграђен од парних ганглија. Метиљи су хермафродити.

Значај метиља

Fasciola hepatica (велики или овчији метиљ) живи у жучном каналу оваца, коза, говеда и других домаћих животиња а ређе се може наћи и у јетри човека. Храни се крвљу домаћина и ћелијама јетре. Доводи до смањења количине хемоглобина у крви и редукције броја леукоцита. Домаћин изметом избације јаја метиља која се у води развијају у ларву. Кад ларва доспе у тело барског пужа у њему се развија кроз још неколико ларвених ступњева а затим јединка излази, причвршићује се за неку барску биљку и ту се учаури. Ако домаћина животиња поједе такву биљку, из њеног цревног канала метиљ доспева у жучни канал и наставља развиће.

Dicrocoelium lanceolatum (мали метиљ) такође живи у нашим крајевима и паразитира на истим животињама али га преносе копнени пужеви.

Класа Cestodes (пантљичаре)

Пантљичаре су ендопаразити који живе у цревном каналу различитих животиња и човека. Тело им је дорзовентрално спљоштено (дужине од 1 mm до 10 m) и подсећа на пантљику, па су по томе и добиле име. Делови тела пантљичаре су сколекс (мали главени регион) и стробила (ланац који чини различити број међусобно повезаних чланака – проглотиса). На сколексу се налазе мускулозне пијавке (најчешће 4), којима се причвршићују за зид танког црева домаћина а на њима могу бити кутиуларне кукице. Пантљичаре немају усни отвор ни цревни канал, већ храну узимају осмотским путем целом површином тела. Такође није развијен ни крвни ни респираторни систем. Екскреторни систем је протонефридијалног типа. Нервни

систем је врпчаст. Пантљичаре су хермафродити. Полни органи су смештени у сваком проглотису. Оплођење је унутрашње а развиће се врши помоћу прелазног домаћина и кроз више ларвених ступњева.

Значај пантљичара

Diphilobotrium latum (рибља пантљичара) као одрасла живи у цреву разних сисара и човека. Јаја ове пантљичаре у слаткој води једе рачић *Cyclops*, и она се у њему развијају у други ступањ. Ако нека риба поједе рачића (кечига, пастрмка, греч), ларва доспева у њено црево и одатле у јетру. Ако човек једе недовољно печену или кувану рибу, ларве пантљичаре могу прећи у његов цревни канал.

Taenia solium (свињска пантљичара) може доспети у човека који поједе недовољно термички обрађено свињско месо у коме се налази њен ларвени стадијум назван бобица. У цреву човека се развија одрасла пантљичара која ту достиже полну зрелост. Њена јаја фекалијама доспевају у спољашњу средину. Циклус развија се наставља у телу свиње која често унесе јаја пантљичаре путем хране јер је омнивора (сваштојед).

Echinococcus granulosus (псећа пантљичара) изазива веома опасно оболење код човека. Одрасла јединка живи у псу а прелазни домаћин у њеном развићу је човек. Јаја се могу непажњом (неопраним рукама) унети у цревни тракт човека. Ларве пробијају зид црева и доспевају у крвне судове одакле крвотоком могу доћи у разне органе, мозак или јетру. Ту се ларве развијају у крупне меухуре који се називају ценуси који некада могу достићи величину деције главе. Ценуси се могу одстранити само хируршки али ни то није увек ефикасно. Због тога су мере строге хигијене једини начин превентивне.

Тип Nemertina (немертине)

Немертине углавном живе слободно у мору а ређе се могу наћи у слаткој води и влажној земљи. Описано је око 700 врста овог типа. Код немертина се први пут јавља комплетан цревни систем (предње и средње црево са аналним отвором) и крвни систем који је затвореног типа. Немертине имају посебан орган - пробосцис, који се налази изнад усног отвора у шупљини ринхоцелу, одакле се избацује и служи за хватање плена и одбрану. Екскреторни органи су протонефридије и повезане су са крвним системом. Нервни систем је врпчаст и мождане ганглије су најјаче развијене.

ОБРАЗОВАЊЕ ТЕЛЕСНИХ ДУПЉИ

Код дупљара и пљоснатих црва је цревна дупља једина телесна дупља. Код осталих метазоа настају шупљине које омогућавају да се унутрашњи органи одвоје од телесног зида. Постоје два основна типа телесних дупљи:

ПСЕУДОЦЕЛОМ – примарна телесна дупља (код ваљкастих црва)

Псеудоцелом се образује као остатак бластоцела и испуњен је псеудоцеломском течношћу. У њему се налази црево и полни органи.

ЦЕЛОМ

Целом – секундарна телесна дупља (код мекушаца, прстенастих црва, зглавкара, бодљокожаца, хордата и неких мањих група).

Целом се развија као потпуно нови простор размицањем мезодерма или избочавањем црева. Целом дели мезодерм на паријетални (спољашњи) и висцерални (унутрашњи) слој који су обложени перитонеумом. Унутар целома се налази целомска течност. На дорзалној и вентралној страни тела паријетални и висцерални перитонеум образују мезентере у којима се налазе делови крвних судова и мишића.

Значај телесних дупљи испуњених течношћу је амортизовање покрета телесног зида, транспорт материја и обезбеђивање чврстине тела.

Целомске животиње су подељене у два организациона типа:

1. ЦЕЛОМСКЕ ПРОТОСТОМИЈЕ су мекушци, прстенасти црви и зглавкари и већи број мањих група. Карактеришу се детерминисаним развићем. Усни отвор се развија од бластопоруса гаструле а анални отвор се накнадно образује. Целом постаје на шизоцелан начин.
2. ЦЕЛОМСКЕ ДЕУТЕРОСТОМИЈЕ су бодљокошци, хордати и неке мање групе животиња. Одликују се недетерминисаним развићем. Од бластопоруса гаструле се формира анални отвор а усни отвор се ствара на супротном крају тела. Целом настаје на ентероцелан начин.

Тип Nematoda (ваљкасти црви)

Према неким научницима група Pseudocoelomata (ваљкасти црви) обухвата 7 типова док други све ове групе објединују у један

тип. Основна карактеристика Псеудоцеломата је телесна дупља псеудоцелом. Најбројнија и за человека најзначајнија је класа или тип су Nematoda (ваљкасти црви).

После инсеката ваљкасти црви су најбројнија група животиња на земљи. До данас је описано око 10 000 врста али се предпоставља да их има и до 800 000. Поред слободноживећих Nematoda које насељавају мора, слатке воде и влажну земљу, постоје и паразитске врсте које живе у телу биљака и животиња. Тело ваљкастих црва је издужено, танко и обло, величине од неколико mm до 2 m. На површини тела се налази склеропротеинска кутикула која некад има израштаје у облику трнова и зубића. Епидермис може бити целуларан или синцитијелан (без јасних граница између ћелија). Слојеви мишића су слабије развијени него код пљоснатих црва. Црево се завршава аналним отвором на задњем крају тела. Немају развијен крвни ни респираторни систем. У телу се налази псеудоцеломска течност која има функцију тзв. хидрауличног скелета. Нервни систем је врпчаст. Ваљкасти црви су најчешће раздвојених полова. Развиће је без метаморфозе (ларва се не разликује од адулта сем што је мањих димензија и није полно зрела).

Значај ваљкастих црва

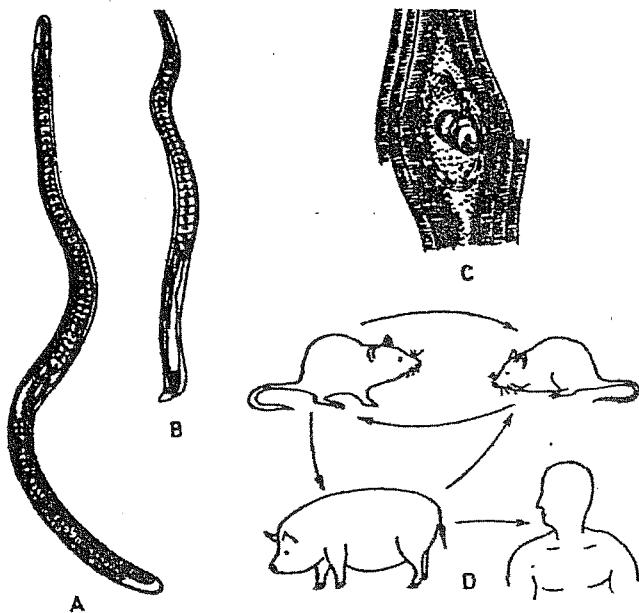
Ваљкасти црви су за человека врло значајни из више разлога: као његови паразити, паразити домаћих животиња, гајених биљака и штетних организама. Због тога се ове животиње интензивно проучавају а наука која се њима бави се зове нематологија.

Ascaris lumbricoides (човечија глиста) паразитира у цреву човека. Оболење се назива аскариоза и манифестије се боловима у глави и стомаку, раздражљивошћу и малаксалошћу. Човек се може заразити ако прљавим рукама узима храну, једе неопрано поврће или пије воду загађену фекалијама. Човечија глиста се најчешће развија у танком цреву али некад крвотоком може доспети у мозак, очи и друге органе, па чак изазвати смрт оболелог.

Enterobius vermicularis (дечја глиста) најчешће паразитира у танком или дебелом цреву деце. Деца се могу заразити на исти начин као и код претходне врсте.

Trichinella spiralis (трихинела) изазива болест трихинозу. Живи у пацовима, свињама и човеку. Свиња се зарази када поједе зараженог пацова. У телу свиње трихина живи у цревном каналу. Женке се повремено заривају у зид црева где рађају младе. Ларве се крвљу разносе по телу и најчешће у мишићима инцистирају и ту остају до краја живота домаћина. Ако човек поједе термички недовољно

обрађено месо са цистама трихинеле (бобичаво месо), долази до инфекције. У цреву човека живи на сличан начин као и код свиње, а инфекција се може завршити и смрћу.



Слика 39: Животни циклус трихине: А – женка, Б – мужјак, С – млади ступањ инцистиран у мишићном влакну, Д – смена домаћина.

Од врста Nematoda које наносе штету гајеним биљкама су значајне *Anguina tritici* која живи у класу пшенице, *Heterodera schachtii* у корену шећерне репе, *Dorylaimus alli* у стаблу лука и друге.

Тип Mollusca (мекушци)

Ова бројна и разноврсна група животиња данас има око 100 000 описаних врста величине су од неколико mm до 15 m (неки главонощи су најкрупнији бескичмењаци уопште). Мекушци су билатерално симетричне животиње. Тело се састоји од главе, утробне кесе, плашта, стопала и љуштуре. Сви ови делови могу да буду модификовани на различите начине а неки делови код појединачних група одсуствују. На глави се налазе чулни органи – тентакуле са очима, и усни отвор са радулом која је назубљена и има функцију у исхрани. Плашт (модификовани дорзални део интегумента) обавија утробну кесу, и као велики кожни набор затвара плаштану дупљу. У плаштаној дупљи се налазе шкрге (кожни набори у облику танких листића), анални отвор и

отвори екскреторних и полних органа. Набор плашта лучи рожну љуштуру око тела. На вентралној страни тела се налази мишићаво стопало које има локомоторну улогу (служи за кретање). Тело и стопало многих мекушаца може да се увуче у љуштуру. У утробној маси се налазе црево и полни органи.

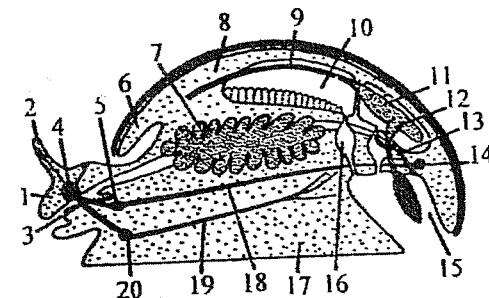
Црево је диференцирано на усни отвор, усну дупљу, ждрело (у које се улива пар пљувачних жлезди), једњак, средње црево (у које се уливају канали пара крупних жлезда јетре), задње црево и анални отвор.

Целом мекушацу је у виду парног простора на дорзалној страни тела. Из целома метанефридије одводе продукте метаболизма до бубрежних отвора у плаштаној дупљи.

Крвоток је отвореног типа. Срце је смештено у целому у перикардијалној дупљи. Кроз њега противе само оксидована крв која доспева из шкрга. Из срца крв прелази у аорту из које се излива у телесну дупљу и запљускује све органе.

Нервни систем се састоји од 4 паре ганглија: у глави, стопалу, бочно од црева и у утроби. Ганглије су међусобно повезане и од њих полазе нерви у све делове тела. Ларвени ступањ неких морских мекушаца је трохофора или велигер ларва.

Тип Mollusca садржи 6 класа: Monoplacophora, Amphineura (хитони), Aplacophora, Gastropoda (пужеви), Scaphopoda, Lamellibranchiata (шкољке) и Cephalopoda (главоноши).



Слика 40: Организациона шема мекушца: 1 – глава, 2 – пипак, 3 – радула, 4 – церебрална ганглија, 5 – плеурална ганглија, 6 – плаштани набор, 7 – желудачна жлезда, 8 – утробна кеса, 9 – леђни крвни суд, 10 – гонада, 11 – срчана комора, 12 – предкомора, 13 – бубрег, 14 – висцерална ганглија, 15 – плаштана дупља, 16 – полна цев, 17 – стопало, 18 – париетални конектив, 19 – педални конектив, 20 – педална ганглија.

Класа Gastropoda (пужеви)

Пужеви живе у мору, слаткој води и на копну. Њихова љуштура је синхрално увијена око централне осе и цело тело се може увући у њу. Најчешћа врста коничних пужева је виноградарски пуж (*Helix pomatia*) који се користи за јело. Пужеви без љуштуре – голаћи (*Limax spp.* и *Ariolimax spp.*) могу да буду штетни у биљној производњи јер се хране младим биљкама.

Класа Lamellibranchiata (шкољке)

Шкољке насељавају мора а мањи број врста живи у слаткој води. Имају бочно спљоштено тело потпуно обухваћено плаштом који се састоји од два дела. Сваки од ових делова лучи по један капак љуштуре који се налазе симетрично са обе стране тела. Неке врсте шкољки су деликатесна храна: острига (*Ostrea*), дагња (*Mytilus*), прстац (*Lophophaga*).

Класа Cephalopoda (главоношци)

Главоношци искључиво живе у мору. Тело се састоји од главе и трупа док је стопало трансформисано у мускулозан левак и пипке који су врло покретљиви и снабдевени пијавкама са доње стране и који окружују усни отвор. Јуштура је обично закржљала (један од ретких главоножаца са љуштуром је *Nautillus*). Главоношци имају 8 или 10 пипака и зато се називају Octopoda (осмоношци) и Decapoda (десетноношци). Позната врста Octopoda је *Octopus* (октопод или хоботница) а од Decapoda у нашем мору живи сипа (*Sepia*) и лигња (*Loligo*). Све наведене врсте су јестиве.

Тип Annelida (чланковити или прстенasti црви)

До сада је познато око 9 000 врста овог типа. Одликују се цилиндричним, издуженим обликом тела које је на попречном пресеку округло или мало дорзовентрално спљоштено. Чланковити црви су хомономно сегментисани: поседују 12 – 800 чланака који су сви сем првог (простомијум), другог (перистомијум) и последњег (пигидијум) међусобно врло слични. Сегментација захвата и унутрашње органе: крвне судове, нервни систем и екскреторне органе. Сваки сегмент не садржи све органе. На површини тела епидермис лучи кутикулу а испод епидермиса се налазе слојеви мишића. На глави се налазе тентакуле (антене), палици и очи. На другом чланку је усни отвор. На свим осталим сегментима налазе лажне noge које служе за кретање.

Крвни систем је затвореног типа. Главни крвни судови се пружају целом дужином тела, изнад и испод црева. Сваки сегмент садржи по пар метанефридија. Нервни систем се састоји од моздане ганглије у првом сегменту и вентралне врпце са паром ганглија у сваком наредном сегменту. Чланковити црви су углавном хермафродити а некад су полови раздвојени. Ларвени стадијум се назива трохофора. Чланковити црви се деле на 4 класе: Polychaeta, Archiannelida, Oligochaeta и Hirudinea.

Класа Polychaeta

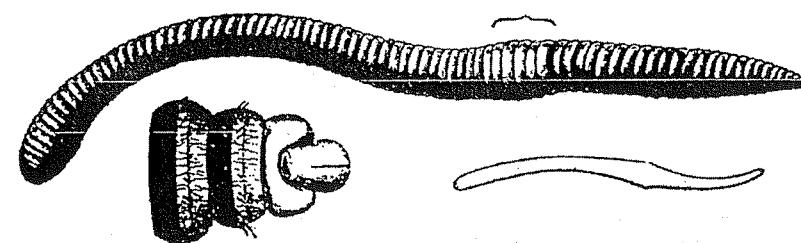
Представници ове класе живе у мору а само мали број у слаткој води и влажној земљи. Одликују се многобрјним хетама које су смештене на парним бочним кожно-мишићним израштајима сваког сегмента (тзв. параподијама). Параподије су основни локомоторни органи ових животиња.

Класа Archiannelida

Ова класа обухвата мањи број врста које живе у мору или у слаткој води. Сличне су претходној групи али не поседују параподије и хете.

Класа Oligochaeta (земљишне глисте)

Врсте ове класе живе у земљи и у слаткој води а ређе у мору. Хране се отпадцима биљног или животињског порекла. Углавном живе у плићим слојевима земље где имају врло корисну улогу јер кретањем кроз земљу и исхраном врше аерацију земљишта и учествују у стварању хумуса (разлагањем опалих асимилационих органа биљака). Најпознатији представник је кишна глиста (*Lumbricus terrestris*).



Слика 41: Кишна глиста

Класа Hirudinea (пијавице)

Пијавице живе у слаткој води и у влажним шумама, а мањи број врста настањује мора. На предњем делу тела око усног отвора имају пијавку, а неколико задњих телесних сегмената су спојени и такође граде снажну пијавку. Анални отвор се налази изнад задње пијавке на леђној страни. Тело је изграђено од 33 сегмената. Хране се крвљу животиња или ситним животињама које целе пронизирају (пуноглавцима, пужевима и сл.).

Тип Arthropoda (зглавкари)

Зглавкари су најбројнија група животиња на земљи. До сада је описано преко 1 000 000 врста. Зглавкари насељавају све типове животних средина. Заједничка карактеристика зглавкара и чланковитих црева је билатерална симетрија и чланковитост тела. Зато се предпоставља да ове две групе животиња имају заједничког претка. Међутим, међу њима постоје и значајне разлике: Annelida имају хомономну сегментацију а зглавкари хетерономну. Такође постоји и разлика у грађи екстремитета: код зглавкара су зглобљени са телом и састављени од већег броја чланака (отуда назив Arthropoda).

Код зглавкара је изражено груписање сегмената у телесне регионе уз специјализацију екстремитета за посебне функције у тим регионима. Основни телесни региони су глава (серфалон), груди (thorax) и трбух (abdomen). Код неких група су поједини региони срасли и чине целине. Сваки сегмент тела зглавкара има четири плоче: леђну (tergum), две бочне (pleurae) и доњу (sternum).

На површини тела се налази хитинска кутикула која чини спољашњи скелет или егзоскелет. Кутикулу лучи слој ћелија коже (хиподермис). Обзиром да кожа зглавкара представља чврст окlop, растење им је омогућено повременим пресвлачењем (збацивањем старе коже и истовременим добијањем веће). Дужина времена између пресвлачења и број пресвлачења је карактеристика врсте. Период између два пресвлачења се назива ступањ развића.

Мишићи зглавкара су попречно-пругасте грађе и њихова одлика су брзе контракције. Крвни систем је отвореног типа (испуњава телесну дупљу). Сегментисано срце је смештено дорзално а кратка аорта се завршава у пределу главе. Нервни систем је ганглијског типа. Код примитивних врста он је лествичаст (по пар ганглија у сваком сегменту) а код савршенијих ланчаст (по једна ганглија у сегменту). У глави се изнад ждрела налази мозак састављен од три паре ганглија.

Тип Arthropoda се дели на три подтипа: Trilobitomorpha, Chelicerata и Mandibulata.

Подтип Trilobitomorpha (трилобити)

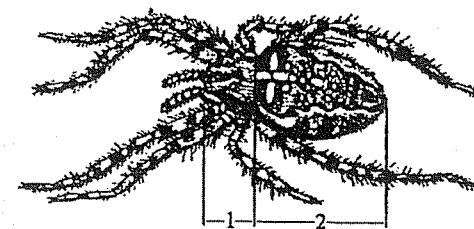
Овај подтип обухвата изумрле примитивне зглавкаре који су били веома бројни у Камбријуму и живели су у морима. Данас су познати само по фосилним остацима.

Подтип Chelicerata

Тело ових зглавкара је подељено на два региона: главеногрудни (prosoma) и трбушни (opisthosoma). На прозоми нема пипака. Укупно имају 6 пари екстремитета. Први пар екстремитета су helicerae (по њима су и добили име), састављене су од 2 – 3 чланака и налазе се испред усног отвора. Други пар екстремитета су педипалпи који обично служе као пипци код других група зглавкара. Остало 4 паре екстремитета представљају ноге које се сastoје од 6 – 7 чланака и завршавају канцама. Код већине су екстремитети на трбуху редуковани или изменjeni у шкрге или паучинaste брадавице. Подтип Chelicerata се дели на три класе: Merostolata, Pycnogonida и Arachnida.

Класа Arachnida (пауци)

Пауци су грабљиве животиње које се најчешће хране инсектима и другим зглавкарима. Мањи број се храни биљкама или живи паразитски на вишим животињама и човеку. Кад паук ухвати плен он у њега убацује секрете пљувачних жлезда који растварају ткива жртве и такву полутечну храну усисава специјално грађеним делом предњег црева (тзв. желудац за сисање). Овакав тип варења се назива ванцревно варење. Храна затим доспева у средње црево па у задње које се завршава аналним отвором. На месту спајања средњег и задњег црева уливају се Малпигијеви судови (екскреторни органи).



Слика 42: Телесни региони паука: 1 – главеногрудни, 2 – трбушни

Респираторни органи код паукова су плућа или трахеје. Плућа представљају мешколике органе смештene са вентралне стране опистозоме. Са спољашњом средином су повезана преко отвора названих стигме. Унутрашњи зид плућа има велики број кожних набора (листолика плућа). Многи пауци имају и трахеје: на првом и другом сегменту опистозоме се налази по пар стигми од којих у унутрашњост тела полазе цевчице које се гранају у тање цевчице и допиру до појединачних ћелија. Трахеални систем је настао увратом коже (ектодермалног је порекла).

Крвни систем паука је отвореног типа. Леђни суд се састоји од већег броја комора са паром бочних отвора (*ostium*) и означен је као срце. Од њега полази предња аорта која се излива у прозому и задња аорта која се излива изнад аналног отвора.

Нервни систем је представљен трбушном нервном верижом. Број ганглија у низу и степен њихове централизације може да варира од групе до групе.

Чулни органи *Arachnida* су очи и чулне длачице. Очи су просте, налазе се у предњем делу прозоме и има их неколико пари. Чулне длачице су распоређене по целом телу и нарочито су осетљиве оне на педипалпима.

Полови су одвојени са дosta израженим полним диморфизmom. Оплођење је унутрашње а развиће је по правилу без метаморфозе.

Најзначајнији редови класе *Arachnida* су: *Scorpiones* (шкорпије), *Pseudoscorpiones* (лајне шкорпије), *Opiliones* (косци), *Aranea* (прави пауци), *Acarina* (гриње и крпељи).

Значај паука

За человека је нарочито значајан ред *Acarina*. Овде спадају крпељи који живе слободно или као паразити, а има и врста које су фитофагне и наносе штете гајеним биљкама.

Ixodes ricinus је врста крпеља који сиса крв животиња и человека и том приликом може да повећа диманзије свог тела и до 200 пута. Ако се узнемири приликом сисања крви, крпељ у рану убацује цревни садржај (повраћа) и том приликом преноси узрочнике опасних оболења (крпељски тифус, вирусно запаљење мозга, лајмску болест и друге). На телу женке крпеља се налази мали мужjak који се не храни и чија је функција да оплоди женку. Кад се женка довољно на храни, спушта се на земљу где полаже велики број јаја. Из њих се легу млади крпељи који у почетку паразитирају на кожи гмизаваца, ситних сисара и птица, а касније на человека и крупним животињама.

Sarcopetes scabiei (шугарац) прави у кожи человека дуте ходнике и то нарочито на местима где је кожа нежна (између прстију, под пазухом, на препонама). На крају ходника женка полаже јаја из којих се након 6 недеља легу млади. Шуга коју изазива овај крпељ је праћена несносним сврабом.

Опасне штеточине пољопривредних, шумских и украсних биљака представљају гриње из фамилија *Eriopyidae* и *Tetranychidae*.

Неке врсте шкорпија и паукова, нарочито у тропским крајевима, имају јак отров који чак може бити смртоносан за человека.

Подтип Mandibulata

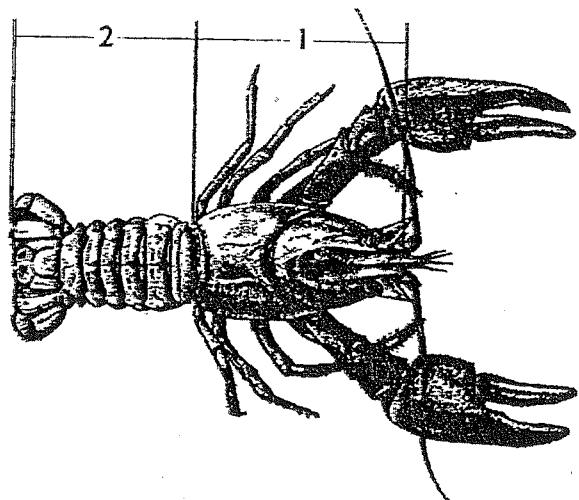
Овај подтип обухвата класе *Crustacea*, *Myriapoda* и *Insecta*. Његови представници имају на глави пар усних екстремитета који се називају горње вилице или мандибулае по којима су добили име.

Класа Crustacea (ракови или љускари)

Описано је око 30 000 врста љускара који живе у мору и слаткој води, а само мали број врста живи на копну. Ракови се хране воденим животињама које активно пливају, а неки једу и делове угинулих животиња и биљака. Постоје и паразитске врсте.

Код већине ракова постоје следећи телесни региони: глава срасла са грудима (*cephalothorax*) и трбух (*abdomen*). На глави се налазе два пара пипака - краћи (*antennulae*) и дужи (*antennae*), очи, усни отвор и пет пари усних екстремитета. Грудни екстремитети имају различиту функцију. Често један до три паре грудних екстремитета имају улогу придржавања и померања хране ка усном отвору и називају се максилопеде или виличне ноге. Остали грудни екстремитети имају улогу кретања (пливања или ходања). Некада први пар ови екстремитети може бити веома снажан, у виду клешта и служи за дробљење хране. Екстремитети ракова припадају рачвастом типу. Трбушни екстремитети су развијени код виших ракова и имају улогу при пливању.

По грађи тела и унутрашњих органа су ракови слични инсектима који ће у приручнику бити детаљније обрађени. Респираторни органи су искључиво шкрге. Ракови на неким сегментима имају дорзовентралне чврсте плоче (*epimere*) које могу да образују леђни штит (*karapaks*).



Слика 43: Телесни региони ракова: 1 – главеногрудни, 2 – трбушни.

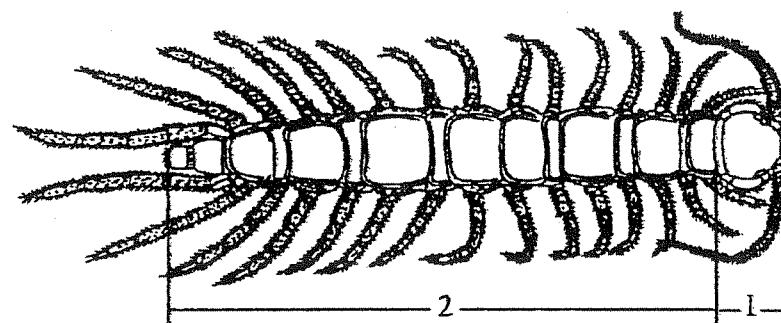
Класа Crustacea се дели на 8 подкласа.

Ракови за човека имају велики значај. Планктонски рачићи представљају храну многим врстама риба и китовцима. Неке врсте крупних ракова човек користи у својој исхрани: речни рак (*Astacus*), јастог (*Homarus*) и морска краба (*Cancer*), који спадају у подкласу Малацостраца. Сувоземни ракови из реда Isopoda (мокрице) који живе на влажним местима и хране се остацима биљака и животиња некад у стакленцима могу причинити штете хранећи се тек изниклим биљкама.

Класа Myriapoda (стоноге)

Стоноге су сувоземне животиње са прилично хомономном сегментацијом. До сада је описано око 8 500 врста. Тело им се састоји од главе коју чини 6 сегмената и трупа (груди и трбух срасли) који има увек више од 11 сегмената. На сваком сегменту трупа се налази 1 или 2 паре ногу. На глави се разликује сегмент проценхалон који носи 1 пар пипака, и gnathoccephalon, на коме се налазе усни екстремитети (пар мандибула и 2 паре максила). Грађа коже и свих унутрашњих органа је веома слична грађи инсеката.

Класа Myriapoda се дели на 4 подкласе : Diplopoda, Chilopoda, Pauropoda и Symphila.



Слика 44: Телесни региони стонога: 1 – глава, 2 – труп.

Diplopoda (гујини чешљеви) се одликују удвојеним сегментима трупа. Они на сваком сегменту имају по 2 паре екстремитета који су кратки и слабо развијени, па се ове животиње споро крећу. Углавном су фитофагни, али има и сапрофагних и предаторских облика. Врсте рода *Julus* могу бити штетне у стакларама јер оштећују младе биљке.

Chilopoda имају на сваком сегменту трупа по пар ногу које су добро развијене, па су ове животиње веома активне и брзо се крећу. Све врсте су грабљиве и активне су углавном ноћу. Ујед неких тропских Chilopoda може бити смртоносан за човека. Посебно су отровне врсте из рода *Scolopendra*.

Pauropoda су ситне стоноге меког и беличастог тела које живе у земљи и хране се гљивама, хумусом и ситним угинулим животињама.

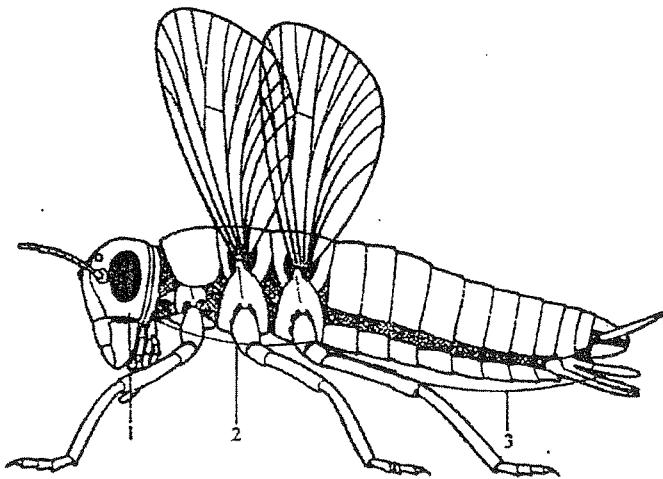
Symphiла (стакларске стоноге) живе у стели и шушњу хранећи се мртвом органском материјом. Посебно су честе у стакларама где могу бити штетне јер оштећују младе биљке после ницања.

Класа Insecta (инсекти)

Инсекти су најбројнија група животиња. Описано их је око 900 000 врста али се процењује да јх има много више. Имају велики значај у природи и за човека. Наука која проучава инсекте се зове ентомологија и у односу на област проучавања постоји пгумарска, пољопривредна, медицинска и ветеринарска ентомологија. Инсекти су се јавили у Силуру (пре 300 милиона година) и током своје дуге историје прилагодили су се различитим стаништима. Највише их има на копну, затим у слаткој води, док само мали број врста живи у мору.

Кожни омотач инсеката чини слој хиподермиса са базиларном мембрном и кутикулом. Глава инсеката (cephalon) је изграђена од 6

сегмената, груди (thorax) од 3 сегмента а трбух (abdomen) од 12 сегмената.



Слика 45: Телесни региони инсеката: 1 – глава, 2 – груди, 3 – трбух.

Сегменти који чине главу су међусобно срасли и на њима се налазе екстремитети и додаци. Од екстремитета постоје један пар пипака и 3 паре усних екстремитета: горње вилице (mandibulae), доње вилице (maxillae) и доња усна (labium). Додаци главе су очи и то сложене (facetae) на боковима главе и просте (ocellae) на темену главе. Код ларви постоје и ларвене очи (stemata) које су најпростије грађе. Пипци инсеката (antennae) представљају орган чула мириза. Усни апарат може бити различитог типа: за грицкање, за лизање и сркање, за бодење и за сисање.

Сегменти грудног региона су обично јасно видљиви и носе по пар чланковитих ногу (podos), а други и трећи сегмент носе и по пар крила. Од свих бескичмењака једино инсекти имају крила (alae). Међутим, постоје и бескрилни инсекти и бескрилност може бити примарна (код инсеката који никад током еволуције нису имали крила) и секундарна (код инсеката који су их изгубили током еволуције услед специфичног начина живота). Ноге су грађене од више чланака и у зависности од функције коју врше разликујемо ноге за ходање, трчање, скакање, пливање, грабљење, сакупљање полена или за чишћење пипака.

Трбух је изграђен од 12 сегмената (11 правих и једног лажног који је присутан само током ембрионалног развића). Плоче трбушних

сегмената су, за разлику од грудних, међусобно повезане растегљивим интерсегменталним мембранима што омогућава промене димензија трбуха при дисању. Трбух нема екстремитета али може да поседује различите додатке (трубашне ноге код ларви неких врста, легалишу код женки и слично).

Унутрашњост инсеката је двема дијафрагмама подељена на 3 синуса. У горњем спинсу се налази леђни крвни суд састављен од срца и аорте. У средњем синусу су цревни канал, Малпигијеви судови и полни органи. У доњем синусу је смештен продужетак централног нервног система.

Цревни канал почине усним отвором а завршава се аналним отвором. Састављен је од предњег црева (stomodeum), средњег црева (mesenteron) и задњег црева (proctodeum). Предње и задње црево су ектодермалног порекла а средње црево је настало од ендодермиса. Право варење хране се врши у средњем цреву. На месту спајања средњег и задњег црева уливају се Малпигијеви судови (органи за излучивање).

Органи за дисање су трахеалне цеви које се у телу гранају до најтањих цевчица – трахеома које допиру до сваке ћелије и омогућују размену гасова. Веза трахеалног система са спољашњом средином је успостављена преко стигми – отвора на боковима тела (на грудима и трбуху).

Крвни систем инсеката је отвореног типа. Сastoји се од срца и аорте који се једним именом називају леђни суд. Аорта се завршава у пределу главе и из ње се излива крвна течност запљускујући све органе доносећи храну и односећи продукте метаболизма до Малпигијевих судова. Крвни систем и респираторни систем су потпуно аутономни код инсеката за разлику од виших животиња где су они директно повезани.

Нервни систем је ганглијског типа. Централни нервни систем се састоји од 3 паре мозданих ганглија које су срасле, 3 паре пождрелних ганглија које су такође међусобно срасле и по једним паром ганглија у сваком грудном и трбушном сегменту који такође могу међусобно да срасту. У тесној вези са нервним системом је и ендокринни систем. Инсекти поседују ендокрине жлезде које луче хормоне и који се путем крви разносе по организму.

Мишићи су попречно-пругасте структуре и одликују се врло брзим контракцијама. Налазе се у тзв. антагонистичким паровима (покрећу исти део тела тако што се један опушта а други контрахује).

Полни органи се састоје од паре семеника (код мужјака) или паре јајника (код женки). Размножавање инсеката је најчешће полно и

може бити гамогенетско и партеногенетско. После копулације код гамогенетског размножавања женка полаже јаја (овишаритет), рађа живе младе (вивишаритет), или се из положених јаја одмах излежу ларве (ововивишаритет). Партеногенетско размножавање представља развиће из неоплођених јајних ћелија. Код неких врста мужјаци нису ни познати.

Код овишарних врста у јајима тече процес ембрионалног развића. Кад се формира ларва она напушта јајну љуску и почиње постембрионално развиће. Оно се завршава појавом одрасле индивидуе – имага (адултга). Приликом развића, инсекти пролазе кроз мање или више изражену метаморфозу или преобрађај. Метаморфоза може бити непотпуна (хемиметаболија), када инсекти у развићу пролазе кроз стадијуме јаје → ларва → имаго, или потпуна (холометаболија) јаје → ларва → лутка → имаго. Први облик је заступљен код примитивнијих инсеката а други код савршенијих.

Класа Insecta се дели на 2 подкласе: Apterygota који су примарно бескрилни и Pterygota, који су крилати или секундарно бескрилни. Прва подкласа се дели на 4 а друга на 29 редова.

Значај инсеката

Инсекти представљају значајан чинилац у разлагању органске материје биљног и животињског порекла. Они учествују у одржавању биоценотичке равнотеже као предатори или паразити других животиња. Инсекти опрашују биљке које су за тај чин специјално прилагођене. Инсекти служе као храна другим животињама (многим птицама, рибама, гмизавцима и сисарима). Они учествују у обради и генези земљишта и стварању хумуса.

Многе врсте инсеката су директни или индиректни непријатељи човека, домаћих и дивљих животиња. Директни непријатељи човека су: комарци, буве, вапши, обади, стенице. Ови организми се хране крвљу човека и често преносе узрочнике опасних оболења (вапши преносе пегави тифус, буве преносе кугу, комарци преносе маларију итд.). Индиректно штетни инсекти угрожавају човекова добра (гајене биљке и животиње, животне намирнице). За борбу против ових штеточина људи троше огромна новчана средства али и поред тога ови инсекти наносе велике штете. Посебно су штетне врсте које имају способност да се масовно пренамноже (ступају у градације). Познате су масовне најезде скакаваца, губара, поткорњака, борових оса и других врста.

Редови инсеката који имају значајне штеточине у шумарству су: Coleoptera (тврдокрилци), Lepidoptera (лептири) и Hymenoptera (опнокрилци). Такође су значајни редови који садрже грабљиве инсекте: Odonata (вилински коњици), Mantodea (богомольке), Neuroptera (мрежокрилци), Coleoptera итд. Битни су и паразитски инсекти који припадају редовима Hymenoptera и Diptera (двоクリлци). Око 80% биљака је прилагођено на опрашивавање инсектима. Најпознатији опрашивач биљака (полинатор) је медоносна пчела (*Apis mellifera*).

Тип Echinodermata (бодљокошци)

Бодљокошци су искључиво становници мора. Описано је око 6 000 врста. То је једина група животиња са секундарном телесном дупљом које у одраслом облику поседују радијалну симетрију тела. Ларвени ступњеви бодљокожаца су билатерално симетрични.

На површини тела се налази трепљasti епидермис са жлездама и чулним ћелијама. У унутрашњости тела је пространа целомска дупља која се састоји од неколико одвојених делова.

Скелет бодљокожаца је мезодермалног порекла док је код свих осталих бескичмењака скелет ектодермалног порекла. Скелет је у облику чврстих, вишеугаоних плочица које могу да срасту и да образују чврст окlop (на пример код морских јежева). На површини скелетних плочица често се налазе израштаји у виду бодљи.

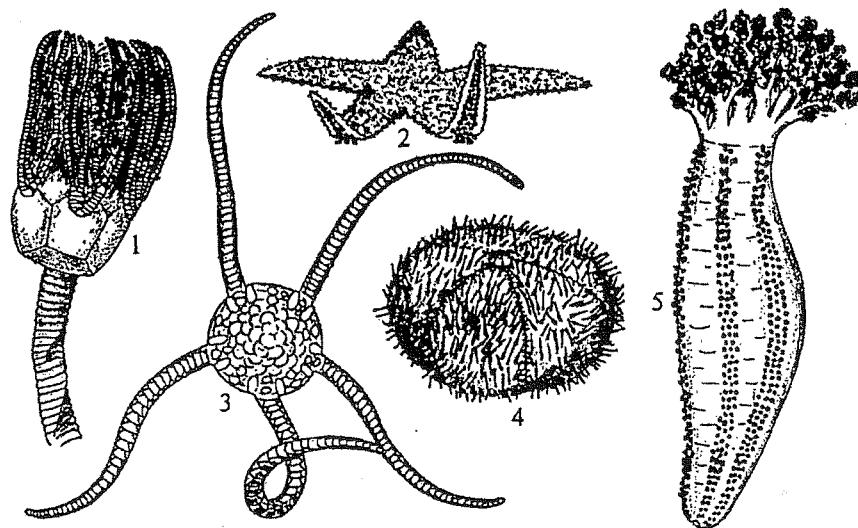
Бодљокошци имају амбулакрни или воденс-васкуларни систем канала који су пореклом од целомске дупље. Ови канали су испуњени течношћу под притиском. Од канала овог система кроз нарочите поре на површини тела излазе цевасти израштаји или амбулакларне ножице помоћу којих се бодљокошци крећу.

Крвни систем је целомског порекла. Цревни канал је различите грађе (кесаст код морских звезда, изувијан код морских јежева). Дисање се обавља преко жбунастих шкрга. Немају екскреторних органа а екскреција се обавља преко зида цревног канала или зидова шкрга.

Нервни систем је дифузни и се састоји од 3 прстена од којих полазе нерви. Чулни органи су слабо развијени.

Бодљокошци су животиње са раздвојеним половима. Оплођење је спољашње а развиће је са сложеном метаморфозом. Ларва у почетку води планктонски живот, а затим пада на дно, причвршићује се за подлогу и метаморфозира у одрасли организам.

Тип Echinodermata се дели на 5 класа: Asteroidea (морске звезде), Ophiuroidea (морске змијуљице), Echinoidea (морски јежеви), Holothuroidea (морски краставци) и Crinoidea (морски кринови).



Слика 46: Представници бодљокожаца: 1 – Crinoidea, 2 – Asteroidea, 3 – Ophiuroidea, 4 – Echinoidea, 5 – Holothuroidea.

Тип Chordata (хордата)

Хордата обухватају најсложеније животињске организме где спада и човек. Основна карактеристика је присуство хорде, специјалног органа са потпорном функцијом. Хорда се пружа целом дужином тела у виду компактне врпце и изграђена је од ћелија у којима се налазе крупне вакуоле испуњене течношћу, што им даје тургор и чини хорду чврстом и еластичном. Једино код најпримитивнијих хордата (амфиокуса) хорда функционише као потпорни орган у току целог живота док се код свих кичмењака хорда јавља у току ембрионалног развића. Код колоуста и риба је такође добро развијена док је код виших кичмењака замењена кичменицом која је много чвршћа. Скоро потпуно је редукована код сисара.

Хордата имају цеваст нервни систем (изграђен је у виду шупље цеви са централним каналом). Он лежи са леђне стране тела изнад хорде и ектодермалног је порекла.

Шкрге се јављају у виду парних испупчења предњег црева на којима се налазе парни бочни отвори – шкржни прорези. Код нижих облика хордата ови органи постоје целог живота а код виших се

јављају само током ембрионалног развића. Специфично за хордата је да је јдрело у вези са респираторним системом.

Хордата имају затворени крвни систем са контрактилним деловима на трбушној страни који потискују крв у правцу предњег дела тела.

Сличности са бескичмењацима су следеће: билатерална симетрија, присуство секундарне телесне душље (целома) и постојање у току ембрионалног развића 3 клицина листа (ектодерма, мезодерма и ендодерма).

Тип Chordata се дели се на 4 подтипа: Hemichordata, Tunicata, Cephalochordata и Vertebrata.

Подтип Hemichordata

Hemichordata су животиње прволиког облика тела које немају праву хорду већ само њен зачетак (notochorda). Њихова ларва (торнарија) је веома слична ларвама бодљокожаца.

Подтип Cephalochordata

Типичан представник ове групе је *Amphioxus* који живи у плиткој води мора поред обале где слободно плива или се зарива у песак. Тело му је издужено, сегментисано, на оба краја зашиљено и бочно спљоштено и дуго око 8 см. Хорда се простире целом дужином тела и функционише током целог живота. Амфиокус се храни пасивно задржавајући честице хране које водом доспевају у предње прево. Он није директан предак кичмењака али је врло сличан њиховим прецима.

Подтип Tunicata (пластами)

Пластами су морски организми који живе причвршћени за тло. Због сесилног начина живота су изгубили многе особине хордата. Типични представници су асцидије. Њихово тело има изглед меншка који на горњем крају има 2 отвора, један за улаз а други за излаз воде. Хорда се јавља само код ларви које слободно пливају и имају све одлике хордата. Предпоставља се да туниката представљају пример регресивне еволуције.

Подтип *Vertebrata* (кичмењаци)

Кичмењаци су се развили од примитивних морских хордата. Многи зоологи сматрају да су се кичмењаци развили као неотенични туникати, док је друга предпоставка да је заједнички предак кичмењака и туниката био слободно пливајући облик сличан ларви туниката.

Кичмењаци обухватају само око 3% врста животињског света, али због изузетне разноврсности и бројности популација имају велики значај. Еволуција кичмењака је ишла у правцу све активнијег кретања и исхране. Кичмењаци поседују билатералну симетрију са израженом главном осом тела. Сегментација тела се огледа у грађи мишићног, скелетног, нервног и екскреторног система. Телесни региони су главени, грудни и репни. Постоје парни и непарни екстремитети.

Значајна одлика кичмењака је замена хорде рскавичавим или коштаним скелетом. Из предњег дела нервне цеви развио се мозак који је омогућио и сложеније облике понашање. Виши ниво метаболичке активности обезбеђен је комплекснијом грађом крвног, екскреторног и респираторног система.

УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД ГРАЂЕ СИСТЕМА ОРГАНА КИЧМЕЊАКА

Кожни систем

Кожа је спољашњи омотач тела који има заштитну улогу и значајан је за метаболизам, кретање и пријем дражи. Ове функције се обављају помоћу различитих кожних органа који заједно чине кожни систем органа.

Код бескичмењака и нижих хордата кожа је једнослојна, док се кожа кичмењака састоји од вишеслојне покожице или епидермиса испод које се налази крзно. Код водених хордата спољашњи слој покожице лучи заштитни слој сличан кутикули бескичмењака. Код сувоземних кичмењака спољашњи слојеви кутикуле орожњавају дајући рожни слој који се повремено делимично или потпуно одбацује (перугање, пресвлачење), и поново формира радом доњег слоја покожице, герминативног слоја. Главну масу крзна чини влакнастое везиво, али се ту срећу и еластична везивна влакна, глатка мишићна влакна, крвни и лимфни судови, нервни и чулни органи и пигментне ћелије. Доњи слој крзна је одвојен од телесног зида слојем растреситог

везива (поткожно везиво) са масним ћелијским елементима (поткожни слој сланине).

Код многих кичмењака се срећу посебне рожне творевине коже које углавном имају улогу заштите од механичких повреда или су у функцији терморегулације. Рожне крљушти и рожне плаче гмизаваца су локална плаочаста задебљања покожице. Рожне крљушти се срећу и на ногама птица и на репу сисара. Перје је карактеристично за птице и осим функције терморегулације омогућава и летење. Одбацање перја (митарење) и његова замена новим се дешава углавном у пролеће и у јесен. Длаке су карактеристика сисара. Периодично обнављање длаке се дешава најчешће сезонски и назива се лињање. Боја длаке зависи од концентрације пигмената меланина. Канџе и нокти се јављају на врховима прстију код гмизаваца, птица и сисара, а сличне рожне творевине представљају копита и папци. Рогови копитара су шупљи рожни органи прирасли на коштане изражаже чеоне кости. Рожне творевине у пределу усног отвора представљају рожни зубићи колоуста, рожно задебљање усана корњача и сисара и кљун птица.

Екскреторне функције коже кичмењака су везане за кожне жлезде. Код колоуста и риба су присутне изоловане жлездане ћелије у покожици, док су код осталих кичмењака жлезде сложеније и вишећелијске. Кожа водоземаца је богата слузним жлездама које је чине влажном и омогућавају кожно дисање. Код сисара постоје знојне, лојне и млечне жлезде. Знојне жлезде су битне у терморегулацији, цевасте су и отварају се на површини коже. Лојне жлезде су гроздасте и ситне, отварају се у длакин мешак чинећи длаку масном и гипком. Млечне жлезде су присутне код оба пола али су код мужјака закржљале. Код виших сисара се млечне жлезде јављају у виду дојки чији број углавном одговара броју младунаца.

Скелетни систем

Скелетни систем даје телу чврстину, заштићује мекане органе, даје ослонац мишићима омогућавајући кретање. Скелет кичмењака је мезодермалног порекла и налази се у унутрашњости тела (ендоскелет). У онтогенетском и филогенетском погледу скелет пролази кроз три ступња: везивни, хрскавичави и коштани. Скелетни систем кичмењака сачињавају: осовински скелет, скелет удова (екстремитета), скелет шкржног апаратса (висцерални скелет) и кожни скелет.

Кожни скелет обухвата коштане елементе који настају у крзну и никада не пролазе кроз хрскавичав стадијум. Кожне скелетне творевине карактеристичне за рибе су крљушти, а у области главе се

налазе кожне кости које су пореклом од крљушти. Кожне кости су присутне и код гмизаваца (крокодили и корњаче) и сисара (оклопник) где могу градити праве оклопе.

Основински скелет се формира око хорде и чине га скелет главе и кичменица са ребрима и грудном кости.

Главени скелет граде 2 групе скелетних елемената: лобања и вилично-језични апарат. Лобања је скелетна чаура која обухвата и штити мозак и главне чулне органе. Вилично-језични апарат води порекло од елемената шкржног скелета. Код копнених кичмењака је лобања покретно зглобљена са кичменицом и садржи мањи број костију због њиховог међусобног срастања или редукције поједињих костију.

Кичменица се састоји из кичмених пршиљенова који су покретно зглобљени. Кичмени пршиљен чине тело пршиљена, пар трбушних лукова, пар леђних лукова и неколико наставака за зглобљавање. Леђни лукови обухватају кичмену мождину, а на доње трбушне лукове се настављају ребра. Код копнених кичмењака је кичменица издељена на следеће регионе: вратни, грудни, слабински, крстачни и репни.

Ребра су парни лучни скелетни елементи који пружају ослонац телесном зиду. Код гмизаваца, птица и сисара ребра се везују за грудну кост формирајући грудни кош који учествује у респираторном механизму.

Скелет удова подупире удове и даје им чврстину. Код кичмењака постоје непарни и парни екстремитети. Непарни екстремитети - непарна пераја постоје само код колоуста и риба. Код колоуста је непарно пераје једноставно а код риба постоје леђно, репно и анално пераје. Парни екстремитети су увек присутни у два пара. Код риба су то парна пераја – грудна и трбушна, а код осталих кичмењака предњи и задњи удови. Парне удове одликује присуство појаса – посебних потпорних скелетних елемената. Појас предњих удова је означен као раменски, а појас задњих као карлични појас.

Раменски појас риба је непокретан и везан за главени скелет, а код осталих кичмењака је везан за грудни кош. Чине га лопатица, кључњача и коракоидна кост. Код риба су базални делови парних пераја изграђени од штапићастих скелетних елемената на које се надовезују зраци. Код сувоземних кичмењака кости предњих удова су рамењача, жбица и лакатна кост. Корен шаке се састоји од одређеног броја ситних костију, шака обухвата 5 дужих костију и на њих се наставља најчешће 5 прстију изграђених од чланака чији број варира. Код птица су предњи удови модификовани у крила са 3 прста. Код

папкара су нарочито добро развијени 3. и 4., а код копирата само 3. прст.

Карлични појас представља непокретни део скелета задњих удова. Код копнених кичмењака карлични појас је причвршћен за крстачне пршиљенове кичменице. Чине га бедрењача, седњача и препоњача и сем код птица лева и десна страна карличног појаса срастају формирајући прстен. Покретни део задњих удова чине бутна кост, голењача и лисњача. На њих се настављају кости корена стопала, стопала и прстију. Грађа свих екстремитета је модификована зависно од начина кретања.

Мишићни систем

Основна функција мишићног система је покретање организма и његових делова. Осим тога овај систем даје потпору телу и значајан је за процесе исхране, циркулације крви и дисања. Код бескичмењака без скелета је кретање омогућено присуством слојевите мускулатуре. Код зглавакара су мишићи причвршћени са унутрашње стране спољашњег скелета а код кичмењака са спољашње стране унутрашњег скелета.

Скелетни мишићи се причвршћују за кости преко тетива, снопова везивних влакана, и обавијени су посебним везивним омотачем (фасција). Мишићи по парвилу функционишу у групама са супротним тј. антагонистичким дејством.

Мишићни систем кичмењака је мезодермалног порекла сем неких кожних мишића који воде порекло од ектодема, и подељен је у 3 категорије: соматична мускулатура, висцерална мускулатура и кожна мускулатура. Соматична мускулатура обухвата телесне мишиће и мишиће удова, углавном се налази под утицајем воље и попречно пругасте је грађе. Висцералну мускулатуру чине мишићи шкржног апарате и главе, цревна мускулатура и мишићи урогениталног система и крвних судова. Ови мишићи су углавном глатки али предње црево има попречно пругасту грађу. Кожна мускулатура се примарно састоји од глатких мишићних елемената који се развијају у крзну. Међутим, код копнених кичмењака телесна мускулатура секундарно са кожом и попречно пругастим мишићима из поткожног везива и коже ствара поткожну мускулатуру чија је улога покретање коже. Ова мускулатура је најмоћније развијена код сисара.

Нервни систем

Нервни систем регулише и координира функционисање организма и преноси надражаје од чулних органа (рецептора) до органа

који реагују (ефектора – мишића и жлезди). Најпростији тип нервног система је мрежаст или дифузан нервни систем који је заступљен је код дупљара. Код осталих животиња је присутан централизован нервни систем а осим нервних центара постоје сплетови нерава који чине периферни нервни систем. Постоје 3 основна типа централизованог нервног система: врпчasti (код паренхиматичних црва и бодљокожаца), ганглионерни или лествичasti (код прстенастих црва и зглавкара) и цевasti нервни систем (код хордата). Нервна цев кичмењака је у предњем делу проширења и претворена у мозак а њен задњи део чини кичмену мождину. Нервни систем кичмењака чине централни, периферни и симпатички нервни систем. Централни нервни систем се састоји од мозга и кичмене мождине.

Централни нервни систем

Мозак се састоји из 5 делова: предњег мозга, међумозга, средњег мозга, малог мозга и продужене мождине. Обавијен је тврдом и меком опном (код сисара постоји и паучинаста опна) а простор између њих је испуњен цереброспиналном течношћу.

Предњи или велики мозак је најсложеније грађен део нервног система. Изузев код риба, подељен је на две хемисфере. Код нижих кичмењака примарно представља чуло мириза, а код виших има улогу главног координационог центра и центра више нервне делатности. Тела нервних ћелија су смештene у можданој кори (сива маса) док се њихови наставци налазе у унутрашњости (бела маса). Површина коре виших сисара је повећана бројним наборима и браздама.

Међумозак садржи епифизу и хипофизу. Средњи мозак је добро развијен код нижих кичмењака. Мали мозак је центар за равнотеку и покrete тела и нарочито је добро развијен код сисара и птица. Продужена мождина је значајан рефлексни центар који регулише дисање, рад срца, ширење и скupљање крвних судова, гутање и повраћање.

Кичмена мождина је цилиндричног облика и садржи централни канал. Бела маса је споља а сива унутра. На попречном пресеку има облик слова X, при чему из задњих рогова полазе сензитивна а из предњих – моторна нарвна влакна. Кичмена мијдина је спроводник надражaja између мозга и тела и центар је за многе просте рефлексе.

Периферни нервни систем

Периферни нервни систем обухвата нервне путеве између централног нервног система и периферно лоцираних чула и органа. Чине га 2 компоненте:

1. цереброспинални нервни систем - чине га парови нерава који полазе из мозга и кичмене мождине;
2. симпатички или аутономни нервни систем – инервише унутрашње оргane, глатку мускулатуру коже и жлезде. Обухвата 2 низа ганглија које леже дуж аорте и повезане су са одговарајућим мијдинским нервима. Већину органа инервишу двојака симпатичка влакна која имају антагонистичко дејство и могу се означити као симпатички и парасимпатички систем (међутим ови појмови нису анатомски већ физиолошки).

Чулни органи

Чулни систем омогућава обавештавање организма о променама у спољашњој и унутрашњој средини. Чулни органи (рецептори) примају дражи које се као надражaji затим преносе нервним системом до органа који реагују (ефектори). Ћелије способне за пријем дражи су означене као чулне ћелије и углавном су груписане у чулне епителе градећи, заједно са помоћним деловима, чулне органе. Чулни органи су се током еволуције специјализовали за селективни пријем одређених дражи.

Примарне чулне ћелије (чулно – нервне ћелије) примају драж и спроводе надражaj. Биле су присутне и код дупљара а код кичмењака се налазе у организму чула мириза и вида. Секундарне чулне ћелије само примају драж а надражaj преносе наставци нервних ћелија.

Према природи дражи коју примају чула се могу поделити у 3 групе:

1. Механичка чула – тактилни органи, бочни органи, инфундабуларни орган, статички и слушни орган;
2. Оптичка чула – парне и непарне очи, и
3. Хемијска чула – олфакторни органи (органи чула мириза) и органи чула укуса.

Тактилни органи – имају улогу пријема механичких дражи из спољашње и унутрашње средине. Тактилни рецептори су смештени у кожи и нарочито су бројни у предњем делу главе и врховима удова, а налазе се и у мишћима, зглобовима, желудцу, итд. У најпростијем

случају су представљени слободним нервним завршецима који су осетљиви на притисак, температуру, бол, жеђ и глад. Код кичмењака постоје и тактилна телашца које чине слободни нервни завршети обавијени везивним омотачем.

Бочни органи – се налазе код нижих водених кичмењака (колоуста, риба и неких водоземаца) и осетљиви су на механичке дражи из водене средине омогућавајући оријентацију и кретање. Налазе се на глави и боковима тела.

Инфундибуларни орган – се среће код амфиоксуса и риба. Смештен је у међумозгу и служи за оријентацију у погледу дубине воде.

Статички органи – или равнотежни органи постоје и код бескичмењака и функционишу по принципу статоциста. Ови органи се сastoјe од чулних ћелија са длачицама и малих покретних телашаца (статолита) који се при промени положаја тела покрећу делујући различитим притиском на чулне длачице.

Слушни органи – код кичмењака су чуло равнотеже и чуло слуха обједињени у истом стато-акустичном апарату који је смештен у унутрашњем уху. Подељен је на 2 мехурића – утрикулус и сакулус. На утрикулусу се налазе 3 полуокружна канала који су међусобно постављени под правим углом. На сакулусу се код виших кичмењака налази пуж са Кортијевим органом који представља акустички апарат у ужем смислу. Цела ова структура се назива унутрашње ухо или кожни лабиринт. Са њене унутрашње стране се налазе ћелије са чулним длачицама на које належу кристали калцијум карбоната (отолити) који их надражују на сличан начин као код статоциста. Кожни лабиринт је испуњен ендолимфом и смештен је у коштаном лабиринту, а између њих се налази перилимфа. Код сувоземних кичмењака се развио апарат за преношење звука до чулног органа и чине га средње и спољашње ухо. Средње ухо сисара се састоји од бубне дупље са бубном опном на коју належу слушне кошчице: чекић, наковањ и узенгија. Средње ухо преко Еустахијеве трубе комуницира са ждрелом. Узенгија је у контакту са овалним окном, везивном мембрани на улазу унутрашњег уха, и на тај начин изазива треперење перилимфе. Спољашње ухо је развијено код виших кичмењака, пре свега код сисара, и састоји се из ушне школјке и спољашњег слушног канала који се завршава бубном опном.

Чуло вида – представљају га органи за пријем светлосних дражи. Непарне очи су код највећег броја кичмењакаrudimentisane. Темено око данас постоји код колоуста, неких риба и гуштера, а pinealno око постоји само код колоуста док је код других кичмењака

претворено у епифизу. Парне очи кичмењака су сложене грађе и постале су на рачун нервне цеви у пределу међумозга. Чине их очне јабучице и помоћни органи (капци са трепавицама, очни мишићи, сузне жлезде). Очну јабучицу граде 3 слоја: беоњача, судовњача и мрежњача. Беоњача је бела и спреда прелази у рожњачу која је провидна. Судовњача је богата крвним судовима и са предње стране прелази у обојену дужицу која има отвор у средини (зеницу). У мрежњачи се налазе чулни елементи: чепићи (за разликовање боја) и штапићи (за разликовање црно-белих нијанса). Између судовњаче и мрежњаче је слој ћелија са црним пигментом. Слепа мрља представља место изласка очног нерва и неосетљива је на светлосне дражи. Жута мрља је место на мрежњачи на коме је вид најоштрији. Из дужице се налази очно сочиво које има способност акомодације и изоштравања лика предмета. Простор између рожњаче и дужице се назива предња очна комора, а између дужице и сочива - задња очна комора, и испуњене су течношћу. Унутрашњост ока чини стакласто тело (прозирна, пихтијаста маса). Око функционише по принципу мрачне коморе.

Чуло мириза – Органи чула мириза се налазе на предњем делу главе. Код риба постоје парне носне јаме са отворима који комуницирају само са воденом средином. Код копнених кичмењака парни носни отвори су повезани са ждрелом и носним каналима и спроводе ваздух ка плућима. Носне дупље су обложене мирисним епителом. Површина мирисног дела носне дупље је увећана наборима мирисног епитела подупртог коштаним ламелама и синусима код птица и сисара (шупљинама суседних костију). Унутрашња површина носних органа је увек влажна захваљујући раду жлезда.

Чуло укуса – Органи чула укуса су представљени групицама секундарних чулних ћелија са наставцима које заједно са потпорним ћелијама формирају густативне квржице у слузокожи језика и ждрела.

Систем органа за варење

Функција система органа за варење је уношење хране, њена механичка и хемијска обрада ради добијања енергије и градивног материјала, као и избаџивање несварених остатака.

Код дупљара и паренхиматичних црва овај систем је представљен усним отвором и једном дупљом док се код осталих животиња формира и анални отвор. Црево се углавном састоји из 3 дела: предњег црева у коме се врши механичка обрада хране, средњег црева где се дешава варење и апсорција хране и задњег црева где се

апсорбује вода и прикупљају несварени делови хране пре њиховог избацивања. Лучење ензима се врши из цревних жлезда, гуштераче (панкреаса) и јетре.

Код кичмењака цревни канал чине уста, ждрело, једњак, желудац и црева. У усној дупљи се налазе помоћни органи: зуби, језик и пљувачне жлезде. Улога зуба у процесу варења је механичка. Они се састоје од дентина и покривени су слојем тврде глеђи. Унутрашњост зуба је испуњена меканом зубном пулпом са везивним ткивом, крвним судовима и нервима. Корен зуба је прекрiven коштаним ткивом (цементом). Код сисара постоје секутићи (предњи зуби) у облику длета, очњаци коничног облика и са функцијом кидања хране и кутњаци који су крупнији и ситне храну. Језик прихвата и меша храну и снабдевен је органима чула укуса. Код копнених кичмењака постоје 3 паре пљувачних жлезда.

Усна дупља прелази у ждрело у које се уливају 2 паре канала: канали носне дупље (хоане) и канали средњег уха (Еустахијеве трубе). Ждрело прелази у једњак па у желудац. Једњак птица је проширен и назива се вољка и има улогу преджелудца.

Желудац се састоји из предњег (кардијалног) дела и задњег (пилоричног) дела који садржи жлезде које луче желудачни сок са ензимом пепсином и хлороводоничном киселином. Најсложеније грађен желудац имају преживари и чине га 4 дела: бураг, капуља, литоња и сириште.

Дужина црева зависи од начина исхране (код билоједа је дугачко, а код месождера кратко). Површина црева је повећана наборима слузокоже или присуством ситних израштаја (вила). Предњи део црева назива се танко црево а задњи део дебело црево. Уз сам желудац се налази дванаестопалачно црево и у њега се уливају одводи јетре и панкреаса. Између танког и дебelog црева се налази слепо црево које је нарочито добро развијено код билоједа. Код највећег броја кичмењака у завршни део црева се истовремено изливају и одводи екскреционог и полног система и он се назива клоака. Завршни део црева сисара се зове право црево.

Јетра је орган и највећа жлезда у телу кичмењака. Јетра лучи жуч која се сакупља у жучној кеси и кроз жучни канал излива у дванаестопалачно црево. Жуч има битну улогу у варењу и ресорпцији хране. У јетри се депонују многе хранљиве материје и врши се детоксикација и неутрализација продуката метаболизма и других штетних материја.

Панкреас (гуштерача) лучи секрет са ензимима који разлажу угљене хидрате, масти и беланчевине. Он такође лучи хормоне

инсулин, глукагон и еpineфрин који регулишу промет угљених хидрата. Одводи панкреаса се изливају недалеко од отвора жучног канала.

Систем органа за дисање

Систем органа за дисање (респираторни систем) обавља размену гасова са спољашњом средином. У организам се уноси кисеоник и везује се за органске материје а ослобађа се угљен-диоксид и топлота. Мада постоје анаеробни организми који живе без присуства кисеоника (нпр. ендопаразити) као и аеробне животиње које размену гасова обављају преко коже, већина животиња поседује респираторне органе. Основни типови респираторних органа су трахеје, шкрге и плућа.

Трахеје се срећу код сувоземних зглавака и представљају систем разгранатих хитинских цевчица. Шкрге водених бескичмењака су спољна испупчења коже. Респираторни органи кичмењака – шкрге или плућа, су увек ендодермалног порекла и настали су на рачун предњег црева.

Шкрге су присутне код водених кичмењака. Код водоземаца шкрге постоје у периоду ларвеног живота а код сувоземних кичмењака се јављају у ембрионалном развију а потом нестају. Шкрге риба се налазе у шкржним дупљама постављеним бочно од ждрела и преко шкржних отвора комуницирају са воденом средином. Свака шкрга се састоји од основе и 2 низа шкржних листића. Код риба које су повремено изложене условима сувоземног начина живота јавила се способност коришћења атмосферског ваздуха путем рибљег мехура. Овај орган примарно има улогу регулисања специфичне тежине тела рибе.

Плућа су респираторни органи виших кичмењака. Чини их пар кеса веома наборане површине смештених у унутрашњости тела. По правилу постоје 2 плућна крила сем код змија где је једно закрљало. Плућа су у вези са цревом преко душника. Почетни део душника је гркљан који код сисара има гласне жице и производи звук. Душник се грана у пар бронхија које продиру у плућна крила и дају све ситније огранке а најситнији се зову бронхиоле. На месту преласка душника у бронхије код птица се налази орган који производи звук. Бронхиоле се завршавају плућним мехурићима чији су зидови богати крвним судовима и формирају алвеоле кроз које се врши размена гасова. Код сисара за разлику од осталих сувоземних кичмењака телесна дупља је

дијафрагмом подељена на грудну и трбушну дупљу и ова творевина има улогу у процесу дисања.

Крвни систем

Кроз крвни или циркулаторни систем животиња креће се крв која разноси хранљиве материје, гасове, продукте метаболизма и хормоне. Крвни систем не постоји код дупљара и већине паренхиматичних и ваљкастих црева. Код осталих животиња постоје два основна типа крвног система: отворени и затворени. Отворен крвни систем имају мекушци и зглавкари а затворен крвни систем је присутан код чланковитих црева и кичмењака и код њих се крв креће кроз затворене крвне судове.

Срце је централни орган система за крвоток чија је функција остваривање циркулација крви. Изграђено је од попречно-пругасте мускулатуре и лежи у посебном делу целомске дупље (перикарду) који је испуњеном течномашћу. Делови срца риба су преткомора и комора. Код водоземаца постоје 2 предкоморе и једна комора док код свих осталих кичмењака постоје 2 предкоморе и 2 коморе. Контракција срца је означена као систола а његово опуштање као дијастола.

Крвни судови који спроводе крв из срца се називају артерије а они који воде крв у срце су вене. Капилари представљају мрежу танких судова који повезују артерије и вене. Редукована крв се из десне коморе плућном артеријом одвод у плућа. Одатле се оксидована крв плућном веном транспортује у леву предкомору, затим у леву комору и одлази аортом у све делове тела. Главна вена која доводи венску (редуковану) крв у десно предкомору срца је шупља вена. На овај начин се код копнених кичмењака формирају 2 лука: мали крвоток (између срца и плућа) и велики крвоток (између срца и тела). Тако кроз десну страну срца циркулише венска а кроз леву страну артеријска крв. Код риба и ларви водоземаца кроз срце противе само венска крв. Код водоземаца се оксидована и редукована крв мешају. Код гмизаваца, код којих преграда између половине срца није потпуна, долази до делимичног мешања крви.

Лимфни систем

Лимфни систем обухвата мрежу разгранатих лимфних судова којима кружи лимфна течност и који на извесним местима комуницирају са венама. Лимфни систем представља диференцијацију крвног система и карактеристичан је за кичмењаке. Од крви се лимфна течност разликује једино одсуством еритроцита. Лимфни органи су

изграђени од лимфног ткива и то су крајници, лимфни чворови, слезина и тимус. У лимфним чворовима се стварају лимфоцити који уништавају бактерије, слезина је место распадања еритроцита а тимус има улогу при расту младих јединки.

Урогенитални систем

Једно од својстава кичмењака је анатомска и физиолошка повезаност екскреторних и гениталних органа у заједнички урогенитални систем органа. Генитални продукти пролазе кроз екскреторне одводе и доспевају у спољашњу средину.

Органи за излучивање (екскреторни органи)

Екскреторни органи врше одстрањивање екскрета (производа метаболизма) и излучивање воде. Најједноставнији екскреторни органи вишећелијских животиња су протонефридије пљоснатих црева које се сastoјe од цевчица које започињу звездастом трешњастом ћелијом и изливају се на површину тела. Прстенasti црви поседују метанефридије које се сastoјe од парних каналића који су у вези са телесном дупљом и спољашњом средином.

Екскреторни органи кичмењака су нефридијалног типа. Бубрези су сastављени из вишиког броја нефридија (мокраћних цевчица или бubrežnih каналића). Свака цевчица започиње Малинигјевим телом које има пехарасти део са сплетом капилара преко којих се излучује мокраћа. У току ембрионалног живота кичмењака јављају се 3 типа бубрега: пронефрос, мезонефрос и метанефрос. Бубрег сисара сачињавају кора и срж. У кори је смештен секреторни део бubrežnog каналића док срж чине одвојне цевчице које се изливају у бubrežnu карлицу а она у бubrežnu чашницу. Бубрези већине кичмењака се изливају преко мокровода (уретера) у задње црево, а код сисара у посебан урогенитални синус и у спољашњу средину. Већина сисара има мокраћну бешику која служи као резервоар мокраће.

Полни органи (генитални органи)

Генитални систем обухвата полне жлезде (гонаде) у којима настају полни продукти, и полне одводе којима се ови продукти избацују у спољашњу средину. Код кичмењака постоји само по један пар гонада у којима настају мушки или женске полне ћелије (гамети). Гонаде женки се називају јајници (оваријуми) и у њима се образују јајне ћелије, док су мушки полне жлезде семеници (тестиси) и у њима

се стварају сперматозоиди. Полни одводи мужјака се називају семеводи а женки јајоводи. Јајовод сисара чине 3 дела: јајовод у ужем смислу, материца (утерус) и вагина која се наставља у урогенитални канал. У вези са изводним каналима стоје додатне (акцесорне) жлезде: Кауперове жлезде и простата код мужјака и Бартолинијеве жлезде код женки. Код водених кичмењака и водоземаца полни продукти се излучују у спољашњу средину где долази до спољашњег оплођења. Код копнених кичмењака је заступљено унутрашње оплођење. Гмизавци и птице полажу јаја док се код сисара ембрион развија у материци мајке.

Ендокринни систем

Ендокринни систем чине органи са унутрашњим лучењем (жлезде) које свој секрет (хормоне) излучују директно у крв. Хормони су физиолошки активне материје које регулишу животне процесе делујући на појединачне оргane или организам у целини. Код бескичмењака ендокрину улогу имају секреторне жлезде межданих ганглија инсеката чији хормон утиче на растење и пресвлачење. Извесне жлезде кичмењака су ждрелног порекла (штитна жлезда, параштитна жлезда, тимус), друге се налазе у близкој вези са мозгом (хипофиза), неке се развијају у пределу бубрега (надбubreжне и међубubreжне жлезде), а посебно су значајне полне жлезде које производе и хормоне и извесне секrete које излучују преко посебних одвода.

Штитна жлезда (Tireoidea) – Код сисара се ова жлезда налази испод гркљана. Њен хормон тироксин регулише промет материја у организму и растење и развиће младих животиња.

Параштитна жлезда (Paratireoidea) – Ова жлезда је чврсто срасла са тиреоидном жлездом. Њен хормон регулише промет калцијума и фосфора и утиче на развој скелета.

Грудна жлезда (Timus) – Код човека се тимус налази у доњем делу врата и у горњем делу груди. Тимус има улогу у растењу и у имунолошкој реактивности посебно код младих организама. У старости се смањује а некада и испчезава.

Хипофиза – Хипофиза представља испупчење на трбушној страни међумозга и састоји се од 3 режња. Она је централни део ендокриног система јер њени хормони регулишу рад осталих жлезда. Хормони хипофизе регулишу растење костију и читавог организма, утичу на глатку мускулатуру и регулишу крвни притисак, изазивају дозревање јајних ћелија и појаву секундарних полних карактеристика,

утичу на лучење млека и појаву материнског инстинкта и утичу на активност кожних хроматофора. Поред тога хипофиза регулише активност штитне и надбubreжне жлезде, јајника и семеника.

Епифиза – Епифиза представља испупчење на леђној страни међумозга. Има инхибиторно дејство на рад полних жлезда и појаву секундарних полних одлика.

Надбubreжне жлезде – То су парне жлезде виших кичмењака и смештене су изнад бубрега. Њихов хормон адреналин делује на симпатички нервни систем и посредно на глатку мускулатуру крвних судова изазивајући њихово скупљање, чиме се убрзава рад срца и повишива крвни притисак. Адреналин такође изазива разлагање гликогена на просте шећере. Други хормон ове жлезде, кортин, регулише промет материја и формирање пигmenta и крвних зrnaца и повећава отпорност организма према болестима и тоскичним материјама.

Гуштерача (Pankreas) – Поред лучења ензима за варење хране панкреас производи два хормона који регулишу метаболизам глукозе.

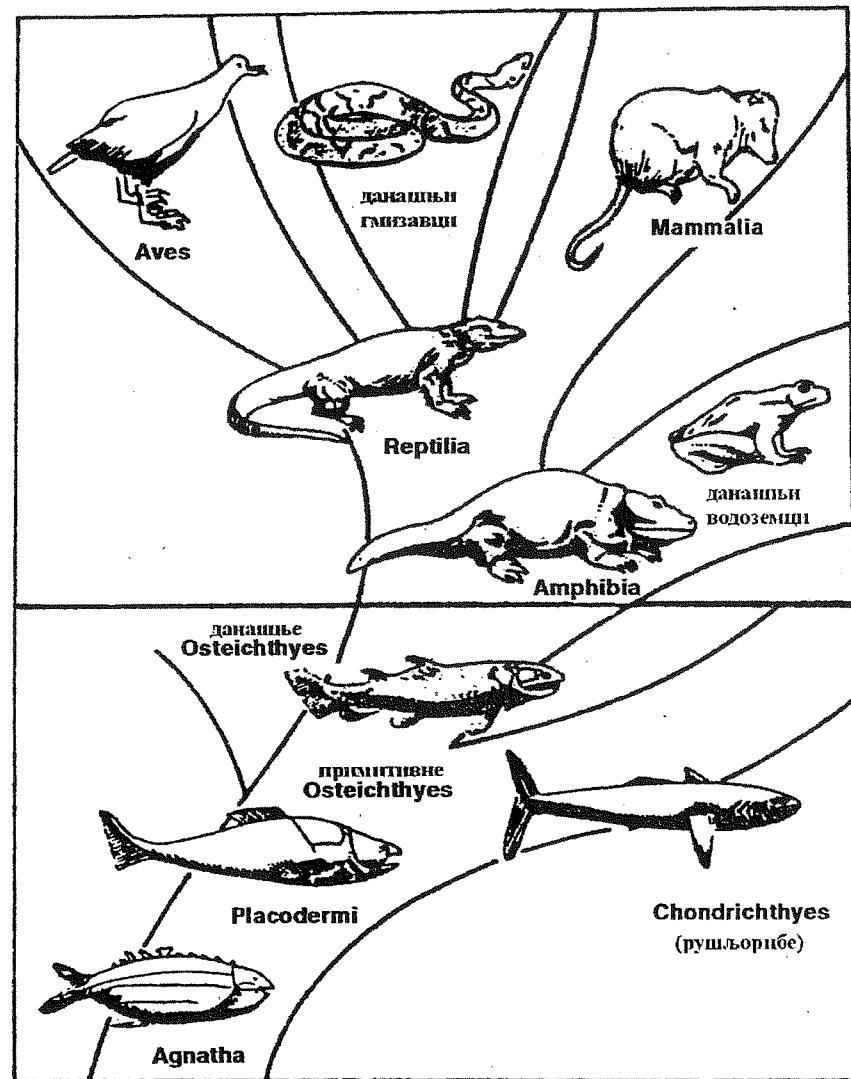
Полне жлезде (Gonade) – Поред полних продуката гонаде производе и полне хормоне које имају вишеструке улоге, углавном у процесу репродукције.

КЛАСИФИКАЦИЈА КИЧМЕЊАКА

Данаšnji kичmeњaci сe деле на 6 класa: колоусте (Agnatha), рибе (Pisces), водоземце (Amphibia), гмизавце (Reptilia), птице (Aves) и сисаре (Mammalia).

Класа Agnatha (колоусте)

Ова класа представља најпримитивнију групу данашnjih kичmeњaka. Најстарије фосилне колоусте су штитоноше (Ostracoderma). Današnje колоусте имају искључиво хрскавичав скелет, живе у слаткој и сланој води и обликом тела подсећају на јегуље. Колоусте немају вилица већ им је усни отвор округао и стално отворен. Немају парних пераја. Адулти воде паразитски начин живота сишући крв рибама. Kod нас су познате речна и морска змијуљица.

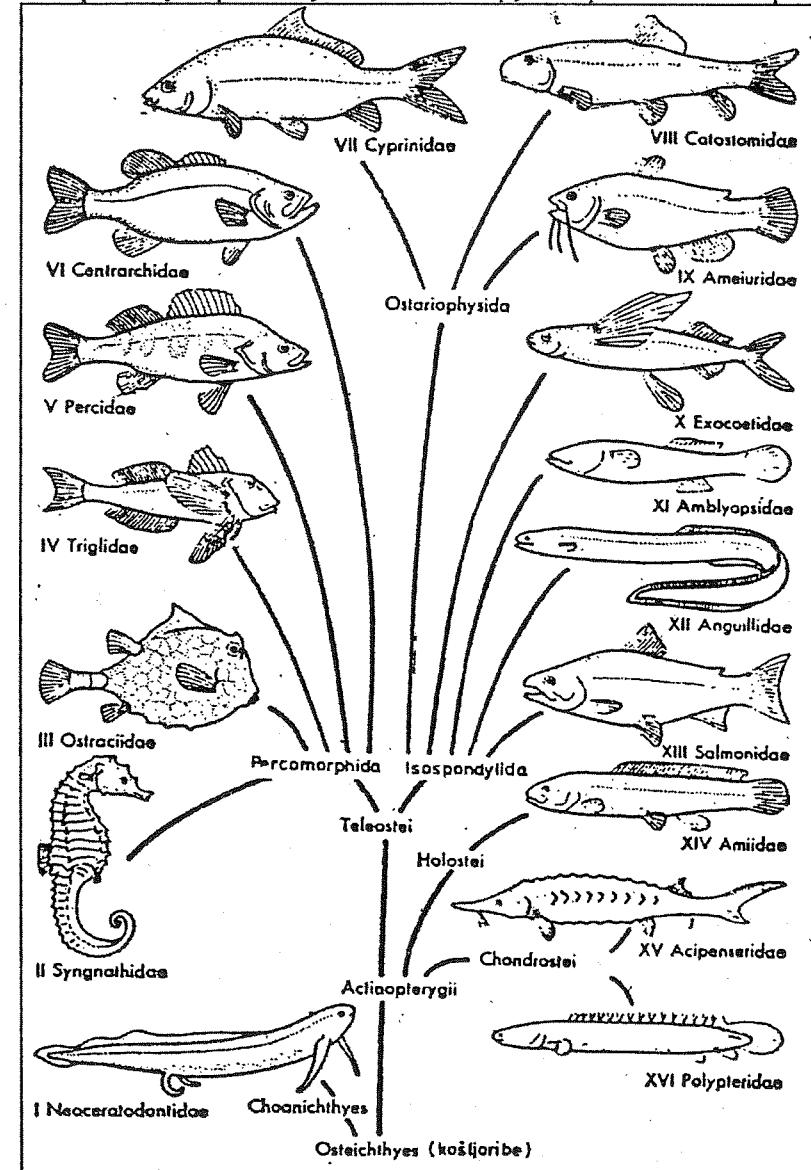


Слика 47: Филогенетско стабло кичмењака

Класа Pisces (рибе)

Рибе насељавају слатке воде и мора. Свака врста је прилагођена условима средине у којој живи: салинитету воде, одсуству светlosti (у великим дубинама), кретању кроз брзе потоци и слично и у складу са тим поседују специфичне морфолошке и физиолошке адаптације. Исхрана риба је разноврсна: неке се хране планктонским организмима,

ситнијим животињама (рачићима, црвима, инсектима), алгама и другим воденим растињем или другим рибама. Рибе за човека имају велики значај јер се многе врсте користе за исхрану људи а такође представљају важну сировину у индустрији. Рибарство је значајна привредна грана а све је значајније и гајење риба у рибњацима. Данашње рибе су сврстане у 2 подкласе : рушљорибе и кошљорибе.



Слика 48: Систематски преглед кошљориба (Osteichthyes)

Подкласа Elasmobranchii (рушљорибе, хрскавичаве рибе)

Рушљорибе су грабљиве морске рибе са хрскавичавим скелетом и плакоидном (зуболиком) крљушти. Уста су им попречно положена на доњој страни главе. Из реда ајкула је најопаснија велика бела ајкула а у нашем мору су присутне плава ајкула (модруљ) и морска мачка. У ову подкласу спадају и раже које живе на дну и имају дорзовентрално спљоштено тело.

Подкласа Osteichthyes (кошъорибе, више рибе)

Код ових риба се поред зуба и крљушти јављају и друге коштане творевине: у лобањи, раменом појасу и шкргни поклопци. Уста су углавном на предњем врху главе. Постоје 2 надреда: Actinopterigii и Sarcopterygii.

Надред Actinopterigii (зракоперкі)

У групу штитоноша спадају кечига, јесетра и моруна. Економски су значајне пастрмке, лосос и младица које су међусобно сродне. Беле или шараноидне рибе су најбројнија група слатководних риба којој припадају шаран, караш, деверика и црвенперка. У слаткој води живе сомови и штуке као и неки представници јегуља. Од морских врста су економски значајне сардела, харинга и бакалар. У групу тврдоперки се налазе слатководне врсте – греч и смућ и морске врсте – зубатац, шкарпина, гирица, туњ и друге.

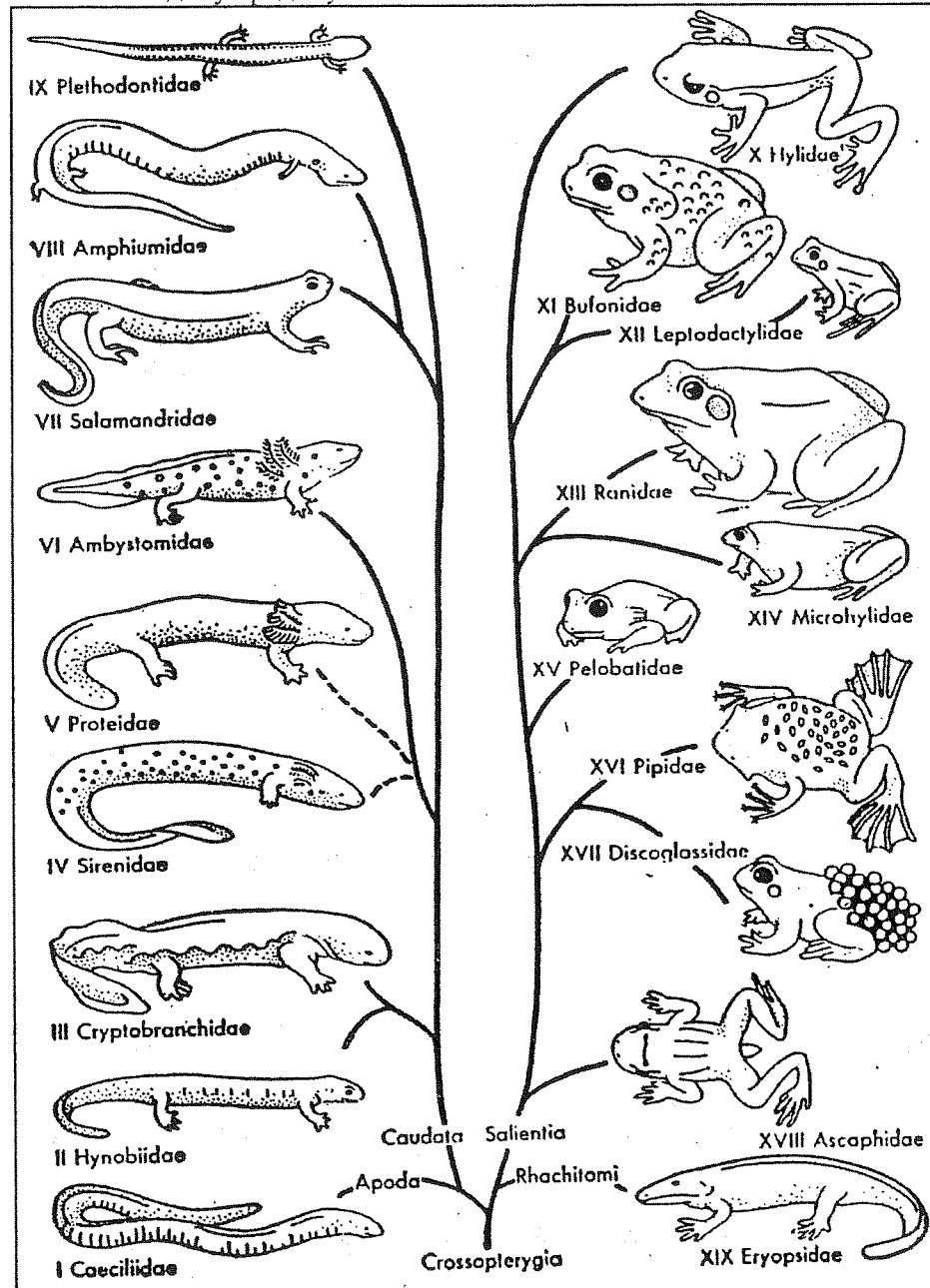
Надред Sarcopterygii (Choanichthyes)

Ове рибе обухватају шакоперке и дводихалице које представљају малобројни остатак веома старих група.

Класа Amphibia (водоземци)

Водоземци су први кичмењаци који су освојили копнену средину. Развили су се од примитивних представника шакоперки. Рибљи мехур се трансформисао плућа а неке врсте су стекле способност кретања на сувом и постале амфибијске. Први водоземци су били везани за слатководне басене. Имали су коштани оклоп на глави и коштане крљушти и представљају исходни облик свих осталих виших кичмењака. Код водоземца је дошло до модификације респираторног и крвног система. Међутим, ови организми се још нису

потпуно прилагодили на живот на копну јер им је размножавање везано за водену средину.



Слика 49: Систематски преглед водоземаца

Водоземци су битни учесници ланаца исхране и могу значајно редуковати бројност неких штетних инсеката. Жабе се користе за исхрану људи и као објекат научних истраживања у медицини и биологији. Неки водоземци имају жлезде у кожи које луче отрован секрет.

Данас постоје 3 реда водоземаца: Apoda (безноги водоземци), Urodela (репати водоземци – даждевњаци, човечија рибица и тритони) и Anura (безрепи водоземци или жабе).

Жабе после метаморфозе губе реп и крећу се само удовима од којих су задњи јаче развијени и прилагођени за скакање. Ларве се називају пуноглавци и углавном живе у води. Жабе се најчешће хране инсектима. У нашим крајевима су познате врсте рода *Rana* sp., *Hyla arborea* (гаталинка), *Bufo* sp. (жабе крастаче) и друге.

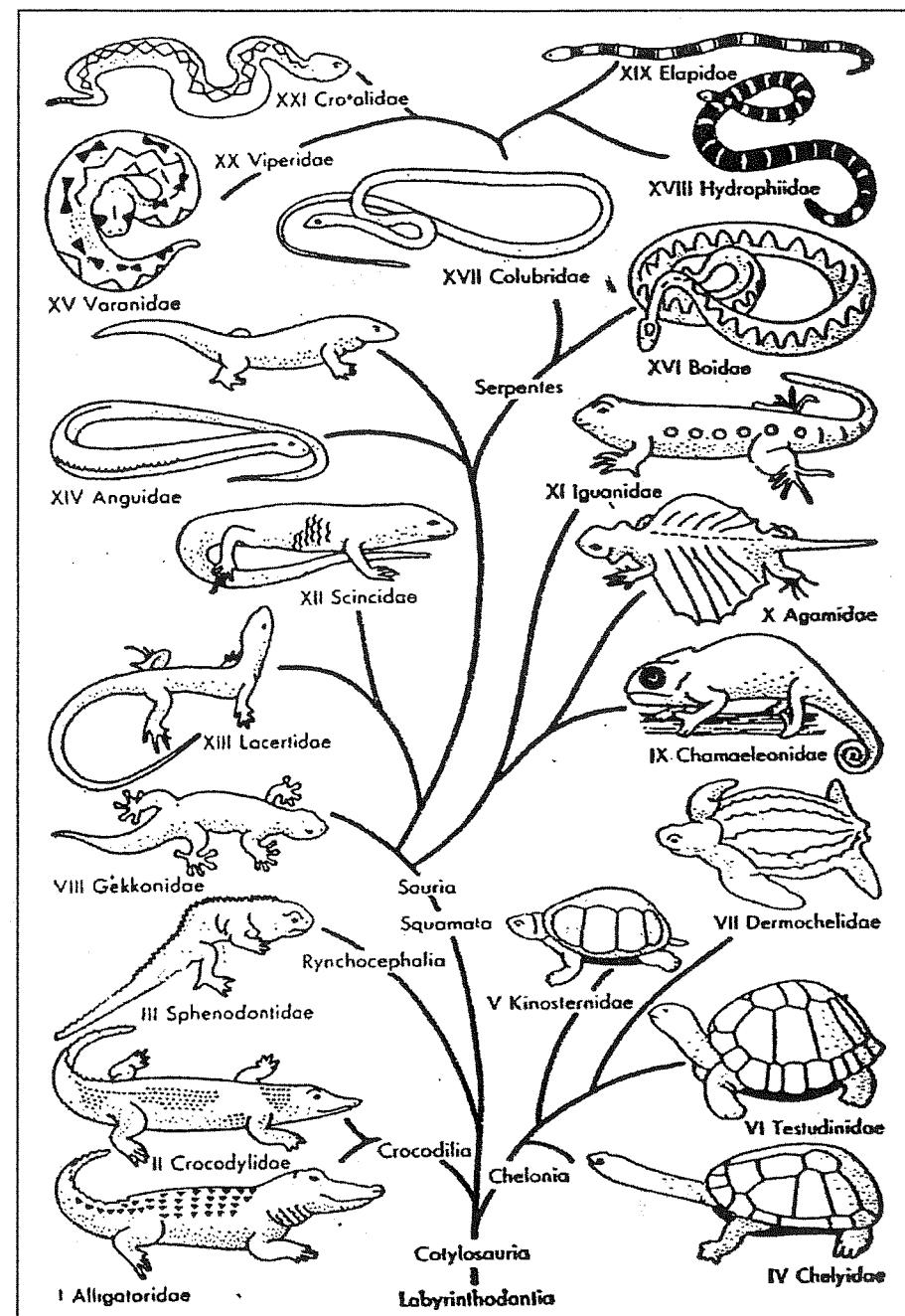
Класа Reptilia (гмизавци)

Гмизавци су потпуно прилагођени на живот на копну јер приликом размножавања нису везани за водену средину. Њихова кожа је сува, сиромашна жлездама и покривена рожним крљуштима или рожним штитовима. Екскреторни систем чини трајни бубрег (metanefros). Грађа мозга је знатно сложенија него код водоземаца. Кључне адаптације су везане за начин размножавања и дисања.

Ембриони се развијају у јајету где су окружени ембрионовим опнама и опном јајета. У току ембрионалног развића се формирају посебни ембрионални органи (амнион, алантос и хорион) који заједно са јајним опнама обезбеђују развиће на сувом. Амнион и алантос постоје само код копнених кичмењака, гмизаваца, птица и сисара који се зато заједнички означавају као Амниота.

Гмизавце одликује искључиво плућни начин дисања. Постоје 2 плућна мехура, који су у вези са крвним системом. Срце се састоји из 2 преткоморе и 2 коморе али подела комора није потпуна тако да долази до мешања артеријске и венске крви. Присутна су 2 аортине лука, леви и десни.

Гмизавци су се развили од примитивних водоземаца – стегоцефала. Од најпримитивније групе гмизаваца (*Cotylosauria*) одвојили су се преци сисара и птица. Гмизавци су свој процват доживели у мезозоику када су живели представници огромних димензија (нпр. из групе *Dinosauria*) а постојале су и врсте са способношћу летења (*Pterosauria*) и друге које су живеле у води (нпр. *Ichthuisayria*). Међутим, са глобалном променом еколошких услова на земљи ове врсте су изумрле.



Слика 50: Систематски преглед гмизаваца

Многе врсте гуштера и змија могу у великој мери да утичу на бројност неких привредно значајних инсеката и ситних глодара. Неке

врсте крокодила и змија могу бити опасне па и смртоносне за човека. Отров одговарајућих врста се користи у фармацији за израду серума против змијког једа. Неке врсте гмизаваца се користе и у исхрани човека.

Данас су присутна 4 реда гмизаваца: корњаче, туатере, гуштери и змије и крокодили.

Ред Chelonia (корњаче)

Корњаче имају снажан кожни скелет изграђен од коштаних плоча које су повезане у окlop. Немају зубе већ су им вилице снабдевене рожним навлакама. Живе на копну и у сланој и слаткој води. У нашим крајевима су познате барска корњача (*Emys orbicularis*) и две копнене врсте, *Testudo hermanni* и *T. graeca*.

Ред Squamata (љускаши)

Подред Lacertilia (гуштери)

Гуштери садрже око 2 000 врста. Најчешће се хране инсектима и другим ситним животињама. Код неких врста су удови исчезли а очи закржљале услед живота под земљом (нпр. слепић и блавор). Код нас живи зелембаћ (*Lacerta viridis*), зидни гуштер (*L. muralis*) и многе друге врсте овог рода. У овај подред спадају игуане, варани, камелеони и друге врсте којих код нас нема.

Подред Ophidia (змије)

Змије су се развиле од гуштера који су водили ријући начин живота и данас броје око 2 000 врста. Крећу се вијугавим покретима тела јер немају удова. Имају добро развијено чуло мириза и додира. Вилични апарат им је покретљив тако да могу са лакоћом да гутају крупан плен без жвакања. Све змије су грабљивице. У нашим крајевима су честе следеће врсте: белоушка или барска змија која није отровна; смук који може бити дуг и 2 m и није отрован; посок (*Vipera ammodytes*) који је отрован и на врху њушке има мали рог и шарка (*V. berus*) која је такође веома отровна. Најкрупније змије су удави (змијски цар, анаконда) који живе у тропским пределима. Од змија отровница су најопасније кобре, мамбе и звечарке.

Ред Crocodilia (крокодили)

У овај ред спадају крокодил (Африка), гавијал (Индија), алигатор и кајман (Америка). Сви су веома опасни за човека и домаће животиње.

Класа Aves (птице)

Наука која проучава птице се назива орнитологија. Данас је познато око 8 600 врста птица. Птице су настале од рептила. Најстарија позната врста птица је *Archaeopteryx*. Тело им је прекривено перјем које води порекло од крљушти и значајно је за летење и терморегулацију. Заједно са сисарима птице су стекле велику предност у односу на остале животиње – сталну телесну температуру која им омогућава врло активан начин живота и широку рас прострањеност.

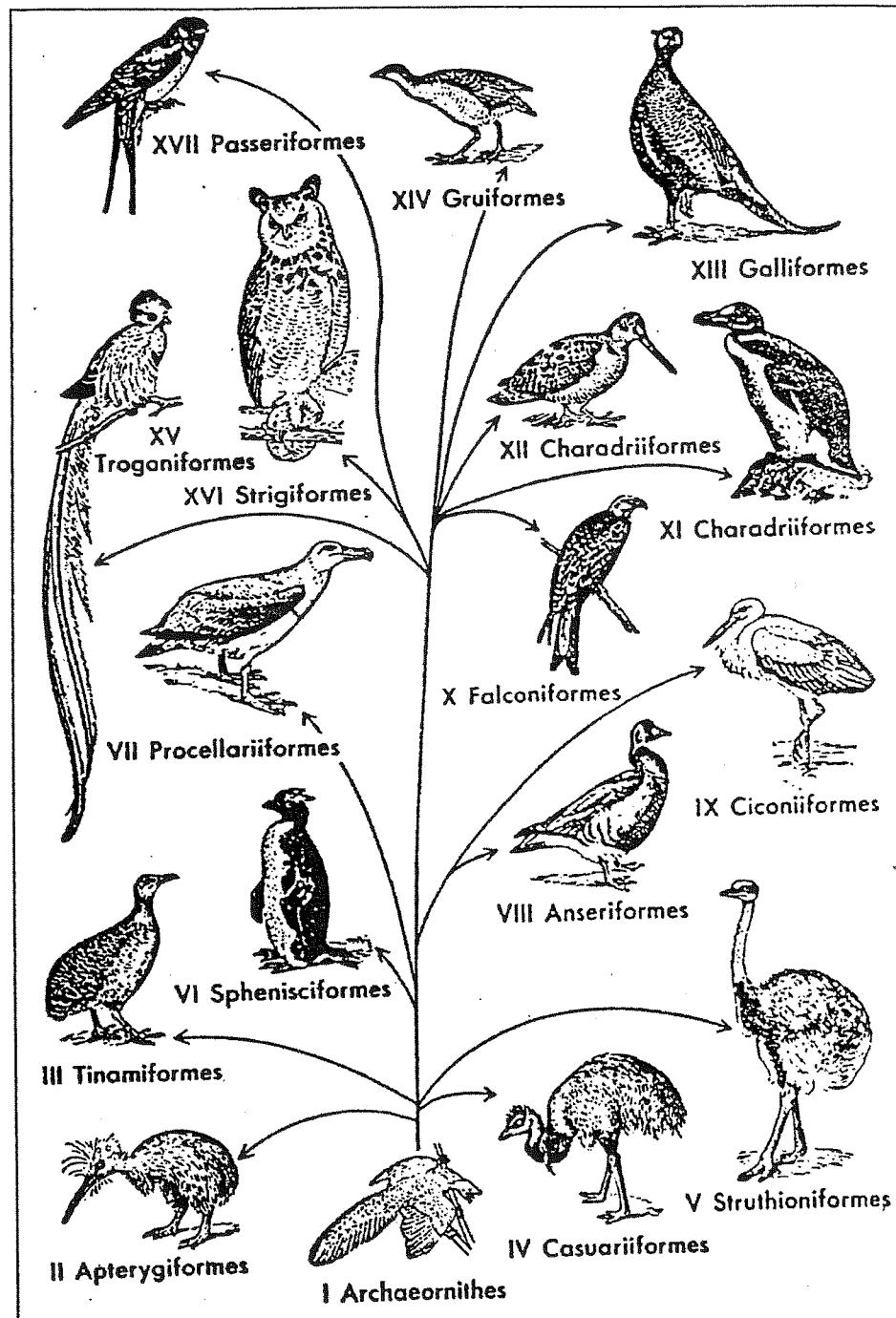
Предњи удови птица (крила) су прилагођени за летење. Из потреба летења се развило нарочито добро чуло вида а добро је развијено и чуло слуха док су остала чула слабије развијена. Прилагођеност на летење представљају и ваздушне кесе на плућима које смањују специфичну тежину тела и олакшавају дисање при летењу.

Уместо зуба птице имају коштане кљунове превучене рожним навлакама. Птице полажу јаја која су заштићена опнама. Срце поседује 2 предкоморе и 2 коморе и не долази до мешања крви. Мозак је много развијенији него код водоземаца и гмизаваца а нарочито су добро развијене хемисфере великог мозга и мали мозак (као центар за равнотежу и покрете).

Птице имају велики значај за човека. Многе врсте човек користи у исхрани гајећи их као домаћу живину или за потребе ловства. Неке птице имају значајно место у одржавању бројности популација, инсеката, глодара и гмизаваца.

Постоје две подкласе птица: тркачице (*Ratitae*) и летачице (*Carinatae*).

Тркачице нису заступљене у нашој фауни и у њих спадају ној, ему, казуар, киви. Од птица које су прилагођене на водене услове значајни су гњурци и пингвини. Ове птице се хране рибом и добри су плувачи (имају пловне кожице између прстију ногу и ноге су им потиснуте уназад). За живот на мору су прилагођени и албатроси, пеликан и корморани. У нашим крајевима су честе следећи редови птица:



Слика 51: Систематски преглед птица

Ciconiiformes (роде и чапље)

Представници овог реда живе по мочварама и барама а најпознатији су сива чапља (*Ardea cinerea*) и бела рода (*Ciconia ciconia*). Одликују се дугим кљуном и ногама.

Anseriformes (пловуше)

Прилагођене су за живот на води и најчешће се хране рибама. Тело им је прекивено непромочивим перјем и имају широк кљун. Ноге су кратке, са широким опнама између прстију. Ту спадају дивља патка (*Anas platyrhynchos*), дивља гуска (*Anser anser*) и лабудови (*Cygnus spp*).

Falconiformes (грабљивице)

Ово су снажне птице са оштим и повијеним кљуном и канхама које имају добро развијено чуло вида и слуха. Познате врсте су сиви соко (*Falco peregrinus*), јастреб кокошар (*Accipiter gentilis*), кобац (*Accipiter nisus*), сури орао (*Aquila chrysaetos*) и заштићена врста, белоглави суп (*Gyps fulvus*).

Galliformes (кокоши)

Кокоши слабо лете али су добри тркачи. Ту спадају домаћа кокош (*Gallus domesticus*), ћурка (*Meleagris gallopavo*), фазани, јаребице, препелице и тетреби, које су цењена ловна дивљач, као и унета врста – паун.

Columbiformes (голубови)

У ову групу спадају голубови, грлице и гугутке, а позната врста је дивљи голуб (*Columba livia*) од кога су добијене све расе домаћег голуба.

Cuculiformes (кукавице)

Код нас су заступљене само једном врстом – кукавицом (*Cuculus canorus*). Кукавица је значајан регулатор бројности инсеката. Она полаже јаја у туђа гнезда тако да јој се о потомству брину друге врсте птица.

Strigiformes (сове)

Сове су ноћне грабљивице које нечујно лете јер поседују растресито перје. Одлично им је развијено чуло вида и слуха. Основна храна су им ситни глодари. Најчешће врсте су велика ушара (*Bubo bubo*) и ћук (*Athene noctua*).

Piciformes (детлићи)

Чести су становници шума где се хране инсектима који живе у дрвету. Снажним кљуном могу да допру до њихових ларви у дубљим слојевима дрвета. Познати су мали, средњи и велики детлић и жуна.

Passeriformes (певачице)

Ово је најбројнија група птица и хране се углавном инсектима. Познате врсте су: домаћи врабац (*Paser domesticus*), сеница (*Parus major*), кос (*Turdus merula*), славуј (*Luscinia megarhynchos*), ласта, зеба, сврака, гачац, чавка, гавран, штиглић и друге. Овде спадају и рајске птице са Нове Гвинеје.

Класа Mammalia (сисари)

Сисари воде порекло од примитивних гмизаваца. У време доминације гмизаваца били су малобројнији и углавном су били активни ноћу. Међутим, данас су заузели животни простор некадашњих гмизаваца и практично немају јачих конкурената захваљујући нарочитим адаптацијама.

Једино је њима својствено присуство длакавог телесног прекривача који омогућава сталност телесне температуре (хомеотермију). Сисарима су својствени рожни деривати коже: ногти, канџе, папци, копита и навлаке рогова. Кожа им је веома богата знојним и лојним жлездама. Карактеристичне за њих су и млечне жлезде. Зуби су им диференцирани према положају у вилици и специјализовани према начину исхране. Екстремитети су специјализовани за различите начине кретања (ходање, пузanje, трчање, скакање, пливање, копање или летење). Једино се код сисара среће дијафрагма код система за дисање. Срце има 2 предкоморе и 2 коморе а десни аортни лук ишчезава. Крвоток се састоји из великог и малог крвотока а венска (редукована) и артеријска (оксидована) крв се не мешају. Сисари имају најразвијенији нервни систем. Снажно су

развијене хемисфере великог мозга а код примата је нарочито диференцирана кора великог мозга.

Код сисара је посебно развијена брига о потомству. Оплођење и ембрионално развиће су унутрашњи.

Велики број врста сисара представља важан извор хране за многе предаторе. Такође су многи сисари значајни предатори и представљају регулаторе бројности популација неких економски значајних штеточина. Велики број врста сисара човек користи у својој исхрани ловећи их као дивљач или их гајећи као домаће животиње. Многи животињски производи представљају значајну сировину у индустрији. Неке врсте сисара се повремено масовно намножавају и наносе велике штете у пољопривреди и шумарству. Постоје и врсте које могу бити преносиоци опасних паразита и заразних оболења. Пацови и мишеви се користе у фармацији и медицини за тестирање нових производа. Класа сисара се дели на 3 подкласе: Prototheria, Metatheria и Eutheria.

Подкласа Prototheria (сисари са клоаком)

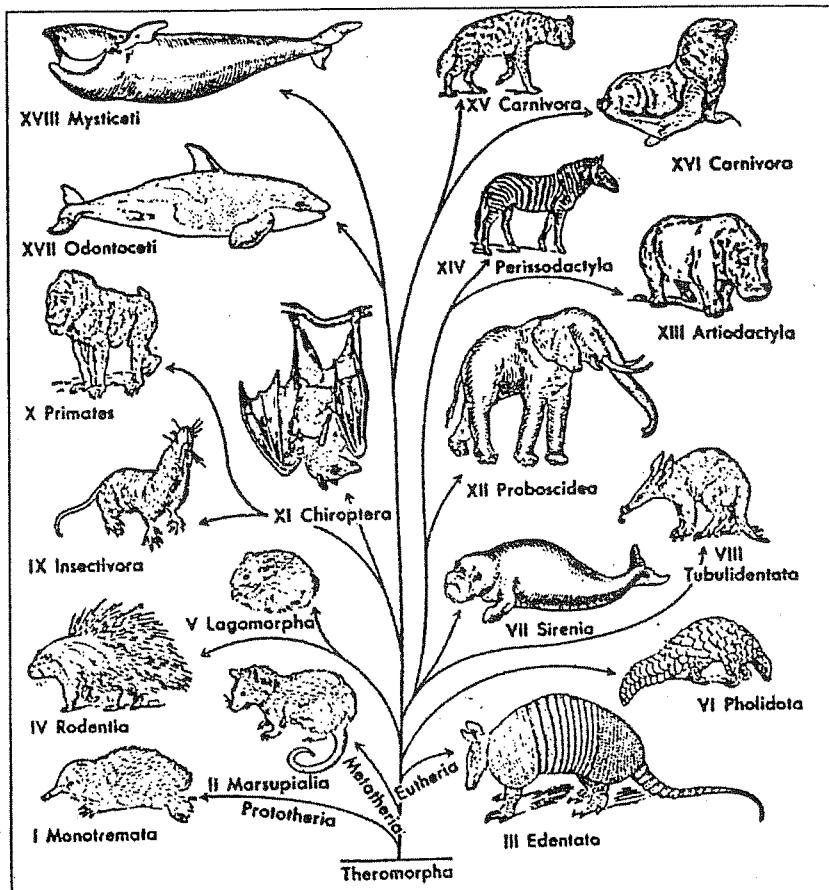
Ова група аустралијских сисара показује извесне особине гмизаваца. Поседују клоаку, полажу јаја, а млечне жлезде су слабо развијене и без брадавица. Ту спада кљунар (*Ornithorhynchus anatinus*) код кога је присутан кљун.

Подкласа Metatheria (торбари)

Ови сисари насељавају Аустралију и Јужну Америку. Одликују се присуством марсупијалних костију и специјалне кесе на трбуху (marsupium) у којој су смештене млечне жлезде. Женке рађају неразвијене младунце и стављају их у торбе у којима се завршава њихово ембрионално развиће. Најпознатије врсте су кенгур (*Macropus rufus*) и коала а постоје и торбарска веверица, куна, вук, скочимиш, кртица и друге животиње сличне плаценталним сисарима а сасвим другачијег порекла.

Подкласа Eutheria (сисари са плацентом)

Код ових сисара се образује постельица (плацента) на којој се развија ембрион. Младунци се рађају готово потпуно развијени. Подкласа Placentalia (Eutheria) се дели на 17 редова са око 3800 врста.



Слика 52: Систематски преглед сисара

Ред Insectivora (бубоједи)

Ово су најпримитивнији сисари са плацентом а најчешћа храна су им инсекти. Значајни су јер смањују бријност популација штетних инсеката у пољопривреди и шумарству. Овде спада кртица (*Talpa europaea*), јеж (*Erinaceus europaeus*) и ровчице (*Sorex spp.*).

Ред Chiroptera (слепи мишеви)

Ове животиње су прилагођене за летење које им омогућује танак кожни набор разапет између предњих и задњих удова и репа. То су ноћне животиње са закржљалимочима и се посебним органима за оријентацију који функционишу као радар. Хране се искључиво инсектима. Најпознатији је обични слепи миш (*Vespertilio murinus*).

Ред Primata (мајмуни)

У ред мајмуна спадају полу мајмуни (тупаје и лемури), мајмуни и човек. На највишем нивоу стоји фамилија човеколиких мајмуна (Hominidae), у коју спада и човек. Познате врсте човеколиких мајмуна су горила (*Gorilla gorilla*) и шимпанзо (*Pan troglodytes*), који живе у тропској Африци, и орангутан (*Pongo satyrus*), који живи на Борнеу и Суматри.

Ред Lagomorpha (зечеви)

У овај ред спадају зечеви, кунићи и охотоне. Ове животиње имају секутиће сличне глодарима који стално расту и троше се при исхрани биљном храном. Позната врста је зец (*Lepus europaeus*).

Ред Rodentia (глодари)

Глодари су најбројнија група сисара. Хране се биљкама, нарочито плодовима и семеном, због чега наносе велике штете у пољопривреди. Секутићи су им веома развијени и расту целог живота јер се при исхрани троше. Имају велики потенцијал размножавања и често ступају у пренамножења. Познате врсте су: веверица (*Sciurus vulgaris*), текуница (*Citellus citellus*), пух (*Glis glis*), слепо куче (*Spalax leucodon*) које се храни корењем, волухарица (*Microtus arvalis*), шумски миш (*Apodemus sylvaticus*), домаћи миш (*Mus musculus*) и пацови (*Rattus rattus* и *R. norvegicus*) који једу животне намирнице човека.

Ред Carnivora (зверови)

Ови месождери воде грабљив начин живота. Имају посебно развијене очњаке којима усмрћују жртву, снажне канхе и добро развијена чула. У нашим крајевима су познати: дивља мачка (*Felis silvestris*), рис (*Lynx lynx*), вук (*Canis lupus*), лисица (*Vulpes vulpes*), мрки медвед (*Ursus arctos*), јазавац (*Meles meles*), куне (*Martes spp.*), ласица (*Mustela nivalis*) и твор (*Mustela putorius*). Домаћа мачка је *Felis domesticus*, а домаћи пас *Canis familiaris*.

Ред Perissodactyla (копитари)

Број прстију ових животиња је редукован а завршавају се рожним копитом. У копитаре спадају тапир, носорози и коњи (зебре, магарци и коњи).

Ред Arctiodactyla (папкари)

Карактеришу се смањењем броја прстију на удовима који се завршавају рожним папцима. Овде спада многа ловна дивљач: дивља свиња (*Sus scrofa*), срна (*Capreolus capreolus*), јелен (*Cervus elaphus*) и дивокоза (*Rupicapra rupicapra*). Папкари који не насељавају наше крајеве су дивља коза, муфлон, нилски коњ, камила, лама, бизон, жирафа, окапи и велики број антилопа.

ОРГАНИЗАМ И СРЕДИНА

На основу свега што је познато о животу, његовим особинама и појавама од најнижег нивоа његове организације – ћелије па до целокупног организма, сасвим је очигледно да ни један организам не може живети сам. На ову чињеницу указао је још академик др Синиша Станковић, један од оснивача екологије код нас, у својој књизи »Оквир живота« из 1933. год., следећим речима: »Није никоме могуће замислити једно живо биће, сасвим свеједно које врсте, издвојено од ближе или даље околине у којој живи, потпуно изоловано у космосу, без воде, без ваздуха, без хране. Такво биће не само што се не би могло одржати, него уопште не би могло постојати, оно би било чиста апстракција.«

Према томе, свака јединка мора делити своју околину, просторно и временски са осталим организмима који живе у истој средини и које на њен опстанак имају значајан утицај.

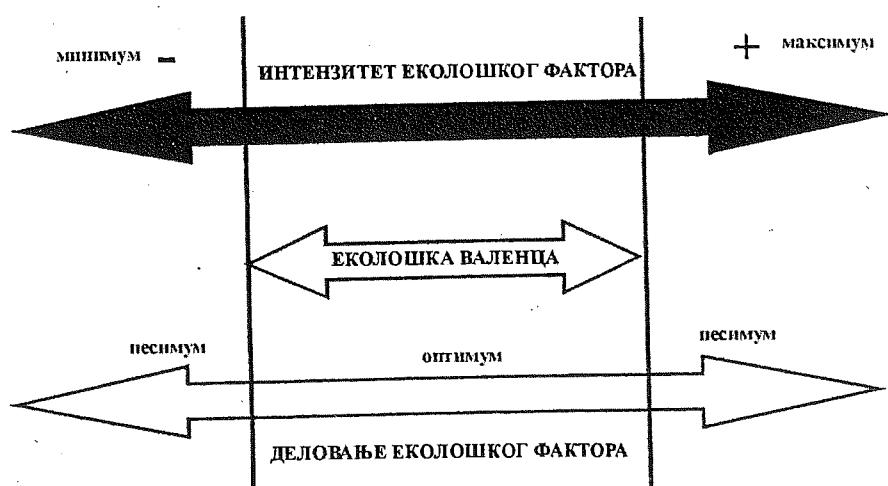
Наука која се бави проучавањем питања сложених међусобних односа између живих бића и средине у којој она живе и од којих зависи њихов опстанак зове се екологија (од грчке речи οἶκος што значи кућа, дом, пребивалиште и логос, што значи наука). Прву дефиницију екологије дао је немачки зоолог Ернест Хекел 1866. године и она се односила на животињске организме и њихове односе са околином. Касније се дефиниција проширила и обухватила остале организме укључујући и человека. Основа екологије заснива се на Дарвиновим принципима природне селекције и борбе за опстанак. Савремена екологија је релативно млада научна дисциплина, али законитости којима се она бави успостављене су настанком живота на нашој планети. У почетку се ова наука тихо развијала унутар биологије, а данас представља поље широког интересовања јавности и једну од основних вредности савременог човечанства. Тако је постала не само наука будућности него и наука без које нема будућности.

Екологија изучава конкретну ситуацију – стварност у природи, међусобне односе и узајамну условљеност живих бића, као и законитости њиховог опстанка. Резултати еколошких истраживања имају научни и све више практични значај у примењеним биолошким дисциплинама, као што је оплемењивање биљака, пољопривреда, шумарство, ловопривреда, рибарство итд.

Подела екологије је врло тешка, те се међу гранама екологије не могу повући јасне границе. Грана екологије која се бави испитивањем односа јединки преме околини зове се аутекологија. Односи унутар група организама, те односи самих тих група према њиховој околини предмет су интересовања синекологије. Према објектима истраживања, екологија се може поделити на: екологију биљака – фитоекологија која проучава биљне заједнице (фитоценозе) и биљне врсте; екологија животиња – зооекологија која проучава екологију животињских врста и њихових заједница; екологија човека – хумана екологија, итд. У зависности за који тип станишта су везана одређена еколошка истраживања, разликујемо: океанографију (истраживања везана за океане и мора), лимнографију (истраживања посвећена упознавању копнених вода) и терестијалну екологију (проучава жива бића сувоземних површина Земље).

Еколошки фактори

Ко што је већ истакнуто, жива бића не могу живети појединачно нити изоловано од других живих бића. Такође, њихов опстанак, размножавање, раст и развој зависе од непосредног и посредног дејства одређене температуре, воде, ваздуха, светлости и подлоге. Ти услови живе и неживе природе чине спољашњу средину, а појединачни елементи те средине означавају се као еколошки фактори.



Шема 9: Деловање еколошких фактора и еколошка валенца

Еколошки фактори не делују посебно, сваки за себе, већ се њихова манифестација огледа у садејству са осталим факторима животне средине. Такође, еколошки фактори нису непромењиви, самим тим што је средина веома динамична и у њој се одигравају сталне промене, на пример промена температуре у току 24 часа. Промене једног еколошког фактора повлаче за собом и промене дејства других фактора. Та променљивост је једна од основних карактеристика еколошких фактора. Промена еколошких фактора не одвија се само у времену, већ и у простору. На различитим географским ширинама и висинама влада различита температура, од вечитог леда и снега на половима Земље, па до топлих области у близини екватора. Величина распона или амплитуда колебања одређеног еколошког фактора у чијим границама је могућ опстанак организма, припадника одређене врсте, означава се као еколошка валенца, шема 9. Најповољније дејство одређеног фактора на дату врсту називамо оптимумом. Удаљавањем од оптимума дејство одређеног еколошког фактора постаје све неповољније. Најнеповољније дејство на одређену врсту, посматрани еколошки фактор има у близини горње (max) и доње (min) границе дејства еколошке валенце. Сви еколошки фактори могу се поделити у две групе: абиотички и биотички, таблица 1.

Абиотички фактори представљају физичко-хемијске услове спољашње средине, које можемо поделити на климатске, едафске и орографске. Биотички фактори обухватају утицаје које одређени организам врши на друга жива бића на истом станишту или их прима од других организама. То су утицаји који постоје само између биљака, само између животиња, или само између микроорганизама тзв. интраспецијски односи, али то су и сви утицаји који се успостављају између биљака, животиња и микроорганизама међусобно тзв. интерспецијски односи.

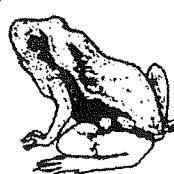
Таблица 1: Основна класификација еколошких фактора

АБИОТИЧКИ ФАКТОРИ	Климатски	Температура
		Падавине и влажност
		Светлост
		Ветар
		Хемиски састав тла
	Едафски	Физичка структура тла
		Водни режим подлоге
	Орографски	Друга дејства од утицаја на биотичке системе, која су везана за особине самог земљишта
		Надморска висина
		Нагиб терена
		Експозиција
		Друга дејства од утицаја на биотичке системе, која зависе од едафских фактора
	Хемизам средине	Хемијски и физичко-хемијски процеси, односно одговарајуће особине неживе околине организма, који утичу на животне процесе
БИОТИЧКИ ФАКТОРИ	Вирогени	Утицај вируса на биотичке системе
	Фитогени	Утицај биљних организама на биотичке системе
	Зоогени	Утицај животињских организама на биотичке системе
	Антропогени	Утицај човека на биотичке системе

БИОТИЧКИ СИСТЕМ ИНТЕГРАЦИЈЕ

Јединка као организам самостално ступа у односе са средином у којој живи, при чему фактори који чине ту средину, на одређен начин утичу на организам. Међутим, сама та чињеница тесне и узајамне условљености и зависности организама од средине у којој она живи, говори о томе да јединка не може самостално и изоловано опстати у природи. Зато јединка живи заједно са другим јединкама

припадницима исте врсте, долазећи у контакт и са јединкама других врста које живе на том станишту, при чему се систем узајамних веза и утицаја јавља на различitim нивоима интеграције, шема 10. Група јединки исте врсте, која са својом средином чини интегралну целину, означава се као популација. Популација као облик постојања одређене врсте, дефинисана је одређеним бројем јединки које су међусобно првенствено повезане процесом размножавања. Свака популације је просторно и временски везана за одређено станиште. Величина популације је променљива под утицајем абиотичких и биотичких фактора средине и њихових промена, као и низа карактеристика саме популације, као што су: густина популације, наталите, морталитет, бистички потенцијал, узрасни и полни састав итд.



Јединка

Елементарни биотички систем.



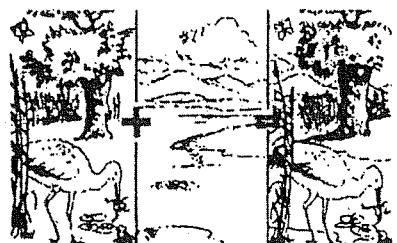
Популација

Скуп репродуктивно повезаних јединки исте врсте на истом станишту.



Биоценоза

Животна заједница популација различитих врста биљака и животиња на заједничком биотопу.



Екосистем

Највиши ступањ еколошке интеграције који чине биоценоза+биотоп.



Биосфера

Целокупан простор на Земљи насељен животним бићима.

Слика 53: Шематски приказ биотичких система интеграције.

Животна заједница - биоценоза

Жива бића су груписана у животне заједнице или биоценозе које са спољашњом, неживом средином сачињавају екосистеме. Биоценозу чине различите врсте биљака и животиња које су у оквиру биогеографског подручја пре свега повезане једнотактним исхранама. Биоценоза као скуп популација различитих врста организама и биотоп као место на коме се остварује њихов заједнички живот, нераскидиво су повезани и узајамно условљени. Они чине целину, сложен еколошки систем, вишег хијархијског реда означен као екосистем.

Заједнички живот екосистема почива на врло сложеним узајамним односима који су настали као резултат дуготрајног историјског процеса међусобне конкуренције и узајамног прилагођавања. С друге стране, организми и њихове заједнице, налазе се у врло сложеним односима према спољашњој средини, што је такође резултат дуготрајног историјског процеса прилагођавања организама на физичко-хемијске и географске факторе. Према томе, биоценозе нису случајан скуп врста на једном месту, већ напротив врло интегрисане и сложене целине, настале потпуно закономерно као резултат дуготрајних и упоредних еколошких процеса и еволуције појединих врста. Сваки систем, биоценозу, као и биосферу у целини карактеришу следећа својства:

- грађа (структуре) биоценозе;
- променљивост (динамика) биоценозе;
- противцање енергије кроз биоценозе;
- кружење материје у биоценози;
- органска продуктивност биоценозе;
- односи исхране у биоценози.

Све ове особине међусобно су испреплетане и условљене, тако да чине јединствену функционалну и структурну целину:

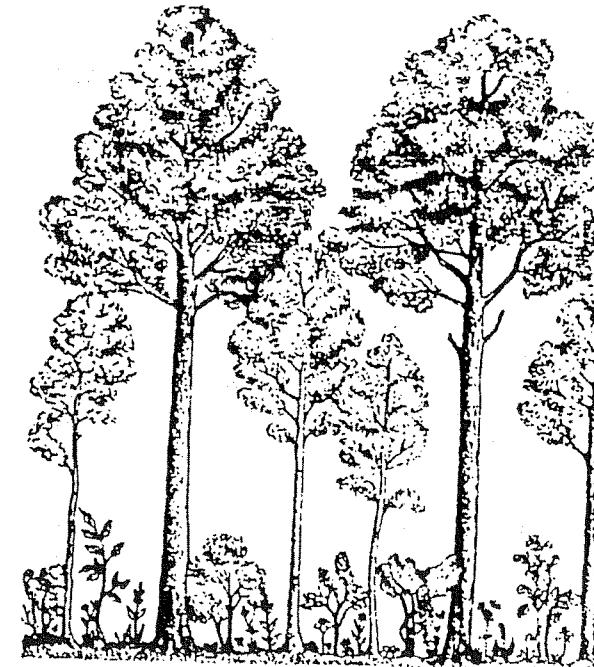
Структура биоценозе

Структура биоценозе односно екосистема, условљена је, с једне стране, бројем и распоредом организама у њој и, с друге, учешћем одређених животних форми. Исто тако, она зависи и од флористичког и фаунистичког састава биоценозе. Физиономија животне заједнице резултат је њене структуре и изгледа појединих врста тј. изгледа и карактера животних форми биљака и животиња. Изглед биоценозе може се означити и као аспективност која, поред већ наведеног, зависи

и од промена биоценозе током године у оквиру тзв. фенофаза. Биоценоза се током године мења у складу са динамизмом екосистема, што значи у складу са смењивањем врсте и њихових промена током индивидуалног развића. Можемо разликовати две врсте структура сваке биоценозе: структуру у простору, када говоримо о спратовној структури - надземној и подземној и структуру у времену, где се мисли на смену фенофаза и на сукцесивне промене.

Спратовна структура биоценозе

Један од најважнијих структурних карактера биоценоза је распоред организама по спратовима, тј. њена спратовност. Ова појава је условљена, с једне стране, различитом висином појединих биљних врста које изграђују дату биоценозу и, с друге, различитим еколошким потребама појединих врста биљака и животиња. Биљке исте врсте налазе се својим горњим деловима у истом хоризонталном слоју образујући на тај начин одређени спрат. По правилу, сваки се спрат карактерише одређеним врстама биљака и животиња, мада постоје и многе врсте, нарочито животињске, које насељавају два спрата или више спрата. У сваком спрату владају посебни еколошки услови, што значи да су и врсте у њима еколошки диференциране.



Слика 54: Надземна спратовност биљака у шуми

Број спратова је различит у различитим биоценозама (шумским, ливадским, жбунастим итд.), у сагласности са њиховим специфичним историјским развојем. У неким заједницама спратови су јасно изражени као нпр. у храстовим и буковим шумама. У другим, напротив, разграничење између спратова је далеко слабије изражено, као што је случај у степама и тропским кишним шумама. Највећи број спратова постоји у шумским заједницама, слика 54. У неким шумама можемо разликовати следеће спратове: 1. спрат високог дрвећа, 2. спрат ниског дрвећа, 3. спрат жбунова, 4. спрат високих зељастих биљака, 5. спрат зељастих биљака средње висине, 6. спрат ниских зељастих биљака, 7. спрат приземних биљака високих свега неколико сантиметара (то су већином лишајеви, маховине, гљиве).

Типичан пример спратовности у вегетацији наше земље пружа заједница храста китњака и белог граба. У њој се разликују следећи спратови: 1. спрат високог дрвећа, који образује храст китњак, ређе храстови лужњак и цер, а такође и горски јавор и брест; 2. спрат ниског дрвећа са белим грабом, кленом и дивљом трешњом; 3. спрат високих жбунова са леском и глогом; 4. спрат ниских жбунова у коме су курика, ликавац и калина; 5. спрат високих зељастих биљака (у коме понекада доминира папрат бујад); 6. спрат ниских зељастих биљака са шафраном, белом бреберином, преволцем, и други; 7. спрат приземних маховина.

У истом спрату распоређене су оне врсте које су еколошки сличне. Насупрот томе врсте које су распоређене у различитим спратовима имају и различите еколошке захтеве. У спрату приземних биљака неке шумске заједнице могу живети биљке мезофите и хигрофите, а у спрату високог дрвећа ксерофитне врсте дрвећа. Најћешће у сваком спрату постоји једна врста која је најбројнија, која својом бројношћу доминира. Овакве врсте називају се доминантне врсте. Ове доминантне врсте које својом великом бројношћу, односно масом и густином, одређују основне услове у биоценози, условљавајући истовремено и њен општи изглед и функционисање, називају се градитељи дате биоценозе или њени едификатори.

Осим напред описане надземне спратовности, постоји и подземна спратовност. Она се изражава у томе што су биљни и животињски организми и делови биљака распоређени у земљишту (подлози) на различитим дубинама. То је нарочито изражено код коренова и других подземних органа биљака (ризома, кртола, луковица, итд.) који, зависно од врсте продиру до различитих дубина. Као и у случају надземне спратовности, и подземна спратовност је заснована на различитој екологији појединачних врста, као и на

различитим еколошким условима које подлога пружа на различитим својим нивоима. Као илustrацију можемо навести пример степске вегетације, у којој се често могу разликовати четири подземна спрат: 1. горњи, површински и најближи спрат у коме су испреплетани ризоиди маховина и лишајева, 2. нешто дубљи спрат у коме су корени једногодишњих биљака, а такође и луковице, кртоле, ризоми, као и сви други системи коренова који нису дубоко распоређени, 3. средњи спрат образују угловном коренови трава, главних компонената степске вегетације (врсте ковиља, вијука, рђасте траве и других) и 4. најдубљи спрат у коме се налазе коренови дикотила. Сличан распоред подземних спратова постоји и у шумским заједницама с том разликом што у њима најдубље слојеве земљишта заузимају коренови дрвећа и жбунова.

Значај спратовности

Спратовност има велики значај за организацију екосистема и заједнички живот његових чланова. Управо распоред по спратовима омогућује да на једном истом месту, доста ограниченој делу биоценозе, може заједно живети велики број јединки, уз то и велики број врста које се међу собом еколошки често веома разликују. Распоређујући се по спратовима, организми у складу са постојећим приликама, у највећој могућој мери користе услове које пружа дато станиште. Јасно је, на пример, да се у једној шумској заједници дрвеће првог спрата, које је непосредно изложено свим утицајима макроклиме и пуном интензитету Сунчевог зрачења, налази под друкчијим условима него приземне биљке које су горњим спратовима од тих непосредних утицаја у великој мери заштићене. У шуми храста и граба круне дрвећа првог спрата су под утицајем пуног интензитета Сунчеве светlosti. Спрат нижег дрвећа прима ту светlost већ ослабљену, док до спрата жбуnova допире само део Сунчевог зрачења који је успео да се пробије кроз претходна два спрата. Биљке приземних спратова налазе се угловном у сенци и у условима велике влажности. На тај начин, спратовност омогућује да упоредо живе еколошки сасвим различите врсте, на једном истом месту, и то често у великому броју: храст, који је прилагођен пуној дневној светlosti, и зељасте биљке, на пример бела бреберина, која не подноси услове пуног дневног осветљења и сушу, већ су, напротив, прилагођене сенци и већој влажности.

Променљивост биоценоза

Сваки екосистем организован је не само просторно већ и временски. Временска организација заснована је како на променама кроз које чланови биоценозе пролазе током године тако и на постепеном смењивању једних чланова другим. Динамика биоценоза израз је те њене временске организације и она је узрок да се преко године свака биоценоза на одговарајући начин мења, више или мање правилно. Као што је за сваку биоценозу карактеристична одређена структура, исто тако је карактеристичан и одређен тип промена кроз које она пролази током времена. За листопадну шуму битно је управо то да у јесен збацује лишће а да у пролеће опет олистава; за саване је карактеристично да у време сушног периода већина биљака престаје са вегетацијом (зељасте биљке се суше, а дрвеће и жбунови збацују лишће), тако да оне тада имају сасвим други изглед него за време кишног периода. Све ове промене у екосистему, односно биоценози, имају периодичан карактер и дешавају се одређеним сезонским ритмом. Периодичност у годишњем развоју биоценозе условљена је, с једне стране, променама спољашње средине, у првом реду климатских услова, и с друге, разликама које постоје између врста у погледу времена у коме пролазе поједине ступњеве свог индивидуалног развића, односно своје фенолошке фазе (код биљака олиставање, цветање, плодоношење, збацивање лишћа, итд.; код животиња рађање, парење, зимски и летњи сан, умирање итд.). Према томе, може се рећи да су једногодишње периодичне промене у биоценози, или фенолошке смене, условљене тиме што поједине фенофазе различитих врста теку у различито време, тако да се оне временски не поклапају. Све периодичне промене у биоценози, које изражавају сав динамизам који карактерише животне заједнице, дубоко се одражавају на њеном изгледу тј. аспективности. Истина, аспективност није у појединачкој мери изражена код свих биоценоза.

Смена аспеката посебно је изражена у ливадским и степским заједницама. У многим степским биоценозама током године смењује се велики број различитих аспеката. У једној стени утврђено је да се за годину дана смењује 12 аспеката, различитих између себе, како по врстама биљака које у њима учествују тако и основним бојама (пре свега цветова) који доминирају у одређеним фенофазама степе. Смењујући се временски, еколошки различите врсте користе и различите спољашње услове који владају у појединим годишњим добима. Значај ове појаве, изражене временском организацијом

биоценозе, исти је као и у вези са њеном просторном организацијом (спратовном структуром). Фенолошке смене, које почивају на разликама у трајању и сезонској везаности фенолошких циклуса, обезбеђују великом броју врста да се настане на једној истој површини, јер се временски смењују. С друге стране, све то омогућује живот на истој површини и врстама које су између себе еколошки крајње различите. Све промене у биоценози у вези су са годишњим добима и ма колико иначе биле велике, не ремете биоценозу. Биоценоза, иако се из сезоне у сезону мења, остаје у суштини иста без обзира на све те фенолошке промене и промене аспективности. Наиме, током године увек је то букова, храстова, или ливадска биоценоза, са фенолошким променама током године карактеристичним за сваку од њих.

Сукцесије

На супрот поменутим променама које суштински не мењају основне карактере посматране биоценозе, током дужег временског периода, долази и до промене друге врсте, које проузрокују битне измене у самом екосистему. Као резултат тих промена дата биоценоза предстаје да постоји, а уместо ње се постепено образује нека друга, често сасвим различита заједница, нпр. услед одговарајућих дубоких промена борова шума постепено прелази у смрчеву шуму која је сада замењује на том истом месту. У животу биоценозе овакве дубоке промене које задиру у саму њихову суштину сасвим су нормална појава и представљају саставни део процеса који је, у ствари, изражен у смени једних заједница другима. Овај значајан процес у животу вегетације и екосистема Земље назива се смена или сукцесија. По правилу, свака сукцесија почиње на "оголелом" месту, на коме се још није образовала никаква биоценоза, мада може течи и на местима где већ постоји развијен вегетациски покривач. И данас, постоје таква места у биолошком погледу сасвим празни простори. Она могу настати на различите начине, на пример, стварањем наноса песка приликом поплава у речним долинама или за време пешчаних бура у пустињама; затим у планинским областима затрпавањем низих предела одрођеним материјалом, шумским и степским пожаром, па чак и процесима катастрофалног карактера (нпр. вулканским ерупцијама), стварањем нових острва у морима и океанима, издизањем копна при обали, изнад морске воде, итд. Захваљујући експанзивној особини живих бића, овакви празни простори се брзо насељавају. Најпре се развијају тзв. иницијалне (почетне) заједнице, које су образоване од тзв. пионирских биљака и животиња. Те заједнице су у почетку врло

једноставне, а затим постају све сложеније. Најзад, образује се једна обично врло сложена биоценоза која најбоље одговара владајућим условима и могућностима дате области, у првом реду климатским условима. Оваква заједница названа је климакс или климатогена заједница. Она је дуготрајна и може да траје вековима и хиљадама година.

Климатогена заједница веома дugo траје јер је у потпуном складу са владајућом климом. У случају да се клима битно не промени, климакс заједница ће се ипак постепено мењати, у зависности од унутрашњих процеса, који се у њој самој дешавају. Својом животном активношћу биоценоза најзад ствара услове који су у супротности са њеним потребама и који проузрокују њено исчезавање и формирање нове заједнице. У вези са унутрашњим узроцима сукцесивних промена, добар је пример смене различитих биоценоза у једном језеру.

У почетку је језеро насељено биоценозама водених биљака и животиња. Сваке године изумрли остаци ових организама таложе се на дно тако да се оно постепено, споро или стално, уздиже. На тај начин дно постаје све ближе површини језерске воде. У приобалном појасу овај процес тече знатно брже и зато се овде најзад, уместо водених биљака, настањују мочварне и ливадске биљке, образујући сасвим друге биоценозе. Када се дно довољно подигне на читавом језеру тј. када се језеро практично затрпа органским и другим материјалом, водене биоценозе потпуно исчезавају уступајући место ливадским. У току даље сукцесије ливаду насељава шумска заједница, а ако је клима хладна и влажна сфагнумске маховине све више освајају подлогу. Њихови нераспаднути остаци таложе се све више и више, па настаје дебео слој тресета у коме је због анаеробних услова онемогућен опстанак кореновима дрвећа. Шумска биоценоза нестаје, а уместо ње развија се сфагнумска тресава, посебан облик биоценозе у којој најважнију улогу имају сфагнумске или беле маховине.

Функционално јединство живог и неживог дела екосистема обезбеђено је сталном разменом основних материја као што су: вода, кисеоник, угљендиоксид, азот, фосфор, натријум хлорид и многих других који истовремено чине абиотички део окружења, али и живи део система када су утрагајене у градивну материју живих бића, која се сада као органска материја преноси са једног трофичког ступња на други. На овај начин екосистем можемо функционално изразити и као однос његових основних структура: абиотичке супстанце (хранљиве соли, CO_2) произвођача, потрошача и разлагача. Свака јединка има у овом процесу своју улогу којом може испуњавати више функција, које у целини чине њену еколошку нишу. Произвођачи, зелене биљке, чине

први и најзаначајнији ступањ. Они везивањем сунчеве енергије у органска једињења обезбеђују храну за сопствене функције, али и за све остале трофичке ступњеве. Усложавањем екосистема јавља се све већи број животних форми са специфичним еколошким нишама преко којих се остварује повећан број веза у сплету исхране. Количина енергије која улази у систем се на тај начин оптималније користи.

Експлоатација природних екосистема се као стална пракса непрекидно увећава. Човек све више постаје витална компонента велине екосистема. Својом улогом он битно утиче на њихова функционалана и структурна својства. Смањује се разноликост примарних производа, скраћују ланци исхране, мења се ток кружења материје, упрошћава структура, а ток енергије усмерава у продукте од интереса за человека.

Протицање енергије и односи исхране у биоценозама

За све процесе који се одвијају у екосистему као целини, као и у живим бићима која га сачињавају, неопходна је енергија. Сунчева енергија, коју ова звезда свакодневно еmitује према Земљи у облику светlosti, једини је извор енергије за живи свет и његове заједнице, када је реч о специфичним биолошким процесима (изузев хемотрофних организама који користе хемијску енергију). Количина енергије коју Сунце сваког тренутка шаље на Земљу је огромна и трајна, тако да у погледу светlosti, опстанку живота на Земљи не прети никаква опасност. Међутим, жива бића за своје физиолошке процесе, од којих им зависи и сам опстанак, не могу, овако непосредно, користити сунчеву енергију. Њима је доступна једино хемијски везана, трансформисана и везана у органским једињењима, тј. у храни. Ово везивање сунчеве енергије у органским материјама врше зелене биљке процесом фотосинтезе. Због тога се фигуративно може рећи да је у органској материји, захваљујући зеленим биљкама и фотосинтези, "заробљена" Сунчева енергија. Она се у процесу исхране (унутарћелијске оксидације) ослобађа и жива бића је користе за своје физиолошке потребе. Међутим, треба истаћи да је и органска материја по својој структури врло специфична и да се једино она може искористити за изградњу тела живих бића, те да се ван живих бића уопште никде и не налази. Дакле, сва жива бића, да би дошла до потребне енергије кроз структурно одговарајуће материје, морају да се хране. Зелене биљке су способне да фотосинтезом same себи "направе" храну, тј. органску материју којом ће се хранити. Остали, тзв. хетеротрофни организми, пре свега животиње, гљиве и бактерије, за то

нису способне, већ се морају хранити органском материјом коју су створили зелени биљни организми.

Пошто се жива биља хране једна другима, за живот биоценозе као и екосистема у целини, карактеристични су и значајни односи исхране тј. трофички односи. У овим односима уочавају се одређене законитости, изражене пре свега у тзв. ланцима исхране – трофички ланци и трофичким мрежама тј. сплетовима ланаца исхране. У њима постоје одређени чланови, од којих сваки има своју специфичну улогу. Ланци исхране, природно, почињу од зелених биљака. Њима се хране други организми, нпр. биљоједе животиње, којима се затим хране месоједе животиње, итд., све до бактерија и гљива које разлажући органску материју до краја, користе и последњи делић енергије. Ланац исхране састављен је из читавог низа чланова различитих категорија организама, који су на одређен начин хијархијски повезани међу собом, таблица 2.

Таблица 2: Трофички нивои и типови исхране

АУТОТРОФНИ ОРГАНИЗМИ	Продуценти-производиојачи.		Зелене биљке и мањи број врста бактерија, способни да синтетишу органску материју из анерганске
ХЕТЕРОТРОФНИ ОРГАНИЗМИ	Конзументи-потрошачи	Биљоједи-фитофаги	Животињске врсте којима као храна служе продуценти, тј. зелене биљке
		Месоједи-зоофаги	Животињске врсте и гљиве којима као извор хране служе друге животиње
	Редуценти-разлагачи	Сапрофаги	Животињске врсте и гљиве које се хране органским отпадцима
			Сапрофитне бактерије и гљиве које органске отпадке употребљавају за исхрану и разлажу их тј. минерализују

Они се могу, према својој улози и месту у ланцу исхране, груписати на следећи начин:

Продуценти или производиојачи су у огромној већини зелене биљке, аутотрофни организми, који процесом фотосинтезе трансформишу светлосну енергију Сунца у потенцијалну хемијску енергију макромолекуларних веза, укључујући је у органске материје које изграђују од неорганских. Према томе, продуценти производе храну не

само за себе, већ и за све остале, хетеротрофне организме (конзументе и редуценте), омогућујући тако живот биоценоза и биосфере у целини.

Конзументи или потрошачи су хетеротрофни организми који се хране, посредно или непосредно, органским материјама које су првобитно синтетизовале зелене биљке-продуценти. Конзументи се могу поделити на три групе:

1. конзументи првог реда, хране се непосредно биљкама, тј. продуцентима. То су пре свега биљоједе животиње које се хране биљним ткивима. Такође, ту спадају биљни и животињски паразити зелених биљака који паразитирају на своме домаћину (зеленој биљци) не нарушавајући његов интегритет (у релативном смислу) и у већини случајева нису летални.
2. конзументи другог реда, хране се конзументима првог реда, тј. биљоједима. То су месоједе животиње, које се хране биљоједим животињама. Овде убрајамо и лешинаре.
3. конзументи трећег реда, хране се конзументима другог реда. То су месоједе животиње, које се хране такође месоједим животињама.

Конзументима другог и трећег реда припадају како грабљивице, које свој плен хватају у лету, у трчању или у пливању, тако и паразитске животиње које воде више или мање непокретан начин живота.

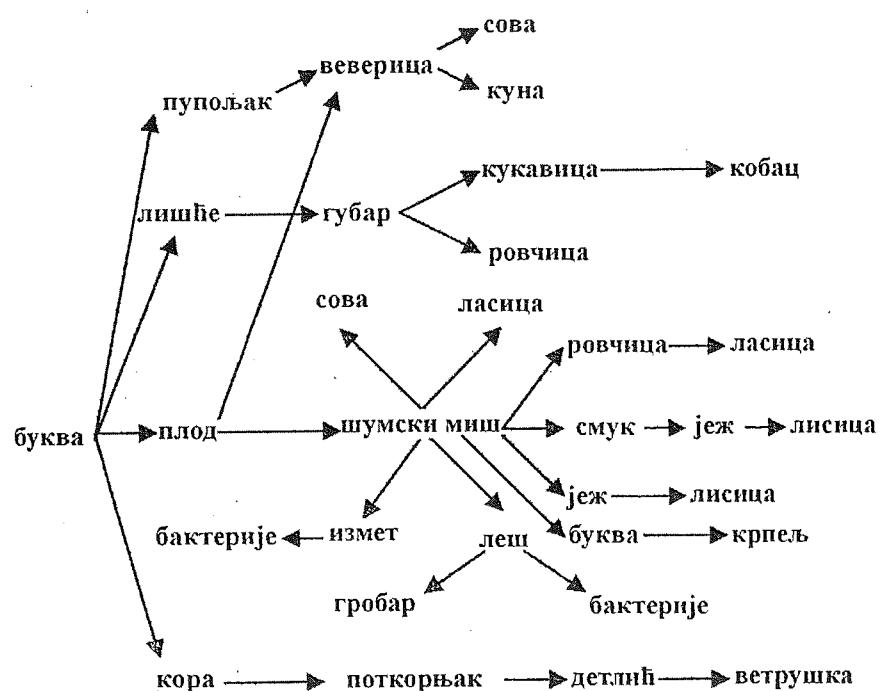
Редуценти или разлагачи органске материје или биоредуценти су хетеротрофни организми који се хране лешевима, ексрементима или одбаченим деловима живих биља (нпр. опало лишће), разлажући их при томе све до почетних, простих неорганских материја. Разлажући их до краја, биоредуценти их, уствари, постепено минерализују и тако враћају природи оне почетне минералне материје које ће се сада поново користити за фотосинтезу и стварање нових органских материја. Редуцентима припада огроман број различитих сапрофитних организама, као што су различите бактерије, гљиве и неке животиње.

Таблица 3: Примери ланаца исхране у разним биоценозама

Биоценоза	ЛАНЦИ ИСХРАНЕ			
	Произвођачи	Потрошачи		Разлагачи
		Биљоједи	Месоједи	
Бара	Фитопланктон	Деверика	Штука	Микроорганизми, Бактерије, Гљиве
Ливада	Трава	Скаравци	Гуштери	
Степа	Трава	Срна	Вук	
Листопадна шума	Храст	Мишеви	Мишар	

На основу свега што је речено јасно је да је ланац исхране уствари трофичка серија цеобионата тј. организама у биоценози, који се хране једни другима и у коме је сваки члан карика са тачно одређеним местом и трофички везана за карику испред себе и карику иза себе, таблица 3.

Односи исхране у биоценози су веома сложени, с обзиром на то да су једне исте врсте укључене у више ланаца исхране. То проистиче из чињенице да се већина потрошача храни различитом врстом хране, а исто тако један исти произвођач или потрошач може бити храна већем броју потрошача. На тај начин, једна иста врста може чинити карику у већем броју трофичких ланаца, па се многобројни ланци исхране, у једном истом екосистему, преплићу међу собом, стварајући тако сложену трофичку мрежу или сплет ланаца исхране, шема 10. Овај принцип, који суверено влада у биосфери, да свако некога једе и да свако мора бити од некога поједен, што се означава као трофички односи, један је од најважнијих механизама који у биоценозама, екосистемима и читавој биогеосфери покреће и одржава живот од памтивека.



Шема 10: Сплет ланаца исхране у шумској састојини

ОСНОВНИ ТИПОВИ ЕКОСИСТЕМА НА ЗЕМЉИ

На Земљи постоји велики број најразличитијих типова екосистема, који су распоређени у простору на одређен начин, најчешће као одговарајуће вегетацијске зоне, које се распоређују на копну и у мору, према основним еколошким и биографским законитостима. Климатске прилике на Земљи мењају се у просторном смислу са одређеном правилношћу. Ово се пре свега односи на температуру и влажност. Идући од екватора према половима, температура постепено опада, и то приближно на сваких 100 km или на 1° географске ширине, за 0,5° С средње годишње температуре. Значи, идући према половима, клима постаје све хладнија. Слична се појава запажа и у планинским областима где температура са висином такође опада. На сваких 100 m висинске разлике, она опадне за 0,5° С. Пошто се на тај начин температура мање у географском (просторном) смислу, хоризонтално и висински, уочава се зонално смењивање климатских области, од полове ка екватору, што утиче на распоред различитих типова биоценоза, дајући им зонални карактер. Типови биоценоза смењују се у виду појасева од полове према екватору. У планинским областима, је ситуација слична, тј. промена климе се одвија у вертикалном правцу, од подножја ка врховима, што доводи до смењивања различитих типова вегетације у виду висинских појасева. На овај начин остварује се хоризонтална и висинска зонална распрострањеност одређених типова биоценоза (биома), односно типова вегетације и екосистема. Пошто је и у једном и другом случају у питању слична промена температурног градијента, хоризонтално и висинско зонирање вегетације, остварено је на сличан начин и има много заједничких црта.

Међутим, температура није једини климатски фактор који утиче на зоналан распоред вегетације. Влажност је, такође, један од битних еколошких фактора, који се исто тако мења у географском смислу, па се и у том погледу запажају одређене законитости. По правилу, оне области које се налазе ближе мору имају влажнију климу, па се у њима развијају мезофитнији екосистеми са већим потребама у односу на влажност. У сувљим областима, удаљеним од океана, у дубљим деловима континента, екосистеми су ксерофитнијег карактера, што је последица њиховог прилагођавања сувљој клими. Наравно, постоје још и многи други фактори који утичу на температуру и влажност, нарушујући правилност њихове зоналне промене, идући од полове према екватору односно од морских обала ка унутрашњошти

континената. Ту се могу навести утицаји сталних ветрова који дувају са копна на море или обрнуто, затим утицаји разуђености морске обале, хладне или топле морске струје, планинског рељефа, итд.

Основне законитости рас прострањења вегетације на Земљи испољавају се, уопште узев, на следећи начин. Непосредно око Северног и Јужног пола, у поларним зонама вечитог снега и леда, налази се зона хладних пустиња, са врло оскудним биљним и животињским светом. Јужно од арктичке зоне хладних пустиња, на северу Северне Америке, Европе и Азије, пружа се пространа циркумполарна зона арктичких тундри, специфичан тип биоценоза са ниском вегетацијом жбунића, маховина и лишајева, у којој уопште нема дрвећа. На својој јужној граници тундра постепено прелази у зону четинарских шума, која у виду огромног јужнијег циркумполарног појаса обухвата северне делове Северне Америке, Европе и Азије (канадске, европска и сибирска тајга). У приокеанским областима северноамеричког, европског и азијског континента четинарска вегетација тајге постепено се наставља у зону листопадних шума. Листопадне шуме су маритимно условљене тако да се према унутрашњости континента губе, прелазећи постепено у степску вегетацiju зону, која је условљена релативно малим количинама воденог талога. У још сувљим континенталним и субтропским областима настаје зона сувих пустиња. У топлиим субтропским областима развијене су различите заједнице зимзелених шума и жбунова, као што је, на пример, медитеранска вегетација. У сувим субтропским и тропским областима налази се травна вегетација савана, а у влажним и топлим тропским екваторијалним подручјима зона тропских кишних шума.

Биосфера и њене основне целине

Глобални еколошки систем који представља врхунско јединство живе и неживе природе на Земљи који обухвата читав простор насељен живим светом, означава се као биосфера. Биосфера је настала у току историје Земље као резултат активности живих организама и процеса размене материја и енергије.

Основне еколошке целине биосфере су: (1) екосистеми мора и океана, и (2) екосистеми копна, таблица 4. У првом случају ради се о биоценозама водених биљака и животиња, а у другом о биоценозама сувоземног биљног и животињског света. У морима и океанима као примарни произвођачи најважнију улогу имају разноврсне алге, док су на копну најзначајније различите више биљке, пре свега четинари и

цветнице. Наравно, и на копну има водених биоценоза, које углавном чине слатководни организми у воденим базенима. Светско море (сва мора и сви океани) у погледу свога живог света има изузетан значај за живот читаве биосфере, укључујући и биоценозе на копну, јер представља основни извор воде у систему великог кружења воде између светског мора и континената.

Таблица 4: Физичко-географски региони и еколошка подела биосфере

		ЕКОЛОШКА ПОДЕЛА		
ФИЗИЧКО-ГЕОГРАФСКИ РЕГИОНИ				
Б И О С Ф Е Р А	ХИДРОСФЕРА	Екосистеми мора и океана	Водена средине	Животна област СВЕТСКОГ ОКЕАНА
	Површински слој литосфере			Животна област КОПНЕНИХ ВОДА
	Низи слојеви (трапосфера) атмосфери	Екосистеми мора и океана	Ваздушна средине	Животна област СУВЕ ЗЕМЉЕ

Типове биоценоза и екосистема сувоземних организама на копну, можемо поделити у неколико основних група: (1) хладне и суве пустиње, (2) заједнице типа тундре, (3) травне заједнице (са ливадама, степама, саванама, паšњацима) и (4) шумски тип екосистема (са четинарским, листопадним, тропским листопадним, тропским кишним, и медитеранским шумама). У даљем тексту биће нешто више речи о основним типовима екосистема који су карактеристични за наше подручје: четинарске шуме, листопадне шуме и ливадске вегетације.

Четинарске шуме насељавају највише шумске појасеве у планинама, изнад појасева листопадних шума, пре свега букових. Четинарске шуме су изграђене од неколико основних зимзелених врста четинара, и то: смрче, јеле, бора мунике, бора молике, белог и црног бора. Смрчеве шуме су најраспрострањеније и најчешће су помешане са јелом. Изнад појаса смрчевих и јелових шума развијене су наше ендомореликтне шуме од борова мунике и молике које су, нажалост, у великој мери посечене, па се на многим местима налазе само као сиромашни остаци њихових некадашњих пространих шумских

комплекса. Код нас, четинарске шуме, у планинским пределима образују горњу шумску границу, изнад које почиње ливадска и ливадско-планинска вегетација. Једна од основних карактеристика четинарских шума је да су листови четинарског дрвећа у облику иглица (четина), које су по своме облику и другим особинама одлично прилагођене условима средине (хладна зима, физиолошка суша итд.). И сви остали организми у овом типу шуме, све животиње и све биљке, одлично су прилагођене владајућим условима. Од животиња су заступљени: медвед, лисица, вук, веверица, зец, детлић, тетреб и друге.

Листопадне шуме изграђују многобројне листопадне врсте дрвећа: храстови, буква, топола, врбе, јавор, липа, леска итд. Различите храстове шуме изграђују доњи вегетациски шумски појас (у низијама и побрђу), док се букове шуме јављају изнад њих, односно на прелазу између храстовог и појаса четинарских шума. Храстове шуме су топлије и сувље, а букове сеновитије, хладније и влажније. Међутим, низијске шуме храста лужњака налазе се на земљишту са дosta влаге и подземном водом. У јесен дрвеће листопадне шуме збације лишће што представља припрему биљака за наступајући хладан период и услове отежаног упијања воде. Збацивање лишћа представља заштиту биљака од транспирације у неповољним зимским условима. Од карактеристичних биљака у листопадним шумама јављају се: копитњак, жута мртва коприва, лозаркиња, бршљан, павит, шумски просинац, бреberина, висисбаба, цремош, никсица, млађа, пресличица, различите врсте трава и оштрица, као и многобројне врсте маховина папарати и лишајева. Животињски свет је заступљен са следећим врстама: јелен, срна, дивља свиња, рис, дивља мачка, мрки медвед, куна златица, лисица, твор, кртица, веверица, пухови, детлић, буга, зеба, шумска шева, зеница, зелембаћ, славуј, црвендаћ, слепић, шарка, шарени даждевњак, шумска жаба, зец, хрчак и друге. Такође, присутни су и многобројни инсекти, зглавкари, гусенице, лептири, мрави и различите муве. Треба истаћи да су екосистеми листопадних шума свакако међу најсложенијима на нашој планети.

Ливадске биоценозе су таква вегетација која је изграђена од мезофитних вишегодишњих и једногодишњих зељастих биљака. За пун развој ових заједница потребна је велика количина воде у земљишту. Разликујемо долинске, мочварске и барске ливаде. У њима се налазе многобројне зељасте биљке, пре свега из фамилија трава, оштрица и лептирњача: овсеница, јежевица, ливадарка, козија брада, воловско око, дивља жалфија, ливадска детелина, звездан, пиревина, беливијук, класача, средња боквица, млечика, дубачац, високи бус, барска сабљичица, маслачак, љутић, красуљак итд. Ливаде се најчешће косе

(за сено којим се храни стока), али се, нарочито на планинама (алпијске и брдске ливаде), на ливадама врши испаша стоке (нпр овце, говеда идр.), па се тако ливаде претварају у пашњаке.

ДАРВИНОВА ТЕОРИЈА ЕВОЛУЦИЈЕ

Мислиоци и природњаци који су се у старом и средњем веку бавили проучавањем живих организама већином су сматрали да су сва живи бића на Земљи створена одједном ("креационизам") и да се сва живи бића више не могу мењати (*creatio – стварање*: по коме је сва бића створио Бог и она су даље непромењива). Међутим, још је Аристотел (IV век пре нове ере) уочио растућу сложеност грађе живих бића. Конструисао је "лествицу бића" (минерали – биљке – зоофите – животиње без крви – животиње са крвљу – човек), која је дugo служила као основ систематизације органског света, али је тражила и одговор на питање о пореклу разноврности живих облика на Земљи.

На далеко савременији начин, велики шведски природњак Карл Лине (XVIII век), творац биномне номенклатуре за означавање врста и модерне таксономије – који је наместо лествичастог система створио систем у форми грана на дрвету, систем који се сасвим приближавао, а делимично поклапао са природним системом живих бића и тако указује на филогенетске односе између органских група – ипак тврди да су органске врсте непромењиве и да их и данас има тачно онолико колико их је у прошlostи створио Бог. У време Линеа било је описано већ око 4200 врста биљака и животиња. Лине је пред крај живота прихватио мишљење да се врсте могу мењати.

Идеје о промењивости живота на Земљи истицали су и филозофи XVII и XVIII века. Прву целовиту теорију о еволуцији живота на Земљи дао је француски природњак Ламарк (1744-1829) почетком XIX века, тиме што је пружио низ доказа да је савремени живи свет настао развијком простијих облика живота у сложеније. Међутим, он је сматрао да спољни чиниоци могу изазвати промене које доводе до прилагођености живих организама, које се наслеђују у свакој новој генерацији.

Почетком XIX века сакупило се још више података о томе да су сложени живи облици настали од оних простије грађе. Енглез Лайл је прикупио драгоцене податке о геолошким променама Земљине коре под утицајем чинилаца средине. Француз Кивије је пружио податке из упоредне анатомије и палеонтологије, мада сам није хтео да верује у еволуцију живота.

Теорију еволуције, засновану на деловању природне селекције и фаворизовању организама који су способни да опстану под присутним условима средине, први су сачинили и скоро истовремено објавили (1885) енглески природњаци Чарлс Дарвин и Алфред Волес. Дарвин је знатно дуже радио на прикупљању података којима је образложио своје мишљење, сакупивши при томе знатно више доказа и примера за своје теоријске поставке, које је у танчине разрадио, тако да се на његовим поставкама заснивају и данашње теорије о еволуцији живота на Земљи.

Дарвин полази од чињеница да репродуктивна способност организама различитих врста превазилази могућности средине за опстанак свих тих јединки у природи. Полазећи од ове пренасељености као евидентне чињенице, он релативно одржавање бројности у узастопним генерацијама објашњава присуством сталне борбе за опстанак. Пошто се борба за опстанак дешава међу јединкама које се одликују великом индивидуалном разноврсношћу, само најспособније од њих ће преживети. Тиме се врши стално природно одабирање-селекција јединки које су носиоци најповољнијих карактеристика при датим условима средине. Наслеђивањем оваквих карактеристика у следећим генерацијама стварају се могућности да још већи број јединки испољи овакве појавне облике. Тиме се остварује еволуциона прилагођеност организама и њихових врста. До борбе за опстанак може доћи како унутар, тако и између различитих врста, што води преживљавању способнијих облика.

Дарвин је први изнео претпоставку да је извор разноликости организама у сталном настајању ситних наследних промена-мутација, а да путем природне селекције опстају само оне варијанте које садрже најповољније комбинације ових наследних облика. Такође, је сматрао да су борба за опстанак и селекција најјаче изражене код јединки са међусобно сличним одликама, тј. код оних које користе најчешћи (исти) извор хране, станишта карактеристична за већину јединки дате врсте и друге услове средине. Варијанте које одступају од ових најчешћих форми имају, по Дарвину, већу шансу да преживе, јер су изложене далеко блажој међусобној борби за опстанак и селекцију. Испољавање њихових одлика код потомства требало би да води постепеној дивергенцији ових форми у различите врсте. Дарвинова теорија о настанку врста представља основ свих савремених учења о еволуцији живота на свету. У својој књизи "Човеково порекло" (1871), Дарвин по први пут даје објашњење, да је човек постао од заједничких мајмуналних предака као и остали примати, истичући значај усправног хода и мануелног рада за развој људске врсте.

Савремене поставке о биоеволуцији

Дарвинова теорија еволуције узима се и данас као основ за објашњење сложених процеса развитка животог света на Земљи. Служећи се Дарвиновим поставкама, данас се зна, да су бројне прилагођености различитих органских врста, настале у процесу еволуције сталним деловањем природне селекције. На овај начин, опстају само оне генетичке варијанте које су способније од других да преживе, под датим условима средине и оставе своје потомство.

Генетика је почела да се развија тек почетком XX века, а резултати које је пружила у првих 20 – 30 година чак су изазвали и одређене тешкоће да буду објашњени Дарвиновом теоријом природне селекције. Наиме, најено је да се индивидуална разноликост у оквиру појединачних врста заснива на огромној разноврсности њихових наследних чинилаца – гена. Ово је било у некој врсти супротности са Дарвиновим учењем о фаворизовању само таквих јединки путем селекције, односно варијанти, које су најбоље прилагођене на дате услове средине, а да се огромна већина варијанти које су слабије прилагођене – елиминише.

Одговор на ово питање даје велики еволуционаста Хардија и Вајнберга, који су још 1908. године показали да природне популације свих органских врста теже да одрже одговарајућу генетичку структуру, која се заснива на учесталости појединачних типова генетских мутација, тј. генских алела. Према томе, популације организама исте врсте, тј. веће групе јединки које насељавају одређени простор и чијим се репродуктивним контактима одржава генетичка структура саме групе, представљају основне јединице еволуционе променљивоти. Промене у популацији се сastoјe у постепеним изменама учесталости генских алела, до чега долази како услед настанка нових мутација тако, нарочито, деловањем селекције на групе јединки – носиоце одговарајућих комбинација гена.

Добжански први указај на значај рада Хардија и Вајнберга, који су још 1908. године показали да природне популације свих органских врста теже да одрже одговарајућу генетичку структуру, која се заснива на учесталости појединачних типова генетских мутација, тј. генских алела. Према томе, популације организама исте врсте, тј. веће групе јединки које насељавају одређени простор и чијим се репродуктивним контактима одржава генетичка структура саме групе, представљају основне јединице еволуционе променљивоти. Промене у популацији се сastoјe у постепеним изменама учесталости генских алела, до чега долази како услед настанка нових мутација тако, нарочито, деловањем селекције на групе јединки – носиоце одговарајућих комбинација гена.

Основни фактори еволуције

Фактори који могу да доведу до промене у саставу једне популације, тј. до измена које могу бити основ еволуционих кретања, су: наслеђе, мутације, селекција, миграције и генетичка случајност. Ове факторе (чиниоце) називамо основним факторима еволуције. Мутације су основни извори наследне променљивости организама. Пошто дају нове облике гена, или воде њиховој другачијој комбинованости, логично је да имају за резултат и промене у генетској тј. алелској структури популације. При ћелијским деобама, у просеку се мутације дешавају у једном од десет хиљада до стотину хиљада ћелијских деоба. Само мањи број оваквих генетских промена показује се адаптивно корисним. Селекција фаворизује баш такве носиоце и омогућује да се у наредним генерацијама те варијанте размноже. Селекција је, дакле, градивни фактор еволуције, јер се њеним деловањем адаптивно усмеравају промене настале бројним мутацијама. Селекцијом се свакако мења учесталост генетских алела у популацији, што води измени њеног састава. Те се промене, међутим, не теку увек у једном истом смеру. Наиме, чак и када је нека наследна варијанта веома повољна за своје носиоце, она је таква под специфичним условима средине и на одређеном ступњу развића. Врло често, при измењеним условима средине, као и на неком другом ступњу развића, носиоци другачијих наследних варијанти бивају више фаворизовани и боље преживљавају од претходних фенотипова.

Приликом селекције јединке са најповољнијим фенотиповима, долази до фаворизовања индивидуа чије комбинације гена (односно генских алела) омогућавају развиће одговарајућих сложених адаптивних особина. Тако у свакој генерацији, чак и ако су родитељи искључиво са низом прилагођености на крајње специфичне услове средине, настају опет јединке са широком различитошћу карактеристика. На тај начин популација преко поједињих група својих јединки опстаје под стално другачијим условима средине, успевајући да задржи своју генетичку структуру.

Миграције, тј. прелажење јединки из једне популације у другу, могу такође да измене њихову структуру, а исто тако и тзв. генетичка случајност, тј. појаве које настају услед случајног отцепљивања поједињог дела популације и настанка потомства из тог дела. На пример, све веће миграције људи (из села у град, из једног предела у други, па чак и из једне земље и са једног континента на други) воде итекако измени састава људских популација. У основи, овакве промене

се могу сматрати веома позитивним, јер воде постепеном повећању наследне разноврности човекових популација.

Наравно да сви поменути фактори еволуције не делују појединачно, већ је њихово дејство кумулативно, мењајући структуру природних популација, при чему се види да популације не мењају лако свој генетички састав, па је потребно дуготрајно деловање ових чинилаца да би дошло до еволуционих промена.

РЕЧНИК ПОЈМОВА

A

абдомен (abdomen) – код кичмењака: регион тела који садржи унутрашње органе – црево, јетру, бубреже итд; код сисара: трбушни део органичен дијафрагмом; код зглавкара: задњи део међусобно сличних сегмената који се разликују од предњих сегмената главе и торакса

абиотички еколошки фактори – фактори неживе природе који имају видан утицај на живу природу. Ту спадају: климатски, едафски и орографски фактори

адаптација – процес еволуционог (генетског) прилагођавања индивидуе или групе индивидуа условима спољашње средине у којима живе

аденин – органска материја из групе угљенично-азотних база која улази у састав дезоксирибонуклеинске и рибонуклеинске киселине у ћелији

адреналин – хормон надбubreжних жлезда кичмењака, делује на симпатички нервни систем и посредно на глатку мускулатуру крвних судова изазивајући њихово скупљање чиме се убрзава рад срца и повишива крвни притисак. Такође изазива разлагање гликогена на просте шећере

адулт – имаго, одрасла и полно зрела јединка

аерација – проветравање, снабдевање свежим ваздухом

аеробно – у присуству кисеоника

акомодација – подешавање

акцесорне жлезде – додатне (споредне, помоћне) жлезде, у вези са изводним каналима полних органа, Кауперове жлезде и простата код мужјака и Бартолинијеве жлезде код женки

алантоис – ембрионални орган копнених кичмењака

алвеоле – плућни мехурићи, део респираторног система кичмењака, ситни, танкозиди мехури испуњени ваздухом преко којих се врши размена гасова

алел – један од две или више алтернативних форми једног гена на истом локусу хомологих хромозома

алтернативне особине – две или више различитих форми испољавања одређене особине која је под контролом алеломорфних гена.

Као примери алтернативних особина могу се навести округло и наборано зрно код грашка

амбулакларне ножице – цевасти израштаји код бодљокожаца са локомоторном функцијом

амбулакларни систем – водено-васкуларни систем канала целомског порекла код бодљокожаца

аминокиселине – органске киселине са једном или више амино – (NH_2)– група

амнион – ембрионални орган копнених кичмењака

аморфно – безоблично

амфибијски – који живи и на сувом и у води

анаеробно – без присуства кисеоника

анални отвор – задњи отвор црева

андрецеум – заједничка одлика за мушки цветне делове, скуп свих прашника једног цвета

анемофилно – прилагођеност на опрашивање помоћу ветра

антагонистички – са супротним дејством

антера – прашница, део прашника са две прашне кесице, тј. микроспорангије

антропогени фактор – утицај човека на живу природу

антропологија – наука о човеку

аорта – главни крвни суд који спроводи артеријску крв

апикалан – вршни

апсорција – упијање, усисавање

ареал – област распрострањења неке врсте

ареобно дисање – је процес разлагања органске материје у организмима у присуству слободног кисеоника

артерије – крвни судови који воде крв из срца

архегонија – женска гаметангија, генеративан орган који садржи јајну ћелију. Карактеристична је за маховину, папрати и четинаре

асиметрични организам – нема дефинисан облик тела и не може се ни једном равни поделити на две једнаке половине

асимилиациони органи биљака – органи који врше фотосинтезу, листови

аскариоза – оболење које изазива човечија глиста

асоцијативни неурони – налазе се у нервним центрима и преносе надражај од сензитивних до моторних неурона

атоли – типови острва који настају од скелета корала и прстенастог су облика

аутогамија – самоопрашивање код биљака, првидни полни процес неких протозоа – једро се подели на два која се затим споје

аутономан – независан

аутотрофија – способност организма да од неорганских материја сами изграђују органске материје користећи светлосну енергију (фототрофија) или хемијску енергију (хемотрофија)

ахенија – сушни непуцајући плод састављен од 2 карпеле с једном семенком, где плодов омотач није срастао са семењачом

Б

базална мембрана – базиларна мембрана, танак слој протеина сличном колагену који излучују епителијалне или неке друге ћелије

Бартолинијеве жлезде – акцесорне жлезде код женки, у вези са изводним каналима полних органа

бела маса – нервно ткиво у коме су смештени наставци нервних ћелија, у унутрашњости предњег мозга и спољашњем слоју кичмене мождине

беоњача – бели спољашњи слој очне јабучице кичмењака. Спреда је провидна - рожњача

бивалент – спојени пар хомологих хромозома диплоидног организма у једном од раних стадијума редукционе деобе. Број бивалената би требао да је једнак хаплоидном броју хромозома

билатерална (двестрана, двобочна) симетрија – организми имају само једну раван симетрије која садржи дужу осу тела и дели тело на два једнака дела

бинарни систем номенклатуре – свака врста има име рода (које се пише великим словом) и име врсте (које се пише малим словом)

бинерна деоба – деоба на две ћелије

биологија – наука о живим бићима уопште

биотички еколошки фактори – међусобни утицаји живих бића у једном биотипу

биотоп – место на коме се остварује заједнички живот различитих врста организама

биохемија – наука о хемијским процесима у живим бићима

биоценоза – животна заједница, скуп живих бића која живе на одређеном станишту

blastoporus – отвор код ембриона на ступњу гаструле

blastocoel – шупљина ембриона на ступњу бластуле

бобица – 1) ларвени стадијум свињске пантљичаре; 2) сочни непуцајући плод

ботаника – грана биологијекоја обухвата систем научних дисциплина које се баве изучавањем биљака
бочни органи – чулни органи код қолоуста, риба и неких водоземаца, на глави и боковима тела, осетљиви су на механичке дражи из водене средине и омогућавају оријентацију и кретање
брактеја – залистак
бронхије – део респираторног система кичмењака који се настављају на душник и гранају у све ситније огранке у плућним крилима
бронхиоле – део респираторног система кичмењака, најситнији органци бронхија који се завршавају алвеолама
бубна опна – део средњег уха копнених кичмењака
бубрег – орган екскреторног система кичмењака. Чине га кора (са секреторним деловима нефридија) и срж (са одводним цевчицама нефридија које се изливају у бубрежну карлицу а она у бубрежну чашницу)

B

вагина – задњи део јајовода сисара који се наставља у урогенитални канал
васкуларно – који се тиче крвних судова, који тече кроз судове или канали
вегетативни органи – основни органи биљке (корен, стабло, лист)
везивна ткива – крв, лимфа, влакнасто везиво, хрскавичаво и коштано ткиво
Велигер ларва – ларва неких мекушаца
велики крвоток – код копнених кичмењака, крвоток између срца и тела
вене – крвни судови који спроводе крв у срце
вивипаритет, вивипарност – рађање живих младунаца
виле – израштаји црева који повећавају његову површину
висцерална мускулатура – мишићи шкржног апарате и главе, цревна мускулатура, мишићи урогениталног система и крвних судова, који су углавном глатки
висцерални мезодерм – мезодерм са унутрашње стране целома
висцерални скелет – скелет шкржног апарате, даје вилично-језички скелет виших кишмењака
волька – проширен једњак птица који има улогу преджелуца
врпчаст нервни систем – код паренхиматичних црева и бодљокожаца

Г

гамет – репродуктивна (клицина, полна) ћелија, способна за фузију (спајање) са другом ћелијом истог порекла или супротног пола, при чему настаје зигот.
гамогенетско размножавање – полно размножавање са формирањем гамете
гангија – нервни центар
гангијски нервни систем – гангионерни, код зглавкара
ген – фрагмент хромозома који се састоји из одређеног дела ланца дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) ређе рибонуклеинске (РНК). Има следеће карактеристике: (а) одређен положај; (б) специфичну структуру која се састоји од одређеног редоследа нуклеотида ДНК и (ц) одређену функцију тј. стварање специфичног полипептида (односно специфичног протеина) или неке функционалне РНК у ћелији; Према класичном концепту ген је основна јединица хромозомске структуре и ако се данас зна да постоје још мање јединице као што су рекон, мутон и цистрон
генеза – стварање
генетика – биолошка дисциплина која се бави проучавањем наслеђивања, промењивости и узрока онтогенстког развића организама
генетичка конституција – комбинација наследних чинилаца смештених претежно у хромозомима, која доводи до развића карактеристичних комбинација особина које одликују сваку јединку (сионим за генотип).
генетичка шифра – генетички код. Одређује редослед аминокиселина у протеинима који могу да се синтетишу у датом организму, а који је записан у структурним генима. Служи за записивање генетичких информација које су карактеристичне за конкретни организам
генитални – полни
генитални систем – систем органа за размножавање, обухвата гонаде и полне одводе
геном – комплекс гена садржан у једној ћелији. У ширем смислу представља свеукупност генетичког садржаја у хромозомима јединке.
генотип – генетичка конституција организма; Скуп материјаних фактора који се налазе у зиготу и који контролишу онтогенетски развитак сваке индивидуе.

генска експресија – генотипска манифестијација гена реализована преко процеса генског деловања
генски локуси – место на хромозому где се налази одређени ген
герминативни слој – доњи слој покожице који формира рожни слој
гинецеум – скуп свих оплодних листића (карпела) у једном цвету
главени скелет – лобања и вилично-језички апарат кичмењака
глеђ – чврсти слој који покрива зуб кичмењака
гликоген – резервни угљени хидрат који се складиши у мишићима и јетри
глукагон – хормон панкреаса који регулише промет угљених хидрата
год – прстен прираста
Голци апарат – ћелијска органела која синтетише органске материје, нарочито липиде
гонаде – полне жлезде, производе хормоне и извесне секрете које излучују преко посебних одвода
градација – пренамножење (најчешће инсеката или глодара)
гркљан – почетни део душника који код сисара има гласне жице и производи звук
гроња – цвасти, где поједини цветови леже у истој равни, значи да им је цветна петељка различите дужине (врсте рода *Crataegus* и др.)
грудна жлезда – тимус – орган лимфног система кичмењака са улогом при расту младих јединки
грудна кост – кост код гмизаваца, птица и сисара која заједно са ребрима формира грудни кош
гуанин – органска материја из групе угљенично-азотних база која улази у састав дезоксирибонуклеинске и рибонуклеинске киселине.
густативне квржице – органи чула укуса кичмењака у слузокожи језика и ждрела

Д

дванаестопалачно црево – део црева кичмењака између желуца и танког црева у који се уливају одводи јетре и панкреаса
дводоме биљке – врсте у којих једне индивидуе носе само мушки а друге индивидуе исте врсте само женске цветове (гинко)
дебело црево – задњи део црева кичмењака
дезоксирибоза – шећер пентоза који улази у састав дезоксирибонуклеинске киселине

дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК) – полимер дезоксирибонуклеотида који садржи: пентозни шећер десоксирибозу, остатак фосфорне киселине и азотне базе-аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц).
делеција – губитак једног или више сегмената унутар истог хромозома
дендрити – кратки наставци неурона
дендрологија – наука о дрвећу, жбуњу и повијушама
дентин – зубна кост, чини главну масу зуба кичмењака
детерминација – одређивање
диалелно укрштање – укрштање сваке индивидуе са сваком из посматране групе
дизентерија – болест коју изазива *Amoeba hystolitica*
дијаастола – опуштање срца
дијафрагма – преграда код сисара која дели телесну дупљу на грудну и трбушну дупљу и има улогу у процесу дисања
диплоид – фаза животног циклуса ћелије или организма са два хомолога хромозомска сета (један од оца други од мајке) у коме је сваки тип, хромозома (аутозома), осим полних хромозома, представљен два пута. Диплоид се означава са 2n, за разлику од хаплоида (један сет хромозома) који се означава са n, или полиплоида (више од два сета хромозома) који се означавају са 3n, 4n, итд.
диплоидна хромозомска гарнитура – хромозомска гарнитура са диплоидним бројем хромозома (2n). По правилу је заступљена код соматских ћелија сваког организма.
дифузија – разливање, ширење, распостирање
дифузни нервни систем – мрежаст нервни систем, надражaji се пружају у разним правцима, код дупљара
дихазија – цимозна цваст код које главна осовина производи два отварања
дихибрид – индивидуа настала укрштањем родитељских индивидуа који се разликују у два пара алтернативних својстава; Хибрид добијен дихибридним укрштањем.
дихибридно укрштање – укрштање родитељских индивидуа које се међусобно разликују у два пара алтернативних особина
длака – рожна творевина сисара која омогућава терморегулацију
дојка – разрасло ткиво млечних жлезда виших сисара
доминантност – преовладавање особине једног гена у пару алеломорфних гена над другим алелом који се назива рецесивни алел
дорзивентрално – леђнотрбушно

драж – стимуланс из спољашње или унутрашње средине који прима чулни орган

дрво – део стабла који се налази испод камбијалног прстена и коре, у коме су смештени проводни елементи за воду и минералне материје

дужица – обојени део судовњаче очне јабучице кичмењака са отвором - зеницом

душник – део респираторног система кичмењака који је у вези са цревом и грана се у пар бронхија. На преласку душника у бронхије код птица се налази орган који производи звук

E

еволуција – 1) развитак; 2) наука о постанку и историјском развоју врста

егзокрине жлезде – жлезде које свој секрет излучују преко одводног канала на површину тела или у шупљину неког органа

егзоскелет – спољашњи скелет

едафски еколошки фактори – физичке, хемијске и биолошке особине земљишта које имају утицај на живи свет

едификатори – доминантне врсте које својом бројношћу и густином одредјују основне услове у биоценози, условљавајући истовремено и њен општи изглед и функционисање

екологија – 1) наука о односу живих бића и средине; 2) биолошка дисциплина која се бави проучавањем питања сложених међусобних односа између живих бића и средине у којој она живе и од којих зависи њихов опстанак, 3) наука о станишту (наука о прилагођеностима организма на спољне факторе)

еколошка валенца – распон или амплитуда колебања одређеног еколошког фактора у чијим границама је могућ опстанак организама, припадника одређене врсте

екосистем – функционално јединство живих организама и станишта, биоцене и абиоцене, биоценозе и биотопа

екскрет – излучевина, производ метаболизма

екскреторни систем – систем органа за излучивање екскрета и воде

екскреција – излучивање

екстра – интестинално варење - варење ван црева, код паукова

екстремитети – удови

екто – спољашњи

ектоплазма – спољашњи слој цитоплазме, гушћи и хомогенији

елитно стабло – плус стабло проверне генетске конституције. Супериорност таквих стабала утврђује се на основу теста потомства или клонског теста.

ембриологија – наука о ембрионалном развију

ендо – унутрашњи

ендодермис – кличин лист животињског ембриона настао од ћелија које су се помериле са површине ембриона у унутрашњост током процеса гаструлације

ендозоично – унутар других животиња

ендокрине жлезде – жлезде које свој секрет (хормоне) излучују у крв

ендокрини систем – систем жлезда са унутрашњим лучењем

ендокринологија – наука о жлездама са унутрашњим лучењем

ендопаразити – паразити који живе унутар тела домаћина

ендоплазма – унутрашњи, зриаст слој цитоплазме

ендоскелет – унутрашњи скелет

ендотел – епител који покрива површину унутрашњих телесних шупљина и крвних судива

ентомологија – наука о инсектима

епидермис – 1) наједноставнији облик кожног ткива; 2) покожица, спољашњи слој коже кичмењака

епизоично – на другим животињама

епимере – дорзалне чврсте плоче на неким сегментима ракова

епинефрин – хормон панкреаса који регулише промет угљених хидрата

епители – епителјална ткива – трепљasti, чулни, жлездани, ресорциони, ендотел

епифиза – ендокрина жлезда кичмењака, испупчење на леђној страни међумозга, има инхибиторно дејство на рад гонада и појаву секундарних полних карактеристика

еритроцити – црвена крвна зрица

етиологија – наука о понашању

еукариоте – једноћелијски и вишећелијски организми који садрже једро

еуметазоа – вишећелијске животиње са ткивима, органима и органским системима

Еустахијева труба – код сисара, канал преко кога средње ухо комуницира са ждрелом

ефектори – органи који реагују на надражја добијен од нервног система, мишићи и жлезде

Ж

ждрело – део црева кичмењака између усне дупље и једњака у кога се уливају канали носне дупље (хоане) и канали средњег ува (Еустахијеве трубе)

желудац – део црева кичмењака између једњака и црева. Састоји се од кардијалног и пилоричног дела

желудац преживара – најсложеније грађен желудац, има делове: бураг, капуљу, литоњу и сириште

жута мрља – место на мрежњачи на коме је вид најоштрији

жућ – секрет јетре који је важан за варење и ресорпцију хране

З

задња очна комора – простор између дужице и сочива очне јабучице кичмењака испуњен течношћу

затворен крвни систем – код чланковитих црева и кичмењака, крв се креће кроз затворене крвне судове

зеница – отвор у дужици очне јабучице кичмењака

зигот – оплођена јајна ћелија; диплоидна ћелија добијена фузијом две хаплоидне ћелије, односно два гамета.

знојне жлезде – кожне жлезде сисара које имају улогу у термо-регулацији

зоогеографија – наука о распрострањењу животиња

зоологија – наука о животињама

зуби – помоћни органи изграђени од једне врсте кости; имају механичку улогу у дробљењу и кидању хране. Састоје се од пулпе, дентина и глеђи. Има их више врста (секутићи, очњаци, кутњаци).

И

имаго – адулт, одрасла и полно зрела јединка

инверзија – појава када се један сегмент у линеарном низу једног хромозома, окрене за 180°

ингресија – улажење, упадање

индивидуална променљивост – међусобна различитост јединки исте популације или врсте према одликама једног или више својстава.

индикатор – који показује, показиваоч

индуковане мутације – мутационе промене вештачки изазване. У ту сврху користе се физичка, неорганска и органска хемијска мутагена средства.

инервисати – снабдети нервима

инсулин – хормон панкреаса који регулише промет угљених хидрата

интер – између

интерфасцикуларни камбијум – секундарни меристем, настао накнадно из трајних ћелија

интра – унутар

инфундибуларни орган – код амфиоксуса и риба, служи за оријентацију у погледу дубине воде

инхибиција – задржавање, спречавање

ихтиологија – наука о рибама

Ј

јајне ћелије – женски гамети

јајоводи – полни канали женке. Јајовод сисара има три дела: јајовод у ужем смислу, утерус и вагину

јединика – елементарни биотички систем.

једњак – део црева кичмењака између ждрела и желуда

језик – део система органа за варење који приhvата и меша храну и снабдевен је органима чула укуса

јетра – највећа жлезда у телу кичмењака, лучи жуч која се скupља у жучној кеси и кроз жучни канал излива у дванаестопалачно црево. Такође депонује хранљиве материје и детоксикује и неутрализује продукте метаболизма и штетне материје

К

камбијум (секундарно творно ткиво) – слој ћелија између секундарног ксилема и секундарног флоема, које се активно деле

капилари – мрежа танких крвних судова који повезују артерије и вене

карапакс – леђни штит ракова

кардијачни део – предњи део желуда кичмењака

карлични појас – потпорни скелетни елементи задњих удова кичмењака која чине бедрењача, седњача и препоњача

карпеле (плодни или оплодни лист) – fertилни делови цвета који изграђују тучак или тучкове

кауперове жлезде – акцесорне жлезде код мужјака, у вези са изводним каналима полних органа

кичмена моздина – задњи део нервне цеви хордата, бела маса је споља а сива унутра, на попречном пресеку има облик слова X при чему из задњих рогова полазе сензитивна а из предњих рогова моторна нервна влакна. Спроводник је надражаја између мозга и тела и центар је за многе просте рефлексе

кичменица – потпорни орган кичмењака, сем код најпримитивнијих. Код копнених кичмењака има вратни, грудни, слабински, крстачни и репни регион

класић – проста цваст у трава (фам. Poaceae)

колоака – завршни део црева код већине кичмењака у који се истовремено изливају и одводи екскреционог и полног система

која – спољашњи систем органа и омотач тела кичмењака

којна мускулатура – мишићи коже, углавном глатки и развијени у крзну

којне кости – скелетне творевине на глави риба, код гмизаваца (крокодили и корњаче) и сисара (оклопник)

колаген – гликопротеин везивног ткива

коменсали – организми који не сметају домаћину

конектив – веза

контрактилне вакуоле – органеле за излучивање продуката метаболизма једноћелијских организама

контраховање, контракција – стезање, скупљање, грчење, скраћивање

коњугација – спајање и размена једара

копулација – спаривање, парење организама

кора – спољни део дебла (truncus), у старијих дрвенастих врста кора се може поделити на унутрашњу или живу кору (флоем) и спољашњу или мртву кору (ритидома)

кормофите – више биљке у којих је било тело рашчлањено на биљне органе (корен, стабло, лист)

кортин – хормон надбubreжних жлезда кичмењака, регулише промет материја и формирање пигмента и крвних зrnaца, повећава отпорност организма према болестима и токсичним материјама

коштуница – сочан плод има развијене све делове плодовог омотача (егзокарп, мезокарп и ендокарп)

кровна плазма – течна међућелијска супстанца крви

крзио – унутрашњи слој коже кичмењака, испод епидермиса

крљушти – рожне творевине гмизаваца, ногу птица и репа сисара, локална пloчаста задебљања покожице, скелетне творевине коже риба

крупа – сушни непуцајући плод саграђена из 2 карпеле, настала из надцветног плодника, плодов омотач је срастао са омотачем семена

ксилем – дрво

кутикула – егзоскелет зглавкара, покожица, воштана превлака епидермиса биљака – има заштитну улогу.

кутињаци – задњи, крупни зуби сисара који ситне храну

Л

лабијум – доња усна, усни екстремитет мандибулате

ланчаст нервни систем – по једна ганглија се налази у сваком телесном сегменту

латерални – бочни

легалица – додатак трбуха женки инсеката који служи за полагање јаја

леђни суд – срце и аорта инсеката

лествичаст нервни систем – по пар ганглија се налази у сваком телесном сегменту, код прстенастих црва

леукоцити – бела крвна зrnца

либриформ – дрвна влакна која имају механичку функцију у лишћарских врста

лигаменти – везивне творевине које повезују кости

лизозоми – ћелијска органела која вероватно игра улогу варења

лимфа – течност слична крви која има само леукоците и тече кроз лимфоток

лимфни органи – изграђени од лимфног ткива: крајници, лимфни чворови, слезина и тимус

лимфни систем – карактеристика кичмењака, садржи лимфне органе и мрежу лимфних судова који комуницирају са венама и којима кружи лимфа

лимфни чворови – органи лимфног система кичмењака, места стварања лимфоцита који уништавају бактерије

лимфоцити – бела крвна зrnца, лимфне ћелије

лињање – сезонско одбацивање длаке и замена новом код сисара

липиди – масти

листољика плућа – плућа паука са великим бројем кожних набора са унутрашње стране

лишћари – листопадне дрвенасте дикотиледоне биљке настале у креди и терцијару због чега им је анатомска грађа дрвета сложенија у односу на анатомску грађу дрвета четинара

лобања – скелетна чаура која обухвата мозак и чулне органе кичмењака

лојне жлезде – кожне жлезде сисара које имају улогу подмазивања длаке

локомоција – кретање

локус – место на хромозому, односно на ланцу ДНК, које одговара положају одређеног гена

лонгитудинално – уздужно

Љ

љуска, љушчица – посебан тип чауре, саграђени од 2 карпеле, отварају се дуж 4 уздужне пукотине. Љуска је три или више пута дужа него што је широка, а љушчица је краћа

М

максиле – усни екстремитети мандибулата, горње вилице кичмењака

максилопеде – величне ноге ракова, 1 – 3 паре, имају улогу придржавања и померања хране ка усном отвору

малакологија – наука о мекушцима

маларија – болест коју изазива *Plasmodium* а преноси маларични комарац *Anopheles*

мали крвоток – код копнених кичмењака, крвоток између срца и плућа

мали мозак – део мозга кичмењака који има улогу центра за равнотежу и покрете тела

Малпигијеви судови – екскреторни органи зглавкара

Малпигијево тело – њиме започиње нефридија кичмењака, има пехараст део са сплетом капилара преко којих се излучује мокраћа

мамологија – наука о сисарима

марсупијум – специјална кеса на трбуху торбара са млечним жлездама, у којој носе неразвијене младунче

масовна селекција – представља уочавање и издавање најбољих састојина, популација или група биљака, у циљу производње квалитетног семенског материјала.

махуна – сушни плод из једне карпеле, отвара се двема уздужним пукотинама

међубubreжне жлезде – ендокрине жлезде кичмењака у пределу бубрега

међумозак – део мозга кичмењака

мезентере – дупли слој перитонеума који причвршићује стомак, прево, jetру и остale органе за дорзални зид перитонеалне шупљине

мезентерон – средње прево инсеката

мезо – средње

мезоглеја – слој желатинозне материје између спољашњег и инутрашњег слоја ћелија код сунђера и дупљара

Мезозоик – геолошка епоха, владавина рептила, пре 200 – 260 милиона година

мезокарп – средњи меснати део плода (јабуке, трешње, вишње и др.)

мезонефрос – део бубрега који се други јавља током ембрионалног развића кичмењака

меланин – тамно-смеђ пигмент коже и длаке

меристем – ћелије способне за активну деобу

метагенеза – смењивање бесполне и полне генерације код жарњака

метазоа – вишећелијске животиње

метаморфоза – преображај

метанефридије – екскреторни органи прстенастих црва, састоје се од парних каналића који су у вези са телесном дупљом и спољашњом средином

метанефрос – део бубrega који се последњи јавља током ембрионалног развића кичмењака

механичка чула – тактилни органи, бочни органи, инфундибуларни органи, статички и слушни органи кичмењака

мешак – сушни плод саграђен од једне карпеле, отвара се само једном уздужном пукотином по трбушном шаву

миelinска опна – облаже нерве, испод неуролеме

миофибрили – контрактилна влакна у мишићним ћелијама

митарење – сезонско одбацивање перја и замена новим код птица

митотичка деоба – овом деобом настају 2 нове ћелије које имају исти број хромозома ($2n$) као и мајка ћелија

митохондрије – ћелијске органеле које врше разлагање органских материја, најчешће гликозе

млечне жлезде – кожне жлезде сисара које имају улогу прехранјивања младунца.

модификације – фенотипске промене настале као последица деловања фактора спољашње средине, које по правилу нису наследне.

мозак – проширење предњег дела нервне цеви хордата које има 5 делова: предњи мозак, међумозак, средњи мозак, мали мозак и продужена мождана, обавијен је тврдом и меком опном и простор између њих је испуњен цереброспиналном течношћу

мокраћна бешика – код већине сисара, служи као резервоар мокраће

монохибрид – хибрид настао укрштањем родитељских индивидуа које се разликују у једном пару алтернативних особина

морфологија – 1) наука о грађи и облику тела; 2) наука о спољашњој грађи биљака

моторни (ефектрони) неурни – спроводе надражај од нервних центара до места реаговања (мишића и жлезда)

мрежњача – унутрашњи слој очне јабучице кичмењака са чулним ћелијама - чепићима и штапићима

мултипло – вишеструко

мускулатура – мишићно ткиво

мускулозне пијавке – органи за причвршћивање метила и пантљичара за домаћина

мутације – промене настале као последица промена у самом генотипу, које су по правилу наследне.

H

n – хаплоидан (гаметни), основни број хромозома.

надбubreжне жлезде – ендокрине жлезде кичмењака у пределу бubreга, луче адреналин и кортиз

надражај – преноси га нервни систем од рецептора (чулног органа) до ефектора (мишића и жлезда)

наслеђивање – процес преношења наследних информација из претходних у следеће генерације, као и развиће одговарајућих особина у интеракцији наследних информација са факторима спољашње средине.

нематологија – наука о нематодама

непарне очи кичмењака – темено око и pineално око

непарни екстремитети – непарно пераје колоуста и леђно, репно и анално пераје риба

нерви – живци

нервни систем кичмењака – централни, периферни и симпатички

неурити – дуги наставци неурона, аксони, нервна влакна

неуроглије – потпорне ћелије нервног ткива

неурон – нервна ћелија која преноси нервни надражај

неурофибрили – нервна влакна у нервним ћелијама, непосредни преносиоци надражаја

нефридије – мокраћне цевчице или бубрежни каналићи, изграђују бубреже кичмењака, започињу Малпигијевим телом

нодус – чвор на изданцима биљака

носне дупље – хоане, парни делови система органа чула мириза копнених кичмењака које комуницирају преко ждрела са плућима и преко носних канала са спољашњом средином. Обложене су мирисним епителом и површина им је увећана ламелама и синусима (шупљинама суседних костију)

носне јаме – парни делови система органа чула мириза риба које комуницирају само са воденом средином

нотохорда – зачетак хорде, присутан код хемихордата

нуклеинске киселине (НК) – полимери нуклеотида, присутни у свим ћелијама. Састоје се од фосфорне киселине, шећера пентозе и азотних база (пуринских и пиримидинских). Неопходне су за преношење наследних особина, за синтезу протеина и регулисање основних животних процеса. Разликују се две групе НК: рибонуклеинска (РНК) и дезоксирибонуклеинска (ДНК).

O

оваријуми – јајници, гонаде женки

овипаритет, овипарност – полагање јаја

оксидована крв – артеријска крв, крв са кисеоником која се од плућа плућном веном транспортује у леву преткомору и из леве коморе одлази у аорту па у све делове тела

олфакторни органи – органи чула мириза

омнивор – сваштојед

онтогенија – развиће јединке од зигота до адулта

оплемењивање биљака – биолошка дисциплина која обухвата принципе, методе и технику рада у циљу синтезе културних биљака – култивара (сорти).

оптичка чула – чуло вида, парне и непарне очи кичмењака, органи за пријем светлосних дражи

орашица – суви једносемени плод, који се не отвара

органеле – делови ћелије који се међусобно структурно и функционално разликују а у садејству омогућавају живот ћелије

органи – делови вишећелијског организма који се међусобно структурно и функционално разликују, а у садејству омогућавају живот организма. Састављени су од различитих ткива и могу вршити једну или више функција

органски систем – скуп органа који врше неку заједничку функцију

орнитологија – наука о птицама

осеин – чврста материја органског порекла која изграђује кости

оскулум – велики отвор на телу сунђера

осмоза – мешање двеју течности дифузијом кроз преграду

основински скелет – скелет кичмењака који се формира око хорде и кога чине скелет главе и кичменица са ребрима и грудном кости

остеобласте – ћелије коштаног ткива

оестиум – бочни отвор на комори срца зглавкара

отворен крви систем – код мекушаца и зглавкара, где крв испуњава телесне шупљине

отолити – кристали калцијум карбоната у унутрашњем уху који надражују чулне длачице акустичног апарате кичмењака

очна јабучица – има 3 слоја: беоњачу, судовњачу и мрежњачу и испуњена је стакластим телом

очно сочиво – налази се иза дужице у очној јабучици кичмењака и има способност акомодације и изоштравања лика предмета

очњаци – зуби сисара конусног облика са функцијом кидања хране

П

палеонтологија – наука о фосилним остацима организама

панкреас – гуштерача, органски систем у телу кичмењака; цревна жлезда која лучи секрет са ензимима за разлагање угљених хидрата, масти и беланчевина, и хормоне инсулин, глукагон и епинефрин који регулишу промет угљених хидрата. Одводи панкреаса се изливају у дванаестопалачно црево.

параподије – локомоторни органи прстенастих црва

паратиреоидеа – параштитна жлезда, ендокрина жлезда кичмењака ждрелног порекла, чврсто срасла уз тиреоидну жлезду, чији хормон регулише промет калцијума и фосфора и утиче на развој скелета

параштитна жлезда – паратиреоидеа

паренхим – растресито ткиво

паријетални мезодерм – мезодерм са спољашње стране целома

паријетално – зидно

парне очи кичмењака – очна јабучица и помоћни органи (капци са трепавицама, очни мишићи, сузне жлезде)

парни екстремитети – грудна и трбушна пераја риба и предњи и задњи удови виших кичмењака

партеногенетско размножавање – привидно полно размножавање из неоплођених јајних ћелија

парцијална доминација – интермедијаран развој неког својства хибрида.

патоген – узрочник болести

педално – стопално

педипалпи – пар усних екстремитета код хелицерата

периант – цветни омотач (листови који опкољавају прашнике и тучак)

перидерм – секундарно покорично ткиво, које преузима функцију епидермиса

перикард – део целомске дупље испуњен течношћу у коме се налази срце

перикардијална дупља – срчана комора

перистомијум – други чланак прстенастих црва

перитонеум – трбушна марамица

периферни нервни систем – чине га сплетови нерава између централног нервног система и периферно лоцираних чула и органа. Чине га цереброспинални и симпатички или аутономни нервни систем

перје – рожна творевина птица која омогућава терморегулацију и летење

перутање – одбацање рожног слоја код кичмењака

пигидијум – последњи чланак прстенастих црва

пигмент – бојена материја

пилорични део – задњи део желуза кичмењака који лучи желудачни сок са ензимом пепсином и хлороводоничном киселином

плакоидна крљушт – зуболика крљушт

планктон – ситни биљни или животињски организми који лебде у морима и језерима

планулa – трепљаста ларва жарњака

плацента – постельица, творевина на којој се развија ембрион плаценталних сисара

плашт – модификовани дорзални део интегумента мекушаца који обавија утробу кесу

пластена дупља – дупља мекушаца затворена плаштом

племка – део биљног организма (пупољак, гранчица, изданак...) који се преноси на други или исти биљни организам(подлогу), у циљу добијања једне целине (калема).

плеуре – бочни делови сегмента зглавкара

плодник – доњи проширени део тучка у коме се развијају семени замеци

плус стабло – фенотипски супериорно стабло у односу на просек популације.

плућа – респираторни органи виших кичмењака, пар кеса веома наборане површине смештене у унутрашњости тела. У вези су са цревом преко душника

плућни мехурићи – део респираторног система кичмењака, богати су крвним судовима и формирају алвеоле

подлога – биљни организам на који се преносиј (калеми) подлога у циљу добијања једне целине.

покожица – површински епител код кичмењака

покосница – везивна опна на површини кости

полинатори – оправшивачи, преносиоци полена

полихибрид – хетерозиготни организам настао укрштањем родитеља који се међусобно разликују у већем броју пари алтернативних својстава.

полни диморфизам – постојање морфолошких разлика код припадника мушкиог и женског пола

полни хромозоми – хромозоми у којима су смештени носиоци детерминације пола, тако да су различити код индивидуа мушкиог и женског пола.

популација – група јединки исте врсте која насељава одређено станиште, међусобно се размножава и даје потомство.

постембрионално развиће – код овипарних врста почиње након излегања, кад ларва напусти јајну опну

поткојна мускулатура – код копнених кичмењака (нарочито сисара), чини је телесна мускулатура и попречно пругаста мускулатура из поткојног везива и коже и има улогу покретања коже

право црево – завршни део црева сисара

предатор – грабљивица

предња очна комора – простор између рожњаче и дужице очне јабучице кичмењака испуњен течномшћу

предње црево – служи за механичку обраду хране

предњи мозак – велики мозак, део мозга кичмењака, код нижих кичмењака примарно чуло мириза а код виших има улогу главног координантног центра и центра више нервне делатности

предњи удови – код виших кичмењака садрже кости рамењачу, жбицу, лакатну кост, кости корена шаке, шаке и прстију

пресвлачење – периодично одбацивање рожног слоја код кичмењака и истовремено образовање нове и веће коже

природни систем – класификовање организама на основу степена сродства односно према пореклу

пробосцис – орган немертина за хватање плене и одбрану, налази се у шупљини ринхоцелу изнад усног отвора

проглотис – чланак пантљичара

продужена мождина – део мозга кичмењака, рефлексни центар који регулише дисање, рад срца, ширење и скрпење крвних судова, гутање и повраћање

продуценти – производијачи

проктодеум – задње црево инсеката

пронефрос – део бубрега који се први јавља током ембрионалног развића кичмењака

простата – акцесорна жлезда код мужјака, у вези са изводним каналима полних органа

простомијум – први чланак прстенастих црва

протеини – беланчевине

протозоологија – наука о прахивотињама

протонефридије – најједноставнији екскреторни органи вишебелијских животиња, код пљоснатих црва, започињу звездастом ћелијом и изливају се на површину тела

прстен прираста (год) – концентричан слој дрвета који се формира радом камбијума у једној вегетационој сезони

псеудоподије – органеле за кретање код амеба

псеудоцелом – примарна телесна дупља (код валькастих црва)

пулпа – мекана унутрашњост зуба кичмењака испуњена везивним ткивом, крвним судовима и нервима

пуноглавци – ларве водоземаца

пупљење – бесполно размножавање при коме нове јединке настају избочавањем тела родитеља и накнадним одвајањем

Р

- радијална (зрачна) симетрија** – организми имају цилиндрично тело које се може поделити већим бројем равни које садрже уздужну осу тела на једнаке делове
- радула** – назубљен орган у усном отвору пужева који има функцију исхране
- раменски појас** – потпорни скелетни елементи предњих удова кичмењака кога чине лопатица, кључњача и коракоидна кост
- рацемозан** – гроздаст
- рачвасти екстремитети** – екстремитети ракова
- ребра** – парни лучни скелетни елементи који пружају ослонац телесном зиду
- регенерација** – обнављање
- ред** – виша биолошка јединица која обухвата више фамилија
- редукована крв** – венска крв, крв без кисеоника која се од ћелија спроводи у шупљу вену која улази у десну преткомору па се из десне плућне коморе плућном артеријом одводи у плућа
- рекапитулација** – сажето понављање
- ресорција** – поновно упијање, усисавање
- респираторни систем** – систем органа за дисање који обавља размену гасова са спољашњом средином – уношење кисеоника и везивање за органске материје и ослобађање угљен-диоксида и топлоте
- респирација** – дисање
- рецептори** – чулни органи који примају драж
- рецесивне особине** – особине које се испољавају само када су одговарајући (рецесивни) алелогени у хомозиготном стању. Обично су прикривене у F_1 генерацији, а испољавају се у F_2 и каснијим генерацијама.
- рецесивни ген** – члан алелног пара гена који се делимично или никако фенотипски не испољава када је присутан други, доминантни алел
- рибљи мехур** – орган који примарно има улогу регулисања специфичне тежине тела рибе, а код риба које су повремено изложене сувоземном начину живота имају респираторну функцију
- рибозоми** – ћелијске органеле у којих се врши синтеза протеина посредством РНК
- рибонуклеинска киселина (РНК)** – полимер рибонуклеотида, који садржи аденин, гуанин, цитозим и урацил.

- ритидома** – спољашња мртва кора
- рогови** – шупљи рожни органи прирасли на коштане израштаје чеоне кости копитара
- родитељски пар** – две почетне родитељке индивидуе одабране за међусобно укрштање.
- рожне творевине коже** – крљушт, рожне плоче, перје, длака, канџе, нокти, копита, папци, рогови, кљун, рожни зубићи колоуста и рожно задебљање усана корњаче
- рожни слој** – орожнали слојашњи слој кутикуле сувоземних кичмењака
- рожњача** – провидни, предњи део беоњаче очне јабучице кичмењака
- рудимент** – закржљали орган

С

- сагитална раван** – дели организам на леву и десну половину
- сагитално** – леђно-трубично
- сакулус** – мехурић стато-акустичног апарате кичмењака. На њему се налази пуж са Кортијевим органом (акустични апарат)
- салинитет** – укупан садржај соли
- сапробност** – коришћење органских материја из мртвих биљних и животињских организама - неживе органске материје
- сателит** – кратки, вршни сегмент хромозома одвојен секундарним сужењем од тела хромозома
- сегрегација** – раздвајање гена алелног паре, односно хомологих хромозома једног од другог и њихово распоређивање у различитим челијама. Испољава се само код хетерозиготних организама.
- секреторне жлезде мозданих ганглија** – ендокрини органи инсеката чији хормон утиче на растење и пресвлачење
- секутићи** – предњи зуби сисара у облику длета
- селекција** – основни фактор природне еволуције. Планска селекција обухвата уочавање и одабирање бољих (најбољих): (а) популација или групе стабала – масовна селекција или (б) биљака унутар популације – индивидуална селекција, на основу њихових карактеристика.
- семеводи** – полни одводи мужјака
- сензитивни (рецепторни) неурони** – спроводе надражај од места примања до нервних центара
- сесилно** – приčvrшћено за тло

сива маса – нервно ткиво у коме су смештена тела нервних ћелија, мождана кора, спољашњост кичмене мождине

Силур – геолошка епоха, пре 400-300 милиона година

симбионти – организми који живе заједно на обострану корист

симпатички или аутономни нервни систем – део периферног нервног система, инервише унутрашње органе, глатку мускулатуру коже и жлезда, чине га 2 низа ганглија дуж аорте које су повезане мождинским нервима. Већину органа инервишу двојака влакна са антагонистичким дејством (симпатички и парасимпатички систем)

сингамија – спајање гамета

синус – шупљина

синцијум – тип грађе код кога не постоје јасне границе између ћелија

систематика – грана биологије која се бави разноврсношћу живих бића и њивом класификацијом у одређене природне системе на основу њиве међусобне сличности

систематика биљака – грана биологије, која проушава еволуцију и сродне односе међу биљкама и на основу којих их сврстава у одређени филогенетски систем

истола – контракција срца

скелетна мускулатура – попречно-пругастно мишићно ткиво

скелетни систем – осовински, екстремитета, висцерални и кожни

склеренхим – механичко биљно ткиво

склеропротеини – веома постојани фиброзни протеини заштитне и механичке функције (колаген, кератин, еластин)

сколекс – главни регион пантљичара

сланина – поткожни слој ткива са масним ћелијама

слезина – орган лимфног система кичмењака, место распадања еритроцита

слепа мрља – на мрежијачи, место изласка очног нерва неосетљиво за светлосне дражи

слепо црево – део црева кичмењака између танког и дебelog црева, нарочито добро развијено код биљоједа

слузне жлезде – кожне жлезде водоземаца које је чине влажном и омогућавају кожно дисање

слушајући кошчице – чекић, наковањ и узенгија, у средњем уху копнених кичмењака. Узенгија је у вези са овалним окном унутрашњег уха

смолни канал – међућелијски канал

соматична мускулатура – телесни мишићи и мишићи удова, налазе се под утицајем воље и попречно пругасти су

соматске ћелије – све ћелије једног организма изузев гамета. По правилу одликују се са диплоидним бројем хромозома

спаваћа болест – болест коју изазива *Trypanosoma gambiense* и преноси це-це мува *Glossina*

сперматозоиди – мушки гамети

спољашње оплођење – код водених кичмењака и водоземаца гамети се излучују у спољашњи средину где долази до оплођења

спољашње ухо – код виших кичмењака, састоји се од ушне школјке и спољашњег ушног канала који се завршава бубном опном

спонгин – органска материја која гради скелет сунђера

спонгоцел – шупљина у телу сунђера

спорофил – листови, односно органи на којима се стварају спорангије у којима постају споре

средње ухо – део стато-акустичног апарате копнених кичмењака који се састоји од бубне дупље са бубном опном на коју належу слушне кошчице - чекић, наковањ и узенгија

средње црево – служи за варење и апсорпцију хране

средњи мозак – део мозга кичмењака

срце – централни орган система за крвоток који пумпа крв кроз систем крвних судова. Лежи у перикарду и састоји се од преткоморе и коморе (код риба), 2 преткоморе и коморе (код водоземаца) и 2 преткоморе и 2 коморе (код осталих кичмењака)

стакласто тело – прозирна, пихтијаста маса која испуњава очну јабучицу кичмењака

статички органи – органи за равнотежу

стато-акустични апарат – орган чула равнотеже и слуха смештен у унутрашњем уху кичмењака

стерnum – трбушни, доњи део сегмента зглавкара

стигма – отвори преко којих су трахеје повезане са спољашњом средином

стомодеум – предње црево инсеката

ступањ развића – период времена између два пресвлачења

судовића – средњи слој очне јабучице кичмењака. Садржи крвне судове и спреда је обожена - дужица са отвором - зеницом

сферични организми – кроз центар се може провући бесконачно много равни симетрије и све деле животињу на два једнака дела

T

- таксономија** – наука о сврставању живих бића у одређене категорије
- тактилна телаща** – слободни нервни завршети обавијени везивним
омотачем
- тактилни** – који се тиче чула додира, пипања
- тактилни органи** – примају механичке дражи, у кожи (нарочито
предњем делу главе и врховима прстију), мишићима,
зглобовима, желудцу итд. Осетљиви су на притисак,
температуру, бол, жеђ и глад.
- талофите** – ниже биљке у којих биљно тело није рашчлањено на
биљне органе
- таинко црево** – предњи део црева кичмењака
- тегумент** – површински слој цитоплазме код метиља
- тентакуле** – пипци код мекушаца
- тергум** – леђни део сегмента зглавкара
- терестрично** – земљишно, сувоземно
- терморегулација** – регулисање телесне температуре
- тестици** – семеници, гонаде мужјака
- тетиве** – спонови везивних влакана који повезују мишиће и кости и
мишиће међусобно
- тимус** – грудна жлезда, ендокрина жлезда кичмењака ждрелног
порекла, орган лимфног система, код човека се налази у
доњем делу врата и горњем делу груди, има улогу у растењу
и имунолошкој реактивности посебно код младих организама
- тиреоида** – штитна жлезда, ендокрина жлезда кичмењака ждрелног
порекла, налази се испод гркљана и лучи хормон тироксин
- тироксин** – хормон тиреоидне жлезде који регулише промет материја
у организму и растење и развиће младих животиња
- ткиво** – група ћелија исте структуре и порекла које су специјализоване
за одређену функцију
- торнирија** – ларва хемихордата, слична ларви бодљокожаца
- трабант - сателит**
- трансверзална раван** – дели организам на предњи и задњи део
- трансверзално** – попречно
- транслокација** – измена хромозомских сегмената нехомологних
хромозома.
- трахеје** – респираторни органи зглавкара ектодермалног порекла,
систем хитинских цевчица које се гранају до појединачних
ћелија
- трихиноза** – оболење које изазива трихинела

тромбоцити – крвне плочице

трохофора – ларва неких мекушаца и прстенастих црва

Y

- унутрашње оплођење** – код копнених кичмењака до оплођења долази
унутар тела женке
- унутрашње ухо** – кожни лавиринт кичмењака, испуњен ендолимфом и
смештен у коштаном лавиринту а између њих је перилимфа
- уретер** – мокровод, цев преко кога се изливају бубрези у задње црево
код већине кичмењака, а код сисара у урогенитални синус, а
онда у спољашњу средину
- урогениталији систем** – екскреторни и генитални систем који су код
кичмењака анатомски и функционално повезани
- усна дупља** – уста, садржи зубе, језик и пљувачне жлезде
- утерус** – материца, средњи део јајовода сисара

Φ

- фамилија** – виша таксономска јединица до рода, потомство једног
родитеља добијено слободним опрашивавањем или потомство
добијено укрштањем између две познате индивидуе.
- фасција** – везивни омотач који обавија тетиве
- фасцијуларни камбијум** – примарни меристем који води порекло од
прокамбијума, налази се у сваком отвореном проводном
спонићу
- фелодерм** – секундарно покорично ткиво вишегодишњих дрвенастих
биљака
- фенологија** – наука о односима између развоја биљке и сезонских
климатских промена као што су температура, дужина дана.
Такве промене утичу на листање, цветање, сазревање плодова
и др.
- фенотип** – скуп карактеристика јединке (њен изглед) који је последица
интеракције између генотипа и средине. У ужем смислу
фенотип представља спољашњи изглед једне индивидуе или
особине (на пример облик зrna код грашка).
- фенотипска експресија** – фенотипска израженост. Испољавање
одређених особина које се налазе под контролом
одговарајућих наследних чинилаца са очекиваним дејством на
контролу развића тих особина

фибрин – протеин крви који има улогу при згрушавању крви

филогенија – је историјски развитак живог света

фитофаги – биљоједи

флоем – биљно ткиво за транспортуване органских материја кроз биљку

фрагментација – дељење, цепање

фруктификациони органи – органи који служе за одржавање врсте

X

хабитус – спољашњи изглед стабла, жбуна са свим својим морфолошким карактеристикама (начин гранања, јачина грана, правац растења грана, итд.)

хаплоидан број хромозома – половина од броја хромозома карактеристичног за дату врсту; означава се са "n"; карактеристичан за полне ћелије.

Хекелов принцип – онтогенија јединке је рекапитулација филогеније врсте.

хелицере – први пар усних екстремитета код хелицерата

хемијска чула – органи чула укуса и мириза

хемиметаболија – непотпуна метаморфоза инсеката: јаје-ларва-имаго

хемисфере – полуулопте

хемоглобин – пигмент еритоцита који служи каопреносилац кисеоника

хермафродит – јединка која има мушки и женске полне системе органа

хете – длаке, чекиње

хетерозис – луксузирање или хибридна снага представља појаву да хибридно потомство F_1 генерације у погледу једног или више својстава превазилази опсег варирања оба родитеља.

хетерономна сегментација – постојање сегмената различитог облика и грађе

хетерополно – није једнако на крајевима

хетеротрофија – коришћење органске материје из спољашње средине

хибрид – јединка добијена укрштањем родитељских индивидуа различите генетичке конституције.

хибридијација – укрштање родитељских индивидуа које се разликују у једној или више пари алтернативних особина.

хиbridна снага – види хетерозис.

хибридоловски метод – начин генетичке анализе којом се наслеђивање поједињих особина прати коришћењем хибридијације.

хипофиза – ендокрина жлезда кичмењака у близкој вези са међумозгом, састоји се од 3 режња, њени хормони регулишу

рад осталих ендокриних жлезда, растење костију и читавог организма, крвни притисак, утичу на глатку мускулатуру, изазивању дозревање јајних ћелија и појаву секундарних полних карактеристика, утичу на лучење млека и појаву материнског инстинкта, утичу на активност кожних хроматофора.

хистологија – биолошка дисциплина која проучава ткива у организмима живих бића

хоане – канали носне дупље кичмењака

хоаноците – ћелије које облажу спонгоцел сунђера

холометаболија – потпуна метаморфоза инсеката: јаје-ларва-лутка-имаго

хомеотермија – стална телесна температура

хомозигот – индивидуа настала из оплођене јајне ћелије код које су хомологи локуси идентични (AA, aa).

хомономна сегментација – постојање једнаких сегмената

хондробласте – ћелије хрскавичавог ткива

хорда – орган са потпорном функцијом код хордата

хоризонтална раван – дели организам на леђни и трбушни део

хормон – секрет ендокрине жлезде, физиолошки активна материја која регулише животне процесе делујући на поједиње органе или организам у целини

хроматида – једна од две видљиве лонгитудиналне суб-јединице удвојеног хромозома (полухромозом) која се и сама састоји од фибриларних субјединица

хроматин – комплекс ДНК и протеина у једру: структурна и функционална организација генетичког материјала еукариота. Основу структуру хроматина чини **хроматинско влакно**, које се састоји од ДНК и хистона

хроматинско влакно – основни ниво структурирања ДНК у хроматину и хромозомима еукариота. Састоји се од ДНК и хистонских протеина, који на сваких 60-ак нуклеотида образује **нуклеозоме**, елипсоидна телашица видљива електронским микроскопом

хромозом – једна од најсложенијих органела сваке ћелије, која представља материјалну основу наслеђа и променљивости.

хромозомска гарнитура – скуп хромозома једне гаметске ћелије. Новонастали зигот садржи две гарнитуре хромозома, - $2n$ – од сваког родитеља по једну. Број и морфологија хромозома у гарнитури карактеристични су за сваку врсту.

хромомера – тамније обојено место на хромозому које се карактерише јачом спирализацијом хроматинских влакана.

хромонема – класичан назив за кончасте структуре хромозома које су видљиве под светлосним микроскопом почетком профазе ћелијске деобе.

Ц

цеваст нервни систем – код хордата, у виду шупље цеви

целом – секундарна телесна дупља

целуларна теорија – (ћелијска теорија) је доказана још у првој половини 19 века да је ћелија основна јединица сваког организма без обзира какве је грађе, тј. од једноћелијских до вишећелијских живих бића

цемент – коштано ткив које покрива корен зуба кичмењака

централизовани нервни систем – надражaji се пружају у правцу дендрит-тело неурона-аксон, може бити врпчаст, ганглионеран или лествичаст и цеваст.

централни нервни систем – код кичмењака, чине га мозак и кичмена мождине

центромера – део хромозома (органела хромозома) за који се везују влакна деобног вретена; има важну улогу у оријентацији и кретању хромозома при ћелијској деоби

ценуси – мехури у којима се развијају ларве псеће пантљичаре

церебрално – мождано

цереброспинална течност – испуњава простор између твдре и меке мождане опне

цереброспинални нервни систем – део периферног нервног система, парови нерава који полазе из мозга и кичмене мождине

цимозна цваст – цваст са ± скраћеним вретеном

циркулаторни систем – крвни систем, разноси хранљиве материје, гасове, продукте метаболизма и хормоне

циста – лоптасти израштај

цитогенетика – грана генетике, која посебно проучава грађу хромозома, њихове промене и значај тих промена у митози и мејози; њихово порекло и њихов однос према преносу и рекомбинацији гена.

цитозин – органска материја из групе угљенично-азотних база која улази у састав дезоксирибонуклеинске и рибонуклеинске киселине

Ч

чаура – општи назив за све сув плодове који се отварају а изграђени су од 2 карпеле

чепићи – чулни елементи мрежњаче ока кичмењака који имају функцију разликовања боја

чулне ћелије – ћелије способне за пријем дражи, груписане су у чулне епителе и граде чулне органе. Примарне чулне ћелије (чулно-нервне ћелије) примају драж и спроводе надражај, код дупљара и у организма чула мириса и вида. Секундарне чулне ћелије само примају драж а надражај преносе наставци нервних ћелија

чулни систем – омогућава обавештавање организма о променама у спољашњој и унутрашњој средини

Ш

Шванова опна – неуролема, облаже нерве, изнад миелинске опне

шизокарпијум – сушни плодови састављени од две или више карпела

шкрге – респираторни органи зглавкара, бодљокожаца и хордата.

Шкрге бескичмењака су ектодермалног порекла (испуњења коже), а кичмењака ендодермалног порекла (настале на рачун предњег црева). Шкрге риба се сastoјe од основе и два низа шкржних листића

шкржне дупље – дупље које садрже шкрге, постављене су бочно од ждрела и преко шкржних отвора комуницирају са спољашњом средином

шкржни прорези – парни бочни отвори на шкргама хордата

штапићи – чулни елементи мрежњаче ока кичмењака који имају функцију разликовања црно-белих нијанси

штитна жлезда – тиреоидеа

шуга – болест коју изазива крпља шугарац *Sarcoptes scababei*

ЛИТЕРАТУРА:

- Берберовић, Љ., Хаџиселимовић, Р. (1986): Речник генетике. Свијетлост. Сарајево. П. 1 – 143.
- Гајић, М. (1987): Шумска ботаника са анатомијом дрвета. Шумарски факултет, Београд.
- Гајић, М., Вилотић, Д., Обратов-Петковић, Д. (2003): БОТАНИКА (шумарска ботаника), за I и II разред шумарске и дрвнopreraђivачке школе, IV допуњено и прерађено издање. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Думановић, Ј., Маринковић, Д., Денић, М., Константинов, К. (1994): Генетички речник. Унија биолошких научних друштава Југославије. Београд, стр. 1 – 333.
- Хрендорфер, М. (1878): Ботаника. Систематика, еволуција и геоботаника. Школска књига, Загреб.
- Живковић, С. (1968): Шумарска ентомологија. Научна књига, Београд.
- Исајев, В., Шијачић-Николић, М. (2002): Практикум из генетике са оплемењивањем биљака – први део. Шумарски факултет, Београд.
- Исајев, В., Шијачић-Николић, М. (2003): Практикум из генетике са оплемењивањем биљака – други део. Шумарски факултет, Београд.
- Јанковић, М., Маринковић, Д., Крунић, М., Савић, И. Туцић, Н. (1986): Биологија за III разред усмереног образовања. Научна књига, Београд.
- Јанковић, М., Татић, Б., Ђорђевић, В. (1991): Екологија и заштита животне средине, за I разред средње школе. Будућност, Нови Сад.
- Карацић, Д. (2000): Защита шума (шумска фитопатологија), за III разред средње школе, струка шумарство и обрада дрвета, II издање, Завод за уџбенике, Београд.
- Којић, М., Пекић, С., Дајић, З. (2001): Ботаника, VII допуњено и изменењено издање, Београд.
- Крунић, М. (1992): Зоологија инвертебрата I део. Научна књига, Београд.
- Крунић, М. (1992): Зоологија инвертебрата II део. Научна књига, Београд.
- Крунић, М., Савић, М., Ђулафић, Љ., Стевановић, Б. (1995): Биологија за II разред гимназије. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

ЛЕГЕНДА

- Маринковић, Д., Савић, А. (1982): Биологија са практикумом за II разред заједничке основе средњег усмереног образовања. Научна књига, Београд.
- Маринковић, Д., Ђурић, Б., Петровић, В., Пашић, М., Стевановић, Б. (1994): Биологија sa III или IV разред гимназије. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Маринковић, А., Савић, И., Ђурић, Б., Терзија, В. (1998): Биологија за 4. разред гимназије. Завод за уџбенике и наставна средства.
- Марничек, М., Ђурчић, Б., Радовић, И. (1986): Специјална зоологија за III разред усмереног образовања природно-техничке струке – биотехнички смер. Научна књига, Београд.
- Михајловић, Љ., Исајев, В. Вилотић, Д. (2000): Приручник из биологије за полагање класификационих испита. Шумарски факултет, Београд.
- Обратов-Петковић, Д., Марковић, Ч., Ђукић, М. (2002): Биологија – приручник за полагање класификационог испита на Шумарском факултету у Београду. Шумарски факултет, Београд.
- Петровић, Ј., Црвењаков, Р., Којић, М., Савић, А. (1985): Биохемија и молекуларна биологија – са практикумом за IV разред усмереног образовања. Научна књига, Београд.
- Петровић, В., Пашић, М., Тодоровић, М. (Биологија за IV разред природно-техничке и математичко техничке струке. Научна књига, Београд
- Татић, Б. (1991): Биологија за I разред гимназије. Завод за издавање уџбеника, Нови Сад
- Татић, Б., Христић, М. (1991): Биологија за I разред средњег образовања и васпитања. Завод за издавање уџбеника, Нови Сад
- Туцовић, А. (1981): Практикум из генетике са оплемењивањем биљака. ИРО Грађевинска књига. Београд. п. 272-292.
- Туцовић, А. (1990): Генетика са оплемењивањем биљака. Научна књига. Београд.
- Туцовић, А., Симић, З. (2002): Исхрана биља, за II разред шумарске школе. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

ИЗВОД ИЗ ДОСАДАШЊИХ ТЕСТОВА (2005-2008)

1. Примарни раст стабла одвија се радом:
 - а) апикалног меристема
 - б) камбијалног прстена
 - ц) трауматичног меристема
 - д) интеркаларног меристема
2. Хомеотермне животиње су:
 - а) птице
 - б) зглавкари
 - ц) гмизавци
 - д) рибе
3. Циркуларним кретањем цитоплазме одликују се ћелије:
 - а) са једном вакуолом
 - б) са више вакуола
 - ц) без вакуола
 - д) са више митохондрија
4. У двомембранске органеле ћелије спадају:
 - а) пластиди, ендоплазматични ретикулум
 - б) пластиди, митохондрије
 - ц) митохондрије, Голцијев апарат
 - д) пластиди, вакуоле
5. Инсекти (класа Insecta) су зглавкари (коло Arthropoda) са укупно:
 - а) два пара ногу
 - б) три пара ногу
 - ц) четири пара ногу
 - д) десет пара ногу
6. Коренске длачице настају:
 - а) издуживањем ћелија егзодермиса
 - б) издуживањем ћелија епивлема
 - ц) издуживањем ћелија перицикла
 - д) од ћелија примарне коре

7. Основни елементи ксилема су:

- а) трахеје и трахеиде
- б) трахеје
- ц) трахеиде
- д) ситасте цеви

8. Грозд спада у:

- а) цимозне цвасти
- б) рацемозне цвасти
- ц) цваст монокарпика
- д) цваст дихазија

9. Кребсов циклус одвија се у:

- а) једру
- б) митохондријама
- ц) рибозомима
- д) вакуолама

10. Од набројаних група животиња на планети Земљи су најстарији:

- а) сисари
- б) зглавкари
- ц) водоземци
- д) птице

11. Секундарна грађа стабла настаје радом:

- а) камбијума
- б) фелогена
- ц) камбијума и фелогена
- д) апикалног меристема

12. Орнитологија је наука о:

- а) гмизавцима
- б) сисарима
- ц) птицама
- д) рибама

13. Помоћу крви се кисеоник не разноси код:

- а) сисара
- б) птица
- ц) инсеката
- д) риба

14. Отворен тип крвотока заступљен је код:

- а) Aves – птица
- б) Reptilia – гмизаваца
- ц) Mammalia – сисара
- д) Arthropoda – зглавкара

15. Соматске ћелије се одликују:

- а) тетрапloidним бројем хромозома
- б) диплоидним бројем хромозома
- ц) триплоидним бројем хромозома
- д) хаплоидним бројем хромозома

16. Под непосредним утицајем фактора спољашње средине долази до:

- а) мутација
- б) делеције
- ц) инверзије
- д) модификација

17. При моногеничном наслеђивању са потпуном доминацијом у F_2 генерацији добијено потомство има:

- а) исти фенотип
- б) два различита генотипа
- ц) два различита фенотипа
- д) исти генотип

18. Фенотип представља:

- а) скуп гена у геметима
- б) свеукупност наследних чинилаца
- ц) спољашњи изглед организма
- д) спектар могућих фенотипова који се могу реализовати на бази једног генотипа у интеракцији са факторима спољашње средине

19. До редукције броја хромозома долази у:

- а) митози
- б) мејози I
- ц) амитози
- д) мејози II

20. Инсекти (класа Insecta) припадају животињском колу:
- а) Vermes – црви
 - б) Arthropoda – зглавкари
 - в) Molusca – мекушци
 - г) Echinodermata – бодљокожци
21. У састав хромозома виших биљака улазе:
- а) хистони, ДНК и РНК
 - б) хистони, резидулани протеини, ДНК и РНК
 - ц) резидуални протеини и ДНК
22. Нуклеопротеински комплекс, који сачињава 60- 90% хромозома чине:
- а) ДНК и хистони
 - б) РНК и кисели протеини
 - ц) ДНК и РНК
23. Веза између ДНК и протеина успоставља се процесима:
- а) трансляције
 - б) транскрипције и трансляције
 - ц) трансляције и транскрипције
24. Генотип представља:
- а) скуп свих морфолошких особина једног организма
 - б) скуп свих гена у једној ћелији
 - ц) спољашњи изглед организма
25. Полиплоидија представља:
- а) умнажање читавих хромозомских гарнитура преко нормалног диплоидног броја
 - б) умањење броја хромозома унутар диплоидног комплекса
 - ц) појаву када се организам одликује хаплоидним бројем хромозома у соматским ћелијама
26. Развиће организма остварује се под дејством:
- а) генотипа
 - б) спољашње средине
 - ц) генотипа и спољашње средине
27. Укрштањем каранfila са црвеним и белим цветовима у F_1 генерацији добијено потомство се одликује:
- а) ружичастим и црвеним цветовима
 - б) ружичастим и белим цветовима
 - ц) ружичастим цветовима
28. Кросинговер представља:
- а) размену делова хромотида хомологих хромозома
 - б) размену делова хроматида наспрамних гена
 - ц) размену делова хроматида нехомологих хромозома
29. Удвајање делова хромозома означава се као:
- а) транслокација
 - б) делеција
 - ц) инверзија
30. Скуп репродуктивно повезаних јединки исте врсте на истом станишту означава се као:
- а) биоценоза
 - б) популација
 - ц) екосистем
31. Синтеза протеина одвија се у органелама:
- а) пластидима
 - б) рибозомима
 - ц) митохондријама
32. Генетска информација од ДНК до рибозома преноси се:
- а) messenger РНК
 - б) рибозомалном РНК
 - ц) транспортном РНК
33. Приmonoхиbridном наслеђивању у F_2 генерацији у добијеном потомству разликујемо:
- а) два фенотипа и три генотипа
 - б) три генотипа и два фенотипа
 - ц) један фенотип и један генотип

34. Прво Менделово правило наслеђивања је:
- а) правило сегрегације фено- и генотипова у F_2 и каснијим генерацијама
 - б) правило унiformности F_1 генерације
 - ц) правило независног комбиновања родитељских особина у F_2 и каснијим генерацијама
35. На примеру јагорчевине са црвеним и белим цветовима, при интермедијарном наслеђивању у F_1 генерацији добијамо потомство са:
- а) ружичастим и црвеним цветовима
 - б) ружичастим и белим цветовима
 - ц) ружичастим цветовима
33. Квантитативне особине су детерминисане:
- а) појединим паровима алелних гена
 - б) већим бројем гена
 - ц) само једним геном
34. Узрочник болести маларије кога преноси маларични комарац је:
- а) праживотиња
 - б) бактерија
 - ц) вирус
35. Редукциона деоба је синоним за:
- а) митозу
 - б) мејозу
 - ц) амитозу
36. Дупликација хромозома се врши у:
- а) профази
 - б) анафази
 - ц) интерфази
37. Штит спада у:
- а) цимозне цвасти
 - б) рацемозне цвасти
 - ц) цваст монохазија
38. Класа Ascomycetes се одликује:
- а) зооспорама
 - б) септираним хифама
 - ц) не септираним хифама
39. Трахеје су проводни елементи у:
- а) четинара
 - б) лишћара
 - ц) четинара и лишћара
40. Ентомологија је наука о:
- а) рибама
 - б) гмизавцима
 - ц) инсектима
41. Малпигијеви судови код инсеката су органи:
- а) крвотока
 - б) варења
 - ц) излучивања
42. На пилицама код инсеката налазе се чула:
- а) мириса
 - б) укуса
 - ц) слуша
43. Ђелије пратилице налазе се у:
- а) флоему
 - б) ксилему
 - ц) флоему и ксилему
44. Симетрија тела код зглавкара је:
- а) билатерална
 - б) сферична
 - ц) радијална
45. Класа Basidiomycetes се одликује:
- а) септираним хифама
 - б) несептираним хифама
 - ц) зооспорама

46. Биљна ћелија од животињске се разликује по:
а) вакуолама
б) вакуолама и митохондријама
ц) вакуолама, пластидима и ћелијском зиду
47. У листу ксилем је окренут ка:
а) наличју листа
б) лицу листа
ц) лицу и наличју листа
48. Фотосинтеза се одвија у:
а) палисадном ткиву
б) сунђерастом ткиву
ц) епителним ћелијама
49. Перидерм представља:
а) спроводно ткиво
б) механичко ткиво
ц) покорично ткиво
50. Ћелије које изграђују организам –соматске ћелије садрже:
а) хаплоидан број хромозома
б) диплоидан број хромозома
ц) триплоидан број хромозома

СИР - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

57(079.1)

МИХАЈЛОВИЋ, Љубодраг, 1946-
Приручник из биологије : за полагање
квалификационог испита / Љубодраг
Михајловић, Драгица Вилотић, Мирјана
Шијачин-Николић. - 5. изд. - Београд :
Шумарски факултет, 2019 (Београд : Планета
принт). - VI, 216 стр. ; илустр. ; 24 см

На врху насл. стр.: Универзитет у Београду.
- Тираж 200. - Речник појмова: стр. 183-213.
- Библиографија: стр. 215-216.

ISBN 978-86-7299-286-1
1. Вилотић, Драгица, 1955- [автор]
2. Шијачин-Николић, Мирјана [автор], 1968-
а) Биологија - Приручници